

# REPETIBILIDADE E NÚMERO DE COLHEITAS PARA A SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE CAFÉ ARÁBICA

Felipe Lopes da Silva<sup>1</sup>, Antonio Carlos Baião de Oliveira<sup>2</sup>, Antonio Alves Pereira<sup>3</sup>, César Elias Botelho<sup>4</sup>, Juliana Costa de Rezende<sup>5</sup> e Gladyston Rodrigues Carvalho<sup>6</sup>

## Resumo

Os objetivos deste trabalho foram estabelecer estimativas dos coeficientes de repetibilidade ( $r$ ) e determinar a previsibilidade ( $R^2$ ) e o número de medições necessárias da característica produção em sacas por hectare, em 24 genótipos de café, considerando para isto a média de quatro safras (2005 a 2008), a média dos anos de safras baixas (2005 e 2007) e de safras altas (2006 e 2008). O ensaio foi implantado na Fazenda Experimental da EPAMIG em Três Pontas, Minas Gerais. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados completos, com três repetições. Os valores de repetibilidade para a média de colheitas realizadas nas safras de alta (2006 e 2008) foram os maiores obtidos dentro de todas as combinações de colheitas avaliadas, apresentando valores dos coeficientes de determinação variando de 51 a 54%, proporcionando, com apenas oito colheitas em safras de alta, a discriminação dos genótipos com 80% de certeza de se avaliar o valor real deles.

## Introdução

No melhoramento de espécies perenes, como é o caso do café arábica, é importante, e espera-se, que ao se realizar avaliações de uma característica em um grupo de indivíduos em períodos sucessivos, a classificação de cada um em relação aos demais mantenha-se inalterada, fazendo com que se reduza o tempo gasto para obtenção de cultivares.

O coeficiente de repetibilidade da característica possibilita estabelecer o número de observações fenotípicas que devem ser realizadas em cada indivíduo para que a discriminação, ou seleção, fenotípica entre genótipos seja eficiente, ou seja, consuma menos tempo e tenha menor custo de mão-de-obra (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). Adicionalmente, a repetibilidade fornece o valor máximo que a herdabilidade no sentido amplo pode atingir, pois expressa a proporção da variância fenotípica que é atribuída às diferenças genéticas confundidas com os efeitos permanentes que atuam na cultivar. Assim, esses parâmetros constituem instrumentos úteis para orientar os trabalhos de melhoramento.

Há diversos métodos descritos para estimativa do coeficiente de repetibilidade. Cruz, Regazzi, Carneiro (2004) apresentaram a obtenção das estimativas de repetibilidade pelos métodos da análise de variância, dos componentes principais e, da análise estrutural.

Assim, os objetivos deste trabalho foram estabelecer estimativas dos coeficientes de repetibilidade ( $r$ ) e determinar a previsibilidade ( $R^2$ ) e o número de medições necessárias da característica produção em sacas por hectare, em 24 genótipos de café, considerando para isto a média de quatro safras (2005 a 2008), a média dos anos de safras baixas (2005 e 2007) e de safras altas (2006 e 2008).

## Material e Métodos

Foi avaliada a produção, em sacas de café beneficiado por hectare, de 24 genótipos de café arábica, na Fazenda Experimental da EPAMIG em Três Pontas, sul de Minas Gerais, nas safras de 2005, 2006, 2007 e 2008. Desses genótipos, 23 foram constituídos de progênies oriundas de combinações híbridas

---

<sup>1</sup> Pesquisador da Epamig, Vila Gianetti, 46/47, Campus da UFV, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: felipe@epamig.ufv.br

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Café, Vila Gianetti, 46/47, Campus da UFV, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: antonio.baiiao@embrapa.br

<sup>3</sup> Pesquisador da Epamig, Vila Gianetti, 46/47, Campus da UFV, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: pereira@epamig.ufv.br

<sup>4</sup> Pesquisador da Epamig, Campus da UFLA, Lavras, MG, CEP 37200-000. E-mail: cesarbotelho@epamig.br

<sup>5</sup> Pesquisadora da Epamig, Campus da UFLA, Lavras, MG, CEP 37200-000. E-mail: julianacosta@epamig.br

<sup>6</sup> Pesquisador da Epamig, Campus da UFLA, Lavras, MG, CEP 37200-000. E-mail: carvalho@epamig.ufla.br

Apoio financeiro: CBP&D/Café e FAPEMIG.

dirigidas para a obtenção de materiais genéticos portadores de fatores de resistência à ferrugem e com potencial para a produção de cafés com bebida de qualidade superior e diferenciada (Tabela 1). O outro genótipo, constituído pela cultivar Acaiaí Cerrado MG 1474, foi utilizado como testemunha. O delineamento estatístico adotado foi o de blocos casualizados completos, constituído de três repetições. Cada parcela experimental foi constituída de seis plantas espaçadas em 0,90 x 3,50 m. Os dados de produção (sc/ha) das quatro safras, da média dos anos de safra baixa (2005 e 2007) e de safra alta (2006 e 2008) foram submetidos às análises estatísticas para estimativas dos coeficientes de repetibilidade ( $r$ ), de determinação ( $R^2$ ) e para a estimação do número de colheitas necessárias para a seleção das progênies cafeeiras. Esses procedimentos foram realizados com auxílio do aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2006a, 2006b).

Na estimação do coeficiente de repetibilidade, foram utilizados três métodos estatísticos: método da análise da variância na qual o efeito temporário do ambiente é removido do erro (ANOVA); método dos componentes principais obtidos da matriz de correlações (CP) proposto por Abeywardena (1972); e, método da análise estrutural com base no autovalor teórico da matriz de correlações ou correlação média (AE) proposto por Mansour, Nordheim, Ruledge (1981), como descritos por Cruz, Regazzi, Carneiro (2004).

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi obtido pela expressão:  $R^2 = \eta r / [1 + r(\eta - 1)]$ , em que  $\eta$  é o número de colheitas realizadas para cada análise. Estimou-se, também, o número mínimo de medições ( $\eta_0$ ), que prediz o valor real do genótipo, através da expressão:  $\eta_0 = R^2(1 - r) / (1 - R^2)r$ .

## Resultados e Discussão

Através da Tabela 2 verifica-se que o coeficiente de variação experimental para a análise de variância considerando as colheitas realizadas nos anos de safras baixas foi bastante elevado. Esse fato pode ser justificado, em parte, em razão de diferenças no vigor inicial de mudas, por competição entre elas no próprio viveiro, na época da implantação da lavoura e na diferença de recuperação de determinadas plantas, após anos de safras altas, que antecedem as safras baixas. Assim, é comum ocorrer diferenças muito grandes de produtividade na primeira safra de algumas plantas e após cargas muito altas de frutos nos cafeeiros. Isto pode ser evidenciado pelas médias de produção apresentadas na Tabela 2.

Por outro lado, os coeficientes de variação experimental, para os anos de safras altas e da média das quatro safras avaliadas, foram de magnitudes relativamente baixas (Tabela 2). Em se tratando da produtividade de grãos para a cultura do cafeeiro, esses valores são inteiramente aceitáveis, visto que, essa característica é de controle genético complexo e altamente influenciada pelas condições ambientais.

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade e dos coeficientes de determinação, obtidos pelos métodos da análise de variância (ANOVA), método de componentes principais (CP) e método de análise estrutural (AE), para as avaliações de produção em quatro colheitas (2005 a 2008), duas colheitas em anos de safras baixas (2005 e 2007) e duas colheitas em anos de safras altas (2006 e 2008), se encontram na Tabela 2.

Verifica-se que os menores valores de repetibilidade foram observados para as médias de produção das quatro colheitas realizadas, com uma certeza variando de 47 a 56% de se estar avaliando o valor real de cada progênie. Estes resultados corroboram com os apresentados por Bonomo *et al.* (2004).

Considerando as médias das safras de baixa os valores de repetibilidade foram de magnitudes baixas, bem como os valores dos coeficientes de determinação. Já para as médias das safras de alta verificou-se que os valores de repetibilidade foram os maiores obtidos dentro de todas as combinações de colheitas avaliadas neste trabalho, sendo os valores dos coeficientes de determinação variando de 51 a 54%. Estes resultados evidenciam a utilização das safras de altas produtividades para a realização de seleção, visto que as estimativas de repetibilidade, que quantifica a consistência da posição relativa de genótipos durante sucessivas avaliações, foram as maiores, favorecendo assim a seleção das progênies realmente mais produtivas.

Assim, verifica-se que, por ter apresentado os maiores valores de repetibilidade, com apenas oito colheitas em safras de alta, certamente será possível discriminar os genótipos com 80% de certeza de se estar avaliando o valor real de cada um deles (Tabela 3). Já para a seleção baseando-se nas quatro colheitas e nas colheitas em safras de baixa, para se alcançar esta mesma precisão, é preciso,

respectivamente, 18 e 15 colheitas, considerando os menores valores de repetibilidade apresentados. Estes resultados são pertinentes a esse trabalho de pesquisa, sendo portanto necessário a avaliação de maior número de experimentos para a possível recomendação geral do número de colheitas necessárias para a seleção, com alto nível de confiabilidade, de progênies de café arábica.

Contudo, estes resultados corroboram com os apresentados por Oliveira *et al.* (2009), que concluíram que a seleção para produtividade de grãos pode ser efetuada considerando apenas as colheitas realizadas em safras de altas produtividades, sem grandes perdas em relação aos ganhos genéticos que seriam obtidos pela seleção com base na média de quatro colheitas. Essa constatação é muito importante em se tratando da cultura do cafeeiro, devido à elevada demanda por mão de obra envolvida nos processos de colheita e avaliação de grande número de plantas e de parcelas experimentais envolvidas nos trabalhos de melhoramento genético da cultura.

### **Conclusões**

Os valores de repetibilidade para a média de colheitas realizadas nas safras de alta (2006 e 2008) foram os maiores obtidos dentro de todas as combinações de colheitas avaliadas neste trabalho, apresentando valores dos coeficientes de determinação variando de 51 a 54%, proporcionando, com apenas oito colheitas em safras de alta, a discriminação dos genótipos com 80% de certeza de se avaliar o valor real deles.

Os resultados obtidos neste trabalho são pertinentes apenas para este estudo; sendo assim, há necessidade de avaliação de maior número de experimentos para a possível recomendação geral do número de colheitas necessárias para a seleção, com alto nível de confiabilidade, de progênies de café arábica.

### **Agradecimentos**

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento dessa pesquisa.

### **Referências**

ABEYWARDENA, V. An application of principal component analysis in genetics. *Journal of Genetics*, v. 16, p. 27-51, 1972.

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.

CRUZ, C. D. *Programa Genes: biometria*. Viçosa: Editora UFV, 2006a. 382p.

CRUZ, C. D. *Programa Genes: estatística experimental e matrizes*. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2006b. 285p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P.C.S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético: v.1*, 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2004. 480p.

MANSOUR, H.; NORDHEIM, E. V.; RULEDGE, J. J. Estimators of repeatability. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 60, p. 151- 156, 1981.

OLIVEIRA, A. C. B.; PEREIRA, A. A.; SILVA, F. L.; REZENDE, J. C.; BOTELHO, C. E.; CARVALHO, G. R. Ganhos pela seleção de progênies oriundas de combinações genéticas 6º SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL visando a produção de cafés especiais. In: Vitória, 2009. (aceito para publicação)

**Tabela 1.** Genealogia das progênies de cafeeiros instaladas na Fazenda Experimental de Três Pontas-EPAMIG, visando à obtenção de genótipos de porte alto e portadores de fatores de resistência à ferrugem alaranjada das folhas.

Progênie	Genealogia
H 441	UFV 2150-158 EL 8 = Mundo Novo IAC 376-4-32 x Híbrido de Timor Ufv 439-2 = CIFC 2570 - U209/2
H 447	UFV 2152-19 EL 8 = Mundo Novo IAC 388-17-16 x Híbrido de Timor Ufv 377-1 = VCE 1587 - CIFC 4122
H 464	UFV 2190-100 EL 8 = Mundo Novo IAC 388-17-16 x Híbrido de Timor Ufv 440-22 = CIFC 2570 - U209/6
H 465	UFV 2190-256 EL 8 = Mundo Novo IAC 388-17-16 x Híbrido de Timor Ufv 432-7 = CIFC 2568 - U207/6
H 484	UFV 2164-193 EL 8 = Mundo Novo IAC 515-3 x Híbrido de Timor Ufv 443-3 = CIFC 2570 - U209/7
H 486	UFV 2190-100 EL 8 = Mundo Novo IAC 388-17-16 x Híbrido de Timor Ufv 435-1 = CIFC 2568 - U207/5

**Tabela 2.** Estimativas das médias dos ensaios, dos coeficientes de variação experimental, de repetibilidade e de determinação, obtidos pelos métodos da análise de variância (ANOVA), método de componentes principais (CP) e método de análise estrutural (AE), da característica produção de cafeeiros (sc/ha), para as avaliações de quatro colheitas (2005 a 2008), duas colheitas em anos de safras baixas (2005 e 2007) e duas colheitas em anos de safras altas (2006 e 2008). Fazenda Experimental EPAMIG Três Pontas.

Colheitas	Média (sc/ha)	CV (%)	ANOVA		CP		AE	
			r	R <sup>2</sup>	r	R <sup>2</sup>	r	R <sup>2</sup>
Quatro colheitas	29,39	29,37	0,18	46,91	0,24	56,21	0,24	56,08
Colheitas 05 e 07	4,72	73,39	0,21	34,45	0,32	47,91	0,32	47,91
Colheitas 06 e 08	54,07	19,44	0,34	50,53	0,37	54,30	0,37	54,30

**Tabela 3.** Número necessário de medições (colheitas) para seleção genotípica, considerando diferentes coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), da característica produção de cafeeiros (sc/ha), a partir dos valores de duas estimativas da repetibilidade, para as avaliações de quatro colheitas (2005 a 2008), duas colheitas em anos de safras baixas (2005 e 2007) e duas colheitas em anos de safras altas (2006 e 2008). Fazenda Experimental EPAMIG Três Pontas.

Colheitas	Valores de repetibilidade	Valores de R <sup>2</sup>				
		0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
Quatro colheitas	0,18	18	26	41	86	448
	0,24	12	18	28	59	309
Colheitas 05 e 07	0,21	15	22	34	72	377
	0,32	9	12	20	41	215
Colheitas 06 e 08	0,34	8	11	18	37	194
	0,37	7	10	15	32	167