

AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE PROGÊNIES F₃ DE CAFEEIROS DE PORTE BAIXO COM O GENE SH₃ DE RESISTÊNCIA A HEMILEIA VASTATRIX BERK. ET BR. ⁽¹⁾

ALBANO SILVA DA CONCEIÇÃO ⁽²⁾; LUIZ CARLOS FAZUOLI ^(3, 4); MASAKO TOMA BRAGHINI ⁽⁵⁾

RESUMO

Com o objetivo de avaliar e selecionar progênies F₃ de cafeeiros de porte baixo com o gene SH₃ de resistência à ferrugem, foram estudadas 36 progênies de cafeeiros tipo arábica (*Coffea arabica* L.), em geração F₃, resultantes dos cruzamentos dirigidos entre as cultivares Catuaí Vermelho IAC 46 e Catuaí Vermelho IAC 81 com o acesso IAC 1110 (BA-10). Esse último, originário da Índia, é fonte dos genes SH₂SH₃ que conferem resistência a *Hemileia vastatrix*. O experimento, estabelecido em 1988 no Centro Experimental do Instituto Agrônomo, em Campinas (SP), no delineamento experimental em blocos ao acaso com seis repetições, duas plantas por parcela e no espaçamento 3,0 x 1,8 m, utilizou como testemunha a cultivar Catuaí Vermelho IAC 81, totalizando 37 tratamentos. Avaliaram-se no campo, a produção de café (média de sete colheitas), vigor vegetativo, resistência à ferrugem, porte da planta, coloração das folhas novas e maturação dos frutos. Os frutos das plantas mais produtivas foram analisados em laboratório quanto ao rendimento, tipos de sementes, peneira média e massa de 1000 grãos. A análise da variância dos dados de produção das progênies evidenciou que houve diferenças significativas entre as progênies, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F. Foram selecionadas 11 progênies com média superior à testemunha e dentro dessas, 39 cafeeiros. Das 25 progênies restantes foram selecionados mais 15 cafeeiros produtivos e resistentes ao agente da ferrugem. Desses 54 cafeeiros, foram selecionados os 18 que apresentaram peneira média acima de 15,5 e maior frequência de grãos normais do tipo chato. As progênies dessas plantas selecionadas foram avaliadas na geração F₄, em fase de mudas, quando se verificou que dez delas estavam em homozigose para porte baixo. Com as 18 plantas, o Programa de Melhoramento do Café, no IAC, terá continuidade como progênies F₄, visando à obtenção de nova cultivar de porte baixo portando o gene SH₃ de resistência ao agente da ferrugem.

Palavras-chave: café, seleção, resistência à ferrugem, gene SH₃.

ABSTRACT

EVALUATION AND SELECTION OF *COFFEA ARABICA* F₃ PROGENIES WITH LOW HEIGHT AND THE LEAF-RUST SH₃ RESISTANCE GENE

The present work evaluated 36 arabic coffee (*Coffea arabica* L.) F₃ progenies, originated from crosses among cultivars Catuaí Vermelho IAC 46 and Catuaí Vermelho IAC 81 and access IAC 1110 (BA-10). This last cultivar came from India and exhibits SH₂ and SH₃ rust resistance genes. The experiment was installed in 1988 at the Experimental Center of the Agronomic Institute (IAC/APTA), in Campinas, using random blocks design with six repetitions and two plants per plot. Field evaluations included yield (average of seven annual harvests), vegetative vigor, resistance to leaf rust, plant size, color of young leaves and

⁽¹⁾ Parte da Dissertação de Mestrado, desenvolvida pelo primeiro autor no Instituto Agrônomo, (IAC/APTA), em Campinas (SP). Trabalho parcialmente financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D-Café). Recebido para publicação em 21 de julho de 2003 e aceito em 29 de agosto de 2005.

⁽²⁾ Mestrando na área de Melhoramento Genético Vegetal do Curso de Agricultura Tropical e Subtropical do Instituto Agrônomo.

⁽³⁾ Centro de Café "Alcides Carvalho", Instituto Agrônomo (IAC), Campinas (SP), e-mail: fazuoli@iac.sp.gov.br.

⁽⁴⁾ Com bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq.

⁽⁵⁾ Bióloga, Bolsista do CBP&D-Café no Centro de Café "Alcides Carvalho", Campinas (SP), e-mail: mako@iac.sp.gov.br.

complete fruit maturation period. Based on these evaluations, plants exhibiting high yield, good vegetative vigor, low height, and resistance to the leaf rust agent *Hemileia vastatrix* were selected. Fruit yield of selected plants was calculated and seeds were characterized according to type (flat, peaberry and elephant), outturn and grain size. A total of 11 optimal F_3 progenies were identified as rust resistant. By further classifications, 39 plants out from these progenies were selected, along with 15 plants from other 25 evaluated progenies. Laboratory analyses lead to a final selection of 18 coffee trees, all exhibiting leaf rust resistance, high yield and low height. Also, F_4 progenies of selected plants had been evaluated regarding height and leaf rust resistance, at seedling stage, in greenhouse conditions. Eighteen plants were selected for further analysis and move forward from F_3 to F_4 generation in the coffee breeding program developed by IAC.

Key words: Coffee, selection, rust resistance, SH_3 gene.

1. INTRODUÇÃO

Na cafeicultura, a ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. et Br., é considerada uma das principais doenças, cujo controle pode ser realizado mediante a associação de medidas de natureza cultural, controle químico e resistência genética (R1 BEIRO FILHO, 2001).

A disponibilização de cultivares geneticamente resistentes, visando diminuir custos de produção, tem sido um constante desafio para os melhoristas. Cultivares resistentes, ao longo do tempo, podem tornar-se suscetíveis a novas raças do patógeno, que se desenvolvem por meio de mutações genéticas, com potencial para superar a resistência de determinados cafeeiros (ESKES, 1980; FAZUOLI, 1991; CARDOSO, 1994; VALLEJO e MUÑOZ, 1998; VÁRZEA et al., 2001; GONÇALVES et al., 2002; FAZUOLI et al., 2002).

Os programas de melhoramento do cafeeiro desenvolvidos no Brasil têm periodicamente disponibilizado aos cafeicultores cultivares originadas de cruzamentos com o Híbrido de Timor, que é doador dos genes de resistência SH_6 , SH_7 , SH_8 e SH_9 e outros não identificados, presentes de forma isolada ou conjunta. Entretanto, há relatos na literatura de novas raças que podem infectar cafeeiros com essa fonte de resistência a *H. vastatrix* (VÁRZEA et al., 2001; FAZUOLI et al., 2002). Por outro lado, a utilização do gene SH_3 como fonte de resistência a *H. vastatrix*, vem-se revelando também alternativa bastante promissora para o melhoramento. Presume-se que tenha sido introduzido na espécie *C. arabica* por meio do cruzamento espontâneo com *C. liberica* originando a cultivar S288 que, após um cruzamento com a cv. Kent, originou a cv. S795. Na Índia, o plantio dessa cultivar iniciou-se em 1960, mantendo-se resistente (ESKES, 1989). Semelhantemente, em experimentos desenvolvidos no Centro Experimental do IAC, em Campinas (SP), progênies F_2 , portando o gene SH_3 , provenientes da introdução BA-10 (IAC 1110) da Índia também vêm-se mantendo resistentes

há mais de 50 anos, conforme observações de pesquisadores do Centro de Café 'Alcides Carvalho'.

Assim, os principais objetivos desse trabalho foram os seguintes:

Avaliar e selecionar, em condições de campo, progênies F_3 de cafeeiros tipo arábica resultantes de cruzamentos dirigidos entre as cultivares Catuaí Vermelho IAC 46 e Catuaí Vermelho IAC 81 e o acesso IAC 1110 (BA-10).

Selecionar as plantas mais produtivas, portando o gene SH_3 de resistência à ferrugem, de porte baixo e com boas características agrônômicas e tecnológicas, principalmente das melhores progênies, a fim de se obter a geração F_4 .

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Características do ensaio de campo

O experimento de progênies EP 401 foi plantado em 1988 no Centro Experimental do Instituto Agrônomo (Fazenda Santa Elisa), em Campinas (SP), composto por 36 progênies F_3 , de três híbridos, H6839 (Catuaí Vermelho - IAC 46 x acesso IAC 1110-8), H7314 (Catuaí Vermelho IAC 81 x acesso IAC 1110-8) e o H8105 (Catuaí Vermelho IAC 81 x acesso IAC 1110-10). Utilizou-se como testemunha a cultivar Catuaí Vermelho IAC 81, totalizando-se 37 tratamentos. O experimento foi estabelecido no delineamento blocos ao acaso com seis repetições, parcela de duas covas com uma planta cada uma, no espaçamento 3,0 x 1,8 m, totalizando 444 plantas. Os tratamentos estão descritos na Tabela 1.

Utilizou-se o método de melhoramento genealógico para a transferência do gene SH_3 , presente no acesso IAC 1110-10, para as cultivares comerciais. Esse gene confere resistência às raças I (v_2, v_5), II (v_5) e III (v_1, v_5), normalmente presentes nos campos de produção (SILVA, 2000; FAZUOLI et al., 2002).

Tabela 1. Relação dos tratamentos avaliados no Ensaio de Progenies EP-401, instalado em Campinas (SP)

Tratamento	Híbrido	Tratamento	Híbrido	Tratamento	Híbrido
1	H7314-15-7	14	H7314-11-25	27	H6839-4-11
2	H7314-11-36	15	H7314-8-4	28	H6839-4-9
3	H7314-19-5	16	H6839-5-31	29	H6839-4-6
4	H7314-19-9	17	H7314-8-10	30	H6839-5-11
5	H7314-19-7	18	H7314-8-2	31	H6839-5-15
6	H7314-18-7	19	H7314-1-12	32	H6839-11-22
7	H7314-18-10	20	H7314-1-7	33	H7314-11-23
8	H7314-15-12	21	H6839-5-37	34 *	Catuai V. IAC 81
9	H7314-8-1	22	H6839-5-34	35	H7314-11-24
10	H7314-8-5	23	H6839-5-33	36	H8105-7-11
11	H7314-11-28	24	H6839-5-29	37	H8105-7-9
12	H7314-11-27	25	H6839-5-28	-	-
13	H7314-11-26	26	H6839-4-12	-	-

* - Utilizado como testemunha do experimento.

Os tratamentos culturais consistiram de adubações de plantio e em cobertura em níveis mínimos e controle de mato com roçadas e capinas mecânicas, permitindo o desenvolvimento das plantas com bom potencial de adaptação e vigor vegetativo. Não foram feitos tratamentos fitossanitários contra a ferrugem para favorecer o desenvolvimento do patógeno e, assim, possibilitar uma avaliação das plantas quanto à resistência ao desenvolvimento da ferrugem, em condições naturais.

2.2 Avaliações de características agronômicas em campo

As avaliações agronômicas das plantas foram feitas de acordo com os seguintes critérios:

1. Produção: avaliada através da pesagem, em gramas, dos frutos maduros (tipo cereja) colhidos de cada planta individualmente, de um total de sete colheitas.

2. Porte da planta: determinado segundo uma avaliação visual classificando em: alto ou normal (*ctct*) e baixo ou caturra (*CtCt* ou *Ctct*) (CARVALHO et al., 1991).

3. Vigor vegetativo: avaliado utilizando-se escala de pontos de 1 a 10, em que, 10 corresponde aos cafeeiros mais vigorosos e com bom enfolhamento.

4. Coloração das folhas novas: classificação visual da coloração das folhas novas dos cafeeiros, de acordo com as seguintes classes: verde (*brbr*), bronze claro (*Brbr*) e bronze (*BrBr*) (CARVALHO et al., 1991).

5. Maturação dos frutos: a avaliação dos cafeeiros foi realizada em maio de 2002, de acordo com a fase de maturação predominante dos frutos, classificando-os em precoce (P), médio precoce (MP), médio (M), médio tardio (MT) e tardio (T).

2.3 Avaliações de resistência dos cafeeiros a *H. vastatrix*

1. Resistência à ferrugem no campo: a avaliação dos cafeeiros, sob condições de infestação natural, foi realizada em maio e junho de 2002, mediante a utilização de escala de pontos de 0 a 4, em que 0 corresponde a imune (I); 1 a resistente (R); 2 a moderadamente resistente (MR); 3 a moderadamente suscetível (MS) e 4 suscetível (S), conforme descrição da Tabela 2.

2. Resistência à ferrugem em laboratório: foi efetuada mediante a inoculação de mistura de uredósporos do fungo das raças I (v_2v_5), II (v_5) e III (v_1v_5), em discos de folhas das plantas selecionadas, segundo metodologia de ESKES (1983). Os uredósporos foram coletados em cafeeiros mantidos em casa de vegetação. A presença do gene *SH₃* é constatada por exclusão, uma vez que as plantas não portadoras desse gene são infectadas.

Tabela 2. Características visuais das reações a *H. vastatrix* e correspondência com escala de pontos utilizada

Pontos	TR*	Características
0	I	Imune, sem qualquer sinal de infecção visível.
1	R	Flecks (reação de hipersensibilidade) visíveis macroscopicamente; lesões cloróticas; pequenas tumefações. Não ocorre esporulação.
2	MR	Flecks; lesões cloróticas geralmente esporulando na borda, pequenas tumefações. Início da esporulação (lesões pequenas com pouca esporulação).
3	MS	Flecks; lesões cloróticas, tumefações. Em geral as lesões estão associadas com tumefações e pústulas características dos tipos de reação 2 e 4 (com pouca, média ou maior esporulação).
4	S	Lesões com esporulação intensa, ocorrem muitas pústulas grandes.

*TR = Tipo de reação; I = Imune; R = Resistente; MR = Moderadamente Resistente; MS = Moderadamente Suscetível; S = Suscetível.

3. Resistência à ferrugem em viveiro: as progênies derivadas de híbridos entre cafeeiros arábicos e da série BA, apresentam o gene *SH₃* associado aos genes *SH₂* e *SH₅* nas mais variadas combinações (BETTENCOURT e CARVALHO, 1968). Para se determinar a condição homozigótica ou heterozigótica dos cafeeiros em estudo, bem como permitir a seleção individual para essa característica, mudas das progênies *F₄* com 6 a 8 pares de folhas foram submetidas à inoculação no viveiro com uma mistura de uredósporos das raças fisiológicas I, II e III, coletados no campo, utilizando-se método adaptado a partir de ESKES (1983).

2.4 Características tecnológicas dos grãos

Para se determinar as características tecnológicas dos grãos de café utilizou-se os frutos de plantas que obtiveram, ao mesmo tempo, ótima produtividade, porte baixo, excelente vigor vegetativo e resistência à ferrugem. Foram colhidas amostras de aproximadamente 2 kg de café cereja e metade de cada amostra foi despulpada para obtenção de sementes com pergaminho, e metade, depois de seca até o estágio de café coco, foi submetida ao beneficiamento, obtendo-se assim os grãos de café que foram utilizados nas seguintes determinações:

1. Rendimento: proporção entre a massa dos grãos beneficiados em relação à dos grãos secos expressa em porcentagem (%);

2. Composição dos tipos de grãos: em uma amostra de 200 g de grãos beneficiados foi determinada a proporção de sementes dos tipos chato (2 sementes por fruto), moca (1 semente por fruto) e concha (2 sementes em uma loja do ovário), sendo os resultados expressos em porcentagem (FAZUOLI, 1977);

3. Peneira média: plantas cuja proporção de grãos do tipo chato foi superior a 70% foram avaliadas mediante a passagem de uma amostra de grãos, em máquina com jogo de peneiras de orifícios circulares, separando-os quanto ao tamanho de 12/64 a 26/64 polegadas. O cálculo da peneira média foi feito de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Peneira média} = \frac{\Sigma (\text{número da peneira} \times \text{massa de grãos retidos})}{\text{Massa total da amostra}}$$

4. Massa de 1.000 grãos: determinada mediante a pesagem de 1.000 grãos do tipo chato, amostrados ao acaso e expressa em gramas.

As características tecnológicas dos grãos consideradas como desejáveis para seleção foram as seguintes: rendimento acima de 40%, peneira média acima de 16, composição dos grãos com mais de 70% do tipo chato e massa de 1.000 grãos acima de 100 g.

2.5 Avaliações em mudas no viveiro (geração *F₄*)

Com base nos dados das características agronômicas das plantas do experimento, selecionaram-se os melhores cafeeiros e a partir de suas sementes obtiveram-se, em viveiro, as plantas da geração *F₄*. Essas foram avaliadas para porte e coloração das folhas novas ao atingirem três a quatro pares de folhas. Aplicando-se o teste de χ^2 , ao nível de 1% de probabilidade, obteve-se a provável constituição genética das plantas selecionadas na geração *F₃* quanto às duas características estudadas. Selecionaram-se preferencialmente progênies com condição homozigótica para porte e coloração das folhas novas.

2.6. Análises estatísticas

Foi feita a análise da variância da produção das progênes, comparando-se as médias entre as progênes pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Determinou-se o coeficiente de variação da produção e do vigor vegetativo para cada tratamento do experimento. Aplicou-se o teste do F^* para as análises genéticas referentes ao porte e coloração das folhas novas de progênes F₄ provenientes de cafeeiros selecionados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliações de campo

Pela análise da variância da produção das progênes (Tabela 3) observou-se que houve diferença significativa entre as progênes pelo teste F, a 1% de probabilidade, permitindo assim selecionar as melhores progênes, conforme BONOMO (2002).

O valor de 37,8% obtido para o coeficiente de variação foi alto, contudo aceitável, levando-se em conta não somente a variabilidade genética presente na geração F₃, como também as influências decorrentes de sua interação com o ambiente. Valores em torno de 20% para coeficiente de variação relativos à produção são aceitáveis em experimentos com cafeeiros em gerações mais avançadas (FAZUOLI, 1977 e 1991).

Na Tabela 4 estão relacionadas as 11 progênes F₃ mais produtivas que a testemunha. Verificou-se que, dentre essas, seis originaram-se do híbrido H6839 seguidas das originadas do híbrido H7314. A produção média anual por planta das progênes variou de 3.167,3 a 3.820,8g e os valores da amplitude de variação da produção encontrados

demonstram que as progênes F₃ estão muito variáveis e apresentam segregação para a produtividade, como já era esperado.

O coeficiente de variação da produção foi 34,1% para a melhor progênie H7314-8-4, enquanto a testemunha cv. Catuaí Vermelho IAC 81 obteve o valor 22,6%. Esses resultados demonstram a maior variabilidade das progênes F₃ resistentes ao agente da ferrugem. O coeficiente de variação da produção destas 11 melhores progênes oscilou de 21,0 a 46,0%. As progênes H8105-7-11 e H7314-11-24 obtiveram coeficientes de variação da produção de 21,0 e 21,2%, respectivamente, e similares ao encontrado na testemunha.

Entre as outras 25 progênes (da 13.^a a 37.^a colocadas), com média de produção inferior à cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 (Tabela 5), verificou-se que nas progênes H7314-11-22, H7314-1-7, H6839-4-12, H7314-8-1 e H6839-4-11 ocorreram plantas individuais mais produtivas do que a melhor planta da testemunha. O coeficiente de variação da produção nessas 25 progênes oscilou de 18,1 a 60,2%, evidenciando assim, a variabilidade para essa característica nas progênes em seleção. As progênes H6839-5-37, H7314-8-2, H7314-11-22, H7314-19-9 e H7314-15-7 não diferiram, quanto à produção da progênie mais produtiva (H7314-8-4). Verifica-se nas tabelas 10 e 11 que, na seleção final, incluíram-se duas plantas individuais da progênie H7314-11-22 (6 e 7), além de outras duas da H7314-11-26 (6 e 7) e uma da H7314-1-7 (3), embora as duas últimas progênes obtivessem produção média inferior à testemunha Catuaí Vermelho IAC 81. A escolha dessas plantas deveu-se ao fato de que tiveram bom rendimento (43% a 51%), alta proporção de sementes do tipo chato (83% a 87%), baixa do tipo concha (1% a 5%), além de resistência ao agente da ferrugem. Dessa forma, aplicou-se uma intensidade de seleção mais branda visando ao melhor aproveitamento da variabilidade disponível na geração F₃.

Tabela 3. Análise da variância da produção das progênes, média de sete colheitas, em gramas de café maduro por planta

F.V.	G.L.	S.Q. (x10 ²)	Q.M. (x10 ²)	F
Bloco	5	34907	6981	3,88 **
Progênie	36	265825	7384	4,11 **
Erro	180	323691	1798	-
Total	221	630297	-	-

C.V.: 37,8%

Tabela 4. Produção média de sete colheitas em gramas de café maduro, amplitude e coeficiente de variação da produção, vigor médio e coeficiente de variação (C.V.) das 11 melhores progênies F₃ do experimento EP 401

Progênie	Produção média	Produção		Vigor médio ⁽²⁾	C.V.
	anual ⁽¹⁾	Amplitude	C. V.	(pontos)	Vigor
	g		%		%
H7314-8-4	3820,8 a	1357,1 – 5778,6	34,1	7,2	13,8
H6839-4-6	3731,3 a-b	2528,6 – 6528,6	35,9	6,9	17,0
H6839-5-33	3698,6 a-c	1721,4 – 5092,9	28,1	6,6	13,9
H7314-15-12	3674,4 a-c	864,3 – 5950,0	44,6	6,6	20,1
H8105-7-11	3639,3 a-d	2785,7 – 4892-9	21,0	6,6	15,5
H6839-5-28	3560,0 a-d	1800,0 – 6457,1	42,5	7,3	12,3
H6839-5-29	3533,3 a-e	1964,3 – 5514,3	30,5	6,7	18,7
H6839-5-34	3501,3 a-f	2350,0 – 5385,7	27,4	6,4	10,1
H6839-5-31	3462,5 a-f	842,9 – 6500,0	37,3	6,8	21,9
H7314-11-24	3406,5 a-g	1942,9 – 4764,3	21,2	7,3	12,9
H7314-8-5	3167,3 a-h	1471,4 – 7164,3	46,0	6,2	21,8
Catuai Vermelho IAC 81 ⁽³⁾	3128,0 a-h	2100,0 – 4407,1	22,6	6,2	9,0

⁽¹⁾ Para comparação de médias de produção utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5%.

⁽²⁾ Média dos pontos atribuídos às plantas dentro da progênie.

⁽³⁾ A cultivar Catuai Vermelho IAC 81 foi utilizada como testemunha.

No que se refere ao vigor vegetativo, as 11 melhores progênies obtiveram valores médios de 6,2 a 7,3 (Tabela 4) e as progênies restantes variaram de 4,9 a 7,2 (Tabela 5), enquanto a testemunha Catuai Vermelho IAC 81 obteve média de 6,2. Deve ser mencionado que neste estudo o vigor vegetativo foi avaliado levando-se em conta características vegetativas, tais como enfolhamento, ramificação e arquitetura, sendo a avaliação visual da produção substituída pela produção real de sete colheitas. Dessa forma, lançou-se mão de um índice diferente do Índice de Avaliação Visual (IAV) proposto por FAZUOLI (1977), uma vez que esse autor inclui além das características mencionadas, a avaliação visual da produção e da carga pendente. Considerando-se que as plantas selecionadas estavam com 15 anos de idade, na época da avaliação, e que os pontos foram superiores a 6, supõe-se que os cafeeiros em seleção devam apresentar também boa longevidade.

Os cafeeiros selecionados foram avaliados quanto à maturação dos frutos a fim de permitir o acompanhamento da característica nas gerações seguintes, porém não foi utilizada como parâmetro de seleção das progênies F₃, embora tenha se observado maior frequência de plantas na classificação média para tardia.

Como esperado para a geração F₃, observou-se que nas progênies houve segregação para pelo menos uma das características: resistência ao agente

da ferrugem, porte da planta e coloração das folhas novas, dificultando a seleção de progênies com todas as características agrupadas. Dessa forma, a seleção de plantas individuais dentro das progênies mais produtivas parece ser a alternativa possível para se obter material que apresente essas características conjuntamente.

3.2 Avaliações tecnológicas dos grãos em laboratório

O rendimento dos cafeeiros selecionados variou de 41% a 57% (Tabelas 6 e 7); na planta número 1.271, da cultivar Catuai Vermelho IAC 81, utilizada como referência e controle, foi 53%.

As plantas com proporção de sementes do tipo chato acima de 70% foi considerada a base para seleção dos cafeeiros. Os grãos do tipo moca possuem valor comercial semelhante ao chato, que é o tipo padrão para comercialização, porém, resultam em reduções no rendimento. No entanto, quando se trata de sementes do tipo concha, as perdas são maiores, pois no fim do beneficiamento são descartadas por quebra. Assim, como a proporção de grãos do tipo concha para as plantas selecionadas indicou valores entre 1% e 54%, estabeleceu-se o valor máximo de 5% como aceitável para que as mesmas pudessem ser consideradas para o prosseguimento da seleção.

Tabela 5. Produção média de sete colheitas em gramas de café maduro, amplitude e coeficiente de variação da produção, vigor médio e coeficiente de variação (C.V.) das 25 progênes F₃ com médias de produção menores que a da cultivar testemunha Catuaí Vermelho IAC 81, do experimento EP 401

Progênie	Produção média anual ⁽¹⁾	Produção		Vigor médio ⁽²⁾ (pontos)	C.V. Vigor
		Amplitude	C. V.		
	g		%		%
Catuaí Vermelho IAC 81 ⁽³⁾	3128,0 a-h	2100,0 - 4407,1	22,6	6,2	9,0
H6839-5-37	3100,0 a-i	1985,7 - 4071,4	18,1	6,6	18,5
H7314-8-2	3058,4 a-i	1935,7 - 4135,1	25,8	7,0	13,6
H7314-11-22	2980,5 a-j	828,6 - 5828,6	46,2	6,5	9,2
H7314-19-9	2851,2 a-j	1828,6 - 4207,1	26,3	6,8	13,7
H7314-15-7	2829,8 a-j	1550,0 - 4157,1	29,5	6,6	21,0
H7314-1-7	2778,6 b-j	635,7 - 4714,3	46,7	7,1	24,3
H6839-4-12	2769,6 b-j	1128,6 - 5364,3	42,1	6,8	27,1
H7314-8-1	2635,7 b-j	585,7 - 7107,1	60,2	6,1	33,9
H6839-5-15	2589,3 b-j	1278,6 - 3814,3	29,2	6,5	24,7
H6839-5-11	2551,8 b-j	1521,4 - 3621,4	27,9	6,1	8,1
H7314-19-5	2514,3 c-j	1107,1 - 4292,9	35,8	5,9	35,5
H8105-7-9	2461,0 d-j	1385,7 - 3714,3	28,5	5,8	21,8
H7314-11-28	2433,9 d-j	971,4 - 3442,9	29,8	6,3	24,4
H7314-11-26	2344,1 e-j	942,9 - 3900,0	40,5	6,0	15,2
H6839-4-11	2331,8 f-j	1064,3 - 5371,4	48,5	6,9	20,9
H7314-19-7	2283,9 f-j	1378,6 - 3428,6	24,3	6,6	16,9
H7314-18-7	2216,9 g-j	514,3 - 4057,1	42,9	5,6	21,8
H7314-11-23	2097,1 i-k	607,1 - 4028,6	50,1	6,5	15,8
H7314-11-36	2076,4 i-k	1314,3 - 3700,0	32,4	7,2	16,2
H7314-11-27	2064,3 i-k	1307,1 - 3364,3	25,4	5,6	22,5
H6839-4-9	1998,2 i-l	771,4 - 2800,0	32,3	6,2	19,7
H7314-18-10	1992,9 j-l	1028,6 - 3264,3	34,0	5,4	19,9
H7314-11-25	1822,1 j-l	842,9 - 2814,3	32,4	6,0	22,5
H7314-1-12	1484,4 kl	507,1 - 3021,4	52,1	6,2	18,0
H7314-8-10	1108,0 l	378,6 - 1914,3	40,2	4,9	28,0

⁽¹⁾ Para comparação de médias de produção utilizou-se o Teste de Tukey ao nível de 5%.

⁽²⁾ Média dos pontos atribuídos às plantas dentro da progênie.

⁽³⁾ A cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 foi utilizada como testemunha.

A ocorrência de grãos dos tipos concha e moca pode estar relacionada ao genitor masculino utilizado nos híbridos, o acesso BA-10 (IAC 1110), que segundo BETTENCOURT e CARVALHO (1968), provavelmente se originou a partir de um cruzamento interespecífico entre *C. arabica* e *C. liberica*, essa última doadora do gene *SH₃* de resistência ao agente da ferrugem. Tais autores relataram elevadas ocorrências de grãos do tipo moca e concha nas seleções da série BA, justificadas por sua origem interespecífica. Entretanto, neste trabalho já na geração F₃ foram identificados vários cafeeiros cujos valores de moca e concha

aproximaram-se bastante dos verificados para a testemunha Catuaí Vermelho IAC 81, discordando inclusive das previsões daqueles autores a respeito da dificuldade no aproveitamento deste tipo de germoplasma em virtude de suas características desfavoráveis, consequência de sua origem interespecífica. Deve ser destacado ainda que, esse defeito pode ser eliminado mediante a seleção de plantas com características desejáveis, possibilitando a obtenção de cultivares comerciais, a exemplo do descrito por ANTUNES FILHO e CARVALHO (1954) na seleção de linhagens de Mundo Novo.

Tabela 6. Rendimento, porcentagem de grãos dos tipos chato, moca e concha, peneira média e massa de 1000 sementes do tipo chato de 21 cafeeiros selecionados dentro das 10 melhores progênies F₃ do experimento EP 401

Identificação	Cafeeiro		Tipo de grãos			Peneira média	Massa de 1.000 sementes
	Planta	Rendimento %	Chato	Moca	Concha		
H7314-8-4-5	813	49	70	14	16	-	-
H7314-8-4-7	830	53	71	10	19	-	-
H7314-8-4-9	1051	49	71	22	7	15,8	-
H7314-8-4-11	1298	46	88	11	1	16,5	109
H6839-4-6-5	669	49	59	13	28	-	-
H6839-4-6-12	1300	48	84	10	6	17,0	-
H6839-5-33-6	832	57	86	6	8	16,6	121
H6839-5-33-11	1275	47	83	11	6	17,2	125
H7314-15-12-4	611	49	56	11	33	16,5	121
H8105-7-11-3	418	49	65	27	8	16,9	124
H8105-7-11-12	1223	44	65	24	11	16,7	122
H6839-5-28-7	952	49	86	10	4	16,3	119
H6839-5-29-6	681	45	85	12	3	16,9	126
H6839-5-29-7	682	50	84	12	4	16,4	111
H6839-5-34-8	893	48	70	20	10	16,5	113
H6839-5-34-12	1226	51	85	10	5	16,3	110
H6839-5-31-4	425	51	78	10	12	16,0	110
H6839-5-31-7	820	56	87	11	3	16,6	123
H6839-5-31-8	833	52	52	9	39	-	-
H6839-5-31-12	1222	46	37	9	54	16,4	-
H7314-11-24-1	218	45	54	15	31	-	-
Catuai Vermelho IAC 81 ⁽¹⁾	1271 ⁽²⁾	53	91	6	3	16,3	120

(¹) Utilizada como testemunha.

(²) A planta 1271 foi a mais produtiva da testemunha Catuai Vermelho IAC 81.

3.3 Resistência à ferrugem

A avaliação das mudas em fase de viveiro possibilitou separar os cafeeiros do grupo D (SH_2 - SH_5) e grupo E (SH_5) suscetíveis às raças I e II, respectivamente, identificando-se assim o comportamento das progênies em relação ao gene SH_3 , conforme resultados apresentados na Tabela 11. No entanto, as progênies dos cafeeiros assinalados como SH_3 (Tabela 11) não foram analisadas em viveiro, no que se refere a resistência à ferrugem.

As plantas selecionadas foram testadas em laboratório quanto à resistência as raças I, II e III (dados não apresentados) e a maior parte mostrou-se resistente, comprovando-se que as mesmas eram portadoras do gene SH_3 .

3.4 Avaliações do porte e da coloração das folhas novas em viveiro

O porte da planta é uma característica governada por um gene dominante que afeta o

comprimento dos internódios, permitindo distinguir o porte alto do baixo, ainda na fase de mudas com 3 a 4 pares de folhas. Observaram-se nas progênies das plantas selecionadas avaliadas em viveiro (Tabela 8) pequenas freqüências de plantas de porte alto (*ctct*) (2% a 5%) que, contudo, não foram significativas pelo teste de χ^2 ao nível de 1% de probabilidade. Essas plantas provavelmente se devem à eventual contaminação durante o preparo das sementes. Das quatro plantas homozigotas para porte apresentadas na tabela 8, três, homozigotas também para o gene SH_3 , foram consideradas promissoras para a derivação de progênies F₄ produtivas. Na tabela 11, destacaram-se nove plantas individuais homozigotas para porte baixo (*CtCt*) e mais produtivas que a testemunha, sendo por isso selecionadas para o avanço de geração.

A coloração das folhas novas é uma característica governada por um gene, com dois alelos e dominância incompleta (CARVALHO et al., 1991), podendo ser utilizada como descritor, com o propósito de distinguir cultivares, assim como o porte da planta (AGUIAR, 2001). No caso presente, verificou-se que a maioria das plantas selecionadas estavam em condição homozigota para a cor do broto (Tabelas 9 e 10).

Tabela 7. Rendimento, porcentagem de grãos dos tipos chato, moca e concha, peneira média e massa de 1000 sementes do tipo chato de 15 cafeeiros selecionados dentro das 25 progênes F₃ com médias de produção menores que a da testemunha Catuaí Vermelho IAC 81, do experimento EP401

Identificação	Cafeeiro		Tipo de grãos			Peneira média	Massa de 1.000 sementes
	Planta	Rendimento	Chato	Moca	Concha		
		%					g
H6839-5-37-3	313	49	68	9	23	-	-
H7314-8-2-8	895	52	57	11	32	-	-
H7314-11-22-6	686	44	84	14	2	15,8	105
H7314-11-22-7	748	53	87	12	1	16,1	117
H7314-19-9-4	433	47	58	8	34	-	-
H7314-19-9-8	966	49	74	12	14	17,1	118
H7314-1-7-3	504	47	85	14	1	15,7	107
H7314-1-7-6	695	52	75	7	18	15,8	-
H6839-4-12-4	436	54	56	8	36	-	-
H7314-8-1-1	211	48	67	8	25	16,5	121
H7314-8-1-10	1107	56	55	10	35	16,8	-
H7314-19-5-1	406	44	78	9	13	15,6	-
H7314-19-5-7	947	41	79	18	3	16,6	112
H7314-11-26-6	696	51	83	12	5	16,0	111
H7314-11-26-7	750	43	86	11	3	15,6	105
Catuaí Vermelho IAC 81 ⁽¹⁾	1271 ⁽²⁾	53	91	6	3	16,3	120

⁽¹⁾ Utilizada como testemunha

⁽²⁾ A planta 1271 foi a mais produtiva da testemunha Catuaí Vermelho IAC 81.

Tabela 8. Análise genética da característica porte da planta, na progênie de geração F₄ de quatro cafeeiros selecionados

Cova	Número de plantas					χ^2	Genótipo Provável
	Baixo	Alto	fo	fe			
682	66	1	0,98	1	0,0004	CtCt	
832	75	4	0,95	1	0,0025	CtCt	
952	60	2	0,97	1	0,0009	CtCt	
1300	59	3	0,95	1	0,0025	CtCt	

χ^2 (1 g.l.) 1% (tabela) = 6,64

Tabela 9. Análise genética da característica cor do broto, na progênie de geração F₄ de quatro cafeeiros selecionados

Cova	Número de plantas					χ^2	Genótipo Provável
	Bronze	Bronze claro	Verde	fo	fe		
682	0	2	55	0,96	1	0,0016	brbr
832	10	13	8	0,25	0,25	0,00	Brbr
952	0	2	40	0,95	1	0,0025	brbr
1300	22	5	2	0,76	1	0,0576	BrBr

χ^2 (1 g.l.) 1% (tabela) = 6,64

Tabela 10. Produção média, porte, vigor, coloração das folhas novas e maturação dos frutos de 18 cafeeiros selecionados de progênies F₃ com resistência à ferrugem no experimento EP 401 plantado em Campinas (SP)

Cafeeiro Identificação	Planta n. ^o	Produção média		Porte		Vigor (pontos)	Coloração folhas novas		Maturação
		Progênie g	Cafeeiro	Fenótipo	Genótipo		Fenótipo	Genótipo	
H7314-8-4-5	813	3820,8	5507,1	Baixo	<i>CtCt</i>	8	Verde	<i>brbr</i>	M
H7314-8-4-7	830	3820,8	5778,6	Baixo	<i>CtCt</i>	9	Verde	<i>brbr</i>	MT
H7314-8-4-9	1051	3820,8	4950,0	Baixo	<i>CtCt</i>	7	Verde	<i>brbr</i>	MT
H7314-8-4-11	1298	3820,8	4057,2	Baixo	<i>CtCt</i>	7	Verde	<i>brbr</i>	M
H6839-4-6-12	1300	3731,3	6528,6	Baixo	<i>CtCt</i>	7	Bronze	<i>BrBr</i>	M
H6839-5-33-6	832	3698,6	5092,9	Baixo	<i>CtCt</i>	9	Bronze claro	<i>Brbr</i>	MT
H6839-5-33-11	1275	3698,6	4071,4	Baixo	<i>Ct__</i>	6	Verde	<i>brbr</i>	MT
H8105-7-11-3	418	3639,3	4371,4	Baixo	<i>CtCt</i>	6	Verde	<i>brbr</i>	M
H6839-5-28-7	952	3560,0	6457,1	Baixo	<i>CtCt</i>	8	Verde	<i>brbr</i>	MT
H 6839-5-29-6	681	3533,3	5028,6	Baixo	<i>CtCt</i>	8	Verde	<i>brbr</i>	MT
H 6839-5-29-7	682	3533,3	5514,3	Baixo	<i>CtCt</i>	8	Verde	<i>brbr</i>	MT
H6839-5-31-4	425	3462,5	3878,6	Baixo	<i>Ct__</i>	8	Verde	<i>brbr</i>	M
H6839-5-31-7	820	3462,5	4014,3	Baixo	<i>Ct__</i>	6	Verde	<i>brbr</i>	M
H7314-11-22-6	686	2980,5	5828,6	Baixo	<i>Ct__</i>	6	Verde	<i>brbr</i>	M
H7314-11-22-7	748	2980,5	4828,6	Baixo	<i>Ctct</i>	6	Bronze	<i>BrBr</i>	M
H7314-1-7-3	504	2778,6	3964,3	Baixo	<i>Ctct</i>	7	Verde	<i>brbr</i>	M
H7314-11-26-6	696	2344,1	2950,0	Baixo	<i>Ct__</i>	6	Verde	<i>brbr</i>	M
H7314-11-26-7	750	2344,1	3414,3	Baixo	<i>Ct__</i>	6	Verde	<i>brbr</i>	M
Catuai Vermelho IAC 81 ⁽¹⁾	1271	3128,0	4407,1	Baixo	<i>CtCt</i>	6	Verde	<i>brbr</i>	M

(1) Utilizado como testemunha. A cova 1271 foi a mais produtiva. M=médio; MT=médio tardio.

Tabela 11. Rendimento, tipo de grãos, peneira média, massa de 1000 sementes e resistência à ferrugem de 18 cafeeiros selecionados de progênies F₃ no experimento EP401 plantado em Campinas (SP)

Cafeeiro Identificação	Rendimento		Tipo de grãos (%)			Peneira média	Massa de 1000 sementes (g)	Resistência à ferrugem	
	Planta	(%)	Chato	Moca	Concha			Tipo ⁽²⁾	Genótipo ⁽³⁾
H7314-8-4-5	813	49	70	14	16	-	-	R	<i>SH₃SH₃</i>
H7314-8-4-7	830	53	71	10	19	-	-	R	<i>SH₃SH₃</i>
H7314-8-4-9	1051	49	71	22	7	15,8	-	R	<i>SH₃SH₃</i>
H7314-8-4-11	1298	46	88	11	1	16,5	109	R	<i>SH₃_</i>
H6839-4-6-12	1300	48	84	10	6	17,0	106	R	<i>SH₃sh₃</i>
H6839-5-33-6	832	57	86	6	8	16,6	121	R	<i>SH₃SH₃</i>
H6839-5-33-11	1275	47	83	11	6	17,2	125	R	<i>SH₃SH₃</i>
H8105-7-11-3	418	49	65	27	8	16,9	124	R	<i>SH₃SH₃</i>
H6839-5-28-7	952	49	86	10	4	16,3	119	R	<i>SH₃SH₃</i>
H6839-5-29-6	681	45	85	12	3	16,9	126	R	<i>SH₃_</i>
H6839-5-29-7	682	50	84	12	4	16,4	111	R	<i>SH₃SH₃</i>
H6839-5-34-4	425	51	78	10	12	16,0	110	R	<i>SH₃SH₃</i>
H6839-5-31-7	820	56	87	10	3	16,6	123	R	<i>SH₃SH₃</i>
H7314-11-22-6	686	44	84	14	2	15,8	105	R	<i>SH₃_</i>
H7314-11-22-7	748	53	87	12	1	16,1	117	R	<i>SH₃_</i>
H7314-1-7-3	504	47	85	14	1	15,7	107	R	<i>SH₃_</i>
H7314-11-26-6	696	51	83	12	5	16,0	111	R	<i>SH₃SH₃</i>
H7314-11-26-7	750	43	86	11	3	15,6	105	R	<i>SH₃SH₃</i>
Catuai Vermelho IAC 81 ⁽¹⁾	1271	53	91	6	3	16,3	120	S	<i>SH₅SH₅</i>

⁽¹⁾ Utilizado como testemunha. A cova 1271 foi a mais produtiva.

⁽²⁾ R = Resistente à ferrugem; S = Suscetível.

⁽³⁾ *SH₃SH₃* = genótipo determinado pela análise dos descendentes em viveiro.

SH₃_ = genótipo determinado pela análise de cada cafeeiro no campo experimental.

3.5 Seleção final

Após análise detalhada das progênes mais produtivas e dos cafeeiros escolhidos, sob diversos critérios, foram selecionados 18 cafeeiros. Dessa maneira, os cafeeiros F₃ selecionados mediante os critérios de produção média anual, porte, vigor, coloração das folhas novas, maturação dos frutos, resistência ao agente da ferrugem, rendimento, tipos de grãos, peneira média e massa de 1.000 sementes (Tabelas 10 e 11) poderão ser utilizados no estabelecimento de novos experimentos, com a finalidade do prosseguimento da seleção, visando à obtenção de novas cultivares de porte baixo portando o gene *SH₃* de resistência à ferrugem.

É importante ressaltar que, em café, uma geração de seleção leva em média seis anos até permitir que a capacidade produtiva tanto da progênie como das plantas individuais seja avaliada. Além disso, geralmente, são necessárias quatro a cinco gerações para se obter material estável passando-se a seguir ao estudo de adaptação do material às diversas regiões climáticas. Assim, verifica-se que a obtenção de nova cultivar de café é um processo bastante longo e caro, recomendando-se utilizar avaliações precoces, como descrito neste trabalho, a fim de se reduzir significativamente esse tempo (FAZUOLI, 1977; 1991).

4. CONCLUSÕES

1. Identificaram-se 11 progênes F₃ com resistência à ferrugem e produção média superior à cultivar Catuaí Vermelho IAC 81, utilizada como testemunha.

2. Selecionaram-se seis cafeeiros altamente produtivos, de porte baixo (*CtCt*), resistentes à ferrugem (*SH₃SH₃*), com sementes de peneira média maior, maturação diferenciada em relação à cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 e ótimas características agrônomicas. Selecionaram-se também mais 12 cafeeiros igualmente produtivos, mas heterozigotos para porte ou resistência à ferrugem totalizando 18 cafeeiros.

3. Tanto as avaliações realizadas em laboratório com misturas de uredósporos das raças I, II e III, como as avaliações nas condições de campo foram eficientes para a determinação da resistência à ferrugem confirmando que as plantas selecionadas são portadoras do gene *SH₃*.

AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa & Desenvolvimento do Café pelo apoio financeiro ao projeto.

À FUNDAG pela concessão de bolsa ao mestrando Albano da Silva Conceição para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. T. E. **Descritores para caracterização de cultivares e linhagens de café tipo arábica**. 2001. 98 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal) – Instituto Agrônomico, Campinas.
- ANTUNES FILHO, H.; CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro VII. Ocorrência de lojas vazias em frutos do café Mundo Novo. **Bragantia**, Campinas, v. 13, p. 165-170, 1954.
- BETTENCOURT, A. J.; CARVALHO, A. Melhoramento visando à resistência do cafeeiro à ferrugem. **Bragantia**, Campinas, v. 27, p.35-67, 1968.
- BONOMO, P. **Metodologias biométricas para a seleção de progênes no melhoramento genético do cafeeiro**. 2002. 124 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CARDOSO, R. M. L. Prospecção de raças de *Hemileia vastatrix* em germoplasma de café, para seleção de cafeeiros de grupos fisiológicos com elevada resistência à ferrugem. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. **Anais...**Londrina: IAPAR, 1996, p. 305.
- CARVALHO, A.; MEDINA FILHO, H. P.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA, M. M. A. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 14, n.1, p. 135-183, 1991.
- ESKES, A. B. Ocorrência de um isolado da raça v3v5 de *Hemileia vastatrix* pouco virulento em condições de laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 8., Campos do Jordão, 1980. **Resumos...** Rio de Janeiro, IBC, 1980, p.81-82.
- ESKES, A. B. **Incomplete resistance to coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*)**. 1983. 140p. Thesis (Doutorado) – Agricultural University of Wageningen, Wageningen.
- ESKES, A.B. Resistance. In: KUSHALAPPA, A.C.; ESKES, A.B. (eds). **Coffee rust: epidemiology, resistance and management**. Boca Raton: CRC Press, 1989. p. 171-291.
- FAZUOLI, L.C. **Avaliação de progênes de café Mundo Novo (*Coffea arabica* L.)**. 1977, 146p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (USP), Piracicaba.

FAZUOLI, L.C. **Metodologia, critérios e resultados da seleção em progênes do café Icatu com resistência a *Hemileia vastatrix***. 1991, 322p. Tese (Doutorado em Ciências) - UNICAMP, Campinas.

FAZUOLI, L.C.; BRAGHINI, M. T.; CONCEIÇÃO, A. S. Levantamentos de raças de *Hemileia vastatrix*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 28., Caxambu, 2002. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 2002, p.439-440.

GONÇALVES, S. M.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S. Monitoramento de raças fisiológicas de *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. em cafeeiros (*Coffea arabica*) que receberam aplicação de fungicidas sistêmicos. In CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 28., Caxambu, 2002. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 2002, p.267-268.

RIBEIRO FILHO, G. C. Influência de alguns sistemas de proteção fitossanitária no custo de produção de café no sul de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 27., Uberaba, 2001. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 2001, p. 69-71.

SILVA, D. G. **Levantamento de raças fisiológicas de *Hemileia vastatrix* e resistência de clones de *Coffea canephora* var. *Conillon à ferrugem***. 2000, 66 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VALLEJO, L. F. G.; MUÑOZ, J. D. O. Identificación de la raza XXII (v5v6) de *Hemileia vastatrix* em Colombia. **Cenicafé** - Revista del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, v. 49, n. 4, p. 340-344, 1998.

VÁRZEA, V. M. P.; RODRIGUES JR., C. J.; SILVA, M. C.; MARQUES, D. V.; MORENO, G.; CASTILLO, J.; ALVARADO, G.; RAMACHAN-DRAN, M.; MAIDU, R.; BHAT, S. S. Pathotypes of *Hemileia vastatrix* with ability to break the resistance of improved commercial coffee varieties. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, 19., 2001, Trieste. **Proceedings...**Trieste: ASIC, p. A127.