

## CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS, GENÉTICAS E AMBIENTAIS PARA QUALIDADE DA BEBIDA E DOS GRÃOS DO CAFEIRO ARÁBICA<sup>1</sup>

Fabício Moreira Sobreira<sup>2</sup>, Antonio Carlos Baião de Oliveira<sup>3</sup>, Antonio Alves Pereira<sup>4</sup>, Edleyne Rogéria de Mendonça<sup>5</sup>, Ney Sussumu Sakiyama<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

<sup>2</sup>Doutorando em Fitotecnia, UFV, M.Sc. Viçosa- MG, Pesq. INCAPER, Domingos Martins- ES, fabricio.sobreira@incaper.es.gov.br

<sup>3</sup>Pesquisador, Embrapa Café, D.Sc, Viçosa, MG, antonio.baiiao@embrapa.br

<sup>4</sup>Pesquisador, EPAMIG, D.Sc, Viçosa, MG, pereira@epamig.ufv.br

<sup>5</sup>Bolsista Consórcio Pesquisa Café/Epamig, Téc. Agropecuária. Patrocínio-MG. E-mail: edleyne\_anjo@hotmail.com

<sup>6</sup>Professor, UFV, D.Sc, Viçosa-MG, sakiyama@ufv.br

**RESUMO:** Considerando que os programas de melhoramento visam obter cultivares aperfeiçoadas para um conjunto de caracteres, é de importância fundamental conhecer a natureza e magnitude das correlações entre esses. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre caracteres de qualidade da bebida e dos grãos, e identificar aquelas favoráveis a obtenção de ganhos genéticos para qualidade do café. Foram avaliados 101 genótipos de *Coffea arabica*, em fase adulta de produção, conservados no Banco Ativo de Germoplasma *Coffea spp.* da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, em Patrocínio-MG. Em cada acesso foram avaliadas 23 características, 14 relativas a classificação por tamanho, formato e aspecto dos grãos e 9 relativas a qualidade sensorial da bebida. O coeficiente das correlações fenotípicas foi semelhante as correlações genéticas. As principais correlações genéticas ocorreram entre Doçura ( $r_g = 0,93$ ) e Escore Total; e entre Sabor e Escore Total ( $r_g = 0,92$ ). Houve correlações ambientais positivas entre o Escore Total e os atributos de Doçura ( $r_a = 0,70$ ) e Sabor ( $r_a = 0,74$ ); e entre os grãos peneira 19 e peneira 18 ( $r_a = 0,84$ ), indicando que esses pares são influenciados em igual sentido pelas mesmas causas de variações ambientais. Correlação ambiental negativa ocorreu entre peneira 16 e a peneira 18 ( $r_a = -0,80$ ), indicando que as mesmas diferenças de ambiente atuam em sentido inverso, beneficiando um caráter em detrimento do outro. Para o ambiente e genótipos avaliados: 1) As correlações fenotípicas foram semelhantes as genotípicas, indicando pequeno efeito ambiental. 2) As correlações ambientais, com exceção de algumas citadas, indicam que causas distintas de variações ambientais atuam sobre os caracteres de qualidade sensorial e dos grãos. 3) As características sensoriais Sabor e Doçura apresentam elevada correlação genética com o Escore Total da bebida, podendo ser utilizadas visando ganhos diretos para o melhoramento da qualidade sensorial do café. 4) A porcentagem de grãos peneira dezoito apresentou alta correlação genética com a peneira média dos grãos chatos, negativa com a porcentagem de grãos peneira dezesseis e nula para grãos chatos pequenos (peneira quatorze), mocos e fundo, podendo ser utilizada visando ganhos na qualidade dos grãos.

**PALAVRAS-CHAVE:** qualidade sensorial, germoplasma, sabor, melhoramento do cafeeiro.

## PHENOTYPIC, GENETIC AND ENVIRONMENTAL CORRELATIONS FOR BEVERAGE AND GRAINS QUALITY IN ARABIC COFFEE<sup>1</sup>

**ABSTRACT:** Whereas the breeding programs aim to obtain improved cultivars for a character set, it is of fundamental importance to know the nature and magnitude of the correlations between characters. In this context, this study aimed to evaluate the phenotypic, genotypic and environmental correlations between beverage quality and grains characters, and identify those favorable to obtain genetic gains for coffee quality. We evaluated 101 genotypes of *Coffea arabica* in the adult stage of production, stored in the Active Germplasm Bank of *Coffea spp.* of Agricultural Research Company of Minas Gerais, in Patrocínio-MG. In each accession were evaluated 23 features, 14 concerning the classification by size, shape and appearance of the grain and nine on the sensory quality of the drink. The coefficient of phenotypic correlations was similar the genetic correlations. The main genetic correlations occurred between Sweetness ( $r_g = 0.93$ ) and Total Score, and between Flavor and Total Score ( $r_g = 0.92$ ). There were environmental correlations between Total Score and attributes of Sweetness ( $r_a = 0.70$ ) and Flavor ( $r_a = 0.74$ ); and between 19 sieve grains and 18 sieve ( $r_a = 0.84$ ), indicating that these pairs are influenced in the same direction by the same causes of environmental variations, and between 16 sieve with 18 sieve ( $r_a = -0.80$ ), indicating that the same differences in environment operating in reverse, benefiting one character over another. For the environment and genotypes evaluated: 1) The phenotypic correlations were similar to the genotype correlations, indicating little environmental effect. 2) The environmental correlations, except for some traits cited, indicate that distinct causes of environmental changes acting on the sensory and grains quality traits. 3) The sensory Flavor and Sweetness present high genetic correlation with the beverage Total Score, which can be used to reach direct gains to improve the coffee sensory quality. 4) The percentage of eighteen sieve

grain showed high genetic correlation with the average sieve of flat beans, negatively with the percentage of sixteen sieve grain and null for small flat beans (fourteen sieve), mochas and bottom sieve, can be used to obtain direct gains for grain quality.

**KEY WORDS:** sensory quality, germplasm, flavor, coffee breeding.

## INTRODUÇÃO

No contexto atual de superproduções e baixo preço do café *commodity* no mercado (ICO, 2013), a diferenciação qualitativa do café tornou-se prioridade para agregação de valor ao produto. No mercado de cafês especiais, além da qualidade sensorial da bebida, buscam-se grãos de melhor aspecto, para serem comercializados crus ou torrados (chatos graúdos) para uso em máquinas de espresso. Entretanto, para melhor eficiência dos programas de melhoramento da qualidade do café, faz-se necessário estudar, além da variabilidade genética nos germoplasmas, a correlação existente entre as características de interesse.

O coeficiente de correlação tem importância no melhoramento de plantas, porque quantifica o grau de associação genético e não-genético entre dois ou mais caracteres. As relações existentes entre os caracteres são avaliadas, em geral, através das correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente. A correlação fenotípica é estimada diretamente de medidas fenotípicas, resultantes, portanto, de causas genéticas e ambientais. Já a correlação genotípica, que corresponde à porção genética da correlação fenotípica, por ser a única de natureza herdável, é a mais importante para os programas de melhoramento genético (FALCONER, 1989, CRUZ et al., 2012).

Quando duas características apresentam correlações genéticas favoráveis, é possível obter ganho para uma delas por meio da seleção indireta na outra característica associada, podendo proporcionar em alguns casos, progressos mais rápidos do que a seleção direta da característica desejada (CRUZ et al., 2012).

Considerando que os programas de melhoramento visam obter cultivares aperfeiçoadas para um conjunto de caracteres, é de importância fundamental o conhecer a natureza e magnitude das correlações entre os caracteres. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre caracteres de qualidade da bebida e dos grãos, e identificar aquelas favoráveis a obtenção de ganhos genéticos para qualidade do café.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 101 genótipos de *Coffea arabica*, em fase adulta de produção, conservados no Banco Ativo de Germoplasma *Coffea spp.* da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Patrocínio-MG (20° 45' S, 42° 52' O, alt. 650 m). A região apresenta clima tipo Cwb, de acordo com a classificação de Koppen, com temperatura média anual, precipitação de 19°C e 1200 mm, respectivamente. A seleção dos acessos foi realizada com base na colheita de 2010, contemplando os principais grupos de interesse agrônomo, carga pendente de frutos e vigor vegetativo dos cafeeiros (Tabela 1).

Para o preparo das amostras foram colhidos seletivamente 30L de frutos maduros no estádio “cereja” de modo igualitário dentre dez plantas que compõem a parcela. Cerca de 4 a 6 horas após a colheita as amostras foram despulpadas mecanicamente (descascador Pinhalense modelo DPM-02 n° 928) e os resíduos, cascas remanescentes, grãos quebrados e brocados foram retirados dessas. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em baldes plásticos de 20L, para serem desmuciladas por meio de fermentação natural, durante 24h. Para evitar a elevação excessiva da temperatura na amostra, trocou-se a água quando a temperatura se aproximava de 40° C. Após o período de fermentação, os grãos em pergaminho foram lavados manualmente e secos até que atingissem 11% de umidade.

Foram avaliados em cada acesso 23 características, 14 relativas a classificação por tamanho, formato e aspecto dos grãos e 9 relativas aos padrões organolépticos da bebida. A classificação pelo tamanho e formato foi realizada usando peneiras de orifício circular (variáveis P19, P18, P17, P16, P15 e P14/64 avos de polegada) para grãos chatos e orifício alongado (variáveis M11, M10 e M9/64 avos de polegada) para grãos moça. Os grãos chatos e moças foram classificados pela percentagem de grãos retidos em cada uma das respectivas peneiras quanto ao formato

Os grãos que não foram retidos no conjunto de peneiras mencionadas foram classificados também em percentagem na variável fundo (FUN). Posteriormente a classificação, obteve-se a variável peneira média (PME) aplicando a fórmula. Calculou-se as variáveis percentagem de moça (PMO) e percentagem de peneira maior que 16/64 (P>16), somando-se as percentagens retidas, respectivamente nas peneiras moça 11, 10 e 9/64 avos de polegada e chato 19, 18, 17 e 16/64 avos de polegada. A análise sensorial da bebida foi realizada por dois provadores por repetição (amostra) credenciados da Associação Brasileira de Cafês Especiais (BSCA), utilizando a metodologia do CoE (*Cup off Excellence*) aprimorada pela BSCA (BSCA, 2003). Foram avaliados os atributos: Bebida Limpa (BLI), Doçura (DOÇ), Acidez (ACI), Corpo (COR), Sabor (SAB), Retrogosto (RTG), Balanço (BAL) e Geral (GER). As amostras foram coletadas em genótipos dispostos no campo sob o delineamento em blocos casualizados com duas repetições e parcela de dez plantas. Para as avaliações da bebida e dos grãos, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com 101 tratamentos (genótipos) e duas repetições (amostras). Realizou-se a análise de variância e foram estimados os coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental entre as características dos grãos e entre as características sensoriais da bebida. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Genes (Cruz, 2006).

Tabela 1. Código e designação dos acessos, cultivares e progênies de café do Banco Ativo de Germoplasma da Epamig, avaliados quanto a qualidade sensorial da bebida.

Acessos	Designação
MG (0009, 11, 12, 14, 16, 25, 27, 36, 41, 43, 64, 66, 0126)	Bourbon
MG (0130, 0133, 0134)	Sumatra
MG (0138, 0139)	Mundo Novo Purp.
MG 0145	Desconhecido
MG 0151	Icatu Amarelo IAC 3282
MG 0154	Café Brasil
MG (0165, 0173)	Maragogipe Amarelo, V Vermelho
MG (0187, 0193, 0194, 0212, 0213)	Caturra Amarelo
MG 0223	Pacamara
MG (0245, 0248)	Obatã Tardio e Amarelo
MG (0277, 0289, 0304, 0313, 0333, 0338, 0339, 0357, 0369)	Híbridos de Timor
MG (0420, 0438)	Mundo Novo x S795
MG 0494	K7 x Híbrido Timor
MG 0530	H 66 x Híbrido Timor
MG (0534, 0536, 0540)	BE 5 Wush-Wush x HT
MG (0545, 0554, 0558, 0563)	Bourbon x HT
MG (0571, 0576)	S4 Agaro x Híbrido Timor
MG 0587	Dilla & Alghe x HT
MG 0597	KP 423 UFV 163-04
MG 0603	K 7 IAC 1151-2 c1003
MG 0608	KP 423 UFV 182-04
MG (0651, 0654)	Caturra V. x DK 1/ 6
MG (0692, 0694)	Caturra Amarelo x H358/5
MG 0851 CIFIC	H 310/1 x Mundo Novo
MG 0891	Bourbon 43/7 x RP13 x CIFIC H 264
MG (0896, 0899)	Caturra Vermelho x S 333
MG 0926	Caturra Vermelho x S 795
MG 0932	Catuai SH2 SH3
MG (1032, 1034)	Mundo Novo x CIFIC H 288/4
MG (1038, 1045, 1054, 1059)	Sarchimor
MG 1060	Obatã IAC 1669-20
MG (1079, 1083, 1085)	Cavimor UFV 357
MG (1108, 1126, 1140, 1156, 1157, 1158, 1159, 1160)	Catimor
MG 1188	Icatu Amarelo IAC 2944
MG 1206	Bourbon Vermelho
MG 1209	Amarelo de Botucatu
MG 1218	Sumatra Fruto Alaranjado
MG (1222, 1230, 1238, 1256)	Mundo Novo I e II
Catiguá-MG2	Cultivar derivada de HT
Catuai IAC 62	Cultivar tradicional
Catuai IAC 99	Cultivar tradicional
Catuai IAC 144	Cultivar tradicional
H419 6-2-3-4 amarelo	Progênie derivada de HT
H419 6-2-5-2 vermelho	Progênie derivada de HT
Pau-Brasil MG1	Cultivar derivada de HT
Paraíso MG1	Cultivar derivada de HT

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em sua maioria, as estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental entre os caracteres sensoriais da bebida foram baixas, entretanto, entre algumas características as correlações foram elevadas (Tabela 2). As correlações fenotípicas obtidas foram próximas as correlações genéticas, indicando para o conjunto de dados, pouca influência do ambiente.

As correlações ambientais, para a maioria dos caracteres, foram de baixa magnitude e mesmo sinal em relação às correlações genéticas, indicando baixa associação entre os caracteres quanto aos componentes não-aditivos (Falconer e Mackay, 1996). Nesse sentido, em geral, os caracteres não são influenciados pelos mesmos fatores do ambiente,

exceção ocorrendo entre o Escore Total e os atributos de Doçura ( $r_a = 0,70$ ) e Sabor ( $r_a = 0,74$ ), indicando que esses caracteres são influenciados em igual sentido pelas mesmas diferenças de ambiente.

Considerando as correlações genéticas, para o caráter Doçura foi observada elevada correlação ( $r_g = 0,93$ ) com o Escore Total. Uma vez que o total de pontos na análise sensorial da bebida é resultante do somatório das notas nas demais características, a elevada correlação indica possibilidade de ganhos indiretos na qualidade sensorial da bebida por meio da seleção indireta no caráter doçura. A doçura da bebida é resultante da percepção da presença de determinados carboidratos, cujos níveis na bebida podem afetar diretamente outros atributos sensoriais como o Sabor (SCAA, 2009).

O Sabor representa a intensidade, qualidade e complexidade da combinação de atributos na bebida. A correlação genética entre Sabor e Doçura foi elevada ( $r_g = 0,88$ ), assim como entre Sabor e Escore Total ( $r_g = 0,92$ ). Em relação ao Escore Total, Sabor e Doçura apresentaram correlação fenotípica de igual sinal e magnitude semelhante a correlação genética (0,90 e 0,89, respectivamente) permitindo inferir que a associação dos caracteres a nível gênico não foi comprometida pelos efeitos modificadores do ambiente (PANDEY, 1981).

Estudando correlações entre caracteres sensoriais da bebida de genótipos coletados na Etiópia, Dessalegn et al. (2008), observaram, em relação aos coeficientes obtidos neste trabalho, correlações de magnitude superior entre Sabor e Corpo (0,93) e inferior entre Sabor e qualidade global da bebida (0,78). Em estudo semelhante Kathurima et al. (2009), também observaram correlações positivas para caracteres sensoriais, nas quais a de maior magnitude (0,78), entre Sabor e Retrogosto, foi semelhante ao observado neste trabalho. Sabor e Doçura, devido as altas correlações com o Escore Total, podem ser indicadas para a seleção de genitores para o melhoramento da qualidade sensorial do café. Esses resultados corroboram com o trabalho de Agwanda (2003) que verificando alta correlação entre Sabor e preferência, também indicou o Sabor como critério para obtenção de ganhos em qualidade de bebida.

Tabela 2. Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica ( $r_f$ ), genotípica ( $r_g$ ) e ambiental ( $r_a$ ) entre caracteres sensoriais de genótipos de *C. arabica*.

	Correlação	Caracteres sensoriais da bebida <sup>1</sup>							
		BLP	DOÇ	ACI	COR	SAB	RGT	BAL	GER
DOÇ	$r_f$	0.36**							
	$r_g$	0.38							
	$r_a$	0.27 <sup>+</sup>							
ACI	$r_f$	0.31**	0.54**						
	$r_g$	0.38	0.65						
	$r_a$	0.00	0.12						
COR	$r_f$	0.32**	0.70**	0.47**					
	$r_g$	0.34	0.75	0.56					
	$r_a$	0.23	0.46 <sup>++</sup>	0.18					
SAB	$r_f$	0.39**	0.82**	0.55**	0.68**				
	$r_g$	0.40	0.88	0.63	0.74				
	$r_a$	0.33 <sup>+</sup>	0.51 <sup>++</sup>	0.23	0.44 <sup>++</sup>				
RGT	$r_f$	0.31**	0.00**	0.36**	0.42**	0.62**			
	$r_g$	0.38	0.65	0.40	0.46	0.75			
	$r_a$	0.05	0.21	0.26 <sup>+</sup>	0.32 <sup>+</sup>	0.15			
BAL	$r_f$	0.65**	0.38**	0.28**	0.24*	0.38**	0.34**		
	$r_g$	0.76	0.48	0.40	0.33	0.47	0.50		
	$r_a$	0.25 <sup>+</sup>	0.02	-0.05	-0.04	0.08	-0.09		
GER	$r_f$	0.50**	0.68**	0.45**	0.50**	0.61**	0.49**	0.58**	
	$r_g$	0.59	0.80	0.54	0.57	0.67	0.59	0.74	
	$r_a$	0.14	0.27 <sup>+</sup>	0.19	0.25	0.39 <sup>+</sup>	0.22	0.12	
TOT	$r_f$	0.56**	0.89**	0.66**	0.76**	0.90**	0.72**	0.57**	0.80**
	$r_g$	0.58	0.93	0.72	0.79	0.92	0.78	0.67	0.85
	$r_a$	0.40 <sup>++</sup>	0.70 <sup>++</sup>	0.44 <sup>++</sup>	0.68 <sup>++</sup>	0.74 <sup>++</sup>	0.55 <sup>++</sup>	0.18	0.60 <sup>++</sup>

<sup>1</sup> Características da bebida: Doçura (DOÇ), Acidez (ACI), Corpo (COR), Sabor (SAB), Retrogosto (RGT), Escore Total (TOT).

As variações observadas nos valores de correlação (apenas em magnitude) entre os trabalhos decorrem da diversidade genética dos indivíduos avaliados, bem como das distintas condições climáticas de cultivo, processamentos dos frutos e avaliação sensorial. Assim, pode se inferir que ganhos genéticos em qualquer das características, principalmente para Sabor, podem favorecer ganhos simultâneos nas demais.

Assim como observado para os caracteres sensoriais, para os grãos as correlações fenotípicas foram próximas as correlações genéticas (Tabela 3), indicando pouco influência dos fatores ambientais (erro experimental) no conjunto de dados. Especificamente nas correlações genéticas, foi observada alta associação entre os grãos chatos P19 e P18 ( $r_g = 0,82$ ). A P18 apresentou alta correlação genética com as características PME ( $r_g = 0,92$ ) e P>16 ( $r_g = 0,71$ ), negativa

com os grãos P16 ( $r_g = -0,75$ ) e baixa a nula em relação a P14 ( $r_g = -0,49$ ), PMO ( $r_g = -0,15$ ) e FUN ( $r_g = -0,36$ ). Tal fato indica que a seleção para P18, embora possa reduzir os grãos P16 e ter efeito nulo para grãos chatos pequenos (P14), moca (PMO) e fundo (FUN), possibilitaria ganhos indiretos para P19, PME e P>16. Correlações entre caracteres de grãos também foram observadas por Kathurima et al. (2009), que estudando correlações lineares simples, observaram correlações negativas entre a forma e o peso dos grãos e positivas entre o tamanho e o peso dos grãos entre as características de tamanho e forma dos grãos.

Em relação as correlações ambientais deste trabalho, para a maioria dos caracteres dos grãos as correlações foram baixas a nulas, portanto sendo influenciadas por fatores ambientais diversos. No entanto, entre a P19 e P18 houve alta correlação positiva ( $r_a = 0,84$ ), demonstrando que essas são influenciadas pelas mesmas causas de variações ambientais. Ao contrário, verificou-se alta correlação ambiental negativa da P16 com a P19 ( $r_a = -0,73$ ) e P18 ( $r_a = -0,80$ ) indicando que as mesmas diferenças de ambiente atuam em sentido inverso sobre essas, favorecendo portanto um caráter em detrimento do outro (Cruz et al., 2012).

Tabela 3. Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica ( $r_f$ ), genotípica ( $r_g$ ) e ambiental ( $r_a$ ) entre caracteres dos grãos, de genótipos de *C. arabica*.

Corr.		Tipo e caracteres de peneira dos grãos <sup>1</sup>											
		TIP	P19	P18	P17	P16	P14	P>16	PME	PMO	FUN	P11	P10
P19	$r_f$	0.14											
	$r_g$	0.14											
	$r_a$	0.09											
P18	$r_f$	0.10	0.82										
	$r_g$	0.11	0.82										
	$r_a$	0.04	0.84 <sup>++</sup>										
P17	$r_f$	-0.04	0.18	0.56 <sup>**</sup>									
	$r_g$	-0.01	0.18	0.57									
	$r_a$	-0.46 <sup>++</sup>	0.20 <sup>+</sup>	0.35 <sup>++</sup>									
P16	$r_f$	-0.21 <sup>*</sup>	-0.71 <sup>**</sup>	-0.75 <sup>**</sup>	-0.16								
	$r_g$	-0.21	-0.71	-0.75	-0.16								
	$r_a$	-0.22	-0.73 <sup>++</sup>	-0.80 <sup>++</sup>	-0.15								
P14	$r_f$	0.03	-0.30 <sup>**</sup>	-0.48 <sup>**</sup>	-0.73 <sup>**</sup>	-0.13							
	$r_g$	0.02	-0.30	-0.49	-0.74	-0.13							
	$r_a$	0.26 <sup>++</sup>	-0.30 <sup>++</sup>	-0.29 <sup>++</sup>	-0.59 <sup>++</sup>	-0.06							
P>16	$r_f$	-0.05	0.45 <sup>**</sup>	0.70 <sup>**</sup>	0.88 <sup>**</sup>	-0.12	-0.89 <sup>**</sup>						
	$r_g$	-0.03	0.46	0.71	0.88	-0.13	-0.90						
	$r_a$	-0.46 <sup>++</sup>	0.35 <sup>++</sup>	0.46 <sup>++</sup>	0.83 <sup>++</sup>	0.03	-0.73 <sup>++</sup>						
PME	$r_f$	0.09	0.76	0.92 <sup>**</sup>	0.73 <sup>**</sup>	-0.52 <sup>**</sup>	-0.75 <sup>**</sup>	0.89 <sup>**</sup>					
	$r_g$	0.10	0.76	0.92	0.74	-0.52	-0.76	0.89					
	$r_a$	-0.13	0.82 <sup>++</sup>	0.91 <sup>++</sup>	0.63 <sup>++</sup>	-0.67 <sup>++</sup>	-0.57 <sup>++</sup>	0.68 <sup>++</sup>					
PMO	$r_f$	0.28 <sup>**</sup>	-0.04	-0.15	-0.31 <sup>**</sup>	-0.13	0.10	-0.37	-0.13				
	$r_g$	0.27	-0.04	-0.15	-0.30	-0.11	0.09	-0.35	-0.13				
	$r_a$	0.40 <sup>++</sup>	-0.07	-0.08	-0.49 <sup>++</sup>	-0.33 <sup>++</sup>	0.31 <sup>++</sup>	-0.70 <sup>++</sup>	-0.17				
FUN	$r_f$	0.16	-0.20 <sup>*</sup>	-0.35 <sup>**</sup>	-0.58 <sup>**</sup>	-0.26 <sup>**</sup>	0.87 <sup>**</sup>	-0.78 <sup>**</sup>	-0.59 <sup>**</sup>	0.20 <sup>*</sup>			
	$r_g$	0.16	-0.21	-0.36	-0.59	-0.26	0.88	-0.79	-0.60	0.19			
	$r_a$	0.19	0.00	-0.13	-0.33 <sup>++</sup>	-0.26 <sup>++</sup>	0.53 <sup>++</sup>	-0.55 <sup>++</sup>	-0.24	0.37 <sup>++</sup>			
P11	$r_f$	0.19	0.28 <sup>**</sup>	0.31 <sup>**</sup>	0.13	-0.31 <sup>**</sup>	-0.32 <sup>**</sup>	0.15	0.37 <sup>**</sup>	0.76 <sup>**</sup>	-0.23 <sup>*</sup>		
	$r_g$	0.18	0.31	0.34	0.15	-0.31	-0.34	0.19	0.40	0.75	-0.25		
	$r_a$	0.21	-0.14	-0.05	-0.21 <sup>+</sup>	-0.32 <sup>+</sup>	0.15	-0.50 <sup>++</sup>	-0.08	0.81 <sup>++</sup>	0.16		
P10	$r_f$	0.20 <sup>*</sup>	-0.32 <sup>**</sup>	-0.46 <sup>**</sup>	-0.42 <sup>**</sup>	0.18	0.21 <sup>*</sup>	-0.51 <sup>**</sup>	-0.41 <sup>**</sup>	0.79 <sup>**</sup>	0.25 <sup>*</sup>	0.27 <sup>**</sup>	
	$r_g$	0.18	-0.36	-0.50	-0.42	0.24	0.21	-0.51	-0.45	0.78	0.25	0.25	
	$r_a$	0.37 <sup>++</sup>	0.03	-0.06	-0.52 <sup>++</sup>	-0.29 <sup>+</sup>	0.35 <sup>++</sup>	-0.64 <sup>++</sup>	-0.15	0.87 <sup>++</sup>	0.33 <sup>++</sup>	0.47 <sup>++</sup>	
P09	$r_f$	0.22 <sup>*</sup>	-0.31 <sup>**</sup>	-0.52 <sup>**</sup>	-0.71 <sup>**</sup>	-0.01	0.73 <sup>**</sup>	-0.83 <sup>**</sup>	-0.67 <sup>**</sup>	0.43 <sup>**</sup>	0.80 <sup>**</sup>	-0.17	0.53 <sup>**</sup>
	$r_g$	0.20	-0.33	-0.54	-0.72	0.00	0.76	-0.85	-0.70	0.42	0.82	-0.18	0.55
	$r_a$	0.40 <sup>+</sup>	-0.01	-0.10	-0.48 <sup>++</sup>	-0.04	0.24 <sup>+</sup>	-0.43 <sup>++</sup>	-0.19	0.47 <sup>++</sup>	0.48 <sup>++</sup>	0.02	0.44 <sup>++</sup>

<sup>1</sup> Características dos grãos: classificação padrão por tipo (TIP); % de grãos nas peneiras (P19, P18, P17, P16, P14, P>16, P11, P10, P09); peneira média dos grãos (PME); % de grãos moca (MOC); % de grão no fundo de peneira (FUN)

## CONCLUSÕES

- 1- As correlações fenotípicas foram semelhantes às genotípicas, indicando pequeno efeito ambiental.
- 2- As correlações ambientais, com exceção de algumas características, indicam que causas de variações ambientais distintas atuam sobre os caracteres de qualidade sensorial e dos grãos.
- 3- As características sensoriais Sabor e Doçura apresentaram elevada correlação genética com o Escore Total da bebida, podendo ser utilizadas visando ganhos indiretos para o melhoramento da qualidade sensorial do café.
- 4- A porcentagem de grãos peneira dezoito apresentou alta correlação genética com a peneira média dos grãos chatos, negativa com a porcentagem de grãos peneira dezesseis e nula para grãos chatos pequenos (peneira quatorze), mocas e fundo, podendo ser utilizada visando ganhos indiretos para qualidade dos grãos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGWANDA, C.O, BARADAT, P., ESKES, A.B., CILAS, C., CHARRIER, A. Selection for bean and liquor qualities within related hybrids of arabica coffee in multi-local field trials. **Euphytica** 131: 1-14.2003.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Vol. 1, Viçosa: UFV, cap. 5.,p. 171, 201., 2012.
- FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. London: Longman, 438p. 1989.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. Edinburgh : Longman Group Limited, 1996. 464p.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes** - Análise multivariada e simulação. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. v. 1. 175 p.
- DESSALEGN, Y.; LABUSCHAGNE, M.T.; OSTHOFF, G.; HERSELMAN, L. Genetic diversity and correlation of bean caffeine content with cup quality and green bean physical characteristics in coffee (*Coffea arabica* L.). Society of Chemical Chemistry. **J. Sci. Food Agric** 88:1726-1730.2008.
- ICO. International Coffee Organization. Statistics on Coffee. Disponível em <<http://www.ico.org/historical/2010-19/PDF/TOTPRODUCTION.pdf>>. Acesso em 20/06/2013.
- KATHURIMA, C. W., GICHIMU, B. M., KENJI, G. M., MUHOHO, S. M., & BOULANGER, R. Evaluation of beverage quality and green bean physical characteristics of selected Arabica coffee genotypes in Kenya. **African Journal of Food Science**, 3(11), 365-371. (2009).
- SCAA. - Cupping Specialty Coffee. Specialty Coffee Association of America Protocols. p. 7. <<http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>>. 2009.