

SELEÇÃO DE PROGÊNIES F₄ ORIUNDAS DO CRUZAMENTO ICATU E CATUAÍ AMARELO COM RESISTÊNCIA À FERRUGEM

Diego de Abreu Cardoso¹, Antonio Nazareno Guimarães Mendes², Alex Mendonça Carvalho³,
Amador Eduardo de Lima⁴, Cesar Elias Botelho⁵, Gladyston Rodrigues Carvalho⁶,
Rodrigo Elias Batista Almeida Dias⁷

(Recebido: 14 de março de 2016; aceito: 14 de junho de 2016)

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho avaliar e selecionar progênies de cafeeiros em geração F₄ visando à obtenção de cultivares resistentes à ferrugem e com características agrônomicas superiores às cultivares tradicionais. Este trabalho foi conduzido com 33 progênies obtidas do cruzamento entre cultivares do grupo Icatu com Catuaí Amarelo IAC 62 e IAC 17, as progênies IAC 5002 e IAC 5010 e três testemunhas suscetíveis. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, dez plantas por parcela. A produtividade (sacas.ha⁻¹), porcentagem de grãos retidos em peneira “17 e acima”, vigor vegetativo, incidência e severidade da ferrugem foram avaliados por quatro safras. Os resultados indicaram que as progênies avaliadas apresentaram variabilidade para as características analisadas. Conclui-se que as progênies H 141-17-46 Cova 8, H 41-26-48 Cova 14 e H 141-10-10 Cova 5 apresentam os maiores valores para produtividade na média dos quatro anos avaliados, baixa incidência e severidade da ferrugem e alto vigor vegetativo, demonstrando a possibilidade de selecionar progênies em circulação na população estudada.

Termos para indexação: Melhoramento genético, herdabilidade, produtividade, *Hemileia vastatrix*.

PROGENIES SELECTION F₄ FROM ICATU AND CATUAÍ AMARELO CROSSING WITH RESISTANCE TO RUST

ABSTRACT: We aimed at evaluate and select coffee tree progenies in F₄ generation in order to obtain rust resistant cultivars and agronomic characteristics superior to traditional cultivars. This research was carried out with 33 progenies resulted from crossing of Icatu cultivars and Catuaí Amarelo IAC 62, IAC 17 and the progenies IAC 5002 and IAC 5010; and three susceptible controls. The experimental design used was a randomized block with four replicates with ten plants per plot. The coffee yield (sc.ha⁻¹), percentage of grains retained in sieve “17 and above”, vegetative vigor, incidence and severity of rust were evaluated. The results indicated that the evaluated progenies exhibited variability for the characteristics analysed. We conclude that the H 141-17-46 progenies Cova 8, H 41-26-48 Cova 14 and H 141-10-10 Cova 5 have the highest value of productivity and low incidence and severity of rust allied with high vegetative vigor, and the possibility of selecting outstanding progenies in the studied population.

Index terms: Coffee breeding, heritability, productivity, *Hemileia vastatrix*.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma cafeicultura brasileira mais sustentável passa pelo aumento da rentabilidade do produtor, bem como sua permanência na atividade depende de sistemas de cultivo estáveis que proporcionem maior longevidade para as lavouras. Cultivares produtivas e possuidoras de características adaptativas a cada sistema de cultivo estão entre os principais componentes da sustentabilidade da cafeicultura

Cultivares dos grupos Catuaí e Mundo Novo ainda representam a maior parte do parque cafeeiro da espécie *Coffea arabica* L. no Brasil (CARVALHO et al., 2006, 2009). Aliando alto potencial produtivo, elevado vigor vegetativo e

excelente qualidade de bebida, essas cultivares têm apresentado ampla adaptabilidade e estabilidade fenotípica em diversas regiões cafeeiras do País (ANDRADE et al., 2013; BOTELHO et al., 2010a). No entanto, esses materiais genéticos são suscetíveis à ferrugem alaranjada do cafeeiro causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. Atualmente, esse patógeno constitui o principal problema fitossanitário do cafeeiro, causando sérios prejuízos econômicos ao cafeicultor (BARBOSA; SOUZA; VIEIRA, 2010; BRITO et al., 2010; REZENDE et al., 2013; SILVA et al., 2006).

O germoplasma Icatu vem sendo muito utilizado nos programas de melhoramento visando resistência à ferrugem. Esse germoplasma apresenta

^{1,2,4,7}Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Agricultura/DAG - Cx. P. 3037 - 37.200-000 - Lavras MG diegocardoso5@hotmail.com, nazareno.ufla@hotmail.com, carvalho.am@hotmail.com, eduardolima@prp.ufla.br, rodrigoodias@hotmail.com

³Universidade Estadual Paulista/UNESP - Campus Registro - 11.900-000 alexcarvalho@registro.unesp.br

^{5,6}Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG - Cx. P. 176 - 37.200-000 cesarbotelho@epamig.com.br, carvalho@epamig.ufla.br

rusticidade, alto vigor vegetativo, qualidade de grãos (peneira alta), qualidade de bebida superior, ganhos de produtividade e, principalmente, variabilidade para resistência à ferrugem, tanto do tipo vertical como horizontal (BOTELHO et al., 2010b). Além das características agrônomicas mencionadas, vários autores também aliaram resistência à ferrugem dos materiais de Icatu com alta produtividade, peneira alta e bom vigor vegetativo (BONOMO et al., 2004; CARVALHO et al., 2009; PEREIRA et al., 2013).

A estimativa dos componentes genéticos é muito importante nos programas de melhoramento, pois com essas estimativas, 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 a herdabilidade (BOTELHO et al., 2010b).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar 33 progênies de cafeeiros obtidas de cruzamentos a partir de cultivares de Icatu, com resistência à ferrugem e com boas características agrônomicas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 2007, em Machado, Região Sul de Minas Gerais. O experimento está situado numa região com temperatura média anual de 19,8 °C, precipitação média anual de 1.670 mm, a 900 metros de altitude, latitude 21° 40' S e longitude 45° 55' W, em solo predominantemente do tipo Latossolo Vermelho de textura média, na Fazenda Experimental da Epamig. Foram avaliadas 33 progênies em geração F₄ (Tabela 1), selecionadas pelo método genealógico, e três cultivares utilizadas como testemunhas: Rubi MG 1192, Topázio MG 1190 e Catuaí Amarelo IAC 62. Essas progênies foram obtidas no programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro em Minas Gerais, coordenado pela Epamig, e com participação da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e Universidade Federal de Viçosa (UFV). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, no espaçamento de 3,0 metros entre linhas x 0,80 metros entre plantas, correspondendo a 4.167 plantas por hectare, e a parcela experimental foi composta por 10 plantas.

A produção foi analisada por meio da produtividade média em sacas.ha⁻¹, obtida pela média de duas colheitas consecutivas combinadas em biênio entre os meses de maio a julho, nas safras de 2009/2010 a 2013/2014. Segundo alguns autores esse procedimento melhora a precisão experimental, por reduzir os efeitos da

bienalidade da produção (BONOMO et al., 2004). A produtividade em sacas de café beneficiado por hectare (sc. ha⁻¹) foi estimada considerando a produção por parcela, a densidade de plantio e a conversão de 480 litros de café recém-colhido para cada saca de café beneficiado, conforme utilizado por Carvalho et al. (2009).

O vigor vegetativo foi avaliado nos anos de 2008 a 2010. Foram atribuídas notas segundo escala arbitrária variando de 1 a 10, sendo: 1 = planta amarela com abundante seca de ramos e acentuado sintoma de depauperamento e 10 = planta verde-escura com abundante ramificação dos ramos plagiotrópicos e elevada carga pendente, conforme escala arbitrária proposta por Carvalho et al. (2009).

A classificação por peneiras foi realizada após o beneficiamento do café. A partir de uma amostra de 300 gramas de café passada pelo conjunto de peneiras (17/64 a 19/64, para grãos chatos), os dados obtidos foram expressos em percentagem de grãos retidos em peneira “17 e acima” (BRASIL, 2003). A avaliação característica foi realizada em 2010, 2011, 2012 e 2013.

A avaliação da incidência e severidade da ferrugem foi realizada, em ano de alta carga pendente, na safra de 2013. Coletou-se 10 folhas do 3° e/ou 4° par de folhas por planta, dos ramos plagiotrópicos, no terço médio das plantas. As amostras coletadas foram levadas para a avaliação em laboratório, onde se estimou a incidência (%) de ferrugem pela contagem do número de folhas com ferrugem com pústulas esporuladas, dividido pelo total de folhas da amostra. Para a severidade, contou-se o número de pústulas por folha, dividindo-se esse valor pelo número de folhas infectadas, valor expresso em número médio de pústulas por folha infectada (BOTELHO et al., 2010b).

A análise de variância dos dados de produtividade de café beneficiado foi feita em esquema de parcelas subdivididas no tempo (STEEL; TORRIE, 1980) considerando-se como subparcela os dois biênios (conjunto de duas colheitas consecutivas). Na análise das demais características agrônomicas, considerou-se a média dos dados obtidos em cada ano de avaliação e efetuou-se a análise conjunta dos dados. Adotou-se nível de significância de 1% de probabilidade, para o teste F. Quando diferenças significativas foram detectadas, as médias foram agrupadas pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade. As análises foram feitas utilizando-se o programa computacional ‘Sisvar’ (FERREIRA, 2011).

TABELA 1 - Relação de origem de 33 progênies e 3 cultivares de *C. arabica* avaliadas em experimento conduzido em Machado, MG.

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

*Cultivares como testemunhas

Para as características incidência e severidade da ferrugem houve a necessidade de transformação dos dados em após a verificação da não normalidade dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk.

Para estimativa dos parâmetros genéticos foi utilizado o software GENES (CRUZ, 2001). Com as estimativas das variâncias genéticas e fenotípica foi possível obter a herdabilidade no sentido amplo para todas as características estudadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise em esquema de parcelas subdivididas no tempo permite o estudo das interações progênies x colheitas, e possibilita o estudo do comportamento das progênies ao longo das colheitas. Além disso, é possível estimar a variância de progênies ou genética, livre da variância da interação (STEEL; TORRIE, 1980).

No resumo da análise de variância e as estimativas dos parâmetros genéticos para as características estudadas (Tabela 2), observou-se para produtividade o efeito significativo para tratamentos, biênios e interação tratamentos x biênio na análise de produção.

Esse resultado demonstra que o comportamento das cultivares não é coincidente nos ambientes avaliados (anos), refletindo um comportamento diferenciado das cultivares frente às mudanças do ambiente. Segundo Ramalho et al. (1993) essa interação ocorre devido a não coincidência de comportamento das cultivares nos vários ambientes, isto é, reflete as diferentes sensibilidades dos genótipos às mudanças do ambiente, sendo, portanto, um agravante nos programas de melhoramento.

Houve também, efeito significativo dos tratamentos para vigor, peneira “17 e acima”, incidência e severidade de ferrugem.

Verifica-se por meio da estimativa da variância genética entre as progênies (Tabela 2), que as características produtividade, peneira “17 e acima”, incidência e severidade de ferrugem obtiveram valores de 88,83; 47,13; 768,9 e 75,73, respectivamente.

Carvalho et al. (2009) e Pereira et al. (2013) encontraram baixos valores referentes à variação genética para as mesmas características estudadas. Estimativas de variâncias genéticas 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 aquelas características.

Os valores encontrados a partir da estimativa da herdabilidade (h^2_a) no sentido amplo, para as características de produtividade, peneira, incidência e severidade de ferrugem, foram respectivamente, 94,24; 82,97; 99,52 e 96,01. As progênies apresentaram elevada herdabilidade para resistência à ferrugem, indicando o seu potencial para resistência e alta variabilidade genética para seleção de materiais resistentes. Um dos requisitos para o sucesso na seleção é que a herdabilidade do caráter de interesse seja alta, ou seja, a variação fenotípica deve ser em função da ação dos genes e não do ambiente.

O valor do coeficiente de variação genético CV_g (%) 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 16,93, 26,7, 23,73, 99,5 e 83,04%, para produtividade, vigor, peneira “17 e acima”, incidência e severidade da ferrugem, respectivamente. Valores de coeficiente de variação genético de alta magnitude indicam que a seleção das progênies possibilitará expressivo aumento no valor genético da população, em relação ao caráter em questão. Os valores encontrados no presente trabalho são semelhantes aos obtidos por Bonomo et al. (2004), que variaram entre 10,81 a 31,73%, e aos encontrados por Pereira et al. (2013), os quais variaram 0,88 a 30,03%.

Com relação ao coeficiente de variação relativa (CV_g/CV_e), quando esse valor é próximo ou superior a 1,0 indica uma situação favorável à seleção. No presente estudo os coeficientes de variação relativa favoráveis à seleção foram para produtividade, peneira “17 e acima”, incidência e severidade de ferrugem, com valores que variaram de 1,1 a 7,2. Dessa forma, a seleção das melhores progênies foram realizadas a partir da produtividade, sendo este o principal critério de seleção de cafeeiros (OLIVEIRA et al., 2011), e também, pelas características incidência e severidade de ferrugem e tamanho de grãos (Tabela 2), por apresentarem valores satisfatórios de coeficiente de variação relativa.

Para os resultados de produção das progênies para cada biênio, considerando a média dos biênios das progênies (Tabela 3), houve diferença entre os biênios de produção, sendo que a produção média do primeiro biênio foi superior à do segundo. Pereira et al. (2013) estudando progênies derivadas de Icatu com Catuaí também verificaram que no último biênio avaliado a produção foi menor em relação ao anterior.

TABELA 2 - Resumo da análise de variância e estimativas de parâmetros genéticos para produtividade em sacas. ha⁻¹, vigor vegetativo, peneira “17 e acima”, incidência de ferrugem (IF) e severidade de ferrugem (SF) de 33 progênies e três testemunhas avaliadas de 2010 a 2013 na Fazenda Experimental da EPAMIG em Machado – MG.

FV	GL	Quadrados médios				
		Produção	Vigor	“17 e acima”	IF ¹	SF ¹
Blocos	3	19,09	0,36	326,23	0,25	0,13
Tratamentos(T)	35	247,07*	3,79*	286,82*	30,51*	2,80*
Erro a	105	11,90	-	-	-	-
Biênios(B)	1	1540,31*	-	-	-	-
Erro b	3	8,0933	-	-	-	-
T x B	35	196,84*	-	-	-	-
Erro c	105	9,09	0,46	35,56	0,45	0,08
Média		37,04	7,04	37,15	4,60	2,23
CV (%)		a 9,32 b 7,68 c 8,14	9,04	16,05	14,67	12,79
σ_f^2		94,25	15,84	56,8	772,6	15,48
σ_g^2		88,83	4,93	47,13	768,96	14,86
σ_a^2		5,42	10,91	9,67	3,7	0,61
h ² _a (%)		94,24	31,13	82,97	99,52	96,01
CVg (%)		16,93	26,7	23,73	99,5	83,04
CVg/CVe		2,02	0,34	1,1	7,2	2,45

FV: Fontes de variação; GL: Graus de liberdade; *: Significante a 1% de probabilidade pelo teste F; σ_f^2 : Variância fenotípica; σ_g^2 : Variância genotípica; σ_a^2 : Variância ambiental; h²_a: herdabilidade no sentido amplo; CVg: Coeficiente de variação genotípica; CVg/CVe: coeficiente de variação relativa (CV_r)

¹Dados transformados

TABELA 3 - Produtividade média por biênio, em sacas de café beneficiado.ha⁻¹, de 33 progênies e três cultivares de café avaliadas em Machado – MG. UFLA, Lavras, MG, 2014.

Nº	Progênies	Biênio 1	Biênio2	Média
13	H 41-26-48 Cova 14	47,00 b	45,28 a	46,14 a
15	H 105-01-39 Cova 4	34,32 d	57,28 a	45,80 a
29	H 141-10-10 Cova 5	51,51 a	38,31 a	44,91 a
09	H 101-71-44 Cova 15	51,70 a	36,73 a	44,21 a
02	H 141-17-46 Cova 8	55,78 a	32,54 a	44,16 a
28	H 141-10-10 Cova 1	45,98 b	38,77 a	42,38 a
16	H 105-01-39 Cova 12	34,67 d	48,07 a	41,37 b
01	H 141-17-46 Cova 1	53,21 a	29,49 a	41,35 b
32	H 141-10-10 Cova 12	45,44 b	36,93 a	41,18 b
35	Topázio MG 1190	43,95 b	37,84 a	40,90 b
24	H 107-47-02 Cova 1	41,24 c	39,89 a	40,56 b

05	H 141-17-46 Cova 18	42,36 c	37,66 a	40,01 b
25	H 107-47-02 Cova 6	45,89 b	33,94 a	39,91 b
26	H 130-65-45 Cova 8	44,42 b	35,15 a	39,78 b
04	H 141-17-46 Cova 16	42,82 c	35,57 a	39,20 b
14	H 105-01-39 Cova 1	35,23 d	42,77 a	39,00 b
33	H 141-10-10 Cova 19	44,67 b	31,88 a	38,27 c
03	H 141-17-46 Cova 9	38,06 d	36,25 a	37,15 c
10	H 108-43-37 Cova6	28,41 e	45,66 a	37,03 c
08	H 101-71-44 Cova 5	40,45 c	33,38 a	36,92 c
30	H 141-10-10 Cova 8	39,79 c	32,82 a	36,30 d
36	Catuaí Am. IAC 62	44,42 b	25,62 a	35,49 d
22	H 141-27-40 Cova 12	40,03 c	30,13 a	35,08 d
18	H 145-17-17 Cova 2	37,28 d	31,44 a	34,36 d
21	H 141-27-40 Cova 11	38,45 d	29,57 a	34,01 d
31	H 141-10-10 Cova 11	33,41 d	34,59 a	34,00 d
07	H 140-18-02 Cova 6	39,04 d	27,80 a	33,42 d
12	H 41-26-48 Cova 5	30,59 e	36,08 a	33,34 d
06	H 141-17-46 Cova 19	36,88 d	29,31 a	33,10 d
17	H 140-03-41 Cova 8	36,51 d	28,17 a	32,34 e
34	Rubi MG 1192	33,86 d	30,18 a	32,02 e
27	H 130-65-45 Cova 10	31,32 e	32,36 a	31,84 e
11	H 108-43-37 Cova 18	30,27 e	32,24 a	31,25 e
19	H 145-17-17 Cova 10	28,27 e	30,87 a	29,57 e
23	H 111-38-5 Cova 12	23,79 f	23,34 a	23,56 f
20	H 140-09-02 Cova 1	24,39 f	21,95 a	23,17 f
Média Geral		39,34 A	34,72 B	37,04

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Em relação ao biênio 2, apesar do teste F ter sido significativo para o desdobramento das progênies dentro dos biênios, o teste de média não detectou essa diferença significativa entre as médias. Observações semelhantes foram relatadas por Pedro et al. (2011) em trabalho realizado com cultivares do grupo Catuaí, após serem avaliadas quatro colheitas. Essa diferença de produtividade entre os dois biênios pode ser atribuída às variações edafoclimáticas dos biênios utilizados para a formação dos ambientes no presente trabalho (CARVALHO et al., 2008; GICHIMU; OMONDI, 2010).

Quando se considera média geral de produção dos dois biênios, observa-se diferença com a formação de seis grupos (Tabela 3). O

grupo superior foi composto pelas progênies 13, 15, 29, 9, 2 e 28, com médias variando de 42,38 a 46,14 sacas.ha⁻¹. Deve-se destacar que dessas seis progênies cinco foram obtidas da cultivar Icatu Amarelo IAC 2944. Dessa forma, o desempenho superior das melhores progênies, em relação à produtividade, pode ser explicado pelo bom potencial produtivo dos parentais envolvidos nos cruzamentos.

Dias et al. (2005) em ensaio com cultivares no sul de Minas Gerais, observaram que as progênies oriundas de Catuaí Amarelo e Vermelho 2SL apresentaram produções estatisticamente iguais às cultivares comerciais Catuaí Vermelho IAC 99 e Topázio 1190.

Correa, Mendes e Bartholo (2006), após avaliação de oito colheitas de 11 progênies de Icatu em Machado e São Sebastião do Paraíso, constataram produtividade média variando de 47,7 a 59,3 sacas.ha⁻¹. Moura et al. (2001), trabalharam com diferentes populações de café, em Patrocínio – MG, e após três colheitas consecutivas constataram produção média de 38,88 sacas.ha⁻¹ para a cultivar Icatu Amarelo IAC 2944 e, entre 20,45 e 30,86 sacas.ha⁻¹ para 13 progênies de Catimor.

O segundo grupo é composto por 10 progênies, com médias que variaram de 39,00 a 41,37 sacas.ha⁻¹, mesmo grupo que se encontra a testemunha Topázio MG 1190. O fato das progênies terem permanecido no mesmo grupo da cultivar Topázio MG 1190, pode ser considerado bom, pois esta cultivar apresenta bons níveis de produção e é amplamente cultivada nas principais regiões cafeeiras do país.

O terceiro e quarto grupos foram formados por 13 progênies, inclusive a testemunha Catuaí Amarelo IAC 62, e obtiveram produtividades médias de 33,10 a 38,27 sacas.ha⁻¹. E o quinto e sexto grupo foram formados por seis progênies mais a testemunha Rubi MG 1192, com produções entre 23,17 e 31,25 sacas.ha⁻¹; com destaque para as progênies 11, 17, 19, 20, 23 e 27, que apresentaram menor média produtiva. O baixo desempenho da testemunha Rubi MG 1192 pode ser explicado pela ausência do tratamento fitossanitário para a ferrugem, pois é sabido que essa cultivar é altamente susceptível à doença.

A característica vigor vegetativo utilizada na avaliação do potencial produtivo de café, tem sido investigada por diversos autores com o objetivo de aumentar a eficiência na seleção de plantas superiores devido à correlação existente entre essa característica e a produtividade (SEVERINO et al., 2008).

Com relação à característica vigor vegetativo (Tabela 4), observa-se a formação de três grupos. O grupo superior formado por 26 progênies, com notas altas variando de 6,90 a 8,10, com destaque para as progênies 1, 2, 3, 5, 6, 9, 13, 19, 24, 28 e 29, as quais também apresentaram as maiores médias de produção no período avaliado. Vale ressaltar que essas progênies foram superiores às cultivares comerciais utilizadas como testemunhas, visto que nenhum tratamento fitossanitário para o controle da ferrugem foi aplicado.

As progênies 20, 23 e a testemunha Catuaí Amarelo IAC 62 apresentaram as menores notas de vigor vegetativo. As testemunhas Topázio MG 1190 e Rubi MG 1192 apresentaram valores intermediários para o vigor vegetativo, sendo que a cultivar Rubi MG 1192 também apresentou baixa produtividade, fato que pode ser explicado por não ter sido realizado controle da ferrugem, já que essa cultivar é suscetível à essa doença. Esses resultados encontrados, também foram observados por Pereira et al. (2013) em trabalho de competição nacional de cultivares resistentes à ferrugem.

A classificação por peneiras é recomendada, por se tratar de uma característica agrônômica correlacionada à obtenção de bebidas de qualidade superior (PAIVA et al., 2010; PEDRO et al., 2011), e também, com melhor qualidade fisiológica (GIOMO; NAKAGAWA; GALLO, 2008). Para a classificação por peneiras, verifica-se que a formação de três grupos pelo teste de médias, demonstrando a grande variabilidade encontrada para essa característica. Nessa pesquisa médias de porcentagem variaram de 23,18% (progênie 11) a 53,21% (progênie 3) (Tabela 4).

Pereira et al. (2013) estudaram o comportamento de progênies derivadas de Icatu e Catuaí e relataram que a classificação por peneiras foi a característica que obteve maior variância genética, comprovado pela grande variação genotípica.

As progênies do grupo superior que apresentaram maior porcentagem de grãos retidos em peneira “17 e acima” foram as de número 1, 2, 3, 5, 6, 19 e 24, com valores variando de 47,13% a 53,21% (Tabela 4). As progênies de número 1, 2, 3, 5 e 6 são derivadas do cruzamento entre Icatu Amarelo IAC 2944 e Catuaí Amarelo IAC 62, a progênie 19 é oriunda do cruzamento Icatu Verm. IAC 4042 e Catuaí Am. IAC 17, e a progênie 24 foi obtida do cruzamento de Icatu Vermelho IAC 4040 e IAC5002.

Ainda na Tabela 4 observa-se que as progênies 1, 5 e 24, além de apresentarem as maiores porcentagens de peneira, também apresentaram alta produtividade e altas notas de vigor, características muito desejáveis para a cafeicultura. Esses valores são semelhantes aos encontrados por Pinto et al. (2012), que avaliaram 18 progênies derivadas de Catuaí com Icatu e Híbrido de Timor, e encontraram valores variando de 31,58% a 54,73%.

TABELA 4 - Notas de vigor vegetativo e porcentagem de grãos classificados em peneira “17 e acima” e produção média de 33 progênies e três cultivares de cafeeiro avaliadas em 2010, 2011, 2012 e 2013, em Machado – MG.

Nº	Progênies	Vigor	“17 e acima”	Produção média
13	H 41-26-48 Cova 14	7,93 a	32,70 c	46,14 a
15	H 105-01-39 Cova 4	7,76 a	39,59 b	45,80 a
29	H 141-10-10 Cova 5	7,69 a	30,88 c	44,91 a
09	H 101-71-44 Cova 15	7,56 a	26,22 c	44,21 a
02	H 141-17-46 Cova 8	8,10 a	47,13 a	44,16 a
28	H 141-10-10 Cova 1	7,82 a	32,73 c	42,38 a
16	H 105-01-39 Cova 12	6,88 a	35,46 c	41,37 b
01	H 141-17-46 Cova 1	7,51 a	49,23 a	41,35 b
32	H 141-10-10 Cova 12	7,85 a	37,96 c	41,18 b
35	Topázio MG 1190	6,17 b	29,62 c	40,90 b
24	H 107-47-02 Cova 1	7,28 a	50,81 a	40,56 b
05	H 141-17-46 Cova 18	8,04 a	47,44 a	40,01 b
25	H 107-47-02 Cova 6	7,04 a	28,88 c	39,91 b
26	H 130-65-45 Cova 8	7,25 a	25,66 c	39,78 b
04	H 141-17-46 Cova 16	7,51 a	43,70 b	39,20 b
14	H 105-01-39 Cova 1	7,02 a	40,41 b	39,00 b
33	H 141-10-10 Cova 19	7,92 a	31,70 c	38,27 c
03	H 141-17-46 Cova 9	8,08 a	53,21 a	37,15 c
10	H 108-43-37 Cova 6	7,53 a	37,90 c	37,03 c
08	H 101-71-44 Cova 5	6,53 b	34,41 c	36,92 c
30	H 141-10-10 Cova 8	6,10 b	31,16 c	36,30 d
36	Catuai Am. IAC 62	4,84 c	33,17 c	35,49 d
22	H 141-27-40 Cova 12	5,97 b	44,96 b	35,08 d
18	H 145-17-17 Cova 2	7,20 a	28,41 c	34,36 d
21	H 141-27-40 Cova 11	7,33 a	32,44 c	34,01 d
31	H 141-10-10 Cova 11	7,45 a	35,30 c	34,00 d
07	H 140-18-02 Cova 6	7,89 a	44,24 b	33,42 d
12	H 41-26-48 Cova 5	6,47 b	31,33 c	33,34 d
06	H 141-17-46 Cova 19	7,75 a	52,16 a	33,10 d
17	H 140-03-41 Cova 8	5,56 b	26,60 c	32,34 e
34	Rubi MG 1192	6,05 b	37,05 c	32,02 e
27	H 130-65-45 Cova 10	6,90 a	33,20 c	31,84 e
11	H 108-43-37 Cova 18	7,62 a	23,18 c	31,25 f
19	H 145-17-17 Cova 10	7,33 a	51,44 a	29,57 f
23	H 111-38-5 Cova 12	5,22 c	45,79 b	23,56 f
20	H 140-09-02 Cova 1	4,11 c	31,43 c	23,17 f

*Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem a um mesmo grupo, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

As testemunhas Rubi MG 1192, Catuaí Amarelo IAC 62 e Topázio MG 1190 apresentaram porcentagens de grãos retidos em peneira “17 e acima” inferiores à maioria das progênies testadas. Segundo Botelho et al. (2010b) cultivares de Icatu apresentam maior porcentagem de grãos retidos em peneira “17 e acima” em relação às cultivares Catuaí e Rubi utilizadas como testemunhas.

Com relação à ferrugem, além da avaliação incidência, a estimativa da severidade é recomendada, pois as plantas que apresentarem menor severidade, possivelmente toleram mais a doença devido ao menor desfolhamento. Além disso, menores índices de severidade podem indicar resistência horizontal em condições naturais de epidemia (BOTELHO et al., 2010b).

De acordo com os resultados da avaliação de incidência e severidade de ferrugem, verificase que as cultivares Rubi MG 1192, Topázio MG 1190, Catuaí Amarelo IAC 62, utilizadas como testemunhas apresentaram alta suscetibilidade ao patógeno, e ficaram no grupo de maior reação à doença, com alta incidência e severidade da ferrugem (Tabela 5). Esses resultados das testemunhas estão em acordo com os encontrados por Botelho et al. (2010b) e Pereira et al. (2013).

A alta suscetibilidade à ferrugem das testemunhas, provavelmente, foi uma das causas do reduzido vigor vegetativo observado, em consequência de sintomas de depauperamento.

Pode-se notar que houve a formação de seis grupos para incidência e severidade da ferrugem. Destacaram-se nove progênies no grupo inferior, com valores variando de 0,0% a 1,5% para incidência, e 0,0 a 1,12 pústulas por folha infectada para a severidade. São as progênies de número 1, 2, 3, 4, 5 e 6, oriundas do cruzamento entre Icatu Amarelo IAC 2944 e Catuaí Amarelo IAC 62; as

de número 13 e 29, oriundas do cruzamento entre Icatu Amarelo IAC 2944 e Catuaí Amarelo IAC 62 e, as progênies de número 18 e 19 obtidas de Icatu Verm. IAC 4042 e Catuaí Amarelo IAC 17. Esses resultados corroboram os obtidos por Pereira et al. (2013) que verificaram que as progênies derivadas do grupo Icatu IAC 2944 e Icatu Vermelho IAC 4040 apresentaram, além de alta produtividade e peneira alta, notas baixas de reação à ferrugem.

As progênies 2, 13 e 29 que mostraram-se promissoras em relação à reação à ferrugem, merecem destaque, pois encontram-se no grupo de maior produção e maior nota de vigor para os dois biênios estudados. A alta produtividade das progênies, combinada com a resistência à ferrugem é um dos principais objetivos das pesquisas do melhoramento genético do cafeeiro.

É importante salientar que incidência e severidade intermediárias, podem indicar resistência horizontal e, em condições naturais de epidemia, a severidade é o componente que melhor discrimina níveis de resistência horizontal (BOTELHO et al., 2010b).

Visando à seleção de progênies com resistência horizontal, não é possível selecionar para esse tipo de resistência em progênies que não apresentam incidência alguma, pois provavelmente apresentam resistência vertical ou específica, que encobre a resistência horizontal. Nesse sentido, a incidência intermediária torna-se importante (BOTELHO et al., 2010b). Assim sendo, as progênies de número 14, 15, 16, 28 e 32 mostraram-se promissoras e poderão ser selecionadas, pois apresentam valores intermediários de incidência e severidade, aliado com alto vigor. Dessas progênies, as de número de ordem 15 e 28, encontram-se no grupo superior de produção, e as demais, apresentaram produção média semelhante à testemunha Topázio MG 1190.

TABELA 5 - Médias de incidência (IF) e severidade (SF) de ferrugem de 33 progênies e de três testemunhas avaliadas no ano de 2013 em Machado – MG.

Nº	Progênies	IF ¹	SF ¹
20	H 140-09-02 Cova 1	100,00 a	19,25 a
22	H 141-27-40 Cova 12	59,00 b	10,71 b
34	Rubi MG 1192	87,00 b	9,57 b
35	Topázio MG 1190	73,00 b	10,30 b
17	H 140-03-41 Cova 8	65,50 b	6,66 c
30	H 141-10-10 Cova 8	56,50 b	7,23 c
36	Catuaí Amarelo IAC 62	71,00 b	7,73 c

12	H 41-26-48 Cova 5	45,00 c	6,63 c
26	H 130-65-45 Cova 8	19,50 d	7,41 c
15	H 105-01-39 Cova 4	12,00 e	6,55 c
32	H 141-10-10 Cova 12	11,50 e	7,19 c
23	H 111-38-5 Cova 12	57,50 b	5,50 d
21	H 141-27-40 Cova 11	40,50 c	5,37 d
24	H 107-47-02 Cova 1	38,00 c	5,38 d
31	H 141-10-10 Cova 11	24,50 d	4,90 d
33	H 141-10-10 Cova 19	24,00 d	5,26 d
14	H 105-01-39 Cova 1	9,00 e	4,94 d
28	H 141-10-10 Cova 1	13,00 e	5,71 d
3	H 141-17-46 Cova 9	5,50 e	4,66 d
9	H 101-71-44 Cova 15	37,50 c	4,13 e
10	H 108-43-37 Cova 6	37,50 c	3,23 e
8	H 101-71-44 Cova 5	33,00 d	4,08 e
25	H 107-47-02 Cova 6	32,50 d	3,65 e
7	H 140-18-02 Cova 6	9,50 e	2,40 e
11	H 108-43-37 Cova 18	13,50 e	2,74 e
16	H 105-01-39 Cova 12	12,50 e	4,24 e
27	H 130-65-45 Cova 10	13,50 e	3,71 e
1	H 141-17-46 Cova 1	0,00 f	0,00 f
2	H 141-17-46 Cova 8	0,25 f	0,25 f
4	H 141-17-46 Cova 16	1,50 f	1,12 f
5	H 141-17-46 Cova 18	0,00 f	0,00 f
6	H 141-17-46 Cova 19	0,00 f	0,00 f
13	H 41-26-48 Cova 14	0,00 f	0,00 f
18	H 145-17-17 Cova 2	0,00 f	0,00 f
19	H 145-17-17 Cova 10	0,00 f	0,00 f
29	H 141-10-10 Cova 5	0,00 f	0,00 f

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem a um mesmo grupo, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade; 1Dados sem transformação.

4 CONCLUSÕES

A existência de variabilidade genética entre progênies estudadas para produtividade, alto vigor vegetativo, com peneira alta, e com resistência à ferrugem, permite a seleção de progênies superiores e promissoras para obtenção de novas cultivares.

As progênies H 141-17-46 Cova 8, H 41-26-48 Cova 14 e H 141-10-10 Cova 5 foram superiores às demais progênies avaliadas, sendo selecionadas para serem utilizadas para o avanço de gerações no programa de melhoramento.

5 AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT/Café), ao Consórcio Pesquisa Café e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro ao projeto.

6 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V. T. et al. Interação genótipo x ambiente em genótipos de cafeeiro Mundo Novo por modelos não lineares e multiplicativos. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 4, p. 338-345, 2013 .
- BARBOSA, D. H. S. G.; SOUZA, R. M.; VIEIRA, H. D. Field assessment of coffee (*Coffea arabica* L.) cultivars in *Meloidogyne exigua*-infested freefields in Rio de Janeiro State, Brazil. **Crop Protection**, Guildford, v. 29, n. 2, p. 175-177, 2010.
- BONOMO, P. et al. Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes do Híbrido de Timor com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 207-219, 2004.
- BOTELHO, C. E. et al. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de café arábica em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1404-1411, dez. 2010a.
- BOTELHO, C. E. et al. Seleção de progênies F4 de cafeeiros obtidas pelo cruzamento de Icatu com Catimor. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, n. 3, p. 274-281, maio/jun. 2010b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. Aprova o regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 jun. 2003. Seção 1, p. 4.
- BRITO, G. G. et al. Inheritance of coffee leaf rust resistance and identification of AFLP markers linked to the resistance gene. **Euphytica**, Wageningen, v. 173, n. 2, p. 255-264, May 2010.
- CARVALHO, A. M. et al. Avaliação de progênies de cafeeiros obtidas do cruzamento entre 'Catuaí' e 'Híbrido de Timor'. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 9, n. 2, p. 249-253, 2008.
- CARVALHO, G. R. et al. Avaliação e seleção de progênies resultantes do cruzamento de cultivares de café Catuaí com Mundo Novo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 844-852, set./out. 2006.
- CARVALHO, G. R. et al. Comportamento de progênies F4 obtidas por cruzamentos de 'Icatu' com 'Catimor'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 47-52, jan./fev. 2009.
- CORREA, L. V. T.; MENDES, A. N. G.; BARTHOLO, G. F. Comportamento de progênies de cafeeiro Icatu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 618-622, set./out. 2006.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2001. 648 p.
- DIAS, F. P. et al. Caracterização de progênies do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) selecionados em Minas Gerais: caracteres relacionados à produção. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52, n. 299, p. 85-100, 2005.
- FERRÃO, R. G. et al. Parâmetros genéticos em café Conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 61-69, jan. 2008.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.
- GICHIMU, B. M.; OMONDI, C. O. Early performance of five newly developed lines of Arabica Coffee under varying environment and spacing in Kenya. **Agriculture and Biology Journal of North America**, Osaka, v. 1, p. 32-39, 2010.
- GIOMO, G. S.; NAKAGAWA, J.; GALLO, P. B. Beneficiamento de sementes de café e efeitos na qualidade fisiológica. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 1011-1020, 2008.
- MOURA, W. M. et al. Avaliação de progênies F₃ resultantes de cruzamentos de Catuaí e Mundo novo com Híbrido de Timor e Catimor na região de Patrocínio, Alto Paranaíba, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos Expandidos...** Brasília, DF: EMBRAPA; Minasplan, 2001. p. 1279-1284.
- OLIVEIRA, A. C. B. de et al. Prediction of genetic gains from selection in Arabica coffee progênies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, n. 11, p. 106-113, 2011.
- PAIVA, R. N. et al. Comportamento agrônomico de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Varginha-MG. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, p. 49-58, 2010.
- PEDRO, F. C. et al. Comportamento agrônomico de progênies F₄ de cafeeiros oriundos do cruzamento entre os cultivares Mundo Novo e Catuaí. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 3, p. 315-322, 2011.

- PEREIRA, T. B. et al. Seleção de progênies F₄ de cafeeiros obtidas de cultivares do grupo Icatu. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 337-346, jul./set. 2013.
- PINTO, M. F. et al. Eficiência na Seleção de progênies de cafeeiro derivadas de Catuaí com Icatu e Híbrido de Timor. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, p. 1-7, 2012.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIRMMERMAM, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: Ed. UFG, 1993. 271 p.
- REZENDE, R. M. et al. Resistance of *Coffea arabica* progenies in field conditions infested by *Meloidogyne exigua*. **Nematropica**, Bradenton, v. 43, n. 2, p. 233-240, 2013.
- SEVERINO, L. S. et al. Associações da produtividade com outras características agronômicas de café (*Coffea arabica* L. "Catimor"). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 24, p. 1467-1471, 2008.
- SILVA, M. C. et al. Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v. 18, n. 1, p. 119-147, 2006.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. 2nd ed. New York: McGraw Hill, 1980. 633 p.