

# RESISTÊNCIA À FERRUGEM ALARANJADA EM CULTIVARES DE CAFÉ

Gustavo Hiroshi Sera<sup>1</sup>, Tumoru Sera<sup>1</sup>, Inês Cristina de Batista Fonseca<sup>2</sup>, Dhalton Shiguer Ito<sup>3</sup>

(Recebido: 28 de abril de 2009; aceito: 23 de junho de 2009)

**RESUMO:** As cultivares de café *Coffea arabica* L. obtidas pelo Iapar eram resistentes à ferrugem *Hemileia vastatrix* quando foram registradas, mas com o surgimento de novas raças, essas cultivares apresentam, atualmente, diferentes níveis de resistência. Neste trabalho objetivou-se avaliar a resistência à ferrugem em 12 cultivares de café desenvolvidas pelo Iapar. A avaliação da resistência foi para a população local de raças de ferrugem em condições de alta intensidade da doença em campo e foi realizada em agosto de 2007 em Londrina - PR. Avaliaram-se 12 cultivares, desde IPR 97 a IPR 108. Como padrões de resistência e suscetibilidade, foram avaliados, respectivamente, 'Iapar 59' e 'Catuaí Vermelho IAC 81'. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com nove repetições e parcelas de sete plantas. Para a avaliação da resistência, foi utilizada uma escala de notas que variava de 1 a 5, baseada na severidade da ferrugem. A avaliação da produtividade foi com base na colheita realizada em junho de 2007. As cultivares Iapar 59, IPR 97, IPR 98, IPR 104 e IPR 105 apresentaram resistência completa à ferrugem; 'IPR 99', 'IPR 101', 'IPR 102' e 'IPR 107' apresentaram cerca de 75% das plantas com resistência completa, assim, provavelmente, gene(s) de resistência estão em condição heterozigótica. As cultivares IPR 103 e IPR 108 podem ter resistência incompleta. A cultivar IPR 100 apresentou suscetibilidade similar ao da cultivar Catuaí Vermelho IAC 81; a 'IPR 106' também pode ser suscetível.

Palavras-chave: *Coffea*, genes  $S_H$ , *Hemileia vastatrix*, resistência incompleta, resistência parcial.

## RESISTANCE TO LEAF RUST IN COFFEE CULTIVARS

**ABSTRACT:** All the *Coffea arabica* L. cultivars developed by the IAPAR<sup>4</sup> were resistant to rust (*Hemileia vastatrix*) when registered. However, with the appearance of new races these cultivars now present different resistance levels. The aim of this work was to assess the resistance to rust in coffee cultivars developed by the IAPAR. Resistance to the local leaf rust races was assessed in high disease intensity field conditions in August 2007. Twelve coffee cultivars, from IPR 97 to IPR 108, were evaluated. 'IAPAR 59' and 'Catuaí Vermelho IAC 81' were used as resistance and susceptibility standards, respectively. The experimental design was in randomized blocks with nine replications and plots with seven plants. A scale from 1 to 5, based on rust severity, was used to evaluate resistance. Yield evaluation was based on the harvest carried out in June 2007. The cultivars IAPAR 59, IPR 97, IPR 98, IPR 104 and IPR 105 were almost 100 % rust resistant, while IPR 99, IPR 101, IPR 102 and IPR 107 presented approximately 75% of plants with complete resistance. Thus, the resistance gene(s) is probably in heterozygous condition. The cultivars IPR 103 and IPR 108 may present incomplete resistance, while the IPR 100 presented similar susceptibility to 'Catuaí Vermelho IAC 81' and IPR 106 may also be susceptible.

Key words: *Coffea*, *Hemileia vastatrix*, incomplete resistance, partial resistance,  $S_H$  genes.<sup>5</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

A ferrugem alaranjada do cafeeiro, cujo agente etiológico é o fungo *Hemileia vastatrix* Berk. et Br., representa um dos principais problemas para a cultura do café *Coffea* spp., pois causa perdas na produtividade e qualidade.

O controle químico da ferrugem realizado corretamente é eficiente, porém, as aplicações de fungicidas demandam custos para o cafeicultor. Se a desfolha dos cafeeiros, provocada pela ferrugem, ocorrer antes da indução floral ou durante o desenvolvimento dos frutos, respectivamente, ocorrerá à redução da floração e à má formação dos

<sup>1</sup> Engenheiros Agrônomos, Doutores, Pesquisadores do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR)/Área de Melhoramento e Genética Vegetal. Rodovia Celso Garcia Cid Km 375, CEP 86047-902, Três Marcos, Caixa Postal 481, Londrina (PR) - gustavosera@iapar.br (ex-bolsista da CAPES), tsera@iapar.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora, Docente do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina. Rodovia Celso Garcia Cid, Pr 445, Km 380, Campus Universitário, Cx. Postal 6001, 86055-900, Londrina - PR - inescbf@uel.br

<sup>3</sup> Biólogo, Doutorando em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR)/Área de Melhoramento e Genética Vegetal. Rodovia Celso Garcia Cid Km 375, 86047-902, Três Marcos, Caixa Postal 481, Londrina (PR). Bolsista do CNPq. itods@uol.com.br.

grãos (GODOY et al., 1997). A ferrugem pode provocar perdas na produção que variam de 35 a 50% em média de biênio, dependendo da suscetibilidade da cultivar, umidade do ambiente, carga pendente e estado nutricional da planta (ZAMBOLIM et al., 1997).

Muitos cafeeiros apresentam resistência completa para a maioria das raças de ferrugem, como as cultivares Iapar 59, Obatã IAC 1669-20, Oeiras, Tupi IAC 1669-33 e outras, a maioria derivada dos germoplasmas Catimor e Sarchimor. Entretanto, vem ocorrendo a quebra de resistência por novas raças em cultivares, antes consideradas resistentes como as originadas do germoplasma Catimor (VÁRZEA et al., 2002). No melhoramento genético do cafeeiro, tenta-se obter cultivares com resistência durável, combinando genes maiores e menores. Os genes maiores de resistência à ferrugem conhecidos são  $S_H1$  a  $S_H9$ , contrastando com os correspondentes genes de virulência  $v1$  a  $v9$  de *H. vastatrix* (BETTENCOURT & RODRIGUES-JUNIOR, 1988; RODRIGUES-JUNIOR et al., 1975). Os genes  $S_H1$ ,  $S_H2$ ,  $S_H4$  e  $S_H5$  foram identificados em acessos de cafeeiros arábicos puros *Coffea arabica* L. originados da Etiópia. O gene  $S_H3$ , supostamente, é derivado de *Coffea liberica* W.Bull ex Hiern e  $S_H6$ ,  $S_H7$ ,  $S_H8$  e  $S_H9$  originados de *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner, um dos parentais do “Híbrido de Timor” e outros híbridos interespecíficos, como o “Icatu” (BETTENCOURT & NORONHA-WAGNER, 1971; BETTENCOURT & RODRIGUES-JUNIOR, 1988; NORONHA-WAGNER & BETTENCOURT, 1967; RODRIGUES-JUNIOR et al., 1975). A existência de outros genes em derivados de “Híbrido de Timor” e em outros híbridos interespecíficos tem sido confirmada devido à quebra de resistência por novas raças de *H. vastatrix* em alguns desses cafeeiros (VÁRZEA & MARQUES, 2005). Os fatores  $S_H$  promovem resistência completa quando estão em condição homocigótica e são específicos para raças; entretanto, quando alguns  $S_H$  são quebrados, pode ocorrer a resistência incompleta ou parcial de cafeeiros (ESKES, 1989). Além dos genes  $S_H$  conhecidos, também foi observada a resistência incompleta devido à presença de outros genes em plantas do “Icatu” e “Híbrido de Timor” (ESKES et al., 1990).

O Programa de Melhoramento Genético de Café do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) vem desenvolvendo cultivares de café adaptadas às condições ambientais do estado do Paraná, desde 1972. Ao longo desse período, obtiveram-se 13 cultivares (Iapar 59, IPR 97, IPR 98, IPR 99, IPR 100, IPR 101, IPR 102, IPR 103, IPR 104, IPR 105, IPR 106, IPR 107 e IPR 108), registradas no Ministério da Agricultura, sendo quatro delas (IAPAR 59, IPR 98, IPR 99 e IPR 103) lançadas e disponibilizadas para os cafeicultores. Esses cafeeiros foram derivados de diferentes fontes de resistência à ferrugem, como o “Icatu”, “Híbrido de Timor CIFIC 832/2” e “Catuaí  $S_H2$ ,  $S_H3$ ”. No início da seleção, quase todas as linhagens dessas cultivares eram resistentes e, ao longo dos anos, a resistência de algumas foi sendo suplantada por novas raças.

Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a resistência à ferrugem de doze novas cultivares de café desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo do Paraná.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em campo foi instalado em março de 2003 na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (23° 22' S, 51° 10' W), em Londrina, Paraná, Brasil. A altitude local é de 585 m e as médias anuais de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar são, respectivamente, 1610 mm, 20,8 °C e 71%. Neste experimento, não foi realizado controle químico para ferrugem no ano de 2007.

A avaliação da resistência foi para a população local de raças de ferrugem presentes no Iapar em condições de alta infecção em campo e foi realizada em agosto de 2007 (54 meses após o plantio).

As cultivares avaliadas foram: IPR 97, IPR 98, IPR 99, IPR 100, IPR 101, IPR 102, IPR 103, IPR 104, IPR 105, IPR 106, IPR 107 e IPR 108. As cultivares Iapar 59 e Catuaí Vermelho IAC 81 foram utilizadas como padrões de resistência e suscetibilidade, respectivamente. Todas as cultivares utilizadas no experimento foram provenientes de sementes derivadas da autofecundação natural. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com nove repetições e parcelas de sete plantas.

Para avaliar a severidade da ferrugem, foi utilizada uma escala de notas variando de 1 a 5

(Tabela 1). As notas foram atribuídas para plantas individuais. A avaliação foi desde o terço inferior até o terço superior do cafeeiro. Plantas com notas 1 e 2 foram consideradas com resistência completa. Plantas com esporulação da ferrugem foram aquelas com notas 3, 4 e 5, sendo as com notas maiores aquelas com maior número de lesões com esporos.

A avaliação da produtividade foi com base na colheita manual realizada em junho de 2007. Os dados da produção coletados foram por parcela e convertidos em sacas beneficiadas de 60 kg/ hectare, com base no espaçamento utilizado.

Para a variável severidade da ferrugem, foi usada a transformação log x. Foi utilizado o programa estatístico Genes (CRUZ, 2001) para análise de variância da severidade da ferrugem e produção. O teste de agrupamento de médias de Scott-Knott foi utilizado a 1% de significância, para as variáveis severidade da ferrugem e produção.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o caráter severidade da ferrugem, ocorreu a formação de quatro grupos pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott e, para o caráter produção, somente dois grupos.

A cultivar IPR 100 apresentou severidade da ferrugem (SF) significativamente igual ao do padrão suscetível ‘Catuaí Vermelho IAC 81’ (Tabela 2). ‘IPR 100’ é resistente à raça II (gene v5) de *H. vastatrix*, ao passo que cultivares do germoplasma Catuaí, portadores somente do  $S_{H5}$ , são suscetíveis (CAPUCHO et al., 2007). Assim, algum gene de resistência do ‘IPR 100’, diferente do  $S_{H5}$  da ‘Catuaí Vermelho IAC 81’, foi completamente suplantado (sem resistência incompleta) por alguma raça, diferente da II.

As cultivares IPR 106, IPR 103 e IPR 108 apresentaram médias de SF significativamente inferiores ao do padrão suscetível (Tabela 2). À maioria das plantas das cultivares IPR 103 (69,85 %) e IPR 108 (67,74 %) atribuiu-se nota três (poucas lesões com esporulação), o que significa que ocorreu a resistência incompleta nessas duas cultivares (Tabela 3).

Essa resistência encontrada em ‘IPR 103’ (‘Catuaí’ x ‘Icatu’), provavelmente, é proveniente do ‘Icatu’, pois diferentes níveis de resistência incompleta têm sido frequentemente detectados em plantas do germoplasma Icatu (ESKES et al., 1990; ESKES & CARVALHO, 1983; ESKES & COSTA, 1983; MONACO & CARVALHO, 1975).

A resistência incompleta pode ocorrer devido ao não “anulamento” completo dos genes  $S_{H}$  por *H. vastatrix*, e não devido a genes menores (VÁRZEA et al., 2002). Genes menores, controlando características quantitativas, podem ser genes maiores que foram quebrados por algum patógeno (NELSON, 1978). Em ‘IPR 108’ [‘Iapar 59’ x (‘Catuaí’ x ‘Icatu’)], pode ter ocorrido resistência incompleta dos genes provenientes da ‘Iapar 59’ ou do “Híbrido de Timor CIFC 832-2” suplantados pela população local de raças. Plantas do “Híbrido de Timor” possuem pelo menos os genes maiores  $S_{H5}$  a  $S_{H9}$  (BETTENCOURT et al., 1992). Além desses já identificados, é provável que outros genes estejam presentes nesses genótipos (VÁRZEA & MARQUES, 2005). A resistência completa do ‘IPR 108’ foi quebrada, pois ela, provavelmente, não possui um ou mais  $S_{H}$  do ‘Iapar 59’. Também é possível que a resistência incompleta da ‘IPR 108’ pode ter ocorrido devido à ação de genes menores provenientes do “Icatu”.

**Tabela 1** – Escala de notas usada na avaliação da resistência à população local de raças de ferrugem no Iapar (Londrina, PR, Brasil).

Notas	Descrição
1	Plantas sem lesões cloróticas nas folhas.
2	Plantas com lesões cloróticas nas folhas, sem esporulação.
3	Número de lesões com esporos por folha entre 1 e 10 e frequência de folhas com esporulação entre 1% a 10%.
4	Número de lesões com esporos por folha entre 11 e 20 e frequência de folhas com esporulação entre 11% a 35%.
5	Mais de 20 lesões com esporos por folha e mais de 35% das folhas com esporulação.

**Tabela 2** – Notas médias de severidade da ferrugem e produção (sacas beneficiadas de 60 kg/ hectare) em cultivares de café avaliadas no campo para a população local de raças de ferrugem presentes no Iapar.

Cultivar (Descrição) <sup>(1)</sup>	Ferrugem <sup>(2)</sup>	Produção <sup>(2)</sup>
Catuaí Vermelho IAC 81 ('Caturra' x 'Mundo Novo')	4,233 a	39,36 a
IPR 100 ("Catuaí S <sub>H2</sub> , S <sub>H3</sub> ")	3,677 a	37,62 a
IPR 106 ("Icatu")	3,413 b	20,09 b
IPR 103 ('Catuaí' x 'Icatu')	3,096 b	40,66 a
IPR 108 ('IAPAR 59' x "Catucaí")	3,037 b	33,80 a
IPR 102 ('Catuaí' x 'Icatu')	2,032 c	45,58 a
IPR 107 ('Iapar 59' x 'Mundo Novo IAC 376-4')	1,810 c	34,55 a
IPR 99 (V. Sarchi x H. Timor)	1,778 c	27,40 b
IPR 101 ("Catuaí S <sub>H2</sub> , S <sub>H3</sub> ")	1,540 c	27,45 b
IPR 97 (V. Sarchi x H. Timor)	1,318 d	21,81 b
IPR 104 (V. Sarchi x H. Timor)	1,079 d	26,33 b
IPR 98 (V. Sarchi x H. Timor)	1,037 d	21,15 b
IPR 105 ("Catuaí S <sub>H2</sub> , S <sub>H3</sub> ")	1,016 d	27,78 b
Iapar 59 (V. Sarchi x H. Timor)	1,016 d	30,35 b
Coefficientes de variação (%)	34,91	32,83

<sup>(1)</sup> V. Sarchi = 'Villa Sarchi CIFC 971/10'; H. Timor = "Híbrido de Timor CIFC 832/2".

<sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1%. Para a variável severidade da ferrugem, os dados foram transformados em log x.

A ocorrência de plantas com nota 4 (Tabela 3) nas cultivares IPR 103 e IPR 108 pode ser devida à alta pressão de inóculo ou alta produção em algumas plantas dessas cultivares. Por outro lado, pode ter ocorrido falta de inóculo ou baixa produção em algumas plantas com resistência completa (notas 1 e 2) nas cultivares IPR 100, IPR 103, IPR 106 e IPR 108 (Tabela 3). Nos anos de baixa produção, a severidade de *H. vastatrix* diminuiu em cafeeiros com resistência incompleta (COSTA et al., 2007; ESKES, 1983). Cafeeiros arábicos como "Rume Sudan" e "Tafarikella", com baixa produtividade, e classificadas no CIFC como plantas do grupo suscetível E, vêm apresentando um alto nível de resistência incompleta em campo por muitos anos (VÁRZEA et al., 2002). As cultivares IPR 103 e IPR 108 apresentaram um bom nível de resistência incompleta, pois mesmo com produtividade alta, significativamente superior ao do padrão resistente 'Iapar 59', apresentaram nota média de SF significativamente inferior ao padrão suscetível (Tabela 2). 'IPR 106' ('Icatu') foi

agrupada no mesmo grupo de SF das cultivares IPR 103 e IPR 108; entretanto, foi atribuída nota quatro para a maioria das plantas, do mesmo modo que foi observado para as cultivares Catuaí Vermelho IAC 81 e IPR 100 (Tabela 3) e, além disso, apresentou baixa produtividade (Tabela 2). Se a produção fosse maior, é provável que mais plantas com notas quatro e cinco poderiam ser observadas em 'IPR 106'. Portanto, provavelmente, a cultivar IPR 106 poderia ser classificada como suscetível, do mesmo modo que o padrão suscetível 'Catuaí Vermelho IAC 81' e 'IPR 100'.

As cultivares IPR 99, IPR 101, IPR 102 e IPR 107 apresentaram médias de SF significativamente inferior ao das cultivares IPR 106, IPR 103 e IPR 108 (Tabela 2). Foram observadas cerca de 75% das plantas com resistência completa (Tabela 3) nas cultivares IPR 99, IPR 101, IPR 102 e IPR 107; portanto, é provável que o(s) gene(s) de resistência esteja(m) em condição heterozigótica. 'IPR 99' é proveniente do mesmo cruzamento que originou a

'Iapar 59', a qual possui pelo menos quatro genes  $S_H$  ( $S_H6$ ,  $S_H7$ ,  $S_H8$ ,  $S_H9$ ) do "Híbrido de Timor CIFIC 832-2" (CARDOSO et al., 1996) e vem apresentando resistência completa durável por mais de 30 anos. Além disso, 'Iapar 59' é um dos parentais da 'IPR 107'. Assim, tanto 'IPR 99' quanto 'IPR 107' poderiam apresentar os mesmos genes  $S_H$  da 'Iapar 59'; entretanto, devem estar com esses genes em condição heterozigótica. Uma outra hipótese é que 'IPR 99' e 'IPR 107' apresentem menos genes de resistência do que a 'Iapar 59' e esses estão em condição heterozigótica. Nas várias gerações de autofecundação para a obtenção das cultivares IPR 99 e IPR 107, ocorreram segregações para os genes  $S_H$  e, assim, a probabilidade de identificar plantas com mais de quatro  $S_H$  da 'Iapar 59' é reduzida. É possível identificar progênies com a mesma quantidade de genes da 'Iapar 59', desde que seja realizada uma seleção adequada de progênies com alta frequência de plantas resistentes. Sera et al. (2007b) identificaram progênies da cultivar IPR 107 com frequências de plantas com resistência completa próximas ao da cultivar Iapar 59.

Na 'IPR 102', a frequência de plantas com resistência completa próxima de 75% poderia ser explicada pela existência de gene(s) de resistência, em condição heterozigótica, proveniente(s) do "Icatu". Estudos desenvolvidos no CIFIC com plantas do "Icatu" detectaram cafeeiros do grupo fisiológico A, resistente a todas as raças conhecidas (BETTENCOURT & CARVALHO, 1968; MARQUES & BETTENCOURT, 1979). A resistência completa observada em 'IPR 102' também pode ter ocorrido devido a um ou poucos genes menores parcialmente dominantes provenientes do "Icatu". Esses fatores genéticos, quando em condição homozigótica ou associados, conferem uma resistência quase completa (ESKES et al., 1990).

Como 'IPR 101' é do germoplasma Catuaí  $S_H2$ ,  $S_H3$ , é provável que somente o  $S_H3$  esteja em heterozigose, pois esse gene vem promovendo resistência completa no Iapar. Sera et al. (2007a) relataram que as raças de ferrugem presentes no Iapar infectaram cafeeiros com o  $S_H2$  e não infectaram cafeeiros com o  $S_H3$ .

**Tabela 3** – Frequência de plantas (%) segundo a escala de notas (1 a 5) de severidade da ferrugem (SF) em cultivares de café (*Coffea arabica* L.) avaliadas no campo para a população local de raças presentes no Iapar.

Cultivar <sup>(1)</sup>	Frequência de plantas (%) segundo a SF <sup>(2)</sup>				
	1	2	3	4	5
Catuaí Vermelho IAC 81 <sup>(3)</sup>	---	---	---	79,66	20,34
IPR 100	---	4,84	27,42	62,90	4,84
IPR 106	6,35	1,59	36,51	55,55	---
IPR 103	4,76	3,17	69,85	22,22	---
IPR 108	3,23	9,68	67,74	19,35	---
IPR 102	50,79	15,87	19,05	7,94	6,35
IPR 107	52,38	19,05	23,81	4,76	---
IPR 99	58,73	12,70	20,63	7,94	---
IPR 101	76,19	4,76	9,52	7,94	1,59
IPR 97	82,25	9,68	3,23	3,23	1,61
IPR 104	93,65	4,76	1,59	---	---
IPR 98	96,61	3,39	---	---	---
IPR 105	98,41	1,59	---	---	---
Iapar 59	98,41	1,59	---	---	---

<sup>(1)</sup> Tratamentos ordenados decrescentemente com base na nota média de severidade da ferrugem. <sup>(2)</sup> Três traços (—) indicam ausência de plantas com a respectiva nota de severidade da ferrugem. <sup>(3)</sup> padrão suscetível.

Se realizada a seleção de plantas com notas 1 ou 2 nas cultivares IPR 99, IPR 101, IPR 102 e IPR 107 e suas progênes apresentarem cerca de 100% de cafeeiros com resistência completa, provavelmente o grau de resistência será semelhante ao das cultivares Iapar 59, IPR 97, IPR 98, IPR 104 e IPR 105.

Somente as cultivares IPR 97, IPR 98, IPR 104 e IPR 105 apresentaram resistência completa, pois a SF média foi significativamente igual ao da 'Iapar 59' (Tabela 2) e as frequências de plantas com resistência completa variaram de 91 a 100% (Tabela 3). O padrão resistente Iapar 59 e as cultivares IPR 98 e IPR 105 apresentaram 100 % das plantas com resistência completa. É possível que as cultivares IPR 97, IPR 98 e IPR 104 apresentem os mesmos genes de resistência da 'Iapar 59', pois todas são derivadas da mesma progênie F<sub>3</sub> do cruzamento 'Villa Sarchi CIFIC 971/10' x "Híbrido de Timor CIFIC 832/2". A frequência de plantas com esporulação de 8,07% e 1,59%, respectivamente, para IPR 97 e IPR 104 poderia ser explicada, provavelmente, pelo fato de que algumas plantas dessas cultivares não sejam do grupo fisiológico A (resistente a todas as raças). Isso também é observado na 'Iapar 59', a qual possui cerca de 94% de plantas do grupo A e 6 % em outros grupos conforme Cardoso et al. (1996).

A 'IPR 105' é derivada do "Catuaí S<sub>H</sub>2, S<sub>H</sub>3" e, provavelmente, a resistência completa foi promovida pelo gene S<sub>H</sub>3, pois, no Iapar, foram observados cafeeiros portadores do S<sub>H</sub>3 como sendo resistentes e os portadores do S<sub>H</sub>2 como sendo suscetíveis (SERA et al., 2007a). Progênes de café F<sub>3</sub> derivadas do cruzamento entre plantas do "Catuaí" e genótipos portadores do S<sub>H</sub>3 vêm apresentando resistência à ferrugem (CONCEIÇÃO et al., 2005).

O S<sub>H</sub>3 e certos genes de *C. canephora*, como os dos germoplasmas Híbrido de Timor e Icatu, podem ser mais eficientes para promover resistência durável, especialmente quando usados em combinação (BERGAMIN-FILHO, 1976; ESKES, 1989; RAMACHANDRAN & SRINIVASAN, 1979; SRINIVASAN & NARASIMHASWAMY, 1975). Cruzamentos da 'IPR 105' com derivados do "Híbrido de Timor", como 'Iapar 59', 'IPR 97', 'IPR 98' e 'IPR 104' e com derivados do "Icatu", como 'IPR 102' e 'IPR 103', podem promover resistência durável devido à combinação de vários genes maiores e menores de resistência completa ou incompleta.

Como a avaliação da resistência à ferrugem e da produção foram realizadas somente em um ano, é provável que mais avaliações sejam necessárias para confirmar os resultados preliminares deste trabalho. As cultivares avaliadas neste trabalho deveriam ser enviadas ao Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFIC), em Portugal, para serem inoculadas com as raças de ferrugem portadoras dos genes de virulência v1 até v9 e, assim, determinar com precisão quais genes S<sub>H</sub> essas cultivares possuem.

#### 4 CONCLUSÕES

As cultivares Iapar 59, IPR 97, IPR 98, IPR 104 e IPR 105 apresentaram resistência completa à população local de raças de ferrugem presentes no Iapar.

As cultivares IPR 99, IPR 101, IPR 102 e IPR 107 apresentaram cerca de 75% das plantas com resistência completa e, provavelmente o(s) gene(s) de resistência estão em condição heterozigótica.

A cultivar IPR 100 apresentou suscetibilidade similar ao da cultivar Catuaí Vermelho IAC 81. A cultivar IPR 106 provavelmente é tão suscetível à ferrugem quanto 'IPR 100' e 'Catuaí Vermelho IAC 81'.

As cultivares IPR 103 e IPR 108 podem ter resistência incompleta à ferrugem.

#### 5 AGRADECIMENTOS

O Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) e o Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D Café)/ Embrapa Café por apoiarem financeiramente este trabalho e ao CNPq, Capes e Universidade Estadual de Londrina, pelas bolsas de doutorado concedidas.

#### 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGAMIN-FILHO, A. Possibilidades do emprego da resistência vertical no melhoramento do cafeeiro contra *Hemileia vastatrix*. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 2, n. 2, p. 103-108, 1976.
- BETTENCOURT, A. J.; CARVALHO, A. Melhoramento visando a resistência do cafeeiro à ferrugem. **Bragantia**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 35-68, 1968.
- BETTENCOURT, A. J.; LOPES, J.; PALMA, S. Factores genéticos que condicionam a resistência às raças de *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. dos clones-tipo dos grupos 1, 2 e 3 de derivados de Híbrido de Timor. **Brotéria Genética**, v. 13, n. 80, p. 185-194, 1992.

- BETTENCOURT, A. J.; NORONHA-WAGNER, M. Genetic factors conditioning resistance of *Coffea arabica* L. to *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. **Agronomia Lusitana**, v. 31, n. 4, p. 285-292, 1971.
- BETTENCOURT, A. J.; RODRIGUES-JUNIOR, C. J. Principles and practice of coffee breeding for resistance to rust and other diseases. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Eds.). **Coffee**. London: Elsevier Applied Science, 1988. v. 4, p. 199-234.
- CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; CAIXETA, E. T.; FRANCHINI, E. de A.; PEREIRA, A. A. Avaliação da resistência de cultivares de café à raça II de *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2007. CD-ROM.
- CARDOSO, R. M. L.; RODRIGUES-JUNIOR, C. J.; SERA, T. Análise da resistência à ferrugem do cafeeiro causada por *Hemileia vastatrix* em linhagens IAPAR 75163 e na cultivar IAPAR 59. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. **Anais**. Londrina: IAPAR, 1996. p. 306.
- CONCEIÇÃO, A. S. da; FAZUOLI, L. C.; BRAGHINI, M. T. Avaliação e seleção de progênies F3 de cafeeiros de porte baixo com o gene *SH3* de resistência a *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 547-559, 2005.
- COSTA, M. J. N.; ZAMBOLIM, L.; CAIXETA, E. T.; PEREIRA, A. A. Resistência de progênies de café Catimor à ferrugem. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 121-130, 2007.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.
- ESKES, A. B. **Incomplete resistance to coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*)**. 1983. 140 f. Tese (Doutorado) - Agricultural University of Wageningen, The Netherlands, 1983.
- ESKES, A. B. Resistance. In: KUSHALAPPA, A. C.; ESKES, A. B. (Eds.). **Coffee rust: epidemiology, resistance and management**. Boca Raton: CRC, 1989. p. 171-292.
- ESKES, A. B.; CARVALHO, A. Variation for incomplete resistance to *Hemileia vastatrix* in *Coffea arabica*. **Euphytica**, Wageningen, v. 32, n. 2, p. 625-637, 1983.
- ESKES, A. B.; COSTA, W. M. Characterization of incomplete resistance to *Hemileia vastatrix* in the Icatu coffee population. **Euphytica**, Wageningen, v. 32, n. 2, p. 649-657, 1983.
- ESKES, A. B.; HOOGSTRATEN, J. G. J.; TOMA-BRAGHINI, M.; CARVALHO, A. Race-specificity and inheritance of incomplete resistance coffee leaf rust in some Icatu coffee progenies and derivatives of Híbrido de Timor. **Euphytica**, Wageningen, v. 47, n. 1, p. 11-19, 1990.
- GODOY, C. V.; BERGAMIM FILHO, A.; SALGADO, C. L. Doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. M. (Eds.). **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v., 2, p. 184-200.
- MARQUES, D. V.; BETTENCOURT, A. J. Resistência a *Hemileia vastatrix* numa população de Icatu. **Garcia de Orta, Série Est. Agron**, v. 6, n. 1/2, p. 19-24, 1979.
- MONACO, L. C.; CARVALHO, A. Resistência a *Hemileia vastatrix* no melhoramento do cafeeiro. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 27, n. 10, p. 1070-1081, 1975.
- NELSON, R. R. Genetics of horizontal resistance to plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, v. 16, p. 359-378, 1978.
- NORONHA-WAGNER, M.; BETTENCOURT, A. J. Genetic study of resistance of *Coffea* sp. to leaf rust: I., identification and behaviour of four factors conditioning disease reaction in *Coffea arabica* to twelve physiologic races of *Hemileia vastatrix*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 45, n. 11, p. 2021-2031, 1967.
- RAMACHANDRAN, M.; SRINIVASAN, C. S. Four generations of selection for resistance to race I of leaf rust in arabica cv. S.288 x 'Kents'. **Indian Coffee**, New Delhi, v. 43, n. 6, p. 159-161, 1979.
- RODRIGUES-JUNIOR, C. J.; BETTENCOURT, A. J.; RIJO, L. Races of the pathogen and resistance to coffee rust. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 13, p. 49-70, 1975.

SERA, G. H.; SERA, T.; ITO, D. S.; AZEVEDO, J. A. de; MATA, J. S. da; DOI, D. S.; RIBEIRO-FILHO, C. Resistance to leaf rust in coffee carrying  $S_H3$  gene and others  $S_H$  genes. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, São Paulo, v. 50, n. 5, p. 753-757, 2007a.

SERA, G. H.; SERA, T.; ITO, D. S.; KANAYAMA, F. S.; MATA, J. S. da; ALEGRE, C. R.; BARRETO, P. C.; RIBEIRO-FILHO, C.; AZEVEDO, J. A. de. Seleção para a resistência durável à ferrugem em progênies da cultivar de café IPR 107. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 33., 2007, Lavras. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/ PROCAFÉ, 2007b. p. 263-264.

SRINIVASAN, K. H.; NARASIMHASWAMY, R. L. A review of coffee breeding work done at the Government coffee experiment station, Balehonnur. **Indian Coffee**, New Delhi, v. 34, p. 311-321, 1975.

VARZEA, V. M. P.; MARQUES, D. V. Population variability of *Hemileia vastatrix* vs. coffee durable resistance. In: ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; VÁRZEA, V. M. P. (Eds.). **Durable resistance to coffee leaf rust**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p. 53-74.

VARZEA, V. M. P.; RODRIGUES-JUNIOR, C. J.; SILVA, M. C. M. L.; GOUVEIA, M.; MARQUES, D. V.; GUERRA-GUIMARÃES, L.; RIBEIRO, A. Resistência do cafeeiro a *Hemileia vastatrix*. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O Estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 297-320.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. M. Café (*Coffea arabica* L.): controle de doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. (Eds.). **Controle de doenças de plantas**. Viçosa, MG: UFV; Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. v. 1, p. 83-180.