

SELEÇÃO DE PROGÊNIES F₄ DE CAFEEIROS OBTIDAS DE CULTIVARES DO GRUPO ICATU

Thamiris Bandoni Pereira¹, Antônio Nazareno Guimarães Mendes², César Elias Botelho³, Juliana Costa de Rezende⁴, Diego Júnior Martins Vilela⁵, Marcos Deon Vilela de Resende⁶

(Recebido: 06 de junho de 2012; aceito: 04 de janeiro de 2013)

RESUMO: Objetivou-se selecionar para características agrônômicas e resistência a doenças, progênies de cafeeiros em geração F₄ obtidas a partir de cultivares de Icatu. O experimento foi instalado na Fazenda Experimental da EPAMIG, em Machado-MG, sendo utilizadas progênies derivadas do cruzamento entre cultivares do grupo Icatu com Catuaí Amarelo IAC 62 e IAC 17 e as progênies IAC 5002 e IAC 5010. O delineamento experimental utilizado foi o látice com 4 repetições e as avaliações realizadas durante 2 anos (2010 e 2011). Foram avaliadas as seguintes características: produtividade (sacas.ha⁻¹), reação à ferrugem, vigor vegetativo, reação à cercosporiose e porcentagem de grãos retidos em peneira '17 e acima'. Foi utilizado o procedimento REML/BLUP e o índice de seleção Mulamba e Mock. Verificou-se, por meio dos parâmetros genéticos que, para as características produtividade, reação à ferrugem e peneira '17 e acima' a seleção das melhores progênies proporcionaria ganho, sendo que as progênies H 141-17-46 Cova 8, H 141-17-46 Cova 16 e H 141-17-46 Cova 9 apresentaram ganhos de 362,5, 208,3 e 160,5%, respectivamente, para a seleção a partir dos múltiplos caracteres.

Termos para indexação: Melhoramento genético, ferrugem, BLUP.

F₄ COFFEE PROGENIES SELECTION OBTAINED FROM ICATU GROUP CULTIVARS

ABSTRACT: The objective of this study was to select, for agronomical features and resistance to diseases, F₄ generation coffee progenies, obtained from Icatu cultivars. The experiment was conducted in the EPAMIG Experimental Farm (Fazenda Experimental da EPAMIG), in Machado- MG, using progenies derived from the crossing between Icatu with Catuaí Amarelo IAC 62 e IAC 17 cultivars and the IAC 5002 e IAC 5010 progenies. The experimental design was the lattice with four repetitions and the evaluations conducted throughout two years (2010 and 2011). The following features were evaluated: productivity (sacs.ha⁻¹), rust reaction, vegetative vigor, reaction to Cercospora and percentage of beans retained in '17 and above' strainer. REML/BLUP procedures were used, and Mock and Mulamba selection indexes. It was verified, by genetic parameters, that, for productivity, rust reaction and '17 and above' strainer features, the selection of the best progenies would provide increase, with the progenies H 141-17-46 Cova 8, H 141-17-46 Cova 16 and H 141-17-46 Cova 9 provided increases of 362,5, 208,3 and 160,5%, respectively, for the selection from multiple features.

Index terms: Genetic improvement, rust, BLUP.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e o segundo maior consumidor de café do mundo, sendo o parque cafeeiro constituído basicamente pelas espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre & Froehner, que respondem por 70% e 30%, respectivamente, do total produzido no mundo (AGUIAR et al., 2004).

Dentre as cultivares de *C. arabica*, Mundo Novo e Catuaí respondem por aproximadamente 80% do parque cafeeiro do Brasil. E por apresentarem suscetibilidade à

ferrugem alaranjada, principal doença do cafeeiro, os melhoristas têm desenvolvido novas cultivares, que além de produtivas e vigorosas, apresentam resistência a essa doença.

A população de Icatu tem sido muito utilizada nos programas de melhoramento visando a resistência à ferrugem. Essa população apresenta-se como boa opção para ser utilizada em programas de melhoramento por demonstrar rusticidade, alto vigor vegetativo, boa produção e, principalmente, variabilidade para resistência à ferrugem (BOTELHO et al., 2007), com características de resistência, tanto vertical ou específica como

¹Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Agricultura/DAG - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras - MG - thamirisbandoni@hotmail.com

²Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Agricultura/DAG - Cx. P. 3037 - 37.200-000 - Lavras - MG - nazareno.ufla@hotmail.com

³Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG - URESM - Cx. P. 176 - 37200-000 - Lavras - MG - cesarbotelho@epamig.br

⁴Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG - URESM - Cx. P. 176 - 37200-000 - Lavras - MG - julianacr@epamig.ufla.br

⁵Mestrando do programa de Pós-graduação em Fitotecnologia/UFLA - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras - MG - diegovilela26@yahoo.com.br

⁶Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA - Cx. P. 319 - 83411-000 - Colombo - PR - marcosdeon@gmail.com

horizontal ou não específica (BOTELHO et al., 2008). Petek et al. (2006) encontraram dentro do germoplasma Icatu, progênies resistentes e suscetíveis, porém nenhuma imune ou altamente resistente, indicando a presença de resistência quantitativa. Em relação à produtividade, foram identificadas progênies, com média alta de produção, aliando adaptabilidade e estabilidade para essa característica (BOTELHO et al., 2007; CARVALHO et al., 2009; CORREA; MENDES; BARTHOLO, 2006).

A estimativa dos componentes genéticos é uma ferramenta de grande importância no melhoramento genético do cafeeiro. Por meio dela, é possível conhecer a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e também avaliar a eficiência da estratégia de melhoramento adotada. Dentre os parâmetros de maior importância, destacam-se as variâncias, as correlações e os coeficientes de variações, que facilitam a seleção das melhores progênies a partir das características mais promissoras (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Devido a algumas peculiaridades agronômicas do cafeeiro, o melhoramento genético da cultura é dificultado, sendo necessário o uso de métodos especiais para estimar os parâmetros genéticos e prever os valores genéticos (BONOMO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2011; PETEK; SERA; FONSECA, 2008). Atualmente, o procedimento analítico padrão recomendado para os estudos em genética quantitativa e também para a prática da seleção em plantas perenes é a estimação de componentes da variância por máxima verossimilhança restrita (REML) e a predição de valores genéticos pela melhor predição linear não viciada (BLUP) (RESENDE, 2006).

Os índices de seleção são geralmente utilizados com o propósito de selecionar materiais superiores com base em um complexo de variáveis que reúna atributos de interesse ao melhorista, de modo que resulte em melhores ganhos simultâneos (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). Entre eles encontra-se o índice baseado na soma de "ranks" (MULAMBA; MOCK, 1978) que tem sido indicado na literatura por proporcionar melhores ganhos simultâneos em diversas situações (COSTA et al., 2004; SANTOS et al., 2007).

Com base no exposto, objetivou-se selecionar para características agronômicas e resistência à doenças progênies de cafeeiros em

geração F_4 , obtidas a partir de cultivares de Icatu por meio do procedimento REML/BLUP e com base no ganho proposto por Mulamba e Mock (1978).

2 MATERIAL E MÉTODOS

As progênies foram obtidas no Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro (Tabela 1), coordenado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). O experimento foi instalado em janeiro de 2007 na Fazenda Experimental da EPAMIG, no município de Machado- Sul de Minas Gerais, situado em uma região de relevo ondulado, a uma altitude de 900 m, latitude de 21° 40' S e longitude de 45° 55' W. A precipitação pluvial média anual é de 1.670 mm, e temperatura média anual de 19,8 °C.

O delineamento experimental foi o de blocos incompletos (látice) 6 x 6 com 4 repetições, com espaçamento de 3,0 m entre linhas e 0,8 m entre plantas, sendo utilizadas 10 plantas por parcela.

As seguintes características agronômicas foram avaliadas a partir da primeira colheita significativa, safras 2010/2011 e 2011/2012: produtividade (sacas de 60 kg de café beneficiado. ha⁻¹), vigor vegetativo, percentual de peneira alta e determinação da resistência à ferrugem e cercosporiose. A produção de frutos foi avaliada em litros de "café da roça" por parcela, sendo as colheitas realizadas entre os meses de maio e julho de cada ano considerando um rendimento médio de 480 litros de "café da roça" para cada saca de 60 Kg de café beneficiado (CARVALHO et al., 2009). A classificação do café por peneira foi realizada após o beneficiamento, passando-se uma amostra de 300 gramas pelo conjunto de peneiras (17/64 a 19/64). O vigor vegetativo foi avaliado atribuindo-se notas conforme escala arbitrária de 10 pontos, conforme sugerido por Carvalho, Mônaco e Fazuoli (1979). A determinação da reação à ferrugem, foi avaliada anteriormente a colheita, segundo uma escala de notas variando de 1 a 5, adaptada por Petek, Sera e Fonseca (2008) sendo, 1: ausência de pústulas e reações de hipersensibilidade e 5: alta quantidade de pústulas com alta produção de esporos e alta desfolha da planta. A determinação de reação à cercosporiose: avaliada anteriormente à colheita, segundo uma escala de notas variando de 1 a 5, citado por Petek et al. (2007), sendo a nota 1: correspondente a plantas que apresentam ausência de lesões e 5: lesões grandes e negras espalhadas pela planta, frutos atacados e alguns ramos secos.

TABELA 1 – Genealogia das progênes de *Coffea arabica* avaliadas em Machado - MG.

Nº de ordem	Progênes	Genitores
1	H 141-17-46 cova 1	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
2	H 141-17-46 Cova 8	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
3	H 141-17-46 Cova 9	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
4	H 141-17-46 Cova 16	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
5	H 141-17-46 Cova 18	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
6	H 141-17-46 Cova 19	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
7	H 140-18-02 cova 6	Icatu Verm. IAC 4042 x Catuaí Am. IAC 62
8	H 101-71-44 cova 5	Icatu Verm. IAC 4040 x IAC 5010
9	H 101-71-44 Cova 15	Icatu Verm. IAC 4040 x IAC 5010
10	H 108-43-37 Cova6	Icatu Verm. IAC 4042 x IAC 5002
11	H 108-43-37 Cova 18	Icatu Verm. IAC 4042 x IAC 5002
12	H 141-26-48 Cova 5	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
13	H 141-26-48 Cova 14	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
14	H 105-01-39 Cova 1	Icatu Am. IAC 2944 x IAC 5002
15	H 105-01-39 Cova 4	Icatu Am. IAC 2944 x IAC 5002
16	H 105-01-39 Cova 12	Icatu Am. IAC 2944 x IAC 5002
17	H 140-03-41 Cova 8	Icatu Verm. IAC 4042 x Catuaí Am. IAC 62
18	H 145-17-17 Cova 2	Icatu Verm. IAC 4042 x Catuaí Am. IAC 17
19	H 145-17-17 Cova 10	Icatu Verm. IAC 4042 x Catuaí Am. IAC 17
20	H 140-09-02 Cova 1	Icatu Verm. IAC 4042 x Catuaí Am. IAC 62
21	H 141-27-40 Cova 11	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
22	H 141-27-40 Cova 12	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
23	H 111-38-5 Cova 12	Icatu Verm. IAC 4040 x Catuaí Am. IAC 62
24	H 107-47-02 Cova 1	Icatu Verm. IAC 4040 x IAC 5002
25	H 107-47-02 Cova 6	Icatu Verm. IAC 4040 x IAC 5002
26	H 130-65-45 Cova 8	Icatu Verm. IAC 2942 x IAC 5002
27	H 130-65-45 Cova 10	IcatuVerm. IAC 2942 x IAC 5002
28	H 141-10-10 Cova 1	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
29	H 141-10-10 Cova 5	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
30	H 141-10-10 Cova 8	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
31	H 141-10-10 Cova 11	Icatu Am. IAC 2944x Catuaí Am. IAC 62
32	H 141-10-10 Cova 12	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
33	H 141-10-10 Cova 19	Icatu Am. IAC 2944 x Catuaí Am. IAC 62
34	Rubi MG 1192	Cultivar*
35	Topázio MG 1190	Cultivar*
36	Catuaí Amarelo IAC 62	Cultivar*

*Cultivares utilizadas como testemunha.

O programa utilizado para estimação dos parâmetros e predição dos valores genéticos foi o SELEGEN- REML/BLUP (Restricted Maximum Likelihood/ Best Linear Unbiased Prediction),

sendo o procedimento adotado pelo programa para a predição dos valores genéticos o BLUP (melhor predição linear não viciada) ou modelos mistos, que utiliza estimativas de variância obtidas pelo método REML (máxima verossimilhança restrita) descritos por Resende (2007). As variáveis foram analisadas de acordo com o determinado modelo (RESENDE, 2007), consistindo da seguinte equação:

$$y = Xm + Zg + Wb + Ti + Qp + e$$

em que: y : vetor de dados; m : vetor dos efeitos fixos das combinações medição-repetição somados à média geral; g : vetor dos efeitos genotípicos $N(0, A\sigma_g^2)$; sendo A a matriz de parentescos e σ_g^2 a variância genotípica; b : vetor dos efeitos de blocos $N(0, I\sigma_b^2)$ sendo I a matriz identidade e σ_b^2 a variância ambiental entre blocos; i : vetor dos efeitos da interação genótipos x medições $N(0, A\sigma_i^2)$; sendo σ_i^2 a variância da interação genótipos x medições; p : vetor dos efeitos de ambiente permanente $N(0, I\sigma_p^2)$, sendo $I\sigma_p^2$ a variância de ambiente permanente; e : vetor de erros ou resíduos $N(0, I\sigma_e^2)$, sendo $I\sigma_e^2$ a variância residual, X, Z, W, T e Q : matrizes de incidência para os efeitos m, g, b, i e p , respectivamente (RESENDE, 2007).

Foi realizado ainda o teste das variâncias associadas aos efeitos aleatórios via teste da razão de verossimilhança, a 1% de probabilidade (RESENDE, 2007). O processo de seleção foi também realizado com base no ganho proposto por Mulamba e Mock (1978), em que são somados

os “ranks” de cada material genético em relação a cada um dos caracteres em ordem favorável ao melhoramento (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004; SANTOS et al., 2007). Neste estudo, os pesos econômicos adotados foram 1 para todas as características.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos parâmetros genéticos verifica-se por meio da estimativa da variância genética entre as progênies (Tabela 2), que as características produtividade (sacas.ha⁻¹) e tamanho dos grãos destacaram-se, pois obtiveram valores de 24,22 e 75,73, respectivamente. Estimativas de variância genética positivas e diferentes de zero, indicam a existência de variabilidade entre as progênies, sendo assim, a partir desses valores é possível a seleção de progênies superiores para essas característica.

Em relação à produtividade, Carvalho et al. (2009) e Petek et al. (2006) encontraram valores de 6,88 e 7,32 para variância genética em progênies de *C. arabica*. Bonomo et al. (2004) também descreveram baixos valores referentes à variação genética para produtividade, para progênies obtidas do cruzamento das cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo, com descendentes do Híbrido de Timor.

Para reação à ferrugem, o valor obtido foi de 0,34 e, embora de baixa magnitude, esse valor é de extrema importância, pois demonstra a presença de variabilidade entre as progênies e

TABELA 2 – Parâmetros genéticos estimados para produtividade (P) (sacas.ha⁻¹), reação à ferrugem (F), reação à cercosporiose (C), vigor vegetativo (V) e peneira 17 e acima (E) (%) e a média das progênies.

Estimativas	P	F	C	V	E
σ_g^2	24,4415**	0,3422**	0,0003	0,1025	75,7261**
σ_f^2	308,4306	0,6367	0,1987	0,5016	180,6373
$R^2(\%)$	7,92	57,30	0,0019	2,04	41,92
σ_{ap}^2	0,0062**	0,0459	0,0049	0,4163**	0,1875**
CV _g (%)	13,3016	30,0299	0,8891	5,0148	21,0422
CV _e (%)	41,9524	21,9548	17,8462	6,0003	17,1585
CV _r	0,3170	1,3678	0,0498	0,8357	1,2263
Média geral	37,1645	1,9480	2,2038	6,3856	41,2728

σ_g^2 : variância genotípica; σ_f^2 : variância fenotípica; $R^2(\%)$: coeficiente de determinação dos efeitos genotípicos de progênies; σ_{ap}^2 : variância de ambiente permanente; CV_g (%): coeficiente de variação genética; CV_e (%): coeficiente de variação ambiental; CV_r: coeficiente de variação relativa CV_r (CV_g/CV_e). ** Significativo a 1%, pelo teste da razão de verossimilhança.

a possível seleção de indivíduos resistentes ao patógeno *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. Petek et al. (2006), em trabalho semelhante, encontraram valor de 0,694 para resistência à ferrugem, em progênies de *C. arabica*.

O teste da razão de verossimilhança revelou a existência de variabilidade genética entre as progênies estudadas para as características produtividade, reação à ferrugem e percentual de peneira alta (Tabela 2). Em relação à variância do ambiente permanente, houve significância para produtividade, vigor e tamanho dos grãos. Essa variância é uma fonte de erro que reduz a precisão nos estudos genéticos, devendo-se ressaltar que o melhorista sempre procura reduzi-la ao máximo possível por meio de um manejo cuidadoso, permitindo, dessa forma, que o valor do coeficiente de repetibilidade torne-se o mais próximo da estimativa da herdabilidade (SHIMOYA et al., 2002).

Outro importante requisito para o sucesso na seleção é que o coeficiente de determinação dos efeitos genotípicos das progênies para o caráter em questão seja alto, assim a maior parte da variação fenotípica deve ser em função da ação dos genes. O uso de ambientes desuniformes e populações provenientes de cultivares semelhantes contribuem para reduzir esse coeficiente.

Os maiores valores observados quanto ao coeficiente de determinação genotípica, foram: 57,30 e 41,92% para reação à ferrugem e grãos de peneira 17 e acima, indicativos de que esses caracteres são menos influenciados pelo ambiente e podem ser utilizados para a seleção. Em relação à produtividade, valores de baixa magnitude são considerados de interesse, por se relacionarem a uma variável que é controlada por muitos genes e sofre grande influência do ambiente, sendo que qualquer ganho nessa característica deve ser considerado. Esse valor está inserido no intervalo apresentado por diferentes autores, sendo superior ao encontrado por Botelho et al. (2010) e Petek, Sera e Fonseca (2008) e inferior ao demonstrado por Bonomo et al. (2004) e Carvalho et al. (2009). A grande variação entre os valores demonstrada pelos autores pode ser devido às diferentes origens das progênies estudadas e à variação do ambiente.

O valor do coeficiente de variação genético CVg (%) é um indicador da grandeza relativa das mudanças de um caráter, que podem ser obtidas por meio da seleção (FERRÃO et al., 2008). Neste estudo, os valores obtidos foram de 13,30, 30,03, 0,88, 5,02 e 21,04%, para produtividade,

reação à ferrugem, reação à cercosporiose, vigor vegetativo e peneira 17 e acima, respectivamente. Altos valores referentes ao coeficiente de variação genético revelam que a seleção das melhores progênies possibilitará expressivo aumento no valor genético da população, quanto ao caráter em questão. De acordo com esses resultados, as maiores mudanças e ganhos devem ocorrer a partir da seleção das variáveis ferrugem e tamanho dos grãos, conforme anteriormente descrito. Bonomo et al. (2004) encontraram resultados semelhantes, que variaram entre 10,81 a 31,73%, avaliando a produtividade em diferentes colheitas e a combinação delas, enquanto Petek, Sera e Fonseca (2008), em estudo com progênies F₂ de ('Sarchimor' x ('Icatu' x 'Catuaí')) descreveram valor inferior para o coeficiente de variação genético para vigor vegetativo.

O coeficiente de variação experimental CVe (%) para as variáveis analisadas oscilou de 6,00 a 41,95%, indicando a precisão experimental. Altos coeficientes de variação são verificados em experimentos de avaliação de progênies de café, em anos individuais, variando entre 20% e 40%, e menores na análise de combinações de anos (MENDES, 1994). Os valores de alta magnitude observados nesse coeficiente, principalmente para produtividade e reação à ferrugem podem ser justificados em função dos diferentes fatores que influenciam no momento da colheita, além da expressão diferencial de genes ao longo do crescimento e desenvolvimento da planta, diferenças no tamanho e desenvolvimento inicial das mudas logo após o plantio no campo e das condições de ambiente apresentadas nos anos de colheita, como destacam Bonomo et al. (2004). Esses autores também encontraram valores que oscilaram entre 24,72 a 77,42% para produtividade em diferentes anos de colheita, o que foi reduzido expressivamente, quando se analisaram os dados em combinações de colheitas. Resultados semelhantes foram encontrados por Mendes (1994).

Quando o coeficiente de variação relativa (CVg/CVe) é próximo ou superior a 1,0 indica uma situação favorável à seleção (VENCOVSKY, 1987). Neste estudo, os coeficientes de variação relativa que apresentaram valores favoráveis foram referentes à reação à ferrugem, (1,37) e peneira 17 e acima (1,22).

O valor encontrado para CVr para vigor vegetativo foi de 0,83. Esse valor indica baixa possibilidade de sucesso com a seleção entre progênies a partir dessa característica, visto que

esse parâmetro indica que a variação ambiental entre as progênies é bem maior que a variação genética em relação à média (PETEK; SERA; FONSECA, 2008).

Assim, a seleção das melhores progênies foi realizada a partir da produtividade, sendo esse o principal critério de seleção de cafeeiros (OLIVEIRA et al., 2011) e ainda pelas características: reação à ferrugem e tamanho de grãos (Tabela 3), e por apresentarem valores satisfatórios de coeficiente de variação relativa.

As progênies obtiveram produtividade média das duas colheitas de 37,16 sacas.ha⁻¹, valor esse que está de acordo com outros resultados de estudos de progênies de Icatu (BOTELHO et al., 2010; CARVALHO et al., 2009). Verificou-se que a safra 2010/2011 obteve maior produtividade do que a safra seguinte (Tabela 3), sendo acompanhada das maiores notas para reação à ferrugem e cercosporiose. Essa relação pode ser explicada pelo maior grau de infecção da ferrugem, em anos com cargas altas (CARVALHO; CHALFOUN; CUNHA, 2010).

TABELA 3 – Predição dos valores genotípicos (u+a) da população e valores médios referentes ao segundo (2010/2011) e terceiro ano de avaliações (2011/2012) para os caracteres produtividade, reação à ferrugem e peneira 17 e acima em progênies de café avaliadas em Machado - Minas Gerais pelos valores médios das suas safras.

Progênies	Produtividade	Reação a ferrugem	Peneira 17 e acima
H 141-17-46 Cova 8	43,14	1,45	51,35
H 101-71-44 Cova 15	42,37	1,91	29,56
H 141-10-10 Cova 5	41,79	1,44	36,16
Catuai Amarelo IAC 62	41,46	3,51	39,04
Topázio MG 1190	41,11	3,23	35,29
H 141-26-48 Cova 14	40,52	1,51	36,84
H 141-10-10 Cova 12	40,05	1,63	43,34
H 141-17-46 Cova 16	39,82	1,48	49,65
H 141-10-10 Cova 19	39,30	1,75	37,18
H 140-03-41 Cova 8	38,88	2,68	31,89
H 141-10-10 Cova 8	38,74	2,60	34,35
H 141-10-10 Cova 1	38,70	1,64	37,63
H 101-71-44 cova 5	38,67	2,08	38,18
H 130-65-45 Cova 8	38,57	1,92	32,48
H 107-47-02 Cova 6	38,47	1,88	36,59
H 141-27-40 Cova 12	37,33	2,76	44,84
H 140-18-02 cova 6	37,30	1,43	49,08
H 141-27-40 Cova 11	37,06	1,77	36,71
H 141-10-10 Cova 11	37,05	2,31	37,45
H 141-17-46 Cova 9	36,88	1,47	56,53
H 105-01-39 Cova 4	36,72	1,72	46,02
H 107-47-02 Cova 1	36,22	1,95	53,50
H 130-65-45 Cova 10	36,00	1,76	37,86
Rubi MG 1192	35,74	2,77	42,40
H 141-17-46 Cova 18	35,71	1,35	50,28
H 105-01-39 Cova 1	35,34	1,84	44,48
H 141-17-46 Cova 19	35,26	1,50	54,02

Continua...

TABELA 3 – Continuação.

Progênies	Produtividade	Reação a ferrugem	Peneira 17 e acima
H 145-17-17 Cova 2	35,22	1,36	32,66
H 105-01-39 Cova 12	34,86	1,89	40,98
H 141-26-48 Cova 5	33,88	1,97	33,72
H 141-17-46 cova 1	33,20	1,43	51,15
H 108-43-37 Cova 18	33,13	1,79	27,21
H 108-43-37 Cova 6	32,98	1,52	41,52
H 145-17-17 Cova 10	32,95	1,68	53,53
H 111-38-5 Cova 12	32,12	2,80	48,04
H 140-09-02 Cova 1	31,40	2,29	37,15
2010/2011	42,31	2,32	40,14
2011/2012	32,01	1,55	42,56

Em relação ao valor genotípico para produtividade, as progênies de número H 141-17-46 Cova 8, H 101-71-44 Cova 15 e H 141-10-10 Cova 5 apresentam destaque entre as demais (Tabela 3), pois obtiveram valor genotípico superior às testemunhas e Catuaí Amarelo IAC 62 e Topázio MG1190, que são consideradas cultivares altamente produtivas. Botelho et al. (2010) destacam que a cultivar Topázio MG1190 apresenta elevada estabilidade aliada com alta produtividade em ambientes favoráveis e, principalmente, em ambientes desfavoráveis. Das três progênies que obtiveram maiores produtividades, duas são derivadas da cultivar Icatu Amarelo IAC 2944, a qual obteve destaque em produtividade em trabalho conduzido por outros autores (BOTELHO et al., 2008).

As progênies que obtiveram as menores produtividades, foram as identificadas como H 145-17-17 Cova 10, H 111-38-5 Cova 12 e H 140-09-02 Cova 1. A progênie H 145-17-17 Cova 10 é derivada do cruzamento entre Icatu Vermelho IAC 4042 e Catuaí Amarelo IAC 17, e as outras duas do cruzamento entre Icatu Vermelho IAC 4042 e Catuaí Amarelo IAC 62.

Em relação à seleção para ferrugem, as progênies apresentaram valor genotípico médio de 1,95 (Tabela 2) para reação à doença. Verifica-se que as cultivares utilizadas como testemunhas (Rubi MG 1192, Topázio MG1190, Catuaí Amarelo IAC 62) confirmaram sua suscetibilidade ao patógeno, apresentando uma média de notas para ferrugem de 3,17 (Tabela 3), valor genotípico superior à média das progênies. Esse resultado

corroborar com o obtido por Botelho et al. (2010), em que a cultivar suscetível Rubi MG 1192 apresentou a maior incidência e severidade para a ferrugem entre as progênies derivadas de Icatu com Catimor.

As progênies que se apresentaram com maior resistência e, consequentemente, com menores notas para reação à ferrugem foram H 141-17-46 Cova 18, H 145-17-17 Cova 2 e H 141-17-46 Cova 1. O genótipo H 145-17-17 Cova 2 é derivado do cruzamento entre Icatu Vermelho IAC 4042 e Catuaí Amarelo IAC 17 e os genótipos H 141-17-46 Cova 18 e H 141-17-46 Cova 1 são derivados do cruzamento entre Icatu Amarelo IAC 2944 e Catuaí Amarelo IAC 62.

A classificação por peneiras é indicada, pois é uma característica relacionada com os padrões de qualidade do produto. Na Tabela 3 está representado o valor genotípico das progênies para grãos retidos em peneira 17 e acima, em porcentagem, para o biênio. Como já foi mencionado anteriormente, por meio da análise das estimativas genéticas foi possível verificar que essa característica obteve a maior das variâncias genéticas, sendo aqui comprovado pela grande variação genotípica no comportamento das progênies.

As progênies superiores foram identificadas como H 141-17-46 Cova 9, H 141-17-46 Cova 19 e H 145-17-17 Cova 10 que apresentaram alta porcentagem de frutos retidos em peneiras '17 e acima' e que caso fossem selecionadas, apresentariam ganho médio de 32,27%. As progênies H 141-17-46 Cova 9 e H 141-17-46 Cova 19 são derivadas do cruzamento entre Icatu

Amarelo IAC 2944 e Catuaí Amarelo IAC 62 e a progênie H 145-17-17 Cova 10 é oriunda de Icatu Vermelho IAC 4042 e Catuaí Amarelo IAC 17. Esses resultados concordam com Laviola et al. (2006), que verificaram que a cultivar Icatu obteve maior porcentagem de grãos retidos em peneira '17 e acima' do que as cultivares Catuaí e Rubi.

Visando aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos, foi utilizado também o índice com base na soma de "ranks" (MULAMBA; MOCK, 1978), o qual tem sido indicado na literatura por proporcionar melhores ganhos simultâneos em várias situações (COSTA et al., 2004; SANTOS et al., 2007). O ganho genético é inversamente proporcional à intensidade de seleção, a qual quantifica o número de indivíduos selecionados (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). Dessa forma, no presente trabalho, foi considerada a necessidade de se trabalhar com maior número de indivíduos (intensidade de seleção de 50%) para assegurar um número efetivo mínimo que, de acordo com Rocha et al. (2009),

permite maior eficiência nas etapas seguintes de seleção.

Nota-se que as progênies H 141-17-46 Cova 8, H 141-17-46 Cova 16 e H 141-17-46 Cova 9 demonstraram melhor resposta à seleção a partir dos múltiplos caracteres estudados (Tabela 4), com porcentagem de ganho de 362,5, 208,33 e 160,15, respectivamente, indicando que é possível promover o efetivo aumento da concentração de alelos favoráveis das características estudadas na população. Essas progênies são derivadas do cruzamento entre Icatu Amarelo IAC 2944 com Catuaí Amarelo IAC 62 indicando a superioridade desse cruzamento em relação aos demais.

O valor genotípico sofreria aumento para a característica produtividade com a seleção de 50% das melhores progênies de 37,17 sacas.ha⁻¹ para 39,63 sacas.ha⁻¹, demonstrando sucesso com a seleção para todas as características.

Esta alta produtividade das progênies, aliada à resistência à ferrugem é um dos principais objetivos de várias instituições de pesquisa, que trabalham no melhoramento genético do cafeeiro.

TABELA 4 – Rank médio das progênies e ganhos múltiplos (%) com a seleção pela metodologia de Mulamba e Mock (1978) para os caracteres produtividade, reação à ferrugem e peneira 17.

Progênies	Rank Médio	Ganho (%)
H 141-17-46 Cova 8	4,00	362,50
H 141-17-46 Cova 16	8,00	208,33
H 141-17-46 Cova 9	9,33	160,15
H 140-18-02 cova 6	10,33	133,68
H 141-17-46 Cova 18	11,00	116,79
H 141-10-10 Cova 12	11,00	106,83
H 141-10-10 Cova 5	11,66	98,21
H 141-17-46 Cova 19	12,66	89,74
H 141-17-46 cova 1	13,33	82,29
H 141-26-48 Cova 14	13,66	76,19
H 141-10-10 Cova 1	15,33	69,11
H 105-01-39 Cova 4	15,66	63,23
H 141-10-10 Cova 19	16,00	58,22
H 145-17-17 Cova 10	17,00	53,25
H 107-47-02 Cova 1	17,00	49,19
Catuaí Amarelo IAC 62	19,33	44,15
H 101-71-44 cova 5	19,66	39,77
H 105-01-39 Cova 1	19,66	36,10

4 CONCLUSÕES

Verificou-se, a partir da análise dos parâmetros genéticos, que, para as características produtividade, reação à ferrugem e peneira '17 e acima' a seleção das melhores progênes proporcionaria ganho na próxima geração.

As progênes H 141-17-46 Cova 8, H 141-17-46 Cova 16 e H 141-17-46 Cova 9 apresentaram ganhos de 362,5, 208,3 e 160,5% para a seleção a partir dos múltiplos caracteres.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, ao Consórcio Pesquisa Café e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Café (INCT Café/CNPq), pelo apoio financeiro ao projeto e à CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado da primeira autora.

6 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. T. E. et al. Caracterização de cultivares de *Coffea arabica* mediante a utilização de descritores mínimos. **Bragantia**, Campinas, v. 63, p. 179-192, 2004.
- BONOMO, P. et al. Seleção antecipada de progênes de café descendentes de 'Híbrido de Timor' X 'Catuaí Amarelo' e 'Catuaí Vermelho'. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, p. 91-96, 2004.
- BOTELHO, C. E. et al. Avaliação de progênes de café obtidas por cruzamentos das cultivares Icatu e Catimor. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 10-19, jan./jun. 2007.
- _____. Cultivares de café e suas principais características agronômicas e tecnológicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 247, p. 31-41, 2008.
- _____. Seleção de progênes F₄ de cefeeiros obtidas pelo cruzamento de Icatu com Catimor. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 274-281, maio/jun. 2010.
- CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do café: XL., estudos de progênes e híbridos de café Catuaí. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 22, p. 202-216, 1979.
- CARVALHO, G. R. et al. Comportamento de progênes F₄ obtidas por cruzamentos de 'Icatu' com 'Catimor'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 47-52, jan./fev. 2009.
- CARVALHO, L. de C.; CHALFOUN, S. M.; CUNHA, R. L. da. Manejo de doenças do cefeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. v. 1, p. 689-757.
- CORREA, L. V. T.; MENDES, A. N. G.; BARTHOLO, G. F. Comportamento de progênes de cefeeiro Icatu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 618-622, jul./ago. 2006.
- COSTA, M. M. et al. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1095-1102, nov. 2004.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. v. 1, 480 p.
- FERRÃO, R. G. et al. Parâmetros genéticos em café Conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 61-69, jan. 2008.
- LAVIOLA, B. G. et al. Influência da adubação na formação de grãos mocas e no tamanho dos grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 36-42, abr./jun. 2006.
- MENDES, A. N. G. **Avaliação de metodologias empregadas na seleção de progênes do cefeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 1994. 167 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.
- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egypt Journal of Genetics and Cytology**, Cairo, v. 7, p. 40-51, 1978.
- OLIVEIRA, A. C. B. de et al. Prediction of genetic gains from selection in Arabica coffee progênes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 11, p. 106-113, 2011.
- PETEK, M. R. et al. Correlações e análise de trilha entre reação à cercosporiose e outras variáveis em progênes de café arábica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFÉS DO BRASIL 5., 2007, Águas de Lindóia. **Resumos Expandidos...** Águas de Lindóia: EMBRAPA Café, 2007. 1 CD-ROM.

_____. Seleção de progênies de *Coffea arabica* com resistência simultânea à mancha aureolada e à ferrugem alaranjada. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 65-73, 2006.

PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 169-181, 2008.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2007. 435 p.

_____. **O software selegen REML/BLUP**. Campo Grande: EMBRAPA, 2006. 299 p.

ROCHA, R. B. et al. Avaliação genética de procedências de bandarra (*Schizolobium amazonicum*)

utilizando REML/BLUP (Máxima verossimilhança restrita/Melhor predição linear não viciada). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 351-358, dez. 2009.

SANTOS, F. S. et al. Predição de ganhos genéticos por índice de seleção na população de milho-pipoca UNB-2U sob seleção recorrente. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 389-396, 2007.

SHIMOYA, A. et al. Repetibilidade de características forrageiras do capim-elefante. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 227-234, abr./jun. 2002.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, V. P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 137-214.