

## CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS DE CLONES DE CAFÉ CONILON

**Romário Gava FERRÃO<sup>1</sup>, E-mail: romario@incaper.es.gov.br; Maria Amélia Gava FERRÃO<sup>2</sup>; Aymbiré Francisco Almeida da FONSECA<sup>3</sup>; Cosme Damião CRUZ<sup>4</sup>; Paulo Roberto CECON<sup>4</sup>; Pedro Crescencio Sousa CARNEIRO<sup>4</sup>; Adésio FERREIRA<sup>5</sup>; Márcia Flores da SILVA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Pesquisador - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper); <sup>2</sup>Pesquisadora – Embrapa -Café/Incaper/ Bolsista do CNPq; <sup>3</sup>Pesquisador – Embrapa/Incaper, <sup>4</sup>Professor UFV; <sup>5</sup>Bolsista da CAPES; <sup>6</sup>Bolsista da CODETEC.

### Resumo:

O objetivo do trabalho foi estimar as correlações genotípica, fenotípica e ambiental de materiais genéticos do Programa de Melhoramento Genético de café Conilon do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), referentes a doze características, no Estado do Espírito Santo. Quarenta materiais genéticos foram avaliados no período de 1996 a 2000, num total de cinco colheitas, nas Fazendas Experimentais de Sooretama e Marilândia/Incaper, ES, no delineamento de blocos casualizados, com seis repetições. As características avaliadas foram: período, em número de dias, da florada principal à completa maturação dos frutos, peso médio de grãos, relação café cereja e café beneficiado, relação café coco e café beneficiado, porcentual de grãos “chochos”, porcentual de grãos “chatos”, porcentual de grãos “mocas”, porcentual de grãos retidos na peneira 17, porcentual de grãos retidos nas peneiras 17, 15, 13 e 11, respectivamente e, porcentual de grão peneira média. Em 95,45% dos casos as correlações genotípicas foram superiores às fenotípicas, indicando a maior influência dos fatores genéticos em relação ao ambiental e condições propícias ao melhoramento para os diferentes caracteres. Em 72,23% dos casos houve concordâncias de sinais entre as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais, apontando a baixa influência ambiental na associação entre os caracteres.

Palavras-chave: *Coffea canephora*, melhoramento genético.

## CORRELATION BETWEEN CHARACTERISTICS OF CLONES OF CONILON COFFEE

### Abstract:

The objective of this work was to estimate the genotype, phenotype, and environmental correlations of genetic materials of the Program of Genetic Improvement of Conilon coffee of the Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Espírito Santo State Rural Research, Technical Assistance, and Extension Institute) (INCAPER), with respect to twelve characteristics, in the state of Espírito Santo. Forty genetic materials, the majority clones of conilon coffee, were evaluated based on twelve characteristics, in the period of 1996 to 2000, in a total of five harvests, at the Experimental Farms of Sooretama and Marilândia/Incaper, ES, in a randomized block experimental design with six replications. The characteristics evaluated were: period, in number of days, from principal flowering to complete maturation of fruits, average weight of beans, relation of cherry coffee and “roasted” coffee, relation of “dry fruit” coffee and “roasted” coffee, percentage of beans with empty locules, percentage of flat beans, percentage of peaberries, percentage of beans retained on screens (sieve) 17, 15, 13, 11, respectively and, average percentage of beans “peneira” (retained). In 95.45% of the cases the genotypic correlations were greater than the phenotypic correlations, indicating the greater influence of genetic factors in relation to environmental and conditions propitious for improvement of the different characters. In 72.23% of the cases there were concordances of signs between the phenotype, genotype, and environmental correlations, pointing to the low environmental influence in the association between the characters.

Key words: *Coffea canephora*, genetic improvement, conilon coffee.

### Introdução

Os estudos de correlações têm grande importância em programas de melhoramento, principalmente quando a seleção da característica desejável apresenta dificuldades, por se tratar de um caráter de baixa herdabilidade e, ou, problemas de medição e identificação. A correlação simples permite avaliar a magnitude e o sentido das relações entre dois caracteres, sendo de grande utilidade no melhoramento, por permitir avaliar a viabilidade da prática da seleção indireta, que, em alguns casos, pode levar aos progressos mais rápidos que a seleção de caráter desejado. As correlações apresentam-se como ferramenta auxiliar em estudos que visam diminuir o número de características a serem utilizadas em análises, por exemplo nos estudos de divergência genética, em que as características disponíveis são aquelas redundantes, por estarem correlacionadas com outras de mais fácil mensuração ou que demandam menor custo e, ou, tempo de avaliação (CRUZ et al., 2004).

A causa da correlação genética é, principalmente, a pleiotropia. Se dois caracteres apresentam correlação genética favorável, é possível obter ganhos para um deles por meio de seleção indireta no outro associado. Em alguns casos, essa seleção, com base na resposta correlacionada, pode levar a progressos mais rápidos do que a seleção direta do caráter desejado. Entretanto, se um caráter correlaciona-se negativamente com alguns e positivamente com outros, deve-se tomar o cuidado de, ao selecioná-lo, não provocar mudanças indesejáveis em outro (CRUZ et al., 2004).

A maioria dos estudos de correlações entre caracteres realizados no Brasil e no mundo com o gênero *Coffea* é com *Coffea arabica*. Em *Coffea canephora*, variedade Conilon, Fonseca (1999) e Fonseca et al. (2003) obtiveram as estimativas das correlações fenotípica, genotípica e ambiental em 80 genótipos do Programa de Melhoramento Genético de Café Conilon no Estado do Espírito Santo, para oito características. Foram encontrados os seguintes resultados: as magnitudes das correlações genotípicas tenderam a superar as das correlações fenotípicas, indicando que os fatores genéticos tiveram maior influência que o de ambiente em mais de 60% dos casos, possibilitando, assim, a seleção simultânea para várias características, uma vez que o interesse do melhorista se prende, quase sempre, em um conjunto delas; o número de hastes por planta correlacionou-se positivamente com diâmetro médio da copa (0,657) e altura da planta (0,265) com produção média de grãos (-0,084); a altura média da planta correlacionou positivamente com produção de grãos (0,218); os valores crescentes positivos das correlações genotípica e fenotípica da primeira à quarta colheita, em especial com as duas últimas colheitas, com a produção média de grãos, possibilitaram concluir que a maior acurácia na seleção ocorre após a segunda colheita; houve correlações positivas com magnitudes de 0,842 e 0,820 entre a terceira e quarta colheitas, respectivamente, com a produção média de grãos, indicando, assim, que colheitas adicionais podem aumentar o nível de confiabilidade da predição do valor real.

O objetivo do trabalho foi estimar as correlações genotípica, fenotípica e ambiental de materiais genéticos do Programa de Melhoramento Genético de café Conilon do Incaper, no Estado do Espírito Santo, referentes a doze características.

## Material e Métodos

Estudaram-se 40 clones e variedades, designados neste trabalho por genótipos de *Coffea canephora*, a variedade Conilon, do Programa de Melhoramento Genético de Café Conilon do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) do Espírito Santo. Desses genótipos a maioria foram clones descendentes de seleção fenotípica de plantas em lavouras de produtores da região norte do Estado.

Os experimentos foram instalados em março de 1993, nas Fazendas Experimentais de Sooretama e de Marilândia, pertencentes ao INCAPER, nos municípios de Sooretama e Marilândia, respectivamente, nas regiões nordeste e noroeste do Estado do Espírito Santo, sem irrigação, no delineamento experimental em blocos casualizados, com seis repetições e avaliados por cinco colheitas (1996 a 2000). Cada parcela foi constituída por duas plantas, no espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,5 m entre plantas, perfazendo uma população final de 2.222 plantas por hectare. A condução dos trabalhos em campo, seguiu-se as recomendações técnicas da cultura do café Conilon (FERRÃO et al., 2004).

Foram estudadas as seguintes características: período, em número de dias, da florada principal à completa maturação dos frutos (C), peso médio de grãos (PMG), relação café cereja e café beneficiado (CeBe), relação café coco e café beneficiado (CoBe), percentual de grãos “chochos” (GCHO), percentual de grãos “chatos” (GCHA), percentual de grãos “mocas” (GMO), percentual de grãos retidos na peneira 17 (P17), percentual de grãos retidos na peneira 15 (P15), percentual de grãos retidos na peneira 13 (P13), percentual de grãos peneira 11 (P11) e peneira média (PM), com base na análise conjunta das cinco colheitas nos dois locais.

A estimação dos coeficientes de correlações fenotípica, genotípica e de ambiente entre os caracteres seguiu Cruz (2001) e Cruz et al. (2004).

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 encontram-se as estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica ( $r_F$ ), genotípica ( $r_G$ ) e de ambiente ( $r_e$ ) entre os doze caracteres dos clones de café conilon.

Verifica-se que, em 95,45% dos casos, as magnitudes das correlações genotípicas tenderam a superar as das correlações fenotípicas, mostrando que os fatores genéticos tiveram maior influência que os ambientais nesses estudos. Essa porcentagem foi superior à encontrada por Fonseca (1999), Fonseca et al. (2003) e Sousa et al. (2003). Tais resultados são relevantes, pois permitem, nessa situação, a seleção simultânea de várias características, uma vez que quase sempre o interesse do melhorista é buscar, no melhoramento, selecionar visando a um conjunto de caracteres que vão de encontro aos objetivos do trabalho.

As estimativas obtidas dos coeficientes de correlações fenotípica ( $r_F$ ), genotípica ( $r_G$ ) e de ambiente ( $r_e$ ) em 72,73% dos casos apresentaram concordância de sinais, indicando, assim, a baixa influência ambiental na associação entre os caracteres. As correlações genotípicas e fenotípicas exibiram, em relação às ambientais, diferenças de sinais para os caracteres C e GCHA, P17, P13 e P11; PMG e CeBe, GCHO, GCHA, P17 e P13; CeBe e GCHA; GCHO com GCHA, GMO, P17, P15, P13, P11 e PM; GMO e P13. Apesar de essas correlações não serem de alta magnitude para a maioria dos casos, deve-se ter cuidado na realização da seleção indireta baseada nos coeficientes de correlação genotípica, pois tal seleção pode ser prejudicada pela ação diferencial do ambiente sobre as variáveis envolvidas. Falconer (1981)

relatou que as diferenças de sinais entre as correlações genotípicas e de ambiente indicam que as causas de variações genética e ambiental influenciam as características por diferentes mecanismos fisiológicos.

Verificou-se superioridade das estimativas de correlação ambiental em relação às fenotípicas e genotípicas para C e P13, PM; PMG e GMO; CeBe com P17, P15, P13, P11; CoBe e P15, P13, P11; GCHO e P17, P15, P11, PM, indicando maior influência do ambiente nessas determinações. Para Falconer (1981), o ambiente é causa de correlação quando dois caracteres estão influenciados pelas mesmas variações ambientais.

Fonseca (1999) e Sousa et al. (2003), realizando estudos de correlações envolvendo uma série de características com café Conilon, verificaram comportamentos semelhantes aos registrados neste trabalho, apesar de trabalharem com menor número de características, sendo algumas diferentes das deste estudo.

Em estudos de divergência genética e nos processos de avaliação e seleção, é importante manter os caracteres que apresentem baixas estimativas de correlação com a maioria das características. Neste estudo, período em número de dias da florada principal à completa maturação dos frutos (C), produção média de grãos (PMG), relação café cereja e café beneficiado (CeBe), percentual de grãos chochos (GCHO) e percentual de grãos mocas (GMO) foram características que deverão, posteriormente, ser mantidas na seleção, avaliação e nos estudos de divergência genética, pois esses caracteres apresentaram correlações baixas com as demais variáveis estudadas.

As correlações genotípicas positivas mais expressivas foram entre os seguintes caracteres: C e CeBe ( $r_g = 0,640$ ), C e CoBe ( $r_g = 0,664$ ), PMG e P15 ( $r_g = 0,453$ ), PMG e PM ( $r_g = 0,412$ ), CeBe e CoBe ( $r_g = 0,982$ ), CeBe e GCHO ( $r_g = 0,930$ ), CoBe e GCHO ( $r_g = 0,831$ ), GCHA e P17 ( $r_g = 0,452$ ), GCHA e PM ( $r_g = 0,411$ ), P17 e P15 ( $r_g = 0,768$ ), P17 e PM ( $r_g = 0,923$ ), P15 e PM ( $r_g = 0,948$ ), P13 e P11 ( $r_g = 0,682$ ).

Verificou-se que a produtividade está correlacionada positivamente com o tamanho de grãos. Em razão de o tamanho de grãos ser menos influenciado pela ação ambiental em relação à produtividade, sendo aquele caráter de herdabilidade mais elevada e de fácil seleção, a seleção indireta com base nele pode proporcionar o aumento da produtividade de grãos.

O chochamento de grãos (GCHO) pode ser oriundo de fatores genéticos (arquitetura da planta, número de ramos ortotrópicos, disposição dos ramos plagiotrópicos no caule e área foliar) e fatores ambientais (seca, altas temperaturas, desfolhamento). Essas características influenciam negativamente o rendimento de grãos, uma vez que provocam deficiência na formação e enchimento destes, levando, assim, a uma maior relação CeBe e CoBe e, conseqüentemente, baixo rendimento industrial. Assim, a seleção de clones com menor porcentagem de GCHO, característica de fácil medição, de forma indireta, poderá ocasionar melhor relação CeBe e CoBe, levando ao maior rendimento de peso na colheita, melhor qualidade na produção e maior lucro para os produtores.

As correlações positivas entre as características que proporcionam grãos grandes (P17, P15 e PM) com grãos “chatos” (GCHA) possibilitam, de forma indireta, a seleção de clones que apresentam grãos maiores, beneficiando o caráter porcentagem de grãos “chatos” (GCHA). Nos genótipos com maior porcentagem de GCHA, os grãos foram mais uniformes e maiores. Tais características são importantes na melhoria da qualidade do café e vão ao encontro das exigências da indústria e do mercado comprador.

As correlações positivas entre P17 e P15 e PM permitem selecionar eficientemente para grãos grandes sem a necessidade de efetuar medições para todas as três características, levando, assim, menor demanda de tempo, mão-de-obra e custo.

As correlações genotípicas negativas e de maior magnitude foram entre C e P11 ( $r_g = -0,314$ ), PMG e CoBe ( $r_g = -0,309$ ), PMG e GCHO ( $r_g = -0,332$ ), PMG e P13 ( $r_g = -0,282$ ), PMG e P11 ( $r_g = -0,467$ ), GCHO e P13 ( $r_g = -0,387$ ), CoBe e GCHA ( $r_g = -0,301$ ), GCHA e GMO ( $r_g = -0,999$ ), GCHA e P13 ( $r_g = -0,322$ ), GCHA e P11 ( $r_g = -0,399$ ), GMO e P17 ( $r_g = -0,422$ ), GMO e P15 ( $r_g = -0,252$ ), GMO e PM ( $r_g = -0,370$ ), P17 e P13 ( $r_g = -0,958$ ), P17 e P11 ( $r_g = -0,716$ ), P15 e P13 ( $r_g = -0,807$ ), P15 e P11 ( $r_g = -0,959$ ), P13 e PM ( $r_g = -0,912$ ), P11 e PM ( $r_g = -0,914$ ).

Dentre os objetivos do trabalho de melhoramento com Conilon, tem-se a obtenção de cultivares de ciclo precoce, cuja maturação ocorre nos meses de março e abril. Cuidados devem-se ter na seleção visando à precocidade em função das correlações negativas de C com GCHO. A correlação negativa entre C e GCHO deve-se ao fato de a formação e enchimento de grãos dos materiais genéticos ocorrerem nos meses de janeiro e fevereiro, período em que a precipitação pluviométrica tem sido insuficiente, devido à alta demanda de água exigida pela cultura, além da elevada evapotranspiração provocada pelas altas temperaturas, tanto noturna quanto diurna.

Verificou-se elevada correlação negativa entre GCHA e GMO, P17 e P13, P17 e P11, P15 e P13 e P11. Tais resultados podem ser explicados pela complementaridade desses caracteres, para formação da porcentagem de 100%. Com o intuito de diminuir esforços, tempo e custo, os caracteres GMO e P13 poderiam ser descartados nas avaliações e estudos de estimativas de divergência genética. Os estudos de multicolinearidade e divergência genética poderão ser mais eficientes para melhor definição das características menos importantes na discriminação de material genético e daqueles que poderão ser descartadas na seleção (CRUZ et al., 2004).

Tabela 1 - Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica ( $r_f$ ), genotípica ( $r_g$ ) e ambiental ( $r_e$ ) correspondentes às combinações de 12 características de café Conilon, tomadas na média de cinco colheitas e dois locais, Sooretama e Marilândia, ES.

Caracteres	r	PMG	CeBe	CoBe	GCHO	GCHA	GMO	P17	P15	P13	P11	PM
<b>C</b>	$r_f$	0,062	0,504	0,526	0,116	-0,272	0,262	0,060	0,292	-0,092	-0,293	0,209
	$r_g$	0,084	0,640	0,664	0,164	-0,298	0,281	0,061	0,307	-0,090	-0,314	0,219
	$r_e$	0,001	0,126	0,143	0,049	0,254	0,049	-0,008	0,009	0,166	0,074	0,369
<b>PMG</b>	$r_f$		-0,086	-0,227	-0,258	-0,247	-0,003	0,245	0,381	-0,231	-0,402	0,357
	$r_g$		-0,143	-0,309	-0,332	-0,298	0,003	0,292	0,453	-0,282	-0,467	0,412
	$r_e$		0,041	-0,015	0,007	0,254	-0,008	-0,032	0,068	0,042	-0,077	0,071
<b>CeBe</b>	$r_f$			0,909	0,667	-0,224	0,228	-0,145	-0,048	0,104	0,072	-0,099
	$r_g$			0,982	0,930	-0,316	0,315	-0,147	-0,045	0,095	0,075	-0,100
	$r_e$			0,704	0,464	0,063	0,030	-0,151	-0,120	0,154	0,140	-0,009
<b>CoBe</b>	$r_f$				0,705	-0,240	0,255	-0,186	-0,075	0,108	0,136	-0,147
	$r_g$				0,831	-0,301	0,314	-0,203	-0,091	0,117	0,157	-0,159
	$r_e$				0,506	-0,033	0,065	-0,119	-0,179	0,136	0,216	-0,021
<b>GCHO</b>	$r_f$					0,039	-0,046	0,118	0,047	-0,153	-0,001	0,071
	$r_g$					0,071	-0,078	0,162	0,081	-0,220	-0,009	0,101
	$r_e$					-0,047	-0,067	-0,221	-0,237	0,165	0,265	-0,192
<b>GCHA</b>	$r_f$						-0,988	0,417	0,271	-0,295	-0,361	0,388
	$r_g$						-0,999	0,452	0,291	-0,322	-0,399	0,411
	$r_e$						-0,664	0,021	0,096	0,118	-0,012	0,407
<b>GMO</b>	$r_f$							-0,389	-0,233	0,259	0,337	-0,349
	$r_g$							-0,422	-0,252	0,280	0,360	-0,380
	$r_e$							-0,016	-0,062	0,047	0,049	-0,001
<b>P17</b>	$r_f$								0,690	-0,927	-0,665	0,905
	$r_g$								0,768	-0,958	-0,716	0,923
	$r_e$								0,113	-0,549	-0,302	0,452
<b>P15</b>	$r_f$									-0,774	-0,933	0,921
	$r_g$									-0,807	-0,959	0,948
	$r_e$									-0,574	-0,563	0,477
<b>P13</b>	$r_f$										0,622	-0,885
	$r_g$										0,682	-0,912
	$r_e$										0,145	-0,172
<b>P11</b>	$r_f$											-0,901
	$r_g$											-0,914
	$r_e$											-0,333

C = período em número de dias da florada principal à completa maturação dos frutos; PMG = produtividade de grãos (kg/ha); CeBe = relação café cereja e café beneficiado; CoBe = relação café coco e café beneficiado; GCHO = porcentagem de grãos chochos, GCHA = porcentagem de grãos chatos; GMO = porcentagem de grãos mocas e P17, P15, P13, P11 e PM = porcentagem de peneiras 17, 15, 13, e média, respectivamente.

## Conclusões

Em 95,45% dos casos as correlações genotípicas foram superiores às fenotípicas, indicando a maior influência dos fatores genéticos em relação ao ambiental e condições propícias ao melhoramento para os diferentes caracteres.

Em 72,23% dos casos houve concordâncias de sinais entre as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais, apontando a baixa influência ambiental na associação entre os caracteres.

As correlações genotípicas positivas mais expressivas foram entre os seguintes caracteres: C e CeBe, C e CoBe, PMG e P15, PMG e PM, CeBe e CoBe, CeBe e GCHO, CoBe e GCHO, GCHA e P17, GCHA e PM, P17 e P15, P17 e PM, P15 e PM, P13 e P11.

As correlações genotípicas negativas e de maior magnitude foram entre C e P11, PMG e CoBe, PMG e GCHO, PMG e P13, PMG e P11, GCHO e P13, CoBe e GCHA, GCHA e GMO, GCHA e P13, GCHA e P11, GMO e P17, GMO e P15, GMO e PM, P17 e P13, P17 e P11, P15 e P13, P15 e P11, P13 e PM, P11 e PM.

### **Agradecimentos**

Os autores expressam seus agradecimentos ao Dr. Mark Culik, Ph.D em Entomologia, Pesquisador CNPq/Incaper pela colaboração na elaboração desse trabalho.

### **Referências bibliográficas**

CRUZ, C. D. *Programa genes: versão windows; aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. v. 3, 480 p.

FALCONER, D. S. *Introdução à genética quantitativa*. Viçosa, MG: UFV, 1981. 279 p.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELLI, F. *Café Conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. Vitória, ES: INCAPER, 2004. 60 p. (INCAPER: Circular Técnica, 03-I).

FONSECA, A. F. A. da. *Análises biométricas em café Conilon (Coffea canephora Pierre)*. Viçosa, MG: UFV/DFT. 1999. 121 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FONSECA, A. F. A. da; SEDIAYAMA, T.; SAKAYIAMA, N.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; CRUZ, C. D.; SAKAYAMA, N. S. Correlações entre caracteres em café Conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003. Porto Seguro. *Anais...* Brasília, DF: EMBRAPA CAFÉ – Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, 2003. p. 231.

SOUSA, F. de F.; GAMA, F. de C.; SANTOS, M. M. dos. Estudos de correlações entre caracteres morfo-agronômicos em clones de café Conilon de maturação tardia da coleção de germoplasma da EMBRAPA Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. *Anais...* Brasília, DF: EMBRAPA CAFÉ – Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, 2003. p. 237.