

AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES DE CAFÉ OBTIDAS POR CRUZAMENTOS DAS CULTIVARES ICATU E CATIMOR¹

César Elias Botelho², Antonio Nazareno Guimarães Mendes³, Samuel Pereira Carvalho³, Gladyston Rodrigues Carvalho⁴, Flávia Maria Avelar Gonçalves⁵, Alex Mendonça Carvalho⁶

(Recebido: 22 de fevereiro de 2007; aceito: 27 de abril de 2007)

RESUMO: Objetivou-se avaliar o desempenho em relação à produtividade e resistência à ferrugem de 24 progênies F4 de café originadas do cruzamento entre as cultivares Icatu e Catimor. As progênies foram avaliadas em experimento instalado em Três Pontas, sul do Estado de Minas Gerais na Fazenda Experimental da Epamig. O delineamento foi em blocos casualizados com quatro repetições e 25 tratamentos, 24 progênies do cruzamento mais a cultivar Rubi MG 1192 como testemunha. Para a análise dos dados, adotou-se o esquema de parcela subdividida no tempo. Foram analisadas as características: produção em sacas beneficiadas.ha⁻¹ de seis colheitas: 2001/2002 a 2006/2007 e a incidência e a severidade da ferrugem no primeiro semestre de 2006. Pelos resultados obtidos, verifica-se que as progênies avaliadas apresentam variabilidade, principalmente para a resistência à ferrugem, confirmado pelas estimativas da herdabilidade, que foram de boa magnitude, chegando até o valor de 92,8% para a característica incidência da ferrugem. Essa condição, aliada às médias altas de produção, que chegaram até a 31,9 sacas.ha⁻¹ na média das seis colheitas, à baixa incidência e severidade da ferrugem, demonstrou que é possível selecionar progênies superiores na população estudada, com potencial de serem lançadas como cultivares produtivas e resistentes à ferrugem.

Palavras-chave: Café, progênies, melhoramento genético, resistência à ferrugem, *Coffea*, *Hemileia*.

EVALUATION OF COFFEE PROGENIES FROM CROSSES BETWEEN THE ICATU AND CATIMOR CULTIVARS (*Coffea arabica* L.)

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the productivity and resistance to leaf rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) of twenty four F4 coffee progenies from crosses between the Icatu and Catimor cultivars. The experiment was carried out in Três Pontas, Minas Gerais State, in a randomized block design with four repetitions and 25 treatments. The Rubi MG 1192 cultivar was used as control. Coffee bean yield in bags.ha⁻¹ from six harvests (from 2001/2002 to 2006/2007) and leaf rust incidence and severity in the first semester of 2006 were analyzed. The results indicated variability among the evaluated progenies, mainly for grain yield and rust resistance, as confirmed by heritability traits, which showed a broad range of 31,5% for grain yield and up to 92,8% for rust incidence. This condition, associated with high bean yield, which reached 31,9 bags.ha⁻¹, and with low rust incidence and severity demonstrated the possibility of selecting outstanding progenies from among the studied population, which potentially can be used as productive and commercial cultivars resistant to leaf rust.

Key words: Coffee, coffee breeding, progenies, resistance to leaf rust, *Coffea*, *Hemileia*.

1 INTRODUÇÃO

A maior parte do parque cafeeiro da espécie *Coffea arabica* L. cultivado no Brasil é constituído pelas cultivares Mundo Novo e Catuaí, suscetíveis à ferrugem-alaranjada do cafeeiro, causada pelo fungo

Hemileia vastatrix Berk. & Br. Essa doença é, hoje, considerada o principal problema fitossanitário do cafeeiro, podendo ser encontrada em quase todas as lavouras cultivadas no Brasil. A ferrugem pode ocasionar a redução de até 50% da produção, em regiões com condições climáticas favoráveis à doença

¹Artigo extraído da tese de doutorado do primeiro autor apresentada a Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Área de concentração Fitotecnia – Financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café e pelo Projeto Agrominas/Café.

²Bolsista, Dr. do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café-EPAMIG/CTSM – Campus da Universidade Federal de Lavras/UFLA – 37200-000 – Lavras, MG – cesar_botelho@yahoo.com.br

³Drs., Professores Adjunto do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – nazareno@UFLA.br; samuelpc@ufla.br

⁴Pesquisador, Dr. EPAMIG/CTSM – Campus da UFLA – 37200-000 – Lavras, MG –carvalho@epamig.ufla.br

⁵Dra., Professora Adjunto do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – avelar@ufla.br

⁶Estudante de Agronomia – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – carvalho.am@hotmail.com.br

e na ausência de medidas de controle (ZAMBOLIM et al., 1999). O controle mais utilizado para essa doença é o químico que, embora eficiente, eleva os custos de produção e também põe em risco a saúde dos trabalhadores, além de causar contaminação ao ambiente.

Dessa forma, tem dada ênfase, nos programas de melhoramento genético do cafeeiro, à obtenção de cultivares resistentes à ferrugem, visando a dispensar, total ou parcialmente, a aplicação de fungicidas (VÁRZEA et al., 2002).

A maioria das cultivares resistentes à ferrugem atualmente em uso tem como fonte de resistência o material denominado Híbrido de Timor, selecionado pelo Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC) (VÁRZEA et al., 2002). Vários autores comprovaram a resistência à ferrugem dos materiais de Híbrido de Timor ou materiais híbridos que tiveram como um dos genitores o Híbrido de Timor (ALMEIDA, 1980; BARBOSA et al., 2005; FONTES et al., 2001).

Entre as populações resistentes à ferrugem originadas de cruzamentos com o Híbrido de Timor, destaca-se a população de 'Catimor', da qual algumas progênies vêm se sobressaindo com elevada resistência à ferrugem e com produções semelhantes a materiais da cultivar Catuaí, segundo Severino et al. (2000). Moura et al. (2001), avaliando diferentes progênies de café, inclusive 13 do grupo 'Catimor' em Patrocínio, Minas Gerais, identificaram progênies de 'Catimor' promissoras quanto à produtividade, com produções iguais às cultivares Rubi MG 1192, Topázio MG 1190, Catuaí Vermelho IAC 15 e Icatu Amarelo IAC 2944.

Outro germoplasma de grande importância nos programas de melhoramento visando resistência à ferrugem é a população de 'Icatu'. Essa população apresenta-se como boa opção para ser aproveitada em programas de melhoramento, por apresentar rusticidade, alto vigor vegetativo, boa produção e, principalmente, variabilidade para resistência à ferrugem, com características de resistência, tanto vertical como horizontal (ALVARENGA et al., 1998; FAZUOLI et al., 1983). Correa (2004), em trabalho com progênies de 'Icatu', em três locais do sul de Minas Gerais e por oito colheitas consecutivas, identificou progênies com média alta de produção, aliada à adaptabilidade e à estabilidade para essa característica.

A resistência do cafeeiro à ferrugem que tem sido mais intensivamente utilizada em programas de melhoramento é do tipo vertical ou específica. Esse tipo de resistência, por ser relacionada a mecanismos cuja herança é governada por genes simples e dominantes, é mais fácil de ser trabalhada em programas de melhoramento (CHAVES, 1976). Por outro lado, ela tem caráter temporário, ocorrendo freqüentes quebras da resistência, devido a adaptações do patógeno ao genótipo (ESKES, 1980).

Por outro lado, a reação do hospedeiro ao patógeno também pode ser explicada por meio de um controle genético mais complexo, conferindo a resistência denominada de resistência horizontal (PLANK, 1968) ou não-específica (ZADOKS, 1972).

A resistência horizontal caracteriza-se por ser poligênica, pela expressão incompleta, ligada a mecanismos que dificultam o desenvolvimento do patógeno, resultando em menor número de lesões, lesões menores com menos esporos e com maior período infeccioso. No caso da resistência de natureza horizontal, são necessárias diversas alterações genéticas para a perda da resistência que, dessa forma, é considerada duradoura (PLANK, 1963).

Considerando as vantagens da resistência horizontal, uma estratégia interessante para conseguir resistência mais duradoura é obter cultivares que apresentem esse tipo de resistência. Robson (1979), citado por Almeida (1980), foi o primeiro a levantar a questão da possibilidade de se obterem cafeeiros com resistência do tipo horizontal ou não específica, sendo essa possibilidade viável, devido à existência de materiais com resistência horizontal já comprovada, como o 'Icatu' (COSTA & RIBEIRO, 1975; ESKES & COSTA, 1983) e o Híbrido de Timor e seus derivados (ALMEIDA, 1980; BARBOSA et al., 2005).

Alguns parâmetros são utilizados para a avaliação da resistência horizontal. No caso do cafeeiro *C. arabica*, segundo Ribeiro et al. (1981), em condições naturais de epidemia, o parâmetro número de pústulas por folha infectada é o que melhor discrimina níveis de resistência horizontal.

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. Entre os parâmetros de maior importância, destacam-se as variâncias, as correlações e a herdabilidade (CRUZ & CARNEIRO, 2003). Um dos requisitos para o sucesso na seleção é que a herdabilidade do caráter em questão seja alta, ou seja, a maior parte da variação fenotípica deve ser em função da ação dos genes. No caso do cafeeiro, os valores de herdabilidade para a produção encontrados na literatura são bastante variáveis, ou seja, de 35% a 57%, conforme Srinivasan et al. (1979), de 61% a 93%, Fazuoli et al. (2000), de 71,30% a 80,36% Bonomo et al. (2004). Para a resistência à ferrugem, Miranda (2003), em avaliação por meio de notas em progênies F_6 e F_7 de 'Catimor', F_3 do cruzamento Híbrido de Timor x 'Mundo Novo IAC 379-19' e progênies F_4 e F_5 dos cruzamentos Híbrido de Timor com diversas cultivares de Catuaí, encontraram valores para h_a^2 entre 12% a 86%.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar um conjunto de progênies F_4 resultantes do cruzamento de seleções de 'Icatu Vermelho IAC 2942' x 'Catimor UFV 1340', a fim de selecionar progênies produtivas e resistentes à ferrugem.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliadas 24 progênies em geração F_4 , resultantes do cruzamento 'Icatu Vermelho IAC 2942' x 'Catimor UFV 1340', ambas genitoras resistentes à ferrugem do cafeeiro e a cultivar Rubi MG-1192, suscetível, como testemunha. Essas progênies foram obtidas no programa de melhoramento genético do cafeeiro conduzido em Minas Gerais, coordenado pela Empresa de Pesquisas Agropecuárias de Minas Gerais (EPAMIG) e com participação da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e Universidade Federal de Viçosa (UFV). O experimento foi instalado em 1999 na Fazenda Experimental de Três Pontas, Estado de Minas Gerais, pertencente à Epamig.

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e 5 plantas por parcela. O espaçamento adotado foi de 0,8 m entre plantas e 3,8 m entre fileiras, correspondendo a 3289 plantas.ha⁻¹.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa. O experimento está situado em uma região de relevo ondulado e a uma altitude de 900 m, latitude de 21° 22' 01" S e longitude de 45° 30' 45" W. A precipitação pluvial média anual é de 1670 mm e temperatura média anual de 20,1°C.

Foram avaliadas as seguintes características:

Produção de café beneficiado: avaliada anualmente em litros de "café da roça" por parcela, sendo a colheita realizada entre os meses de maio e julho de cada ano. Posteriormente, foi realizada a conversão para sacas de 60 kg de café beneficiado.ha⁻¹. Essa conversão é realizada por aproximação de valores e consiste em considerar um rendimento médio de 480 litros de "café da roça" para cada saca de 60 kg de café beneficiado. Em todos os locais, foi avaliado um total de seis colheitas, safras 2001/2002 a 2006/2007.

Determinação da incidência e severidade da ferrugem: Foram feitas três amostragens de folhas, de março a julho de 2006 e foram coletadas 10 folhas por planta do terceiro ou quarto par, sendo cinco de cada lado da linha e no terço médio das plantas. A incidência foi estimada pela contagem do número de folhas com sintomas da ferrugem e, a seguir, dividindo-se pelo número total de folhas da amostra; ao multiplicar esse valor por 100, obtém-se a porcentagem. Para a avaliação da severidade, utilizou-se o método de contagem de pústulas por folha, determinando-se o número médio de pústulas por folha infectada. As progênies que apresentarem baixa de incidência e/ou baixa severidade da ferrugem possivelmente apresentam manifestação de resistência a essa doença.

As análises foram feitas em esquema de parcelas subdivididas no tempo (STEEL & TORRIE, 1980), tendo o conjunto de duas colheitas (biênio) e a época da avaliação da ferrugem sido considerados subparcela. Houve necessidade de transformação dos dados para as características incidência e severidade da ferrugem em $\sqrt{x+0,5}$, após a constatação da falta de normalidade dos erros.

Utilizou-se o seguinte modelo para análise de variância, considerando como fixo o efeito de biênios ou épocas, e os demais, aleatórios:

$$Y_{ijk} = m + p_i + b_j + c_k + (pb)_{ij} + (pc)_{ik} + (bc)_{jk} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} : valor médio da progênie i , do biênio k , no bloco j ;

m : média geral;

b_j : efeito do bloco j ($j = 1, 2, \dots, J$);

p_i : efeito da progênie i ($i = 1, 2, \dots, I$);

c_k : efeito do biênio ou época k ($k = 1, 2, \dots, K$);

$(pb)_{ij}$: efeito da interação da progênie i com o bloco j ;

$(pc)_{ik}$: efeito da interação da progênie i com o biênio ou época k ;

$(bc)_{jk}$: efeito da interação do bloco j com o biênio ou época k e

e_{ijk} : efeito do erro experimental ao nível de subparcelas.

Para as estimativas dos componentes de variância nas análises, foram consideradas as esperanças dos quadrados médios, utilizando-se procedimento semelhante ao apresentado por Ramalho et al. (2000).

Para as análises de variâncias dos dados, adotaram-se significâncias de 5% e de 1% de probabilidade, para o teste F. As análises foram feitas utilizando-se o programa computacional 'Sisvar', desenvolvido por Ferreira (2000). Quando diferenças significativas foram detectadas, as médias foram agrupadas pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade.

Com as estimativas das variâncias genética e fenotípica, foi possível obter a herdabilidade no sentido amplo para as características produção de café beneficiado e incidência e severidade da ferrugem,

por meio da expressão $h_a^2 = \frac{s_p^2}{s_F^2}$. Para a característica

produção, também foi estimado o ganho esperado com a seleção, considerando as seis melhores progênies. Utilizou-se, para estimar o ganho com a seleção, a expressão $GS = ds \cdot h_a^2$, em que ds é o diferencial de seleção que corresponde à diferença entre a média geral das progênies e a média das progênies selecionadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variâncias, conforme já relatado anteriormente, foram realizadas utilizando-se o esquema de parcelas subdivididas no tempo, como proposto por Steel & Torrie (1980). A justificativa para esse procedimento, em vez de realizar uma análise simples, considerando a produção média de todas colheitas ou a média das três avaliações da ferrugem, é a possibilidade de estudar as interações progênies x colheitas e progênies x épocas e também analisar o comportamento das progênies, principalmente ao longo das colheitas, com possibilidade de identificar progênies mais ou menos precoces em relação à produção. Além disso, com a análise no esquema de parcela subdividida, é possível estimar a variância de progênies ou genética, livre da variância da interação; isso é mais relevante em relação à produção, pois, quando a análise é realizada com base na produção total média, a variância genética é inflacionada, pois ela contém a soma das variâncias de progênies e da interação progênies por colheitas (ALLARD, 1971).

A produção foi analisada por meio da produtividade média em sacas.ha⁻¹.ano, obtida pela média de duas colheitas consecutivas combinadas (biênio). Alguns autores ressaltam que a combinação das colheitas em biênios melhora a precisão experimental, por reduzir os efeitos da bienalidade da produção (BONOMO et al., 2004; MENDES, 1994).

Em relação à avaliação da resistência à ferrugem, a determinação da severidade, além da incidência da ferrugem, é justificada em razão de sua importância para a seleção de progênies, porque aquelas que apresentarem menor severidade provavelmente toleram mais a doença devido à menor desfolha. Outro aspecto de relevância é que uma menor severidade pode indicar resistência horizontal ou não específica, segundo Ribeiro et al. (1981).

Na Tabela 1, são apresentados os resumos das análises de variância e as estimativas dos parâmetros genéticos para as características produção, incidência e severidade da ferrugem. Para a característica produção, observa-se que não houve efeito significativo para a fonte de variação progênies. Para as fontes biênios e interação progênies x biênios, pelo teste F, detectou-se diferença significativa. A

existência de interação progênes x biênios significativa evidencia a não-coincidência do comportamento médio das progênes nos três biênios avaliados. Para a característica incidência, houve diferenças significativas pelo teste F, a 5% probabilidade, para todas as fontes de variação, e para a severidade, apenas não houve diferenças para a interação.

A estimativa das variâncias de progênes (s_p^2) foram positivas e diferentes de zero. Os valores encontrados foram de 4,64, 3,6673 e 0,1915 para a produção, incidência e severidade da ferrugem, respectivamente. Com esses valores, evidencia-se a existência de variabilidade entre as progênes para as características avaliadas. Pelo teste F não se detectaram diferenças significativas para a produção entre as progênes, o que, provavelmente, é explicado pela variabilidade das progênes e, conseqüentemente, pela precisão experimental insuficiente, fato observado pelas estimativas dos coeficientes de variação, que foram bastante altos.

Foram obtidas as herdabilidades no sentido amplo (h_a^2), sendo a estimativa de 31,50%; 92,76% e 89,60% para a produção, incidência e severidade da ferrugem respectivamente. O valor encontrado para a produção ficou abaixo dos encontrados na literatura, entre 35% e 57%, por Srinivasan et al. (1979), 61 e 93% por Fazuoli et al. (2000), 71,33% e 80,36% por (BONOMO et al., 2004), fato também possivelmente explicado pela variabilidade das progênes e precisão experimental insuficiente. No entanto, mesmo com a estimativa da baixa, foi possível detectar ganho positivo com a seleção, no caso 1,65 sacas.ha⁻¹, considerando as seis maiores médias. Uma ressalva deve ser feita em relação à estimativa do ganho esperado com a seleção, devido ao fato de ela ter sido calculada utilizando-se a herdabilidade no sentido amplo e esse tipo de herdabilidade considera, além da variância genética aditiva, a variância de dominância; sabe-se que apenas a primeira é fixada

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para produtividade média por biênio de café beneficiado em sc. há⁻¹ e incidência e severidade da ferrugem e estimativas de parâmetros genéticos.

FV	GL	QM		
		Produção	Incidência ¹	Severidade ¹
Bloco (B)	3	228,6215	4,1121 ¹	0,6149
Progênie (P)	24	176,7871	47,4423**	2,5646**
Erro a (B x P)	72	121,0276	3,4348	0,2665
Biênio/Época (C)	2	11842,9149**	55,0899**	2,3056**
Erro b (B x C)	6	160,2786	0,5458	0,1168
P x C	48	128,4462**	1,8106**	0,1710
Erro c	144	65,0133	0,7149	0,1471
Média		27,27	3,62	1,53
CV (%)		a 40,33 b 46,42 c 29,56	a 51,20 b 20,41 c 23,36	a 33,81 b 22,38 c 25,12
s_p^2 :		4,64	3,6673	0,1915
s_{pc}^2 :		15,85	0,2739	0,0059
s_F^2 :		14,73	3,9535	0,2137
h_a^2 :		31,50	92,76	89,60
GS (sacas. ha ⁻¹):		1,65	-	-

¹Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$

** Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

pela seleção (RAMALHO et al., 1993). Por outro lado, os valores encontrados da herdabilidade para a incidência e severidade da ferrugem já são de magnitude superior aos valores encontrados na literatura, entre 12% a 86% para a resistência à ferrugem (MIRANDA, 2003). As altas estimativas das para essas duas últimas características reforçam a observação anterior da presença de variabilidade genética entre as progênies e também indicam uma condição adequada para seleção de progênies com resistência à ferrugem, lembrando que uma baixa

incidência e/ou baixa severidade da doença é indicativo da manifestação da resistência e, assim, uma herdabilidade alta para essas características indica possibilidade de sucesso no processo de seleção, visando à resistência ao fungo causador da ferrugem.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de produção por biênio e média dos três biênios. Embora não houvesse diferenças para a produção, vale ressaltar a não-existência de diferença entre as progênies e a testemunha, o que significa o bom potencial produtivo da população em estudo e a

Tabela 2 – Produtividade média por biênio de café beneficiado, em sacas. ha⁻¹.

Progênie	Nº de ordem	Produção				Comparação Relativa (%)
		Biênio 1	Biênio 2	Biênio 3	Média	
H-136-1-19-2	22	22,45 a	34,27 a	38,96 a	31,90 a	100,00
H-136-1-9-3	15	17,80 a	24,41 a	52,60 a	31,62 a	99,12
H-30-3-14-19	09	21,98 a	31,35 a	40,70 a	31,34 a	98,24
H-136-1-19-4	23	27,68 a	28,69 a	35,94 a	30,77 a	96,46
Rubi MG 1189	25	19,20 a	29,97 a	42,15 a	30,44 a	95,42
H-29-1-3-7	02	13,43 a	25,85 a	51,68 a	30,32 a	95,05
H-32-3-15-20	10	18,33 a	29,05 a	42,35 a	29,91 a	93,76
H-138-1-9-10	24	14,75 a	28,45 a	46,02 a	29,74 a	93,23
H-136-1-14-16	21	11,00 a	30,24 a	47,68 a	29,64 a	92,92
H-29-1-14-5	05	15,40 a	30,43 a	41,23 a	29,02 a	90,97
H-136-1-13-19	18	15,01 a	28,60 a	42,52 a	28,71 a	90,00
H-136-1-13-15	17	19,18 a	27,04 a	39,13 a	28,45 a	89,18
H-136-1-14 -10	20	26,90 a	25,76 a	32,60 a	28,42 a	89,09
H-29-1-8-5	03	9,44 a	28,41 a	46,00 a	27,95 a	87,62
H-29-1-9-8	04	16,22 a	29,24 a	38,33 a	27,93 a	87,55
H-19-5-14-18	01	17,10 a	28,61 a	37,87 a	27,86 a	87,34
H-84-3-7-20	13	19,74 a	31,60 a	29,57 a	26,97 a	84,55
H-136-1-13-12	16	10,54 a	26,86 a	40,51 a	25,97 a	81,41
H-30-2-6-16	08	20,71 a	28,32 a	28,43 a	25,82 a	80,94
H-30-2-6-11	07	17,60 a	27,84 a	27,40 a	24,28 a	76,11
H-136-1-14 -4	19	8,25 a	28,50 a	34,74 a	23,83 a	74,70
H-39-1-11-12	12	9,85 a	24,30 a	34,85 a	23,00 a	72,10
H-32-11-17-4	11	12,56 a	23,19 a	26,05 a	20,60 a	64,58
H-86-1-7-5	14	5,96 a	17,97 a	34,63 a	19,52 a	61,19
H-29-6-5-15	06	16,54 a	17,75 a	19,08 a	17,79 a	55,77
Média		16,30 B	27,47 A	38,05 A3		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

possibilidade de seleção de progênies para condições de Três Pontas, principalmente considerando a presença de variabilidade genética. Um resultado a ser destacado é a diferença entre as médias dos biênios de colheita e, pela maior média do terceiro biênio, observa-se claramente uma evolução da produtividade média. Isso pode significar que as progênies estudadas nas condições de Três Pontas atingiram o potencial produtivo somente após a quarta colheita, evidenciando que a seleção antes dessa época não seria eficiente, considerando que os anos de maior produtividade são mais favoráveis para seleção (BONOMO et al., 2004; FAZUOLI et al., 2000).

O bom desempenho em relação à produtividade, principalmente quando se considera o terceiro biênio de avaliação obtido pelas progênies testadas, é justificado pelo potencial produtivo dos parentais, conforme relatos encontrados na literatura. Correa (2004), ao trabalhar com 11 progênies de 'Icatu' em dois locais do sul de Minas, Machado e São Sebastião do Paraíso, obteve produtividade média de oito colheitas, que variaram de 47,7 a 59,3 sacas.ha⁻¹. Também Moura et al. (2001), em avaliação de diferentes populações de café em Patrocínio, MG, por três colheitas consecutivas, obtiveram produção média de 38,88 sacas.ha⁻¹ para a cultivar Icatu Amarelo IAC 2944 e entre 20,45 a 30,86 sacas.ha⁻¹ para 13 progênies de 'Catimor'.

Os resultados para cada época de avaliação e média, tanto da incidência como da severidade são apresentados na Tabela 3. Embora o teste de média tenha sido significativo entre as progênies dentro de cada época, será dada maior ênfase para o resultado da média das três avaliações, por ser esse de maior interesse para a seleção de progênies resistentes à ferrugem, destacando apenas a média geral de cada época, podendo-se concluir que houve um aumento da primeira para segunda época e uma estabilização da segunda para a terceira, para a característica incidência. Considerando esse resultado, conclui-se que as duas primeiras avaliações já seriam suficientes para avaliar a incidência da ferrugem nas condições em que foram avaliadas as progênies.

Outro ponto relevante é o comportamento das progênies 03, 04, 10 e 11, que se mantiveram com

baixíssimos índices para as duas características, nas três épocas avaliadas. Para a média das três avaliações, pode-se notar que houve a formação de três grupos de progênies para as duas características. Em relação à incidência, destacaram-se dez progênies, ficando essas no grupo de menor incidência, com valores variando de 0,0% a 6,7%; para a severidade, destacaram-se seis progênies, com valores entre 0,0 a 0,5. A cultivar Rubi MG 1192 apresentou incidência de 37,3% e ficou entre as que apresentaram maior incidência da doença, apresentando uma severidade de 2,7, ficando no grupo intermediário para essa característica. Por meio desses resultados da testemunha, ressalta-se que as progênies realmente apresentam variabilidade para resistência à ferrugem. As progênies de números 03, 04, 09, 10, 11 e 20 apresentam alto potencial para seleção em relação à resistência porque apresentam baixa incidência e baixa severidade da ferrugem.

Quando se considera a seleção de progênies com resistência do tipo horizontal, destacam-se as progênies de números 12, 19 e 22, pois essas apresentam incidência e, principalmente, severidade em índices intermediários, sendo essa última característica indicativo de resistência horizontal. A incidência intermediária é importante, considerando-se que não é possível selecionar progênies com resistência horizontal nas progênies que não apresentam incidência, pois essas, provavelmente, apresentam resistência do tipo vertical ou específica, que encobre a resistência horizontal. Uma explicação para o material estudado apresentar, além da resistência vertical, a expressão da resistência horizontal é, presumivelmente, o fato de a cultivar Icatu ser um dos parentais e apresentar os dois tipos de resistência, como informam Alvarenga et al. (1998), Costa & Ribeiro (1975) e Eskes & Costa (1983); esses últimos autores encontraram progênies moderadamente resistentes, o que significa, possivelmente, resistência do tipo horizontal ou não-específica. O germoplasma de 'Catimor', o outro parental utilizado na obtenção das progênies em estudo, provavelmente também apresenta resistência horizontal, como comprovado por Almeida (1980).

Tabela 3 – Incidência (Inc) e severidade (Sev) da ferrugem¹, por época de avaliação.

Progênie	Nº	Épocas						Média	
		1 (31/03)		2 (15/05)		3 (07/06)		Inc	Sev
		Inc	Sev	Inc	Sev	Inc	Sev		
H-19-5-14-18	01	23,0 a	4,7 a	41,3 a	6,5 a	33,2 a	3,7 a	32,5 a	5,0 a
H-29-6-5-15	02	38,0 a	6,4 a	67,6 a	10,6 a	51,2 a	4,4 a	52,2 a	7,1 a
H-29-1-3-7	03	4,5 b	1,1 c	6,2 b	4,1 b	8,5 b	1,4 a	6,4 c	2,3 b
H-29-1-8-5	04	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,4 c	1,6 c	0,0 b	0,5 c	0,1 c
H-29-1-9-8	15	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 c	0,0 c
H-29-1-14-5	06	4,0 b	0,6 c	7,4 b	3,5 b	4,5 b	2,0 a	5,3 c	2,0 b
H-30-2-6-11	07	16,5 a	2,1 b	42,3 a	1,9 b	50,8 a	3,2 a	36,5 a	2,4 b
H-30-2-6-16	08	8,0 b	1,2 c	40,4 a	2,6 b	41,7 a	3,5 a	30,0 a	2,4 b
H-30-3-14-19	09	2,0 b	1,2 c	6,6 b	1,2 c	5,1 b	1,5 b	4,6 c	1,3 c
H-32-3-15-20	10	0,5 b	0,2 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,2 c	0,1 c
H-32-11-17-4	11	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 c	0,0 c
H-39-1-11-12	12	4,0 b	1,0 c	31,3 a	2,1 b	15,0 a	2,3 a	16,8 b	1,8 b
H-84-3-7-20	13	14,0 a	1,7 b	34,6 a	3,1 b	38,5 a	2,0 a	29,0 a	2,2 b
H-86-1-7-5	14	21,0 a	2,1 b	34,1 a	3,3 b	34,6 a	2,5 a	29,9 a	2,6 b
H-136-1-9-3	15	1,5 b	0,9 c	5,5 b	1,3 c	2,6 b	2,2 a	3,2 c	1,5 b
H-136-1-13-12	16	18,0 a	2,1 b	44,3 a	3,6 b	43,9 a	1,8 a	35,4 a	2,5 b
H-136-1-13-15	17	14,0 a	1,6 b	31,0 a	3,4 b	40,8 a	2,5 a	28,6 a	2,5 b
H-136-1-13-19	18	16,0 a	3,4 a	24,7 a	3,0 b	40,0 a	2,6 a	26,9 a	3,0 b
H-136-1-14-4	19	16,0 a	2,1 b	21,7 a	4,0 b	15,5 a	3,4 a	17,7 b	3,1 b
H-136-1-14-10	20	0,5 b	0,2 c	1,6 c	0,9 c	4,3 c	0,3 b	2,1 c	0,5 c
H-136-1-14-16	21	4,0 b	1,1 c	9,3 b	2,7 b	5,4 b	1,1 b	6,2 c	1,6 b
H-136-1-19-2	22	9,0 b	3,9 a	17,6 b	3,8 b	14,3 b	3,3 a	13,6 b	3,6 b
H-136-1-19-4	23	3,0 b	1,9 b	7,7 b	1,8 b	9,4 b	1,8 a	6,7 c	1,8 b
H-138-1-9-10	24	28,0 a	2,5 b	43,9 a	3,2 b	26,2 a	2,6 a	32,7 a	2,8 b
Rubi MG 1189	25	20,0 a	2,0 b	48,5 a	3,2 b	43,5 b	2,9 a	37,3 a	2,7 b
Média		10,6 B	1,7 B	21,2 A	2,0 B	23,0 A	2,8 A		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula linha não diferem entre si, pelo teste Scott-knott ($P < 0,05$).

¹ Médias originais

4 CONCLUSÕES

Entre as progênies avaliadas, foi constatada variabilidade genética tanto para produção como a para resistência à ferrugem, fato confirmado pelas estimativas da herdabilidade, que foram de boa magnitude. Considerando esses resultados, juntamente com altas médias de produtividade, comprovada resistência à ferrugem, pode-se selecionar progênies promissoras.

As progênies que se apresentaram promissoras para seleção, por apresentar produtividade semelhante à cultivar Rubi MG 1192, aliada à baixa incidência e severidade de ferrugem, são: H-29-1-8-5, H-29-1-9-8, H-30-3-14-19, H-32-3-15-20, H-32-11-17-4 e H-136-1-14-10. As progênies H-39-1-11-12, H-136-1-14-4 e H-136-1-19-2 apresentaram incidência e, principalmente severidade em índices intermediários, o que possivelmente indica a presença de resistência do tipo horizontal.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. São Paulo: E. Blücher, 1971. 381 p.

ALMEIDA, L. C. de. **Resistência vertical e horizontal à *Hemileia vastatrix* Berk et Br. e gerações F₄ e F₅ de progênies de cafeeiros Catimor**. 1980. 40 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

ALVARENGA, A. P. de; VALE, F. X. R. do; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, A. A. Produtividade e resistência a ferrugem em progênies de cafeeiro Icatu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 2, p. 182-187, abr./jun. 1998.

BARBOSA, J. C.; CAIXETA, E. T.; ZAMBOLIM, E. M.; CAPUCHO, A. S.; RUFINO, R. N.; ALVARENGA, S. M.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S. Caracterização da resistência vertical e horizontal do cafeeiro a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br) em acesso de Híbrido de Timor. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 4., 2005, Londrina, PR. **Resumos expandidos...** Brasília, DF: Embrapa, 2005. CD-ROM.

BONOMO, P.; CRUZ, C. D.; VIANA, J. M. S.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, V. R. de; CARNEIRO, P. C. S. 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.

CHAVES, G. M. Melhoramento do cafeeiro visando a obtenção de cultivares resistentes a *Hemileia vastatrix* Berk et Br. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 23, n. 128, p. 321-332, jul./ago. 1976.

CORREA, L. V. T. **Adaptabilidade e estabilidade de progênies de cafeeiro Icatu**. 2004. 55 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade federal de Lavras, Lavras, 2004.

COSTA, W. M.; RIBEIRO, I. J. A. Resistência a *H. vastatrix* observada no café Icatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3., 1975, Curitiba. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1975. p. 113.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético 2**. Viçosa: UFV, 2003. 585 p.

ESKES, A. A.; COSTA, W. M. da. Characterization of incomplete resistance to *Hemileia vastatrix* in Icatu coffee population. **Euphytica**, Wageningen, v. 32, n. 2, p. 649-655, June 1983.

ESKES, A. B. Bases genéticas da resistência horizontal a patógenos em plantas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 32, n. 11, p. 1464-1472, 1980.

FAZUOLI, L. C.; CARVALHO, A.; COSTA, W. M. da; NERY, C.; LAUN, C. R. P.; SANTIAGO, M. Avaliação de progênies e seleção no cafeeiro Icatu. **Bragantia**, Campinas, v. 42, p. 179-189, fev. 1983.

FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; MEDINA FILHO, H. P.; SILVAROLA, M. B. Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies do café Icatu. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DE BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Belo Horizonte: Minasplan, 2000. p. 494-499.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FONTES, J. R. M.; CARDOSO, A. A.; ZAMBOLIM, L.; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S. Avaliação da resistência a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. Et Br.) em cafeeiros F₁ de RC₁ oriundos do cruzamento Híbrido de Timor x Catuaí. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n. 280, p. 649-657, nov./dez. 2001.

MENDES, A. N. G. **Avaliação de metodologias empregadas na seleção de progênies do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 1994. 167 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

MIRANDA, J. M. **Avaliação de progênies de cafeeiro quanto a herdabilidade, correlações fenotípicas, produtividade e resistência à ferrugem**. 2003. 101 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

Coffee Science, Lavras, v. 2, n. 1, p. 10-19, jan./jun. 2007

- MOURA, W. M.; PEREIRA, A. A.; BARTHOLO, G. F.; KOCHEM, M. G.; REIS, L. M. 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, ES. **Resumos expandidos...** Brasília, DF: Embrapa; Minasplan, 2001. p. 1279-1284.
- PLANK, J. E. van der. **Disease resistance in plants**. New York: Academic, 1968. 206 p.
- PLANK, J. E. van der. **Plants disease: epidemics and control**. New York: Academic, 1963. 349 p.
- RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326 p.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIRMMERMAM, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.
- RIBEIRO, I. J. A.; BERGAMIM FILHO, A.; CARVALHO, P. C. T. Avaliação da resistência horizontal a *Hemileia vastatrix* Berk et Br. em cultivares de *Coffea arabica* L. em condições naturais de epidemia. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 7, n. 1/2, p. 80-95, abr./jun. 1981.
- SEVERINO, L. S.; SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; MIRANDA, G. V.; ZAMBOLIM, L. Seleção de progênies de Catimor (*Coffea arabica* L.) em Martins Soares In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília, DF: Embrapa; Minasplan, 2000. v. 1, p. 522-526.
- SRINIVASAN, C. S.; VISHERSHWRA, S.; SUSVAMANYA, H. Genotype-environmental interaction and heritability yield in *Coffea arabica* L. **Journal of Coffe Research**, Karnetake, v. 9, n. 3, p. 69-73, 1979.
- STEEL, R. G.; TORRIE, J. K. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2. ed. Tokyo: McGraw-Hill, 1980. 633 p.
- VÁRZEA, V. M. P.; RODRIGUES JÚNIOR, C. J.; SILVA, M. do C. M. L.; GOUVEIA, M.; MARQUES, D. V.; GUIMARÃES, L. G.; RIBEIRO, A. Resistência do cafeeiro a *Hemileia vastatrix*. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O Estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa: UFV, 2002. p. 297-320.
- ZADOKS, J. C. Reflections on disease resistance in annual crops. In: BINGHAM, R. T.; HOFF, R. J.; McDONALD, G. I. **Biology of rust resistance in forest trees: proceedings of a NATO-IUFRO advanced study Institute**. Washington, DC: U.S. Department of Forest Service, 1972. p. 43-63.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. Manejo integrado das doenças do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Encontro sobre produção de café com qualidade 1**. Viçosa: UFV, 1999. p. 134-215.