

Cultivares de café resistentes à ferrugem: alternativa viável para a cafeicultura das Matas de Minas



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Café
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 15

Cultivares de café resistentes à ferrugem: alternativa viável para a cafeicultura das Matas de Minas

*Antonio Carlos Baião de Oliveira
Antonio Alves Pereira
Eveline Teixeira Caixeta
Marcos Deon Vilela Resende
Marcelo de Freitas Ribeiro*

Embrapa Café
Brasília, DF
2021

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Café
Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (final), Ed. Sede
CEP: 70770-901, Brasília, DF
Fone: +55 (61) 3448-4378 / 4010
Fax: +55 (61) 3448-1797
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Embrapa Café

Presidente
Lucas Tadeu Ferreira
Vice-Presidente
Jamilsen de Freitas Santos
Secretária-Executiva
Adriana Maria Silva Macedo

Membros
Anísio José Diniz, Carlos Henrique Siqueira de Carvalho, Helena Maria Ramos Alves, Lucilene Maria de Andrade, Mauricio Sergio Zacarias, Milene Alves de Figueiredo Carvalho, Omar Cruz Rocha, Rogério Novais Teixeira, Roseane Pereira Villela.

Revisão de texto
Francisca Elijani do Nascimento

Normalização bibliográfica
Márcia Maria Pereira de Souza

Tratamento das ilustrações
Thiago Farah Cavaton

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Thiago Farah Cavaton

Foto da capa
Antonio Carlos Baião de Oliveira

1ª edição
Publicação digital (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa, Secretaria-Geral

Cultivares de café resistentes à ferrugem : alternativa viável para a cafeicultura das Matas de Minas / Antonio Carlos Baião de Oliveira ... [et al.]. – Brasília, DF : Embrapa Café, 2021.

PDF (46 p.) – (Documentos / Embrapa Café, ISSN 1678-1694, 15)

1. Cafeicultura. 2. Café arábica. 3. Agronegócio. 4. Cultivares resistentes. 5. Genótipos de cafeeiros. I. Pereira, Antonio Alves. II. Caixeta, Eveline Teixeira. III. Resende, Marcos Deon Vilela. IV. Ribeiro, Marcelo de Freitas. V. Título. VI. Série.

CDD (21. ed.) 633.73

Autores

Antonio Carlos Baião de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Café, Viçosa, MG

Antonio Alves Pereira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Viçosa, MG

Eveline Teixeira Caixeta

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento, pesquisadora da Embrapa Café, Viçosa, MG

Marcos Deon Vilela de Resende

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Café Viçosa, MG

Marcelo de Freitas Ribeiro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Viçosa, MG

Agradecimentos

Os autores agradecem o Consórcio Pesquisa Café, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Café (INCT-Café) pelo apoio financeiro.

Apresentação

O estado de Minas Gerais é o maior produtor brasileiro de café, respondendo por mais da metade da produção nacional e responsável por mais de 70% do volume de café do tipo arábica produzido no País. Situada no leste de Minas Gerais, a região cafeeira conhecida como Matas de Minas é composta por 63 municípios produtores, responsáveis por um quarto do café produzido anualmente no estado. São 284 mil hectares de lavouras de café, cultivados em 36 mil propriedades cafeeiras, das quais 80% são de pequeno porte e caracterizam a agricultura familiar da região.

Desde a ocupação humana e econômica das Matas de Minas, que se intensificou a partir dos anos 1830, a cafeicultura é a mais tradicional e a mais importante atividade econômica desenvolvida na região. A atividade cafeeira representa cerca de 90% do valor total da produção agrícola regional e quase 20% do Produto Interno Bruto (PIB) total, ou seja, de toda riqueza que é produzida nessa região. Esse fato caracteriza a cafeicultura como uma atividade primordial na geração de emprego, renda e bem-estar social para toda a comunidade local, estimada em mais de 1 milhão de habitantes.

A cafeicultura é a opção mais viável econômica e socialmente para os pequenos produtores da região das Matas de Minas, assim, os problemas que ocorrem com o setor produtivo e com o agronegócio de café repercutem negativamente e intensamente para esses cafeicultores. Esses problemas podem ocorrer em razão das características geográficas da região, pois, em decorrência do relevo montanhoso, a atividade cafeeira depende de mão de obra intensiva, tem custos mais elevados e apresenta maior vulnerabilidade às incertezas do mercado.

Assim, tudo que o cafeicultor puder implementar em sua lavoura para reduzir custos de produção e diminuir as chances de riscos é de extrema importância para que ele possa se manter de forma sustentável na atividade. Dessa forma, uma alternativa extremamente importante a ser adotada pelos cafeicultores das Matas de Minas é o uso de cultivares resistentes à ferrugem que, além dessa característica, têm apresentado outras vantagens agronômicas em relação às cultivares suscetíveis à doença tradicionalmente cultivadas na região, conforme discutido neste trabalho.

Omar Cruz Rocha

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Café

Sumário

Introdução	9
Importância da ferrugem do cafeeiro e das cultivares resistentes	11
Região cafeeira das Matas de Minas	14
Resultados experimentais obtidos com cultivares resistentes à ferrugem na região das Matas de Minas	17
Ensaio de competição de genótipos de cafeeiros tipo arábica instalados em Viçosa, MG	17
Material e métodos.....	17
Resultados e discussão	20
Ensaio de competição de cultivares e progênies resistentes à ferrugem instalado em Araponga, MG	29
Material e métodos.....	29
Resultados e discussão	31
Ensaio de competição de cultivares resistentes à ferrugem instalado em Senhora de Oliveira, MG	36
Material e métodos.....	36
Resultados e discussão	37
Considerações finais	42
Agradecimentos	43
Referências	43

Introdução

O café é uma planta exótica do Brasil que tem relevante importância socioeconômica para o País, pela sua grande capacidade de geração de empregos e de distribuição de renda no meio rural. O cafeeiro foi introduzido no Brasil em 1727, na cidade de Belém, PA, trazido da Guiana Francesa pelo sargento-mor Francisco de Mello Palheta, a pedido do governador do Maranhão e de Grão-Pará. Já naquela época, o café possuía grande valor comercial (Fraga, 1963; Dias; Silva, 2015). A partir de então, com o aumento da procura pelos mercados consumidores da Europa e dos Estados Unidos da América, a cafeicultura se expandiu para o sul do País, onde se beneficiou do clima e do solo propícios para o cultivo da espécie *Coffea arabica*. Logo, o café tornou-se o primeiro produto agrícola de exportação, chegando, inicialmente, a representar mais de 70% das receitas provenientes das exportações brasileiras. Atualmente, o café representa cerca de 4% das exportações dos produtos agrícolas brasileiros, no entanto, mesmo com essa menor participação na geração de divisas na balança comercial, o café é uma cultura extremamente importante econômica e socialmente.

Há várias décadas, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, responsável por cerca de 70% das exportações desse produto no mundo. De acordo com o quarto levantamento de acompanhamento da safra brasileira de café, realizado em dezembro de 2020, pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2020), a safra de 2020, em quase todas as regiões produtoras de café do País, sofreu influência da bialidade positiva, sobretudo nos cafeeiros arábica. Dessa forma, a estimativa da safra de 2020 foi de uma produção maior que aquela obtida em 2019, alcançando um total de 63,08 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado. Dessas, o arábica seria responsável pela produção de 48,77 milhões de sacas (77%), enquanto o robusta alcançaria 14,31 milhões de sacas (23%). A área total plantada com café no Brasil é de 2.161.942 ha, com 1.759.906 ha (81,4%) de arábica e 402.036 ha (18,6%) de robusta. A produtividade média geral brasileira para a safra 2020/2021 foi estimada em 33,48 sc/ha. A produtividade do arábica foi de 32,18 sc/ha, enquanto para o robusta foi de 38,78 sc/ha (Conab, 2020).

Minas Gerais é o maior produtor brasileiro de café e, também, do tipo arábica. O estado foi responsável por 54,9% da produção nacional de café em 2020,

com estimativa de 34,65 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, correspondendo a uma alta de 41,1%, comparado à colheita do ano anterior. Em relação apenas ao café arábica, Minas Gerais produziu 34,34 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, o que representa 70,4% da produção brasileira desse tipo de grão. A região das Matas de Minas produziu 8.589,6 mil sacas de café arábica, sendo responsável por aproximadamente 25% da produção total desse café no estado. A área total plantada com o café arábica em Minas Gerais é de 1.235.477 ha (99%); desses, 1.032.280 ha estavam ocupados por cafeeiros em produção no ano de 2020. A produtividade desse tipo de café foi estimada para o ano agrícola 2020/2021 em 33,26 sc/ha no estado (Conab, 2020).

O Brasil lidera a produção mundial de café há quase 2 séculos. Um dos fatores responsáveis por essa posição de soberania da cafeicultura nacional tem sido a utilização de cultivares com alto potencial produtivo e adaptadas às distintas condições de solo e clima das regiões cafeeiras do País. Essas cultivares foram o resultado do contínuo e profícuo trabalho de melhoramento genético do cafeeiro iniciado em 1932, no Instituto Agronômico (IAC). A priori, o melhoramento genético do café buscava o aumento da produtividade, a redução do porte das plantas, o aumento do número de plantas por área cultivada e a adequação do cafeeiro às diversas variações climáticas das áreas de cultivo. Depois da constatação da ferrugem do cafeeiro no Brasil, em janeiro de 1970, outras instituições brasileiras de pesquisa, como a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), a Universidade Federal de Lavras (Ufla), a Embrapa Café, a Fundação Procafé/Mapa, o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (Iapar) e o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) passaram a desenvolver seus próprios programas de melhoramento genético do cafeeiro. O intenso trabalho dessas equipes culminou com o desenvolvimento de diversas cultivares de café arábica, muitas delas com resistência genética à ferrugem, principal problema fitossanitário da cafeicultura no Brasil.

Embora haja diversas cultivares de cafeeiros arábica resistentes à ferrugem disponíveis para plantio, o parque cafeeiro brasileiro é constituído, em sua grande maioria, pelas cultivares dos grupos Catuaí e Mundo Novo. Essas cultivares são altamente produtivas, mas são suscetíveis a quase todas as

raças fisiológicas do fungo causador da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) prevalentes nas regiões produtoras de café do Brasil.

Rufino e Ribeiro (2016) realizaram um levantamento nas propriedades rurais para saber quais seriam as cultivares de café mais plantadas na região das Matas de Minas. Pelo estudo, eles observaram que 70% dos cafeicultores dessa região plantam variedades suscetíveis à ferrugem, o que corresponde a 82% do total de área cultivada com café na região.

A utilização de cultivares resistentes é a melhor estratégia para o controle da ferrugem, pois minimiza o uso de agrotóxicos, o que reduz os custos de produção e os riscos de contaminação do meio ambiente. Além dessas vantagens, as cultivares de café arábica resistentes à ferrugem têm apresentado algumas características iguais ou superiores às cultivares tradicionalmente plantadas, como: potencial produtivo, qualidade superior de bebida, além de outras vantagens agronômicas.

Este trabalho teve como propósitos principais contextualizar a relevância econômica e social da cafeicultura na região das Matas de Minas, além de investigar a importância da ferrugem do cafeeiro e das cultivares resistentes, como forma de tornar a atividade cafeeira dessa região mais sustentável. Neste trabalho, são apresentados importantes resultados de pesquisas de ensaios com várias cultivares resistentes à ferrugem, em diferentes municípios da região das Matas de Minas.

Importância da ferrugem do cafeeiro e das cultivares resistentes

A doença ferrugem do cafeeiro é causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. (Várzea; Marques, 2005; Gichuru et al., 2012). A infecção por esse agente provoca aparecimento de pústulas de soros uredospóricos de cor laranja na face abaxial das folhas do cafeeiro. O fungo afeta tanto folhas jovens quanto folhas mais velhas (Wellman, 1957). A ferrugem do cafeeiro pode ocasionar perdas de produção nos cafeeiros de até 50%, dependendo do sistema e ano de cultivo, da idade e do manejo da lavoura, da cultivar plantada, dentre outros fatores (Fazuoli et al., 2007).

O fungo *H. vastatrix* tem uma capacidade muito grande em se transformar e dar origem a novas raças fisiológicas; mais de 50 raças já foram identificadas pelo Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC), localizado em Oeiras, Portugal (Várzea; Marques, 2005). Acredita-se, entretanto, que esse número seja bem maior. No Brasil, foram identificadas 15 raças na espécie *C. arabica*, com prevalência da raça II (Zambolim, 2016). Na cultivar Conilon, da espécie *C. canephora*, foram identificadas três raças de *H. vastatrix* (I, II, III), também, com predomínio da raça II, nos cafezais do estado do Espírito Santo (Mendonça et al., 2019).

A ocorrência quase que generalizada da raça II nos cafezais, provavelmente é consequência da predominância de cultivares suscetíveis a essa raça nas principais regiões cafeeiras do Brasil. No entanto, várias outras raças e isolados (ainda não caracterizados como raças) foram identificados atacando cafeeiros portadores de fatores de resistência a *H. vastatrix* (Silva, 2017). Esse fato demonstra a importância da continuidade dos programas de melhoramento que visam à obtenção de cultivares de café com resistência duradoura à ferrugem. Portanto, é oportuno ressaltar que a resistência à ferrugem não é uma característica permanente, pois, conforme relatado, o fungo pode sofrer alterações e novas raças podem surgir e quebrar a resistência daquelas cultivares até então consideradas resistentes.

Embora as cultivares exploradas comercialmente possuam elevados níveis de produtividade, novos avanços e acréscimos poderão advir do desenvolvimento de novas cultivares com resistência múltipla a doenças e pragas aliadas às características específicas de produção de café com qualidade superior de bebida, com tolerância a estresses abióticos e com adaptação aos diversos sistemas de produção e a novas fronteiras agrícolas.

A ferrugem pode provocar a desfolha precoce e a seca dos ramos laterais antes da época de florescimento do cafeeiro, refletindo negativamente no vingamento de frutos na produção atual, além de prejuízos na produção do ano seguinte. Dependendo da altitude, das condições climáticas e do estado nutricional da planta, a ferrugem pode causar até 50% de perdas na produção, em cultivares suscetíveis, quando nenhuma medida de controle efetivo é adotada (Pereira et al., 2013).

Além das perdas da produção, o custo no controle da ferrugem depende do manejo adotado, que está diretamente associado ao custo de produção do café. Quando se opta pelo manejo químico, além do produto utilizado, também devem ser levadas em consideração as tecnologias de aplicação que podem onerar o processo. Esse fato deve ser considerado, principalmente em épocas de crises de preços do café no mercado, em que o produtor deve utilizar estratégias para permanecer de forma sustentável no negócio. Além disso, deve-se considerar o risco de contaminação ambiental quando se opta pelo manejo químico, principalmente por meio da utilização indevida dos defensivos agrícolas, bem como a exposição dos trabalhadores aos produtos utilizados para o controle químico da doença, o que pode acarretar problemas à saúde.

A ferrugem, se não for bem controlada, pode acarretar, além dos problemas citados, menor longevidade das lavouras e perda da qualidade do café. O controle químico pode ser extremamente dificultado principalmente em regiões de relevo acidentado, como as que ocorrem na região cafeeira das Matas de Minas. Além disso, a época de chuvas, a mão de obra pouco qualificada para os trabalhos de pulverizações, as lavouras adensadas e o surgimento de novas raças fisiológicas de *H. vastratrix* são outros fatores que comprometem a eficiência do controle da doença.

Dessa forma, cultivares de café resistentes à ferrugem constituem-se em excelentes opções para os cafeicultores, principalmente para os pequenos produtores das áreas montanhosas da região das Matas Minas, onde o controle químico da doença é ainda mais difícil em virtude das características inerentes a essa região.

Para se manter competitivo, o cafeicultor precisa buscar informações técnicas sobre qual a melhor forma para compensar as dificuldades a serem enfrentadas, via redução de custos, em relação ao melhor conhecimento da lavoura e com vistas à qualidade do café (Alves, 2005). Nesse contexto, o plantio de cultivares com resistência é uma opção para o controle da ferrugem e uma forma de reduzir os custos de produção.

Atualmente, há 133 cultivares de café arábica registradas para cultivo no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2020), desenvolvidas pelos principais programas

de melhoramento genético do cafeeiro de várias instituições brasileiras, que se dedicam às pesquisas com a cultura. Dessas cultivares, 54 são suscetíveis à ferrugem e 79 são consideradas resistentes a essa doença (Tabela 1). Apesar dessas opções, a adoção dessas cultivares pelos cafeicultores ainda é muito baixa, possivelmente, em razão de as cultivares tradicionalmente mais plantadas, notadamente dos grupos Catuaí e Mundo Novo, serem altamente produtivas e apresentarem ampla adaptação e estabilidade nas principais regiões cafeeiras do País. Outra razão, talvez seja em consequência da elevada eficiência dos fungicidas recomendados para o controle da ferrugem do cafeeiro, especialmente os produtos sistêmicos, aplicados tanto via foliar como via solo, e do custo relativamente baixo do controle químico da doença. Por último, outra possível razão seja o desconhecimento por parte dos produtores, técnicos e consultores sobre essas novas cultivares, além da enorme carência de conhecimento sobre o comportamento local desses materiais genéticos nas diferentes regiões produtoras do País, visto que muitos deles interagem de formas distintas com o ambiente de cultivo.

Tabela 1. Número de cultivares de cafeeiros arábica resistentes e suscetíveis à ferrugem registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), por instituição brasileira de pesquisa, agosto de 2020.

Resposta à ferrugem	Número de cultivares				Total
	IAC	Iapar	Fundação Procafé	Epamig e instituições parceiras	
Resistente	18	13	36	12	79
Suscetível	48	-	1	5	54
Total	66	13	37	17	133

Fonte: Brasil (2020).

Região cafeeira das Matas de Minas

A região cafeeira de Minas Gerais, conhecida como Matas de Minas, é a segunda em volume de café produzido no estado, com uma produção estimada, para a safra 2020/2021, de 7,21 a 7,53 milhões de sacas (Conab, 2020). Esse volume representa 22,7% da produção mineira de café, com aproximadamente 99,0% dessa quantidade produzida por cafeeiros do tipo arábica (IBGE, 2020). Essa

região, localizada no leste do estado de Minas Gerais (Figura 1), é constituída por 64 municípios produtores de café, com 275 mil hectares de área de lavouras cafeeiras, distribuídas em 36 mil propriedades, em que mais de 80% dessas são ocupadas com até 20 ha pela cultura. A atividade cafeeira na região é responsável por cerca de 75 mil empregos diretos e 156 mil indiretos, dos quais há predomínio da mão de obra familiar.

Uma das características marcantes da região das Matas de Minas é o seu relevo montanhoso (Figura 2), cuja altitude varia entre 174 m e 2.829 m, em que 78% das áreas da região estão situadas no intervalo de 400 m a 1.000 m. As altitudes mais elevadas, acima de 1.000 m, correspondem a 9% da área total da região e estão localizadas principalmente nas Serras do Brigadeiro e do Caparaó. Por outro lado, 13% da área encontra-se situada em altitudes inferiores a 400 m. A altitude média da região é de 697 m.

Fonte: Ruffino (2015).



Figura 1. Região cafeeira de Minas Gerais, conhecida como Matas de Minas.

O clima da região, baseado na classificação climática de Köppen, é caracterizado predominantemente como Cwa, definindo-o como clima temperado quente. Na região, é comum a ocorrência de ampla variação entre as temperaturas média máxima e média mínima anuais. Em razão do seu relevo acidentado, essa região também apresenta ampla variação da temperatura do ar ao longo do dia, principalmente na estação do inverno, devido à passagem das massas de ar polares nessa localidade. Dessa maneira, a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a temperatura média do mês mais frio, inferior a 18 °C. Nesse caso, a época mais seca do ano coincide com o inverno no hemisfério sul. O verão é a estação mais chuvosa e de nebulosidade máxima do ano. A precipitação média anual varia entre 1.110 mm a 1.819 mm. As áreas mais ao norte e a oeste da região apresentam os menores volumes de chuvas. Os maiores volumes de chuvas ocorrem nos locais de altitudes mais elevadas e nos municípios localizados mais ao sul da região das Matas de Minas (Ferreira et al., 2016).

Foto: Antonio Carlos Baião de Oliveira.



Figura 2. Visão panorâmica de lavouras de cafeeiros arábica na região das Matas de Minas, evidenciando o relevo acidentado e a presença de várias sedes rurais numa mesma localidade, situação típica das pequenas propriedades da região.

Todas essas características climáticas da região são favoráveis ao cultivo da espécie *C. arabica* e à produção de cafés de qualidade superior. Evidentemente que, para atingir tais objetivos, os cafeicultores da região precisam investir em tecnologias de produção, como a escolha da cultivar correta para cada local específico e de cuidados adequados no processamento pós-colheita do produto.

A cafeicultura é a atividade econômica mais tradicional e a mais importante desenvolvida na região das Matas de Minas desde 1830, quando se acentuou a ocupação humana e econômica dessa localidade. Atualmente, a produção de café representa cerca de 90% do valor total da produção agrícola regional e quase 20% do PIB total, ou seja, de toda riqueza que é produzida nessa região. Dessa maneira, o café é um produto fundamental na geração de emprego, de renda e de bem-estar para toda a sociedade local, estimada em cerca de 1 milhão de habitantes (Rufino, 2015).

Resultados experimentais obtidos com cultivares resistentes à ferrugem na região das Matas de Minas

A seguir, serão apresentados alguns resultados de experimentos de competição de cultivares de cafeeiros tipo arábica resistentes à ferrugem, instalados na região das Matas de Minas.

Ensaio de competição de genótipos de cafeeiros tipo arábica instalados em Viçosa, MG

Material e métodos

Neste tópico, serão apresentados os principais resultados de um ensaio de competição de cultivares resistentes à ferrugem, instalado em fevereiro de 2006, em área experimental do Departamento de Fitotecnia, da UFV, no município de Viçosa, MG. O experimento está localizado a 20° 45' 14" de latitude sul, 42° 52' 55" de longitude oeste e 648 m de altitude. O solo na área da UFV é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com topografia declivosa.

O clima predominante no local de instalação do ensaio é classificado como clima mesotérmico subtropical temperado, com chuvas de verão, inverno seco e verão quente (Cwa), conforme classificação Koppen. A precipitação média em Viçosa é de 1.165 mm, com temperaturas médias anuais de 23,8 °C.

O experimento foi instalado no delineamento experimental de blocos ao acaso, com 32 tratamentos, quatro repetições e parcelas de seis plantas. O espaçamento adotado foi de 3,0 m x 0,8 m. Os tratamentos foram constituídos por 32 genótipos de cafeeiros tipo arábica, em que foram testadas 22 cultivares e sete progênies elites portadoras de fatores de resistência à ferrugem alaranjada do cafeeiro, além de três cultivares suscetíveis a essa doença. Esses genótipos são oriundos de programas de melhoramento genético do cafeeiro conduzidos pelas principais instituições de pesquisa brasileiras, envolvidas em pesquisas com a espécie *C. arabica* (Tabela 2). Os tratamentos culturais, com exceção do controle químico da ferrugem, que não foi executado, foram os mesmos adotados corriqueiramente na condução de lavouras cafeeiras comerciais na região.

A colheita das parcelas experimentais do ensaio foi realizada entre os meses de maio e de julho dos anos de 2008 a 2013, quando a maioria dos frutos dos cafeeiros estava no estágio cereja, considerada a fase ideal de maturação. O café recém-colhido de cada parcela foi medido em litros. As produtividades (PDTV) para as seis colheitas avaliadas foram estimadas em sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare (sc/ha), a partir do rendimento de uma amostra de 3 L de café recém-colhido por parcela, que foi seca até a umidade de aproximadamente 11%, beneficiada e pesada, para a realização dos cálculos. No ano de 2013, foi avaliada a incidência de ferrugem em todas as plantas do ensaio, em que a presença de, pelo menos, uma folha por planta com pústula de *H. vastatrix*, apresentando esporulação visível, era suficiente para denotar cafeeiro com a doença e, assim, sendo incluído no cálculo da incidência da ferrugem.

Os dados das produtividades estimadas de cada parcela foram processados e analisados com auxílio do aplicativo computacional Genes (Cruz, 2016). A análise de variância foi realizada para cada colheita, individualmente. Em seguida, realizou-se a análise de variância das produtividades agrupadas em biênios de colheita. As médias de produtividade dos genótipos foram agrupadas pelo teste proposto por Scott e Knott (1974), para cada biênio separadamente, pela adoção de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Identificação e grau de resistência à ferrugem de 32 genótipos de cafeeiros tipo arábica avaliados em experimento instalado em Viçosa, MG, em 2016.

Nº Gen	Identificação do genótipo	Instituição de origem	Resposta à ferrugem
1	Catucaí Amarelo 2SL	Fundação Procafé	MR ⁽¹⁾
2	Catucaiam 24137	Fundação Procafé	MR
3	Catucaiam 2015479	Fundação Procafé	MR
4	Catucaí 785-15	Fundação Procafé	MR
5	Catucaí Vermelho 20/15	Fundação Procafé	MR
6	Sabiá Tardio	Fundação Procafé	R ⁽²⁾
7	IBC Palma-2	Fundação Procafé	R
8	Acauã	Fundação Procafé	R
9	Oeiras MG 6851	Epamig/Parceiras	MR
10	Catiguá MG1	Epamig/Parceiras	R
11	Sacramento MG1	Epamig/Parceiras	R
12	Catiguá MG2	Epamig/Parceiras	R
13	Araponga MG1	Epamig/Parceiras	R
15	Pau Brasil MG1	Epamig/Parceiras	R
16	Tupi IAC 1669-33	IAC	R
17	Obatã IAC 1669-20	IAC	R
18	IAPAR 59	lapar	R
19	IPR 98	lapar	R
20	IPR 99	lapar	R
21	IPR 100	lapar	MR
22	IPR 103	lapar	MR
23	IPR 104	lapar	R
24	Bourbon Amarelo UFV 535	UFV	S ⁽³⁾
25	H419-10-6-2-5-1	Epamig/parceiras	R
26	H419-10-6-2-10-1	Epamig/parceiras	R
27	H419-10-6-2-12-1	Epamig/parceiras	R
28	Catuaí Vermelho IAC 144	IAC	S
29	Obatã Amarelo 4932	IAC	R
30	IAC 125 RN	IAC	R
31	Tupi Amarelo IAC 5162	IAC	MR
32	Catuaí Vermelho IAC 15	IAC	S

⁽¹⁾MR = Moderadamente resistente.⁽²⁾R = Resistente.⁽³⁾S = Suscetível.

Resultados e discussão

As análises de variâncias evidenciaram diferenças significativas ($P < 0,01$) para as produtividades dos genótipos avaliados por biênios de produção. O agrupamento das médias de produtividades em biênios é uma estratégia adotada na avaliação de experimentos da espécie *C. arabica*, para minimizar os efeitos da bienalidade de produção e aumentar a precisão experimental. A partir desses resultados, foram analisadas as médias de produtividades de cada biênio e da média geral conjunta, as quais foram discriminadas em grupos homogêneos, segundo o critério de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (Tabela 3). Os resultados obtidos denotaram ampla variabilidade genética para a produtividade de grãos entre os materiais genéticos avaliados, com a formação de até cinco grupos homogêneos de médias, observadas quando se considerou os dados de todas as seis colheitas em conjunto.

A cultivar IPR 103 (tratamento 22) foi a mais produtiva no ensaio, com média geral, dos três biênios avaliados, de 32,5 sc/ha. Essa cultivar ficou isolada dos demais grupos de cultivares formados a partir de suas respectivas médias. O segundo grupo de médias gerais mais elevadas foi constituído por cinco tratamentos: cultivares Catucaí Amarelo 20/15 c-479, Palma II, Oeiras MG 6851 e IPR 100, além da progênie H419-10-6-2-10-1, a qual é uma das que compõe a cultivar Paraíso MG H419-1, desenvolvida pela Epamig e instituições parceiras. As médias de produtividades desse grupo variaram de 25,8 sc/ha a 24,1 sc/ha. O terceiro grupo de médias foi formado pelo maior número de tratamentos (18 genótipos), em que houve variação de 23,8 sc/ha a 16,5 sc/ha de café beneficiado entre os materiais genéticos avaliados ao longo dos 6 anos de colheitas. O penúltimo grupo foi composto apenas pelas cultivares Obatã IAC 1669-20 e Tupi IAC 1669-33, com médias de 16,4 sc/ha e 15,9 sc/ha, respectivamente. O último grupo foi integrado por seis genótipos, cujas médias gerais (seguidas da letra “e”) variaram de 11,8 sc/ha a 7,6 sc/ha de café beneficiado (Tabela 3).

Tabela 3. Produtividades médias (sc/ha) de 32 genótipos de cafeeiros arábica avaliados em Viçosa, MG, ao longo de seis colheitas consecutivas, e incidência de ferrugem (%Ferr), avaliada no ano de 2013.

Nº	Genótipo Identificação	Biênio ⁽¹⁾			Média geral	%Ferr ⁽²⁾				
		2008/2009	2010/2011	2012/2013						
22	IPR 103	22,2	a	30,8	a	44,5	a	37,7	a	100
3	Catucaiam 2015479	11,7	b	25,4	a	40,3	a	32,9	b	91,7
7	IBC-Palma - 2	11,1	b	18,8	a	43,6	a	31,2	b	8,3
26	H419-10-6-2-10-1	9,1	b	17,9	a	46,2	a	32,1	b	0
9	Oeiras MG 6851	17,9	a	21,9	a	33	b	27,5	b	95,8
21	IPR 100	12,5	b	26,8	a	32,9	b	29,9	b	78,3
27	H419-10-6-2-12-1	9,1	b	12,2	b	50	a	31,1	c	47,8
2	Catucaiam 24137	10,6	b	21,9	a	38,3	a	30,1	c	83,3
32	Catuaí Vermelho IAC 15	14,1	a	14,4	b	41,4	a	27,9	c	100
30	IAC 125 RN	16,5	a	21,7	a	29,6	b	25,7	c	0
20	IPR 99	19,4	a	19,2	a	28,5	b	23,9	c	12,5
25	H419-10-6-2-5-1	10,9	b	15,8	b	38,4	a	27,1	c	70,8
8	Acauã	13,9	a	17,4	b	32,9	a	25,2	c	20,8
1	Catucaí Amarelo 2SL	15,7	a	16,3	b	30,7	b	23,5	c	100
13	Araponga MG1	13,4	a	15,1	b	31,6	b	23,4	c	37,5
10	Catiguá MG1	8,2	b	15,1	b	35,4	b	25,3	c	26,1
15	Pau Brasil MG1	9,9	b	12,2	b	34,9	b	23,6	c	54,2
5	Catucaí Vermelho 20/15	11,1	b	14,4	b	31,5	b	23	c	95,8

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Nº	Genótipo Identificação	Bênio ⁽¹⁾			Média geral	%Ferr ⁽²⁾
		2008/2009	2010/2011	2012/2013		
14	H419-3-3-7-16-4-1	15,4 a	16,3 b	25,1 c	20,7 c	73,9
12	Catiguá MG2	10,1 b	19,6 a	25,3 c	22,5 c	4,5
29	Obatá Amarelo 4932	5,9 b	13,4 b	35 b	24,2 c	0
28	Catuai Vermelho IAC 144	11,5 b	12,9 b	29,3 b	21,1 c	100
6	Sabiá Tardio	13,6 a	21,7 a	17,3 c	19,5 c	21,7
11	Sacramento MG1	8,4 b	13,7 b	27,5 b	20,6 c	17,4
17	Obatá IAC 1669-20	19 a	16,3 b	13,8 c	16,4 d	0
16	Tupi IAC 1669-33	16,6 a	12,4 b	18,7 c	15,6 d	12,5
18	IAPAR 59	9,9 b	12,2 b	13,4 c	12,8 e	8,7
31	Tupi Amarelo IAC 5162	7,7 b	10,2 b	16,4 c	13,3 e	57,1
23	IPR 104	7,2 b	9,4 b	15,6 c	12,5 e	8,3
19	IPR 98	8,9 b	12,1 b	10,4 c	11,3 e	31,8
24	Bourbon Amarelo UFV 535	4,2 b	6,2 b	14,2 c	10,2 e	100
4	Catuai 785-15	2,7 b	6 b	14,2 c	10,1 e	95,7

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

⁽²⁾%Ferr = Incidência de ferrugem nos cafeeiros do ensaio (presença de pelo menos uma pústula com esporos).

A cultivar IPR 103, que foi a mais produtiva no ensaio, foi desenvolvida pelo Iapar, atual Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná). A cultivar IPR 103 é originada do cruzamento entre cafeeiros dos grupos Catuaí e Icatu, realizado pelo IAC, em 1972. Plantas da geração F3 foram introduzidas no Iapar, em 1977, que conduziu o processo de seleção e culminou com a liberação da cultivar em 2006. Apresenta porte médio, similar a 'Catuaí', elevada capacidade produtiva, alto vigor vegetativo, grande ramificação plagiotrópica secundária e rusticidade, visto que, segundo Sera et al. (2013), ela foi selecionada em região quente e área de solos pobres. Os frutos, quando maduros, são de coloração vermelha, as sementes são de tamanho médio e os brotos de cor bronze-claro. A maturação é mais tardia que 'Catuaí' e um pouco desuniforme (Figura 3). É moderadamente resistente à ferrugem e possui resistência à necrose e mumificação dos frutos (antracnose). Possui ampla adaptabilidade a várias regiões cafeeiras, mas é mais indicada para regiões mais quentes, visto que a maturação é bastante tardia. Apesar de essa cultivar apresentar apenas moderada resistência à ferrugem, o que se observou ao longo dos anos de avaliação é que, aparentemente, a doença não afetou a capacidade produtiva e tampouco a longevidade dos cafeeiros, visto que não ocorreu desfolha em razão do ataque do fungo. As lesões apresentam pouca esporulação, comparativamente às cultivares suscetíveis, como dos grupos Bourbon e Catuaí.

Em alternativa ao plantio de IPR 103, que é muito produtiva, mas também de maturação bastante tardia, o cafeicultor da região das Matas de Minas, principalmente aqueles cujas propriedades estão localizadas em altitudes mais elevadas, pode optar por umas das cultivares do grupo "b" de produtividade (Tabela 3). A cultivar Catucaiam 2015479 (Catuaí Amarelo), por exemplo, seria uma boa opção, pois é muito produtiva, apresenta frutos de coloração amarela e de maturação semiprecoce (Figura 4). Essa cultivar é oriunda de um cruzamento natural entre um cafeeiro do grupo Catuaí e um do germoplasma Icatu. É moderadamente resistente à ferrugem e é pouco atacada pelo complexo *Phoma/Ascochita*, o que favorece o seu cultivo em regiões de altitudes mais elevadas, conseqüentemente, mais frias e úmidas.

Nessas condições de clima, outra cultivar que poderia ser boa opção de plantio é a Oeiras MG 6851, que é oriunda do germoplasma designado Catimor (cruzamento da cultivar Caturra Vermelho CIFC 19/1 com o Híbrido de Timor CIFC 832/1). Ela apresenta frutos vermelhos e graúdos, maturação precoce e bastante uniforme, plantas compactas e de arquitetura bem fechada, o que permite uma densidade elevada de cafeeiros por área (Figura 5). Portanto, é recomendada para plantios adensados e superadensados. Apresenta ampla adaptação, especialmente em regiões de altitudes elevadas e solos ricos em matéria orgânica. É moderadamente resistente à ferrugem e pouco atacada pela cercosporiose.

Foto: Antonio Carlos Baião de Oliveira.



Figura 3. Cultivar IPR 103 e detalhes da frutificação.

Foto: Carlos Henrique S. Carvalho.



Figura 4. Cultivar Catucaiam 2015479 (Catucaí Amarelo 20/15 cv 479).

Foto: Antonio Alves Pereira.



Figura 5. Cultivar Oeiras MG 6851 e os detalhes dos frutos e das sementes.

A progênie H419-10-6-2-10-1 (tratamento 26), que ficou alocada no grupo “b” de produtividade, faz parte da cultivar Paraíso MG H419-1. Esta cultivar é uma excelente opção para plantio em áreas de montanha, como as da região das Matas de Minas, pois é constituída por cafeeiros de porte baixo e compacto. Até o momento, ela tem apresentado resistência completa a todas as raças de *H. vastatrix* prevalentes nas regiões onde é cultivada. Ela não deve ser plantada em altitudes muito elevadas, acima de 1.000 m, em razão de sua maturação ser de média para tardia, semelhante às cultivares do grupo Catuaí. Nessas altitudes, a maturação acontece tardiamente, podendo até haver coincidência com a florada, o que não é favorável sob o ponto de vista agrônomo. Outro fator que precisa ser levado em consideração, é que, em altitudes muito elevadas, a possibilidade de ocorrer ventos frios é maior, o que favorece o ataque de bacterioses, visto que os cafeeiros do grupo Paraíso são bastante sensíveis a esse problema biótico. A cultivar Paraíso MG H419-1 é originária do cruzamento artificial entre ‘Catuaí Amarelo IAC 30’ e o Híbrido de Timor UFV445-46. Apresenta elevada resistência à ferrugem e ao nematoide *Meloidogyne exigua*. Possui porte e arquitetura menor que ‘Catuaí’, frutos graúdos, de cor amarela, maturação intermediária e sementes alongadas (Figura 6).

A cultivar IPR 100, que também ficou alocada no grupo “b” de produtividade (Tabela 3), é outra opção muito interessante de plantio, principalmente em áreas onde há presença de nematoides da espécie *Meloidogyne paranaensis* e algumas populações específicas de *M. incognita* e *M. exigua*. Essa cultivar é derivada do cruzamento realizado entre cafeeiro do germoplasma Catuaí e um cafeeiro híbrido (‘Catuaí’ x genótipo da série ‘BA-10’) portador de genes de *C. liberica*. Sementes desse cruzamento, em geração F3, foram introduzidas no lapar em 1977, provenientes do IAC, cujas progênies passaram por processos de seleção, até a geração F6, culminando com o lançamento da cultivar IPR 100, no ano de 2012 (Sera et al., 2017). Os frutos são vermelhos, os grãos são de tamanho semelhante ao padrão ‘Catuaí’ e a maturação é tardia. Em regiões com temperatura média anual entre 19 °C e 21 °C, a maturação geralmente ocorre em agosto, enquanto em temperatura média anual entre 22 °C e 23 °C a maturação acontece, normalmente, no mês de junho. A intensidade da ramificação plagiotrópica secundária é alta, os brotos são de coloração bronze e o vigor vegetativo é exuberante. É de arquitetura compacta e tamanho médio, similar à ‘Catuaí’.

A ‘IPR 100’ pode ser cultivada em regiões com temperatura média anual entre 19 °C e 21 °C (altitudes entre 580 m e 750 m) e em regiões de altitudes mais

reduzidas, com temperatura média anual entre 22 °C e 23 °C. No entanto, apresenta melhor adaptação ao calor, à seca e a solos mais pobres. É recomendada nos espaçamentos entre plantas variando de 0,5 m a 0,8 m, dependendo da temperatura média anual do local de cultivo e das tecnologias utilizadas, como adubação, irrigação e podas. Em regiões mais quentes, sem irrigação, o espaçamento deve ser mais estreito porque, geralmente, o diâmetro da copa e a ramificação são menores e objetiva retardar a maturação. Em propriedades com fertirrigação, os espaçamentos entre linhas e entre plantas podem ser mais largos. Nos locais que utilizam podas frequentes, esses espaçamentos podem ser menores. O espaçamento entre linhas pode variar de 2,5 m a 3,0 m, conforme o tamanho da propriedade e do nível tecnológico empregado. Essa cultivar foi selecionada em regiões cafeeiras com solos pobres e arenosos, baixa altitude e com temperatura média anual entre 21 °C e 23 °C, no estado do Paraná. As seleções preliminares de 'IPR 100' foram realizadas em uma área altamente infestada por nematoides. Nessa área, essa cultivar apresentou alta produtividade e as outras cultivares morreram em poucos anos. Os testes indicaram que essa cultivar foi resistente aos nematoides das espécies *M. paranaensis* e *M. incognita* raças 1 e 2 (Sera et al., 2017).

Foto: Antonio Carlos Baião de Oliveira.



Figura 6. Cultivar Paraíso MG H419-1 e detalhes de sua frutificação.

No terceiro grupo de médias de produtividade (grupo médias gerais seguidas da letra “c”), podem-se destacar os genótipos IAC 125 RN e Obatã Amarelo IAC 4932, que foram imunes à ferrugem, mas figuraram em posição intermediária na lista de produtividade. Comportamento semelhante foi observado para as duas cultivares alocadas no grupo “d”: Obatã IAC 1669-20 e Tupi IAC 1669-33, que também não apresentaram desempenhos de destaque em produtividade, mas foram praticamente imunes à ferrugem (Tabela 3). De fato, esses quatro materiais genéticos possuem a mesma origem genética. Eles são oriundos do germoplasma designado genericamente como Sarchimor, que é caracterizado por cafeeiros resultantes do cruzamento entre a cultivar Villa Sarchi e o Híbrido de Timor CIFC 832/2. As cultivares derivadas desse grupo são muito produtivas, geralmente apresentam elevada resistência à ferrugem, mas são também muito exigentes em tratos culturais, principalmente água e nutrientes. Portanto, são materiais genéticos indicados para uma cafeicultura de alta tecnologia, que emprega, preferencialmente, irrigação e uma nutrição mais intensa.

A avaliação da incidência de ferrugem ao longo dos anos de acompanhamento do ensaio demonstrou que muitos cafeeiros perderam a resistência completa ou específica ao fungo *H. vastatrix* com o passar do tempo. Esse fato ocorreu, provavelmente, pelo surgimento de novas raças fisiológicas do parasita, que passaram a atacar os cafeeiros até então considerados resistentes. Realmente, esse fato tem sido observado nos genótipos resistentes à ferrugem. Muitas cultivares lançadas inicialmente com resistência completa ou específica a *H. vastatrix* passaram a ser atacadas por esse fungo, muito provavelmente pela ocorrência de variações nesse agente. Portanto, essa é uma dificuldade a mais que os melhoristas do cafeeiro arábica encontram quando trabalham com o desenvolvimento de genótipos resistentes à ferrugem. Nesse ínterim, é prudente conscientizar a todos os envolvidos na cadeia produtiva do café que a resistência à ferrugem não é uma característica permanente e que as ações de pesquisa nessa área devem ser contínuas, sempre buscando incorporar novas fontes de resistência, para tentar barrar o avanço dessa enfermidade nos cafezais de todo o mundo.

Ensaio de competição de cultivares e progênies resistentes à ferrugem instalado em Araponga, MG

Material e métodos

O referido experimento foi instalado no Sítio Pedra Redonda, município de Araponga, MG, situado na latitude 20° 38' 48" S, longitude 42° 30' 41" W e 1.090 m de altitude, de propriedade do Sr. Jêsus Euzébio Lopes. Essa é uma típica propriedade de agricultura familiar, localizada em área montanhosa da Zona da Mata de Minas Gerais, na região cafeeira designada Matas de Minas. O ensaio foi plantado no dia 5 de fevereiro de 2013, no espaçamento de 2,50 m x 0,70 m. O delineamento estatístico adotado foi o de blocos com tratamentos casualizados, três repetições e parcelas de 50 plantas. Foram utilizados 25 tratamentos, compostos por cultivares e progênies de cafeeiros arábica desenvolvidos pelos principais programas de melhoramento genético do cafeeiro do País (Tabela 4). Foram avaliadas 19 cultivares e quatro progênies elites resistentes à ferrugem, além de três cultivares suscetíveis a essa doença, que são as mais plantadas no Brasil. As avaliações das produções ocorreram a partir da primeira colheita, ocorrida no ano de 2015, até a colheita do ano de 2017. Para isso, foram colhidas parcelas úteis de dez plantas uniformes e consecutivas nas linhas de plantio nos anos de 2015, 2016 e 2017. As produtividades (sc/ha) foram estimadas, considerando-se o espaçamento adotado e um rendimento médio de 480 L de café recém-colhido, por saca de 60 kg de café beneficiado. Os dados de produtividade dos anos de 2015, 2016, 2017 e da média desses três anos foram submetidos à análise individual de variância e as médias obtidas, comparadas pelo critério de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Todas as análises genético-estatísticas foram realizadas com auxílio do aplicativo computacional Genes, desenvolvido pelo setor de Genética da UFV (Cruz, 2016).

Tabela 4. Relação de 25 genótipos portadores de fatores de resistência à ferrugem avaliados em um experimento instalado no Sítio Pedra Redonda, município de Araponga, MG, nos anos de 2015, 2016 e 2017.

Genótipo	Reação à ferrugem	Instituição de origem
Araponga MG1	Resistente	Epamig/UFV
Catiguá MG1	Resistente	Epamig/UFV
Catiguá MG2	Resistente	Epamig/UFV
MGS Catiguá 3	Resistente	Epamig/UFV
Catuaí Vermelho IAC 144	Suscetível	IAC
H514-7-8-3-3	Resistente	Epamig/UFV
Catuciam 24137	Moderadamente resistente	Mapa/Fundação Procafé
Oeiras MG 6851	Moderadamente resistente	Epamig/UFV
Paraíso MG H 419-1	Resistente	Epamig/UFV
Pau Brasil MG1	Resistente	Epamig/UFV
Sacramento MG1	Resistente	Epamig/UFV
H419-3-3-7-16-4-1	Resistente	Epamig/UFV
MGS Paraíso 2	Resistente	Epamig/UFV
Sarchimor MG8840	Resistente	Epamig/UFV
MGS Aranãs	Resistente	Epamig/UFV
IAC 125 RN	Resistente	IAC
H419-3-4-4-13-27-1	Resistente	Epamig/UFV
Catuaí Amarelo 2SL	Moderadamente resistente	Mapa/Fundação Procafé
Catuaí 785-15	Moderadamente resistente	Mapa/Fundação Procafé
Sabiá	Resistente	Mapa/Fundação Procafé
H518-3-6-1-1	Resistente	Epamig/UFV
IPR 99	Resistente	Iapar
IPR 100	Moderadamente resistente	Iapar
IPR 103	Moderadamente resistente	Iapar
Catuaí Amarelo IAC 62	Suscetível	IAC

Resultados e discussão

Os resultados das análises individuais de variância, considerando os dados de produtividade dos anos de 2015 a 2017 e da produtividade média dessas três colheitas indicaram diferenças significativas pelo teste F ($P < 0,05$), para o efeito de cultivares e/ou progênes, para todos os anos avaliados, bem como para a média dessas avaliações. As médias de produtividade revelaram grande variabilidade entre os 25 genótipos avaliados no ensaio, possibilitando a indicação dos melhores materiais genéticos para plantio na região de Araponga (Tabela 5).

Nos três anos de avaliação e na média das colheitas, verificou-se a formação de dois grupos homogêneos de médias de produtividade entre os genótipos avaliados, de acordo com os critérios estatísticos preconizados por Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade. Com base na média das colheitas (PMED), 13 genótipos integraram o grupo com as maiores médias de produtividades, que variaram entre 44,0 sc/ha e 35,7 sc/ha. Nota-se que todos os genótipos incluídos nesse grupo possuem fatores de resistência a *H. vastatrix*, o que reforça a afirmação de que as cultivares resistentes à ferrugem são uma alternativa extremamente viável para plantio na região das Matas de Minas.

Apenas seis genótipos (Catucaiam 24137, Sabiá Tardio, Oeiras MG 6851, H518-3-6-1-1, H514-7-8-3-3 e IPR 99) figuraram nos grupos dos mais produtivos durante as três colheitas avaliadas e, conseqüentemente, na média das avaliações. Alguns materiais genéticos, como as cultivares MGS Catiguá 3, Catuaí Amarelo IAC 62, Catuaí Vermelho IAC 144, Araponga MG1 e IAC 125 RN, foram alocados no grupo dos mais produtivos nas primeiras colheitas, mas não mantiveram esse desempenho e foram excluídos do grupo com médias gerais mais elevadas. Por outro lado, observou-se que alguns genótipos apresentaram produtividades maiores apenas na terceira colheita, como foi verificado para as cultivares Catucaí Amarelo 2SL, Catiguá MG2, Sacramento MG1 e Catucaí 785-15, o que não foi suficiente para serem incluídos no grupo das maiores médias gerais de produtividade (Tabela 5).

Tabela 5. Produtividades (sc/ha) médias de cultivares e progênies elites de café arábica, portadoras de fatores de resistência à ferrugem, relativo às colheitas dos anos de 2015, 2016 e 2017 e a média dos 3 anos, avaliadas no Sítio Pedra Redonda, município de Araponga, MG.

Nº	Tratamento		Produtividade média (sc/ha) ⁽¹⁾				
	Descrição	Ferr ⁽²⁾	P2015	P2016	P2017	PMED	
7	Catucaiam 24137	MR	26,5 a	70,6 a	34,9 a	44 a	
20	Sabiá Tardio	R	20 a	65,4 a	43,3 a	42,9 a	
8	Oeiras MG 6851	MR	19 a	56,3 a	50,4 a	41,9 a	
21	H518-3-6-1-1	R	20,4 a	63,1 a	40,9 a	41,5 a	
23	IPR 100	MR	28,6 a	75,7 a	19,1 b	41,1 a	
6	H 514-7-8-3-3	R	16,9 a	58,7 a	44,4 a	40,1 a	
24	IPR 103	MR	24,1 a	75,4 a	19 b	39,5 a	
22	IPR 99	R	19,8 a	55,5 a	42,1 a	39,1 a	
9	Paraiso MG H419-1	R	13 b	54 a	48,4 a	38,5 a	
10	Pau Brasil MG1	R	15,3 b	54,7 a	42,9 a	37,7 a	
17	H419-3-4-4-13-27-1	R	12,7 b	55,2 a	44,8 a	37,5 a	
15	MGS Arana's	R	17,7 a	60,3 a	31,3 b	36,4 a	
12	H419-3-3-7-16-4-1	R	10,4 b	49,6 b	47,2 a	35,7 a	
4	MGS Catiguá 3	R	17,2 a	57,9 a	26,6 b	33,9 b	
25	Catuai Amarelo IAC 62	S	14,2 b	64,7 a	22,6 b	33,8 b	

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Nº	Tratamento		Produtividade média (sc/ha) ⁽¹⁾			
	Descrição	Ferr ⁽²⁾	P2015	P2016	P2017	PMED
5	Catuai Vermelho IAC 144	S	14,8	55,6	31	33,8
18	Catucaí Amarelo 2SL	MR	11,6	41,3	43,3	32,1
1	Araponga MG1	R	16,2	40,9	38,9	32
3	Catiguá MG2	R	9,3	42,5	37,3	29,7
13	MGS Paraíso 2	R	12,1	46,8	29,8	29,5
16	IAC 125 RN	R	12,5	52	23,4	29,3
11	Sacramento MG1	R	2,5	34,9	44	27,2
2	Catiguá MG1	R	6,1	44	25,4	25,2
19	Catucaí 785 - 15	MR	7	27,8	38,1	24,3
14	Sarchimor MG8840	R	7,3	34,9	29,3	23,8

⁽²⁾%Ferr = Incidência de ferrugem nos cafeeiros do ensaio (presença de pelo menos uma pústula com esporos).

No grupo dos genótipos mais produtivos, destaca-se a cultivar Catucaiam 24137 que, realmente, apresenta elevada capacidade produtiva, comprovada também em outros locais onde tem sido cultivada (Figura 7). As cultivares do grupo Catucaí foram desenvolvidas a partir do aproveitamento de um cruzamento natural entre 'Icatu' e 'Catuaí', descoberto em um experimento do extinto Instituto Brasileiro do Café (IBC), no município de São José do Vale do Rio Preto, RJ. A primeira seleção foi realizada em 1988, por técnicos do antigo IBC, em cafeeiros da cultivar Icatu Vermelho, cujas sementes foram provenientes de Londrina, PR, e que tinham sido plantadas no referido município do Rio de Janeiro. Progênies em geração F3 dessas primeiras seleções foram plantadas na Fazenda Experimental da Fundação Procafé/Mapa, em Varginha, MG. O método genealógico de melhoramento foi utilizado no processo de avanço de gerações e seleção no desenvolvimento das cultivares do grupo Catucaí. As gerações posteriores foram conduzidas nos municípios de Varginha, Elói Mendes, Manhuaçu, Coromandel e Patrocínio, em Minas Gerais; Vitória da Conquista, na Bahia; e Marechal Floriano, no Espírito Santo. O processo de seleção foi direcionado sempre pela busca de cafeeiros com alta capacidade produtiva, de elevado vigor vegetativo e resistentes à ferrugem.

A cultivar Catucaiam 24137, assim registrada no RNC, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa), é mais conhecida como Catuaí Amarelo 24/137. Apresenta porte baixo e cafeeiros com menor diâmetro de copa. Assim, podem ser plantados com menores espaçamentos nas ruas, se adaptando bem a plantios adensados. Os frutos são amarelos e de maturação média a precoce. Os grãos são de tamanho médio, com porcentagem de peneira 17 e acima, em torno de 68%. De forma geral, as cultivares do grupo Catucaí apresentam resistência moderada à ferrugem, o que significa que as plantas podem ser infectadas, mas os danos causados pela doença geralmente não são muito severos, não havendo grande queda de folhas. Além disso, a ferrugem pode ser facilmente controlada por meio de pulverizações com fungicidas à base de cobre, triazóis, estrobirulinas ou pela combinação desses produtos. As cultivares do grupo Catucaí são bastante responsivas à poda. Geralmente, apresentam capacidade muito satisfatória de rebrota. A qualidade da bebida é semelhante à do padrão 'Catuaí', conseguindo pontuações altas nas análises sensoriais.

Foto: Carlos Henrique S. Carvalho.



Figura 7. Foto da cultivar Catucaiam 24137, mostrando o seu potencial produtivo.

A cultivar Oeiras MG 6851, que também foi destaque entre os materiais genéticos mais produtivos no experimento em questão, é uma alternativa viável para plantio nas condições de Araponga, pelas razões já discutidas. As cultivares Sabiá Tardio, IPR 100 e IPR 103, apesar de terem sido incluídas no grupo das mais produtivas, não seriam muito bem recomendadas para plantio nessas condições de altitude (acima de 1.000 m), em razão de apresentarem maturação muito tardia, acarretando retardamento muito acentuado da colheita, com risco de coincidir com a florada, o que prejudicaria em demasia os cafeeiros, nessas condições. Outros genótipos que foram ranqueados no grupo dos mais produtivos foram as progênies elites identificadas como H518-3-6-1-1 (grupo Pau Brasil) e H514-7-8-3-3 (grupo Catiguá), pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro desenvolvido pela Epamig e instituições parceiras, estão em fase final de avaliação e serão, em breve, registradas como novas cultivares e se tornarão outras opções muito interessantes para plantio pelos cafeicultores da região das Matas de Minas. Esses dois materiais genéticos, além da resistência muito alta à ferrugem, têm se destacado nas provas de bebida, obtendo pontuações elevadas nos critérios da Specialty Coffee Association of America (2015).

Ensaio de competição de cultivares resistentes à ferrugem instalado em Senhora de Oliveira, MG

Material e métodos

Nesse subitem será abordado o experimento instalado em 21 de janeiro de 2009, no Sítio Santa Edwiges, localizado no município de Senhora de Oliveira, MG, pertencente ao Sr. Antônio Henrique de Paiva. A área do ensaio está situada a 915 m de altitude, 20° 50' 32" S de latitude e 43° 23' 34" W de longitude. Essa é uma outra propriedade típica de agricultura familiar, localizada nas regiões montanhosas das Matas de Minas. O ensaio foi plantado no espaçamento de 2,80 m x 0,70 m, no delineamento estatístico de blocos com tratamentos casualizados, três repetições e parcelas de 60 plantas. Foram utilizados 11 tratamentos, compreendidos por 10 cultivares e progênies resistentes à ferrugem e pela cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, suscetível à ferrugem, que foi utilizada como controle, por ser uma das mais plantadas no Brasil (Tabela 6). As avaliações das produções ocorreram a partir da primeira colheita, ocorrida no ano de 2011, até a colheita do ano de 2017, totalizando sete safras consecutivas. Para isso, foram colhidas 10 plantas uniformes e consecutivas nas linhas de plantio, que constituíram as parcelas úteis do ensaio. As produtividades (sc/ha) das colheitas dos anos de avaliação foram estimadas, considerando-se o espaçamento adotado e um rendimento médio de 480 L de café recém-colhido por saca de 60 kg de café beneficiado. Os dados de produtividade das sete colheitas e a média dessas produtividades foram submetidos à análise individual de variância e as médias obtidas, comparadas pelo critério de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Todas as análises genético-estatísticas foram realizadas com auxílio do aplicativo computacional Genes, desenvolvido pelo setor de Genética da UFV (Cruz, 2016).

Tabela 6. Relação de genótipos de cafeeiros arábica resistentes à ferrugem, avaliados em ensaio de competição instalado no Sítio Santa Edwiges, município de Senhora de Oliveira, MG.

Trat	genótipo	Reação à ferrugem	Instituição de origem
1	Araponga MG1	Resistente	Epamig/UFV
2	Catiguá MG1	Resistente	Epamig/UFV
3	Catiguá MG2	Resistente	Epamig/UFV
4	MGS Catiguá 3	Resistente	Epamig/UFV
5	Catuai Vermelho IAC 144	Suscetível	IAC
6	Catucaiam 24137	Moderadamente resistente	Mapa/Fundação Procafé
7	Oeiras MG 6851	Moderadamente resistente	Epamig/UFV
8	Paraíso MG H 419-1	Resistente	Epamig/UFV
9	Pau Brasil MG1	Resistente	Epamig/UFV
10	Sacramento MG1	Resistente	Epamig/UFV
11	H419-3-3-7-16-4-1	Resistente	Epamig/UFV

Resultados e discussão

Os resultados das análises individuais de variância, considerando os dados de produtividade, evidenciaram diferenças estatísticas significativas a 1% (produtividades dos anos de 2011, 2012 e 2016) ou 5% (avaliações realizadas nos anos de 2013, 2014, 2015, 2017 e média das sete colheitas) de probabilidade entre os genótipos, pelo teste F. Os resultados das análises de variâncias também revelaram que os anos mais propícios para se fazer seleção de cultivares, para plantio na região de Senhora de Oliveira, foram 2011 e 2012. As produtividades avaliadas naqueles anos foram as que apresentaram os maiores valores de herdabilidade e da relação coeficiente de variação genético e coeficiente de variação ambiental (CVg/CVe). Essa relação ficou em patamares acima da unidade, o que denota situação favorável à seleção.

As médias de produtividade revelaram grande variabilidade entre os 11 genótipos de cafeeiros tipo arábica analisados no ensaio, ao longo dos 7 anos de colheitas, possibilitando a indicação dos materiais genéticos mais

promissores para plantio na região de Senhora de Oliveira (Tabela 7). Com base na média geral das produtividades (PMED), verificou-se que seis genótipos se destacaram como os mais produtivos, todos eles portadores de fatores de resistência à ferrugem. A cultivar suscetível Catuaí Vermelho IAC 144 foi incluída no segundo grupo de produtividade. Nota-se que essa cultivar foi das mais produtivas no primeiro ano de colheita, mas, em razão do ataque da ferrugem, esse desempenho não se sustentou ao longo das colheitas seguintes, pois não foi realizado o controle químico da ferrugem no ensaio. Essa situação de não controle ou de um controle ineficiente da ferrugem é bastante comum entre os pequenos cafeicultores das regiões montanhosas das Matas de Minas. Vários fatores contribuem para isso, principalmente a ocorrência de chuvas na época das pulverizações e de épocas de preços baixos do café. Apesar de o controle químico da ferrugem não impactar muito no custo de produção, em situações de baixa remuneração do produto, qualquer corte nas despesas com a cultura, contribui para a sustentabilidade da atividade dos produtores.

Entre os materiais genéticos mais produtivos, o cafeicultor tem a opção de plantar as cultivares Catucaiam 24137 e Oeiras MG 6851, de maturação mais precoce. A cultivar Araponga MG1, que também foi incluída no grupo das mais produtivas, se mostrou bastante sensível à cercosporiose nas condições ambientais em que foi testada. Mesmo com essa limitação, trata-se de um genótipo muito vigoroso, que apresenta intensa ramificação plagiotrópica e enfolhamento. Alternativas muito interessantes para plantio no grupo das mais produtivas são as cultivares Paraíso MG H419-1 e a Catiguá MG2. Ambas são muito resistentes à ferrugem e de elevado vigor vegetativo. A maturação dos frutos dessas duas cultivares é intermediária (similar à 'Catuaí'). Um aspecto bastante peculiar da cultivar Paraíso MG H419-1 é a relativamente reduzida produção de grãos na primeira colheita. Esse fato ocorre em razão do reduzido crescimento inicial das plantas dessa cultivar, mas, a partir da segunda colheita, a sua capacidade produtiva é evidenciada. Outro aspecto muito interessante que ocorre com a Paraíso MG H419-1 é o reduzido efeito de bienalidade de produção observado nessa cultivar (Tabela 7), característica essa normalmente verificada na maioria das variedades da espécie *C. arabica*.

A cultivar Catiguá MG2 é derivada do cruzamento artificial entre um cafeeiro de Catuaí Amarelo IAC 86 e o Híbrido de Timor UFV 440-10.

Tabela 7. Médias de produtividade (sc/ha) de 11 genótipos de cafeeiros Arábica, portadores de fatores de resistência à ferrugem, avaliados por sete colheitas consecutivas, em ensaio instalado no Sítio Santa Edwiges, Senhora de Oliveira-MG.

Tratamento		Produtividade (sc/ha) ¹										
Nº	Descrição	P2011	P2012	P2013	P2014	P2015	P2016	P2017	PMED			
6	Catualaim 24137	80,5 a	43,2 a	47,9 a	55,3 a	84,0 b	19,1 a	81,0 a	58,7 a			
8	Paraíso MG H419-1	47,1 b	46,1 a	51,7 a	53,5 a	103,1 a	22,0 a	75,1 a	56,9 a			
1	Araponga MG1	67,7 a	69,5 a	41,8 a	60,6 a	75,5 b	17,6 a	62,3 a	56,4 a			
7	Oeiras MG 6851	62,3 a	56,7 a	42,5 a	55,4 a	80,1 b	23,1 a	56,0 b	53,7 a			
11	H419-3-3-7- 16-4-1	74,0 a	51,0 a	38,6 a	49,2 a	79,0 b	15,4 a	60,3 a	52,5 a			
3	Catiguá MG2	58,8 b	60,2 a	51,0 a	48,2 a	78,3 b	15,6 a	54,0 b	52,3 a			
2	Catiguá MG1	52,5 b	59,2 a	42,9 a	39,0 b	75,5 b	20,7 a	55,2 b	49,3 b			
10	Sacramento MG1	40,0 b	53,9 a	36,8 a	50,7 a	79,4 b	21,7 a	54,4 b	48,1 b			
4	Catiguá MG3	52,4 b	56,7 a	34,7 a	52,8 a	62,0 b	25,2 a	48,4 b	47,5 b			
5	Catuaí Verm. IAC 144	68,4 a	23,7 b	43,8 a	33,0 b	88,1 b	5,7 b	62,4 a	46,4 b			
9	Pau Brasil MG1	51,4 b	29,0 b	56,0 a	30,8 b	65,5 b	26,2 a	37,9 b	42,4 b			

(¹)P2011, P2012, P2013, P2014, P2015, P2016, P2017 e PMED: produtividades médias estimadas nas colheitas dos anos de 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 e a média das sete colheitas, respectivamente.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo critério de Scott-Knott.

Apresenta porte baixo e copa de formato cônico. Os ramos plagiotrópicos apresentam internódios curtos, com ramificações secundárias abundantes. Os frutos são de cor vermelha quando maduros. A maturação é intermediária e bastante uniforme (Figura 8). As folhas novas são de coloração bronze-claro. Os cafeeiros dessa cultivar são muito vigorosos, imunes às raças prevalentes de *H. vastatrix*, que ocorrem nas áreas de plantio, até o momento. É tolerante à seca e, aparentemente, pouco exigente em nutrientes. Tem se mostrado resistente a bacterioses e ao ácaro-vermelho. A peneira é um pouco mais baixa que o padrão 'Catuaí'. Possui ampla adaptação às diversas regiões cafeeiras do Brasil e até de outros países, como a Costa Rica, onde tem apresentado excelente desempenho agrônômico e de qualidade de bebida. Esse tem sido um dos grandes destaques da cultivar Catiguá MG2, que tem despertado a atenção dos degustadores, alcançando pontuações muito elevadas nas provas de xícara.

Foto: Mário Aparecido Amaral.



Figura 8. Cultivar Catiguá MG2 e detalhes da frutificação.

Outra cultivar de *C. arabica*, também resistente à ferrugem, que ainda não foi mencionada no texto, mas que merece menção por suas características de interesse é a MGS Paraíso 2 (Figura 9). Esta cultivar foi desenvolvida pelo Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro conduzido pela Epamig e instituições parceiras, a partir do cruzamento artificial entre um cafeeiro da cultivar Catuaí Amarelo IAC 30 e o acesso do Híbrido de Timor UFV 445-46, realizado na UFV, em 1980. É de porte baixo estável, frutos de coloração amarela quando maduros e de brotação bronze-claro. Os grãos são de tamanho graúdo, com peneira média 16 e acima em torno de 70%. A maturação dos frutos é intermediária a precoce, dependendo da altitude onde é plantada. Apresenta ampla adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e sistema de cultivo, com desempenho muito satisfatório em altitudes de 350 m a 1.200 m, em regiões de montanha ou nos planaltos do Cerrado. Adapta-se muito bem ao sistema de plantio em sequeiro ou irrigado e à colheita mecanizada. Possui excelente resposta aos diferentes tipos de podas. Outra característica marcante da cultivar MGS Paraíso 2 tem sido a sua qualidade superior e diferenciada de bebida, já tendo sido premiada em vários concursos de cafés especiais.

Foto: Antonio Carlos Baião de Oliveira.



Figura 9. Cultivar MGS Paraíso 2 e detalhes da frutificação.

Considerações finais

A chegada da ferrugem do cafeeiro ao Brasil, no início da década de 1970, foi um marco muito importante para a cafeicultura do País. A partir de então, houve uma verdadeira inovação tecnológica nos sistemas produtivos da espécie *C. arabica*. Várias ações de pesquisa com a cultura foram implementadas após esse fato. Instituições de pesquisa foram criadas ou passaram a realizar trabalhos na área de melhoramento genético do cafeeiro, visando, principalmente, ao desenvolvimento de cultivares de cafeeiros tipo arábica com resistência genética à ferrugem. O árduo, moroso e intenso trabalho dessas equipes de melhoramento culminou com o desenvolvimento e disponibilização para plantio de várias cultivares de cafeeiros tipo arábica resistentes à ferrugem. Essas cultivares têm apresentado desempenho agrônomo semelhante e, na maioria das vezes, até superior ao dos materiais genéticos suscetíveis à ferrugem, tradicionalmente plantados.

Os prejuízos ocasionados pela ferrugem são variáveis de acordo com as diferenças climáticas regionais e com as variações ao longo dos anos. A perda de produção de café no Brasil em consequência da doença é muito grande, em razão das dificuldades para o seu total controle, ou devido a muitos cafeicultores não adotarem medidas de controle adequadas, principalmente, aqueles de regiões montanhosas, não mecanizáveis, como as que ocorrem nas Matas de Minas.

O uso de cultivares resistentes ao fungo *H. vastatrix* Berk. et Br. é, sem dúvida, a medida mais fácil, econômica e ambientalmente segura de controle da ferrugem do cafeeiro. Não se justifica, portanto, nos dias atuais, a não adoção de cultivares resistentes à ferrugem, notadamente, pelos cafeicultores da Região das Matas de Minas, pelos diversos motivos citados. No entanto, é de suma importância que técnicos, consultores e produtores se informem a respeito de resultados de pesquisa com as novas cultivares na região onde pretendem iniciar novos plantios com esses materiais genéticos. Os interessados devem procurar saber sobre o desempenho dessas cultivares na região em que se deseja plantar pois, em determinadas situações, a interação do genótipo com o ambiente pode ter muita influência na resposta da cultivar naquelas condições edafoclimáticas específicas. Caso o cafeicultor não disponha dessas informações, recomenda-se que

ele plante um pequeno lote das cultivares que pretende introduzir e observe os seus desempenhos, para ter segurança na escolha e não acumular decepções e prejuízos futuros com a atividade.

Referências

- ALVES, E. A. **Análise da variabilidade espacial da qualidade do café cereja produzido em região de montanha**. 64 f. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro nacional de cultivares**. Brasília, DF: Cultivarweb Gerenciamento de Informações, 2020. Disponível em: http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php?txt_ordem=&cod_especie=2797&postado=1&acao=pesquisar. Acesso em: 28 ago. 2020.
- CONAB. **Safra brasileira de café**. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>. Acesso em: 26 jan. 2021.
- CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.
- DIAS, L. de O.; SILVA, M. dos S. da. Determinantes da demanda internacional por café brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, v. 24, n. 1, 24 mar. 2015. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/969>. Acesso em: 20 jan. 2018.
- 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.
- FERREIRA, W. P. M.; FERREIRA, G. R.; BARBOSA, T. K. M.; RIBEIRO, M. F.; F. FILHO, E. I.; RUFINO, J. L. S. Região das Matas de Minas tem clima ideal para produção de café. **Cafeicultura**, 7 abr. 2016. Disponível em: <https://revistacafeicultura.com.br/?mat=61443>. Acesso em: 26 ago. 2020.
- FRAGA, C. C. Resenha histórica do café no Brasil. **Agricultura em São Paulo**, v. 10, n. 1, 2 p. 1-21, 1963.
- GICHURU, E. K.; ITHIRU, J. M.; SILVA, M. C.; PEREIRA, A. P.; VÁRZEA, V. C. P. Additional physiological races of coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*) identified in Kenya. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, n. 6, p. 424-427, 2012.
- IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados>. Acesso em: 17 ago. 2020.
- MENDONÇA, R. F.; JESUS JUNIOR, W. C.; FERRÃO, M. A. G.; MORAES, W. B.; BUSATO, L. M.; FERRÃO, R. G.; TOMAZ, M. A.; FONSECA, A. F. A. Genótipos de café conilon e sua reação à ferrugem alaranjada. **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 3, p. 279-284, 2019.

PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, A. C. B.; BOTELHO, C. E.; CARVALHO, G. R.; REZENDE, J. C. Cultivares de café arábica desenvolvidas pela EPAMIG e instituições parceiras. **Informe Agropecuário**, v. 34, p. 44-53, 2013. Edição especial.

RUFINO, J. L. S. **Matas de Minas**: uma região produtora de café em movimento. 24 abr. 2015. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/matras-de-minas-uma-regiao-produtora-de-cafe-em-movimento-94511n.aspx>. Acesso em: 26 ago. 2020.

RUFINO, J. L. S.; RIBEIRO, M. de F. **Seleção, avaliação de impactos e capacitação de tecnologias na Zona da Mata Mineira**. Viçosa: Ed. UFV, 2016. 31 p.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SERA, T.; SERA, G. H.; FAZUOLI, L. C. IPR 103 – Rustic dwarf arabic coffee cultivar more adapted to hot regions and poor soils. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 13, n. 1, p. 95-98, 2013.

SERA, T.; SERA, G. H.; FAZUOLI, L. C.; MACHADO, A. C. Z.; ITO, D. S.; SHIGUEOKA, L. H.; SILVA, S. A. IPR 100 – Rustic dwarf Arabica coffee cultivar with resistance to nematodes *Meloidogyne paranaensis* and *M. incognita*. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 175-179, 2017.

SILVA, R. A. **Caracterização de raças fisiológicas e análise de proteínas candidatas a efetoras em população de *Hemileia vastatrix* no Brasil**. 75 f. 2017. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. **SCAA Protocols**: cupping specialty coffee. 16 Dec. 2015. Disponível em: <http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

VÁRZEA, 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. (ed.). **Durable resistance to coffee leaf rust**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2005. p. 53-74.

WELLMAN, F. L. ***Hemileia vastatrix***. San Salvador: Federation Cafetalera da America, 1957.

ZAMBOLIM, L. Current status and management of coffee leaf rust in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 41, p. 1-8, 2016.

Embrapa

Café



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

