

## COMPORTAMENTO DE CAFEIROS PORTADORES DE RESISTÊNCIA À FERRUGEM EM VIÇOSA, MINAS GERAIS<sup>1</sup>

Vitor Santos Bonomo<sup>2</sup>; Felipe Lopes da Silva<sup>3</sup>; Antonio Carlos Baião de Oliveira<sup>4</sup>; Antonio Alves Pereira<sup>5</sup>; Ney Sussumu Sakiyama<sup>6</sup>; Fernanda Cupertino Rodrigues<sup>7</sup>; Juliana Costa de Rezende<sup>8</sup>; César Elias Botelho<sup>9</sup>; Gladyston Rodrigues Carvalho<sup>10</sup>

<sup>1</sup> Apoio financeiro: Consórcio Pesquisa Café; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

<sup>2</sup> Estudante Agronomia, UFV, Bolsista PIBIC FAPEMIG/ EPAMIG, Viçosa - MG, vitubonomo@hotmail.com

<sup>3</sup> Pesquisador, D.Sc., Epamig/Urezm, Bolsista FAPEMIG, Viçosa - MG, felipe@epamig.ufv.br

<sup>4</sup> Pesquisador, D.Sc., Embrapa Café, Viçosa-MG, antonio.baiao@embrapa.br

<sup>5</sup> Pesquisador, D.Sc., Epamig/Urezm, Bolsista Produtividade em Pesquisa CNPq, Viçosa-MG, pereira@epamig.ufv.br

<sup>6</sup> Professor, D.Sc., UFV, Bolsista Produtividade em Pesquisa CNPq, Viçosa-MG, sakiyama@ufv.br

<sup>7</sup> Bolsista BIC Júnior FAPEMIG/ Epamig/Urezm, Viçosa-MG, nanda\_cupertino\_rodrigues@hotmail.com

<sup>8</sup> Pesquisadora, D.Sc., Epamig/Uresm, Bolsista FAPEMIG, Lavras - MG, julianacosta@epamig.br

<sup>9</sup> Pesquisador, D.Sc., Epamig/Uresm, Bolsista FAPEMIG, Lavras - MG, cesarbotelho@epamig.br

<sup>10</sup> Pesquisador, D.Sc., Epamig/Uresm, Bolsista FAPEMIG, Lavras - MG, carvalho@epamig.ufla.br

**RESUMO:** Características agronômicas de 29 genótipos de café arábica resistentes a ferrugem e três susceptíveis, num total de 32 genótipos, foram avaliados, em Viçosa, Minas Gerais. As características avaliadas foram: produção, vigor vegetativo, altura da planta, diâmetro de copa e incidência de ferrugem. Os genótipos Tupi Amarelo IAC 5162, IPR103, Obatã IAC 1669-20, IPR99 e Oeiras MG 6851 apresentaram maiores produções. Catiguá MG2, Sacramento MG1, H419-10-6-2-12-1, IPR103 e Pau Brasil MG1 apresentaram maior vigor vegetativo. Obatã amarelo 4932 e Tupi IAC 1669-33 apresentaram menor altura de plantas. Obatã Amarelo 4932, H419-10-6-2-10-1, IPR98 e IPR104 apresentaram menores diâmetros de copa. Os genótipos IAPAR 59, Palma II, Acauã, H419-10-6-2-12-1, Tupi RN IAC 1669-13, Tupi IAC 1669-33 e Catiguá MG2 apresentaram maior resistência à ferrugem.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*, melhoramento do cafeeiro, resistência genética.

## PERFORMANCE OF LEAF RUST RESISTANT COFFEE TREES IN VICOSA, MINAS GERAS

**ABSTRACT:** Agronomic traits of 29 arabica coffee genotypes resistant to leaf rust and three susceptible ones, in a total of 32 genotypes, were evaluated in Vicosa, Minas Gerais. The following traits were evaluated: yield, vegetative vigor, plant height, branch diameter, crown diameter, and leaf rust incidence. The genotypes Tupi Amarelo IAC 5162, IPR103, Obatã IAC 1669-20, IPR99, and Oeiras MG 6851 showed the highest productions. Catiguá MG2, Sacramento MG1, H419-10-6-2-12-1, IPR103, and Pau-Brasil MG1 showed the highest vegetative vigor. Obatã amarelo 4932 and Tupi IAC 1669-33 showed the smallest plant height. Obatã Amarelo 4932, H419-10-6-2-10-1, IPR98, and IPR104 showed the smallest crown diameter. Os genótipos IAPAR 59, Palma II, Acauã, H419-10-6-2-12-1, Tupi RN IAC 1669-13, Tupi IAC 1669-33, and Catiguá MG2 showed the highest leaf rust resistance.

**Key words:** *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*, coffee breeding, genetic resistance.

## INTRODUÇÃO

As cultivares de café arábica tradicionalmente cultivadas no Brasil são altamente produtivas, apesar da maioria delas não apresentarem resistência genética à ferrugem alaranjada, a principal doença do cafeeiro. A ferrugem alaranjada do cafeeiro, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. et Br., ocasiona consideráveis perdas na produção de café, que pode variar de 2% a 50% (Fazuoli et al., 2007), dependendo das condições climáticas, do sistema de cultivo, da cultivar plantada e do manejo da lavoura. Acredita-se que as perdas na produção brasileira de café, ocasionadas pela ferrugem, seja da ordem de 5 milhões de sacas, que nos preços atuais equivale a um prejuízo aproximado de 2,5 bilhões de reais para os cafeicultores brasileiros.

Os primeiros sintomas da doença são manchas cloróticas com diâmetro de 1 a 3 mm, posteriormente formam-se pequenas manchas circulares de coloração amarelo-alaranjada, na face inferior da folha, com diâmetro que pode chegar a mais de 1 cm. Sobre a mancha forma-se uma massa pulverulenta de uredósporos. Na face superior da folha, nas áreas correspondente à massa de uredósporos da face inferior verificam-se manchas cloróticas (Carvalho et al., 2010).

Entre as várias medidas de controle da ferrugem, a utilização de cultivares resistentes é a mais fácil e econômica de ser implementada, visando minimizar os prejuízos causados pela doença. Essa tecnologia possibilita ao produtor minimizar a utilização de produtos fitossanitários na lavoura cafeeira, contribuindo para o desenvolvimento de

uma cafeicultura sustentável e competitiva no estado de Minas Gerais.

Os fungos biotróficos, causadores das ferrugens, normalmente apresentam grande variabilidade genética. No caso da ferrugem alaranjada do cafeeiro, seu agente causal apresenta considerável especialização fisiológica. Atualmente, já são mais de 45 raças fisiológicas identificadas. O potencial de surgimento de novas raças é um problema difícil e iminente, que os melhoristas precisam antever e enfrentar constantemente no melhoramento visando resistência às doenças. Este fato está relacionado com a pressão de seleção exercida pelos genes de resistência do hospedeiro sobre aqueles de virulência do patógeno. Portanto, nos programas de melhoramento do cafeeiro visando resistência a ferrugem os melhoristas têm que trabalhar simultaneamente com as características genéticas do cafeeiro e com as do fungo *Hemileia vastatrix*.

Atualmente os programas de melhoramento têm concentrado grandes esforços na obtenção de cultivares portadoras de fatores de resistência à ferrugem, como é o caso do Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais em parceria com a Universidade Federal de Viçosa.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho produtivo e de outras características agrônômicas de cafeeiros portadores de fatores de resistência à ferrugem em Viçosa, Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi plantado em março de 2005, na área experimental do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa. Os tratamentos foram constituídos de vinte e nove genótipos portadores de fatores de resistência à ferrugem e três susceptíveis à mesma. O delineamento experimental foi o de blocos com tratamentos casualizados e quatro repetições, com parcelas constituídas de seis plantas, implantadas no espaçamento de 3,0 x 1,0 m.

As características foram avaliadas por ocasião da colheita de 2010, sendo elas: Produção - medida em litros de “café da roça” por parcela, que *a posteriori* foi transformada em sacas de café beneficiado por hectare, considerando 480 litros de “café da roça” para uma saca de café beneficiado; Vigor vegetativo - avaliado pelo aspecto geral da planta, observando-se o enfolhamento, a ramificação secundária dos ramos plagiotrópicos, o estado nutricional e a sanidade dos cafeeiros, adotando-se notas de 1 (planta totalmente depauperada) a 10 (planta altamente vigorosa), esta característica foi avaliada antes da colheita; Altura da planta - determinada em centímetros (cm), pela medida da haste principal (ramo ortotrópico) do nível do solo até o último ponto apical do cafeeiro; Diâmetro de copa das plantas - medido em centímetros, mediu-se a largura da copa a aproximadamente 1 m do solo ou na maior projeção da saia; e, Incidência de ferrugem - a reação à ferrugem foi realizada nos meses de pico da doença no campo (entre março e julho), em plantas individuais, conforme critérios de avaliação preconizados por Fazuoli (1991), descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** Notas e tipo de reação de cafeeiros à ferrugem em avaliações de campo

Nota	Tipo de Reação	Características
0	Imune	Imune, sem qualquer sinal de infecção (sem reação de resistência visível).
1	Resistente	Flecks (reação de hipersensibilidade) visíveis macroscopicamente; lesões cloróticas; pequenas tumefações. Não ocorre esporulação.
2	Moderadamente Resistente	Flecks; lesões cloróticas geralmente esporulando na borda; pequenas tumefações. Início da esporulação (lesões pequenas pouca esporulação).
3	Moderadamente Suscetível	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). Ocorre portanto mistura de lesões. Ocorre média esporulação.
4	Suscetível	Lesões com esporulação intensa e presença de muitas pústulas grandes.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional em genética e estatística Selegen-Reml/Blup (Resende 2002a).

As equações de modelo misto (Resende 2002b) foram utilizadas para calcular os efeitos genotípicos de cada genótipo, utilizando para isto o modelo estatístico 18 do Selegen-Reml/Blup (Resende, 2007).

O modelo estatístico 18 é denotado por  $y = Xr + Zg + Wp + e$ , em que  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios),  $p$  é o vetor dos efeitos de parcela,  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Os componentes de variância foram obtidos pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita – REML e utilizados para computar as estimativas de herdabilidade ao nível de médias de genótipos, bem como para predição BLUP.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentadas as estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos das características avaliadas. Os valores dos coeficientes de variação residual (CVe) apresentados para as características produção e reação à ferrugem foram de altas magnitudes. Já para as demais características, o valor de CVe foi de baixa magnitude, sugerindo alta precisão experimental.

Os valores de CVe são relativamente empíricos na medida em que não informam sobre a acurácia seletiva da avaliação e, conseqüentemente, não consideram o nível de variação genotípica e o número de repetições, mostrando ser um parâmetro inadequado para avaliar a qualidade de experimentos (Resende e Duarte, 2007).

Resende (2002b) relata que um parâmetro adequado para avaliar a qualidade dos experimentos pode ser sumarizado em termos de uma única estatística, a qual contempla, simultaneamente, o coeficiente de variação experimental, o número de repetições e o coeficiente de variação genotípica. Este mesmo autor descreve que o valor F (de Snedecor), que é o valor da razão das variâncias para os efeitos de tratamentos (genótipos) e residual, associada à análise de variância, contempla os três parâmetros mencionados, estando diretamente associado à acurácia seletiva. A acurácia seletiva refere-se à correlação entre o valor genotípico verdadeiro do tratamento genético e aquele estimado ou predito a partir das informações dos experimentos, sendo importante parâmetro para a prática da seleção genotípica.

**Tabela 2** Estimativa dos componentes de variância e parâmetros genéticos, para as variáveis avaliadas em 32 genótipos de café. Viçosa, 2010.

Parâmetros <sup>1</sup>	Produção	Vigor	Altura	Diâmetro	Ferrugem
$\sigma_g^2$	33.916	0.458	115.599	39.274	1.204
$\sigma_e^2$	766.503	0.666	157.184	177.974	0.549
$\sigma_f^2$	843.862	1.442	310.305	291.403	1.799
$h_m^2$	0.442	0.810	0.879	0.602	0.972
Ac	0.665	0.900	0.937	0.776	0.986
CVgi%	26.311	11.898	9.679	6.080	175.447
CVe%	59.111	11.515	7.186	9.885	59.263
$\mu$	22.135	5.687	111.080	103.077	0.625

<sup>1</sup> Variância genotípica ( $\sigma_g^2$ ); variância residual ( $\sigma_e^2$ ); variância fenotípica individual ( $\sigma_f^2$ ); herdabilidade da média de genótipo ( $h_m^2$ ); acurácia da seleção de genótipos (Ac); coeficiente de variação genotípica (CVgi%); coeficiente de variação residual (CVe%) e média geral do ensaio ( $\mu$ ).

Considerando os valores de acurácia seletiva (AC) (Tabela 2), verifica-se que estes foram considerados altos para as características vigor, altura de plantas e reação à ferrugem.

As estimativas da herdabilidade ao nível de média de genótipo no sentido amplo ( $h_m^2$ ) apresentaram valores de moderadas magnitudes para as características produção e diâmetro de copa. Contudo, os processos de seleção de genótipos foram favorecidos pelas estimativas da acurácia seletiva de aproximadamente 0,7 e 0,8, respectivamente, para as características em questão.

Analisando os resultados dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos verificou-se que houve variabilidade genética entre os genótipos para as características avaliadas (Tabela 2).

Os cinco genótipos mais produtivos na colheita realizada em 2010 foram: Tupi Amarelo IAC 5162, IPR103, Obatã IAC 1669-20, IPR99 e Oeiras MG 6851 (Tabela 3). A seleção desses genótipos permitiu um ganho genético de aproximadamente 29% em relação à média do ensaio. Analisando as demais características avaliadas verificou-se que a seleção desses genótipos permitiu ganhos indiretos de 0,8% em vigor de plantas, -0,8% em altura de plantas, 2% em diâmetro e -11,7% na incidência de ferrugem.

O genótipo Oeiras MG 6851 apresentou algumas plantas com incidência de ferrugem, mesmo sendo considerado uma cultivar resistente à doença. Esse fato evidencia a quebra de resistência que as cultivares resistentes estão sujeitas com o passar do tempo, devido ao surgimento de novas raças fisiológicas do fungo causador da doença.

Analisando separadamente as características foi possível destacar os genótipos: Catiguá MG2, Sacramento MG1, H419-10-6-2-12-1, IPR103 e Pau Brasil MG1, por apresentarem plantas altamente vigorosas no ensaio; Obatã amarelo 4932 e Tupi IAC 1669-33, por apresentarem efeitos genéticos que propiciam a redução da altura de plantas; Obatã amarelo 4932, H419-10-6-2-10-1, IPR98 e IPR104, por apresentarem plantas de menores diâmetros de copa; e, IAPAR 59, Palma II, Acauã, H419-10-6-2-12-1, Tupi RN IAC 1669-13, Tupi IAC 1669-33 e Catiguá MG2, por apresentarem maior resistência à ferrugem em comparação com os demais genótipos avaliados.

Diante desses resultados, esses genótipos podem ser considerados como fontes de variabilidade genética e como importantes genitores para os programas de melhoramento genético que visam ganhos genéticos para as características avaliadas, em especial a resistência ao agente causal da ferrugem do cafeeiro.

**Tabela 3** Predição dos efeitos genéticos (g) e dos valores genotípicos ( $\mu + g$ ) em 32 genótipos de café para as variáveis avaliadas. Viçosa, 2010.

Genótipos	Produção		Vigor		Altura		Diâmetro		Ferrugem	
	g	$\mu + g$	g	$\mu + g$	g	$\mu + g$	g	$\mu + g$	g	$\mu + g$
Tupi Amarelo IAC 5162	10.33	32.46	0.08	5.77	-9.78	101.31	-1.53	101.55	-0.41	0.22
IPR 103	6.20	28.34	0.76	6.45	7.88	118.96	8.16	111.23	-0.32	0.30
Obatã IAC 1669-20	5.69	27.82	0.66	6.35	-5.01	106.07	1.16	104.24	-0.57	0.06
IPR 99	5.54	27.67	0.05	5.74	-5.09	105.99	4.24	107.32	-0.57	0.06
Oeiras MG 6851	4.31	26.44	-0.42	5.27	7.62	118.70	-1.50	101.58	1.50	2.12
Tupi RN IAC 1669-13	3.62	25.76	0.05	5.74	-7.50	103.58	1.33	104.41	-0.61	0.02
Tupi IAC 1669-33	3.27	25.41	0.15	5.84	-13.66	97.42	1.78	104.86	-0.61	0.02
Catuaí Amarelo 2 SL	2.80	24.93	-0.32	5.37	23.26	134.34	5.87	108.95	1.78	2.41
H 419-3-3-7-16-4-1	2.59	24.73	0.49	6.18	-3.26	107.82	0.66	103.73	0.04	0.67
Sabiá	1.19	23.33	0.08	5.77	-8.38	102.70	-2.68	100.40	-0.45	0.18
Catuaí Vermelho IAC 15	1.18	23.32	-0.37	5.32	-3.78	107.30	1.77	104.85	2.69	3.31
Araponga MG 1	0.88	23.01	0.52	6.21	5.31	116.39	8.23	111.31	-0.49	0.14
Acauã	0.57	22.70	0.66	6.35	-2.67	108.41	-3.28	99.79	-0.61	0.02
IPR 100	-0.15	21.98	0.22	5.91	1.28	112.36	1.18	104.26	-0.49	0.14
Catuaí Amarelo 20/15 cv 479	-0.32	21.82	0.32	6.01	-2.49	108.59	-5.79	97.29	-0.08	0.54
Catuaí Vermelho IAC 144	-0.58	21.56	-0.73	4.96	4.14	115.22	-1.28	101.80	2.92	3.54
Catuaí Vermelho 20/15 cv 476	-0.65	21.49	-0.46	5.23	21.06	132.14	8.76	111.84	-0.53	0.10
H 419-10-6-2-5-1	-1.11	21.03	-0.05	5.64	-3.48	107.60	-3.99	99.09	-0.57	0.06
Palma II	-1.48	20.66	-0.46	5.23	0.70	111.78	-3.33	99.74	-0.61	0.02
Catuaí Amarelo 24/137	-1.48	20.66	-0.46	5.23	8.21	119.29	1.03	104.11	1.09	1.72
IAPAR 59	-1.77	20.36	-1.00	4.69	-4.21	106.87	-3.61	99.47	-0.61	0.02
Pau Brasil MG 1	-1.86	20.27	0.76	6.45	-1.57	109.51	4.64	107.72	-0.57	0.06
Catiguá MG 2	-1.88	20.25	0.93	6.62	-1.32	109.76	2.89	105.97	-0.61	0.02
H 419-10-6-2-12-1	-2.40	19.74	0.83	6.51	-5.16	105.92	-2.78	100.30	-0.61	0.02
H 419-10-6-2-10-1	-2.49	19.64	-0.02	5.67	-7.50	103.58	-8.25	94.83	-0.57	0.06
IPR 98	-2.64	19.50	-0.66	5.03	-7.76	103.32	-7.37	95.71	-0.57	0.06
Sacramento MG 1	-2.99	19.15	0.90	6.58	-1.54	109.54	4.92	108.00	-0.41	0.22
Catiguá MG 1	-3.38	18.76	0.42	6.11	0.26	111.34	3.21	106.29	-0.45	0.18
IPR 104	-4.04	18.10	-0.76	4.93	-8.57	102.51	-6.97	96.11	-0.57	0.06
Obatã Amarelo 4932	-4.96	17.18	-0.29	5.40	-15.20	95.89	-9.81	93.27	-0.49	0.14
Bourboun Amarelo UFV 535	-6.45	15.68	-1.57	4.12	29.56	140.64	4.09	107.17	2.67	3.30
Catuaí Vermelho 785/15	-7.56	14.58	-0.35	5.33	8.65	119.73	-1.78	101.30	-0.37	0.26

## CONCLUSÕES

Apesar de a grande maioria dos materiais genéticos avaliados neste trabalho ser constituída de cultivares comerciais disponibilizadas por diferentes Instituições brasileiras, que desenvolvem importantes programas de melhoramento genético do cafeeiro, ficou evidente a enorme variabilidade genética encontrada entre os genótipos permitindo obter ganhos genéticos com a seleção para as características avaliadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, L.C.; CHAUFON S.M.; CUNHA R.L. Manejo de doença do cafeeiro. In: REIS, P.R.; CUNHA R. L. (Ed.) Café Árábica do plantio à colheita. U.R. EPAMIG SM, 2010. p.689-756.
- FAZUOLI, L.C. Metodologias, critérios e resultados da seleção em progênies do café Icatu com resistência a Hemileia vastatrix. Campinas, 322p. (Tese de Doutorado-Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP). 1991.
- FAZUOLI, L.C.; TOMA-BRAGHINI, M.; SILVAROLLA, M.B.; OLIVEIRA, A.C.B. A ferrugem alaranjada do cafeeiro e a obtenção de cultivares resistentes. O Agrônomo, v.59, n.1, p.48-53, 2007.

- RESENDE, M.D.V. Software Selegen–REML/BLUP. Curitiba: Embrapa Floresta, 2002a. 67p. (Documentos 77).
- RESENDE, M.D.V. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002b. 975p.
- RESENDE, M. D. V. Selegen-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 359p.
- RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.37, p.182-194, 2007.