



**DIEGO DE ABREU CARDOSO**

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES F<sub>4</sub> DE CAFEEIROS  
COM RESISTÊNCIA À FERRUGEM EM  
MACHADO - MG**

**LAVRAS - MG**

**2015**

**DIEGO DE ABREU CARDOSO**

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES F<sub>4</sub> DE CAFEEIROS COM RESISTÊNCIA À  
FERRUGEM EM MACHADO – MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes

Coorientador

Dr. César Elias Botelho

**LAVRAS - MG**

**2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Cardoso, Diego de Abreu.

Seleção de progênies F<sup>4</sup> de cafeeiros com resistência à ferrugem em Machado-MG / Diego de Abreu Cardoso. – Lavras : UFLA, 2014.

59 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes.

Bibliografia.

1. Icatu. 2. Café – Melhoramento genético. 3. *Hemileia vastatrix*.  
4. *Cercospora coffeicola*. I. Universidade Federal de Lavras. II.  
Título.

CDD – 633.7323

**DIEGO DE ABREU CARDOSO**

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES F<sub>4</sub> DE CAFEIROS COM RESISTÊNCIA À  
FERRUGEM EM MACHADO – MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 28 de novembro de 2014.

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| Dr. Samuel Pereira de Carvalho   | UFLA   |
| Dr. César Elias Botelho          | EPAMIG |
| Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho | EPAMIG |

Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2014**

## **AGRADEÇO**

*A Deus,*

*pelo fôlego de vida e proteção.*

*Ao Senhor Jesus,*

*por sempre caminhar ao meu lado.*

*Ao Espírito Santo,*

*pelas intercessões.*

*À minha esposa Amanda,  
pela compreensão, amor e paciência.*

*Ao meu filho Davi,  
que me fez ver o mundo de outra forma,*

**DEDICO**

*Aos meus pais, Aristides e Ana,*

*pela educação e carinho recebido.*

*Às minhas queridas irmãs Sandra, Glete e Suélen  
pelos bons conselhos e amizade.*

*A Sra. Edilah Biagi,*

*pelo grande incentivo e força.*

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) por possibilitar a realização do mestrado.

Aos professores e funcionários do Departamento de Agricultura da UFLA, pelo bom serviço prestado.

Ao professor e orientador Antônio Nazareno Guimarães Mendes, pelos ensinamentos, compreensão e amizade.

Ao pesquisador e coorientador César Elias Botelho, pelas contribuições e amizade.

Aos pesquisadores Vicente Carvalho, Gladyston Rodrigues Carvalho e Alex Mendonça de Carvalho, pelas sugestões e amizade.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café) pelo financiamento desta pesquisa. Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Café (INCT Café) pela concessão dos recursos para a realização deste trabalho.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela concessão do experimento que foi avaliado neste trabalho.

Aos funcionários e bolsistas da Unidade Regional Epamig Sul de Minas e das Fazendas Experimentais da Epamig em Lavras e Machado, pelas contribuições.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar e selecionar progênies de cafeeiros em geração F<sub>4</sub>, em condições de campo, visando à obtenção de cultivares resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e com características agronômicas superiores às cultivares tradicionais. Foram avaliadas 33 progênies desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro em Minas Gerais, coordenado pela EPAMIG, obtidas do cruzamento entre cultivares do grupo Icatu com Catuaí Amarelo IAC 62 e IAC 17 e as progênies IAC 5002 e IAC 5010, e três testemunhas suscetíveis. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, dez plantas por parcela e espaçamento de 3,0 m e 0,80 m nas entrelinhas e entre plantas, respectivamente. O experimento foi instalado em 2007 na Fazenda Experimental da EPAMIG, em Machado - Minas Gerais. Foram analisadas as características: produção (sacas.ha<sup>-1</sup>), porcentagem de grãos retidos em peneira “17 e acima” e vigor vegetativo de quatro colheitas realizadas em 2010, 2011, 2012 e 2013; incidência e severidade da ferrugem e incidência de cercosporiose, avaliadas em 2013. Com base nos resultados obtidos pode-se verificar que as progênies avaliadas apresentam variabilidade para as características analisadas. Conclui-se que as progênies H 141-17-46 Cova 8, H 41-26-48 Cova 14 e H 141-10-10 Cova 5 apresentam os maiores valores para produtividade na média dos quatro anos avaliados, permanecendo no grupo das mais produtivas ao longo dos anos, além de baixa incidência e severidade da ferrugem, baixa incidência de cercosporiose e alto vigor vegetativo, demonstrando ser possível selecionar essas progênies na população estudada e avançar gerações.

**Palavras-chave:** Icatu. Melhoramento. Produtividade. *Hemileia vastatrix*. *Cercospora coffeicola*.

## ABSTRACT

In this study we aimed to evaluate and select coffee progenies at F<sub>4</sub> generation, under field conditions, in order to obtain rust resistant cultivars, cercospora leaf spot resistant and agronomic characteristics superior to traditional cultivars. We evaluated 33 progenies developed by the Genetic Improvement Program of Coffee in Minas Gerais, coordinated by EPAMIG, obtained from a cross among the cultivars Icatu group with Catuaí Amarelo IAC 62 and IAC 17 and the progenies IAC 5002 and IAC 5010, with three more susceptible controls cultivars. The experimental design used was a randomized block with four replications with ten plants per plot and spacing of 3.0 m and 0.80 m between the lines and between plants, respectively. The experiment was installed in 2007 on Experimental Farm EPAMIG in Machado - Minas Gerais. The following characteristics were analyzed: production (bags.ha<sup>-1</sup>), percentage of grains retained in sieve "17 and up" and vegetative vigor during the years 2010, 2011, 2012 and 2013; incidence and severity of rust and cercospora leaf spot incidence were evaluated in 2013. Based on the results obtained, it can be seen that the progenies have variability for the analyzed characteristics. We conclude that the H 141-17-46 progenies Cova 8, H 41-26-48 Cova 14 and H 141-10-10 Cova 5 showed the highest value of productivity on the average of four periods of time, remaining in the group of the most productive over the years, and low incidence and severity of rust, low incidence of cercospora leaf spot and high vegetative vigor, proving to be able to select these progenies in the studied population and advancing generations.

**Keywords:** Icatu. Breeding. Productivity. *Hemileia vastatrix*. *Cercospora coffeicola*.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 Relação das progênes e cultivares de <i>Coffea arabica</i> avaliadas em Machado – MG. UFLA, Lavras, MG, 2014 .....   | 25 |
| Tabela 1 Resumo da análise de variância para produção (sacas.ha-1) de 33 progênes e três cultivares de cafeeiro avaliadas em dois biênios (2010/2011 e 2012/2013) na Fazenda Experimental da EPAMIG, no município de Machado – MG. UFLA, Lavras, MG, 2014 ..... | 32 |
| Tabela 2 Produtividade média por biênio, em sacas de café beneficiado.ha-1, de 33 progênes e três cultivares de cafeeiro avaliadas em Machado – MG. UFLA, Lavras, MG, 2014 .....  | 33 |
| Tabela 3 Resumo da análise de variância para notas de vigor vegetativo e porcentagem grãos retidos em peneira “17 e acima” de 33 progênes e três cultivares de cafeeiro avaliadas em 2010, 2011, 2012 e 2013, em Machado – MG. UFLA, Lavras – MG, 2014.....     | 38 |
| Tabela 4 Porcentagem de grãos classificados em peneira “17 e acima” e notas de vigor vegetativo de 33 progênes e três cultivares de cafeeiro avaliadas em 2010, 2011, 2012 e 2013, em Machado – MG. UFLA, Lavras – MG, 2014 .....                               | 39 |
| Tabela 5 Resumo da análise de variância para incidência e severidade e da ferrugem e incidência de cercosporiose de 33 progênes e três cultivares de cafeeiro avaliadas em Machado – MG. UFLA, Lavras, MG, 2014.....  | 43 |
| Tabela 6 Incidência (IF) e severidade (SF) da ferrugem e incidência (IC) de cercosporiose em 33 progênes e três cultivares de cafeeiro avaliadas em Machado – MG. UFLA, Lavras, MG, 2014 .....  | 43 |

## SUMÁRIO

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>10</b> |
| <b>2</b>     | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>2.1</b>   | <b>A planta de café .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>2.2</b>   | <b>Melhoramento genético do cafeeiro .....</b>                               | <b>13</b> |
| <b>2.3</b>   | <b>Ferrugem do cafeeiro .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>2.3.1</b> | <b>Resistência à ferrugem .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>2.3.2</b> | <b>Herança da resistência.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>2.6</b>   | <b>Cercosporiose do cafeeiro.....</b>  | <b>22</b> |
| <b>3</b>     | <b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>3.1</b>   | <b>Caracterização das progênies.....</b>                                     | <b>24</b> |
| <b>3.2</b>   | <b>Delineamento e detalhes da parcela experimental.....</b>                  | <b>26</b> |
| <b>3.3</b>   | <b>Descrição da área.....</b>  | <b>26</b> |
| <b>3.4</b>   | <b>Características avaliadas .....</b>                                       | <b>27</b> |
| <b>3.5</b>   | <b>Análise dos dados.....</b>  | <b>29</b> |
| <b>3.5.1</b> | <b>Análise de variância para a variável produção.....</b>                    | <b>29</b> |
| <b>3.5.2</b> | <b>Análise de variância para as demais características agronômicas .....</b> | <b>29</b> |
| <b>4</b>     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>  | <b>31</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>Produção .....</b>  | <b>31</b> |
| <b>4.2</b>   | <b>Classificação por peneira e notas de vigor vegetativo .....</b>           | <b>37</b> |
| <b>4.3</b>   | <b>Ferrugem e Cercosporiose.....</b>   | <b>42</b> |
| <b>4</b>     | <b>CONCLUSÕES .....</b>  | <b>48</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>49</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade cafeeira é de grande importância na economia brasileira, sendo o Brasil o maior produtor e exportador de café no mundo. O país é responsável por 35% do mercado internacional de café, com produção estimada em 45,14 milhões de sacas de café beneficiado para safra 2014/2015, cultivado em uma área de 2,221 milhões hectares. Desse total, o café arábica representa 71,1% da produção e o estado de Minas Gerais é responsável por cerca de 52% da produção nacional, destacando-se como o maior produtor brasileiro (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2014).

Um dos fatores responsáveis pelo sucesso do Brasil na produção de café tem sido a utilização de cultivares melhoradas ou cultivares com características agrônomicas superiores. O qual tem contribuído, mediante cruzamentos e seleções, com ganhos genéticos de produtividade, arquitetura e porte, vigor, rusticidade, rendimento de beneficiamento e qualidade de bebida, bem como a introdução de genes que conferem resistência às principais doenças.

Apesar das condições ambientais e climáticas favoráveis ao sucesso da cafeicultura no Brasil, a ferrugem alaranjada, causada pelo fungo biotrófico *Hemileia vastatrix* e cercosporiose, causada por *Cercospora coffeicola* limitam muito a produção provocando grandes perdas econômicas.

As perdas causadas pela ferrugem, segundo relatos na literatura, podem atingir de 30 a 50% da produção, na ausência de medidas de controle, e também, pela predominância de cultivo de cultivares suscetíveis à doença. Dessa forma, cultivares do grupo Icatu possuem grande potencial de uso, pois já foi comprovada a resistência à ferrugem, sendo tanto do tipo horizontal quanto vertical, permitindo, portanto, a obtenção de cultivares resistentes, que apresentam rusticidade, alto vigor vegetativo, qualidade de grãos (peneira alta),

com ganhos de produtividades superiores inclusive aos materiais oriundos do Híbrido de Timor, e com qualidade de bebida superior.

Objetivou-se neste trabalho selecionar progênies de *Coffea arabica*, sendo 33 progênies derivadas do cruzamento entre cultivares do grupo Icatu com Catuaí Amarelo IAC 62 e IAC 17 e as progênies IAC 5002 e IAC 5010, em geração F<sub>4</sub>, para características agronômicas e resistência às doenças.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A planta de café

O café tem sua origem em Kaffa, no sudoeste da Abissínia, atual Etiópia, no continente africano. A faixa de altitude correspondente a essa região encontra-se entre 1.000 e 2.000 metros. Foi cultivado pela primeira vez no Iémen, e se estabeleceu rapidamente na América, a partir de 1720 (GUERREIRO FILHO et al., 2008).

É uma planta perene, pertencente ao grupo das plantas Fanerógamas, classe Angiosperma, subclasse Dicotiledônea, ordem Rubiales, família *Rubiaceae*; tribo *Coffeae*; subtribo *Coffeinae*; seção *Eucoffea*; subseção *Erythrocoffea*; gênero *Coffea*.

A seção *Eucoffea* reúne as espécies mais importantes de cafeeiros (DAVIS et al., 2006): *C. arabica*, *C. canephora*, *C. liberica*, *C. dewevrei*, *C. klainii*, *C. racemosa*, *C. congensis*, *C. salvatrix*, *C. sessiflora*, *C. stenophylla*, *C. kapakata* e *C. eugenioides*. Dentre as quais as de maior importância econômica são, *Coffea arabica* L. (café arábica) e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (café robusta), que possuem elevados teores de cafeína e são as duas espécies mais cultivadas no mundo (DAMATTA; RAMALHO, 2006).

Embora as demais espécies não sejam cultivadas comercialmente, elas constituem em importante germoplasma para o programa de melhoramento do cafeeiro, em razão da grande variabilidade genética existente, sendo utilizadas para obtenção de resistência a pragas, doenças, nematoides e porte adequado a diferentes cultivos, bem como bons teores de cafeína e sólidos solúveis. Por isso, são intensamente utilizadas em cruzamentos interespecíficos nos programas de melhoramento (SAKIYAMA; PEREIRA; ZAMBOLIM, 2005).

A espécie *C. arabica* encerra um grande número de variedades e de mutantes. Citologicamente, é a única espécie poliploide, uma alotetraploide, com  $2n=4x=44$  cromossomos. É a única espécie autógama. Na natureza, multiplica-se predominantemente por autopolinização, com taxa de fecundação cruzada da ordem de 10% (MENDES; GUIMARÃES, 1998).

A espécie tem ampla dispersão no Brasil, sendo cultivada em regiões de altitudes mais elevadas e temperaturas mais amenas, entre 18°C e 21°C. No país o café arábica representa cerca de 70% da produção total de café, e para a atual safra estima-se que sejam colhidas 32,11 milhões sacas de café arábica (CONAB, 2014). Atualmente, os principais estados produtores de café, em ordem de importância, são: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Paraná, Rondônia e Goiás.

## **2.2 Melhoramento genético do cafeeiro**

O melhoramento do cafeeiro no Brasil pode ser dividido em duas fases. A primeira vai desde a introdução da cultivar Typica, em 1727, até o início da década de 1930, e a segunda fase inicia-se a partir da década 1930 e estende-se até os dias atuais.

Na primeira fase, o governo autorizou em 1859 a introdução da cultivar Bourbon Vermelho, da Ilha de Reunião, por ser considerada de alta produtividade, ocupando grandes áreas de cultivo. Houve também introduções realizadas por produtores visando melhorar seus próprios materiais, com destaque para a cultivar Sumatra, em 1896, proveniente da ilha de Sumatra na Indonésia. O aparecimento de mutantes do café arábica também era aproveitado. Em 1870, foi encontrado o Amarelo de Botucatu, em Botucatu-SP, como sendo uma mutação da cultivar Typica, porém não se difundiu por ser menos produtiva que a Typica. E outros mutantes também despertaram interesse, como o

Maragogipe, Bourbon Amarelo, Caturra Vermelho e Caturra Amarelo (MATIELLO et al., 2005). Essa primeira fase do melhoramento foi caracterizada como empírica, pois os próprios produtores selecionavam as plantas mais vigorosas e mais produtivas para formarem as lavouras subsequentes.

A segunda fase do melhoramento genético do cafeeiro de caráter mais científico, realizada pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) (PEREIRA et al., 2010). Em 1933, foi iniciado o desenvolvimento de um complexo programa de melhoramento pelo qual propiciou a obtenção de cultivares de café 395% superiores às cultivares introduzidas inicialmente (CARVALHO, 1981).

Além de selecionar materiais com base em características como produtividade, porte de planta, arquitetura e desenvolvimento vegetativo (MATIELLO, 2008), passou-se a dar ênfase posteriormente, à obtenção de cafeeiros resistentes à *Hemileia vastatrix* (BETTENCOURT; CARVALHO, 1968). Destaca-se também a obtenção da cultivar Catimor, proveniente da hibridação do Híbrido de Timor com a cultivar Caturra Vermelho, e ainda, outro material obtido do cruzamento de cafeeiros da espécie *Coffea canephora* com cultivares da espécie *Coffea arabica*, denominado Icatu (MEDINA FILHO et al., 1984).

Nas cultivares do grupo Icatu é possível encontrar fonte de resistência à ferrugem combinada com progênies produtivas, estáveis e adaptadas, com alto vigor e qualidade de grãos, bem como peneira alta. Alguns trabalhos confirmaram o potencial das cultivares do grupo Icatu, por exemplo, Pereira et al. (2011) trabalharam com 33 progênies obtidas do grupo Icatu em Machado, sul de Minas Gerais, e encontraram variabilidade genética entre as progênies, em que elas apresentaram altas médias para produção, peneira alta, baixa incidência/severidade de ferrugem e cercosporiose. Correa (2004) relatou que em progênies oriundas de 'Icatu', avaliadas no sul de Minas Gerais,

apresentaram-se altamente produtivas com resistência à ferrugem. Além disso, esse mesmo autor identificou progênies estáveis e adaptadas para característica produção. Carvalho et al. (2009) ao trabalhar com 29 progênies do grupo Icatu, avaliadas na Região do Alto Paranaíba, em Minas Gerais, encontraram altas médias de produtividade, e alto vigor vegetativo, e concluíram que, a seleção de progênies superiores e promissoras para obtenção de cultivares é possível.

Esses trabalhos demonstram a variabilidade genética existente nos materiais avaliados resultantes de cultivares do grupo Icatu, indicando assim, a possibilidade de obtenção de plantas superiores com resistência à ferrugem, e também, à cercosporiose. Dessa forma, diversas instituições vêm aplicando esforços em trabalhos que visam à obtenção e identificação de novas cultivares.

Destacam-se os trabalhos de melhoramento realizado por instituições de pesquisa no país, além do IAC, o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), a Fundação PROCAFÉ/MAPA, o Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) em parceria com a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV). No exterior destacam-se, as instituições como o Instituto Interamericano de Ciências Agrárias (IICA), em Turrialba, Costa Rica; o Centro Nacional de Investigação do Café (Cenicafé), em Chinchiná, Colômbia e o Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC), em Oeiras, Portugal (MENDES; GUIMARÃES; SOUZA, 2002a).

### **2.3 Ferrugem do cafeeiro**

A ferrugem do cafeeiro é causada pelo fungo biotrófico *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. É a principal doença da cafeicultura (PETEK et al., 2006) em abrangência de danos, com perdas econômicas que chegam a dois bilhões de dólares por ano em nível global, pois a maioria das cultivares de *C. arabica* é



suscetível (BRITO et al., 2010) e pode causar perdas de até 50% na ausência de medidas de controle (PRAKASH et al., 2004).

As condições para o progresso da doença são temperaturas de 21°C a 23°C e molhamento foliar. O principal dano causado pela doença é a desfolha prematura que resulta em uma redução de área foliar, conseqüentemente, em redução da área fotossinteticamente ativa, levando a um enfraquecimento progressivo da planta infectada. Recentemente, as pesquisas têm demonstrado que lavouras com alta carga pendente, há um aumento no progresso da doença, por isso deve-se atentar para o controle da ferrugem em anos de cargas altas (CARVALHO; CHALFOUN; CUNHA, 2010).

O controle químico é uma das alternativas e resultados satisfatórios são alcançados com fungicidas de proteção e/ou curativos. Mas, a utilização de cultivares resistentes obtidas pelo melhoramento convencional de plantas é a forma mais indicada (FAZUOLI et al., 2002, 2005; PEREIRA et al., 2002; SERA; ALTEIA; PETEK, 2002). Nesse contexto, o desenvolvimento de cultivares resistentes à ferrugem tem papel importante, tanto para diminuição dos custos de produção quanto para diminuição de riscos de contaminação do meio ambiente e de trabalhadores rurais com o uso inadequado de defensivos no controle químico (PETEK; SERA; FONSECA, 2008).

Segundo Herrera et al. (2009), a resistência está associada ao progresso da epidemia e equilíbrio do enfolhamento no campo, assim indivíduos parcialmente resistentes exibem progresso lento da epidemia (até cinco meses de atraso em relação ao material suscetível) e menor desfolha.

A reação específica é relacionada à expressão de número reduzido de genes de natureza dominante e é mais fácil de ser trabalhada em programas de melhoramento (CHAVES, 1976). Porém, tem caráter temporário, ocorrendo frequentes quebras da resistência, devido às adaptações do patógeno ao genótipo (ESKES, 1989).

Diante disso, os programas de melhoramento vêm tentando desenvolver estratégias para melhorar a durabilidade de resistência, completa ou parcial, à ferrugem em cultivares de café arábica. Foram identificados, até o momento, nove genes de resistência: S<sub>H</sub>1 a S<sub>H</sub>9 contrastando com os correspondentes genes de virulência, v1 a v9, de *H. vastatrix* em plantas de café de diferentes espécies (BETTENCOURT; RODRIGUES-JÚNIOR, 1988; RODRIGUES JÚNIOR; BETTENCOURT; RIJO, 1975). Os genes S<sub>H</sub>1, S<sub>H</sub>2, S<sub>H</sub>4 e S<sub>H</sub>5 estão associados unicamente com cafeeiros de *C. arabica* puros originados da Etiópia, o S<sub>H</sub>3, a *C. liberica* e os genes S<sub>H</sub>6, S<sub>H</sub>7, S<sub>H</sub>8 e S<sub>H</sub>9 são originados de *C. canephora*, um dos parentais do “Híbrido de Timor” e outros híbridos interespecíficos como o Icatu (BETTENCOURT; RODRIGUES JÚNIOR, 1988; RODRIGUES JÚNIOR; BETTENCOURT; RIJO, 1975).

A resistência à *H. vastatrix* vem sendo quebrada pela suplantação dos genes de resistência em *Coffea arabica*, com o surgimento de novas raças dos patógenos (CARDOSO, 1986). Assim, os programas de melhoramento do cafeeiro buscam fonte de resistência em outras espécies do gênero *Coffea*, e em hibridações interespecíficas, por exemplo, em plantas do grupo Icatu (GUZZO; HARAKAVA; TSAI, 2009).

Essa cultivar foi obtida da hibridação entre *C. arabica* e *C. canephora*, com retrocruzamento para Mundo Novo, desenvolvido pelo IAC em 1950, com objetivo de transferir alelos que controlam a doença, encontrados na espécie *C. canephora* para *C. arabica*, e destacou-se como um dos materiais mais promissores do Brasil (MONACO; CARVALHO, 1975). Apresentam como característica alto vigor vegetativo, rusticidade, peneira alta, boa produção e variabilidade para resistência à ferrugem, tanto vertical como horizontal (ALVARENGA et al., 1998), com diferentes graus de resistência ao ataque de *H. vastatrix*, o que é de grande valor para *C. arabica* (CARVALHO et al., 1991;

ESKES; COSTA 1983), bem como possui potencial para obtenção de bebidas superiores.

As características de interesse agrônômico aliadas à resistência à ferrugem são de grande importância na cafeicultura brasileira, principalmente em cafeicultura de montanha, como em Machado, que representa bem a realidade da cafeicultura do sul de Minas, pois com a dificuldade de controle de doenças, áreas de produção pequenas, surge a necessidade de altas produtividades com vigor dos genótipos em função do elevado custo de implantação de uma lavoura.

### **2.3.1 Resistência à ferrugem**

Diversos grupos de pesquisa de diferentes regiões têm procurado atingir a resistência durável à ferrugem do café, resultando em sucesso inicial, seguido por insucessos por causa do surgimento de novas raças de patógenos virulentos capazes de infectar as plantas inicialmente resistentes e quebrar a resistência (RESENDE et al., 2001).

Segundo Bettencourt e Rodrigues Júnior (1988) os tipos de reações nas plantas expressam os tipos de resistência, e podem variar desde nenhum sinal de reação visível, indicando a imunidade, até a hipersensibilidade, com pústulas que apresentam intensa esporulação, clorose e necrose dos tecidos, caracterizando a suscetibilidade. Para esses mesmo autores, a caracterização do tipo de resistência como específica ou não específica, temporária ou durável, vertical ou horizontal, pode ser substituída por completa quando não ocorre esporulação, e incompleta quando, mesmo em graus variáveis.

De acordo com Matiello (1991) o emprego de cultivares resistentes para controle da ferrugem é o método mais eficiente e econômico. No Brasil, a partir da década de 1970 linhagens de cafeeiros com resistência à ferrugem foram pesquisados. Inicialmente, foram liberados materiais com fatores simples, porém

mostraram-se pouco produtivas. Depois, os híbridos Catimores e Sarchimores foram testados, e apresentaram boa produtividade e resistência, porém apresentaram baixo vigor, sendo abandonados posteriormente (MATIELLO; ALMEIDA, 2006).

Com relação às cultivares resistentes à ferrugem, grande parte dos materiais tem como fonte de resistência o Híbrido de Timor, obtido pelo Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro – CIFC (VÁRZEA; SILVA; RODRIGUES JÚNIOR, 2002). Esse material tem provável origem do cruzamento natural entre *C. canephora* e *C. arabica*, e possui pelo menos cinco genes dominantes S<sub>H5</sub>, S<sub>H6</sub>, S<sub>H7</sub>, S<sub>H8</sub> E S<sub>H9</sub>.

As populações de Híbrido de Timor constituem-se em um germoplasma de grande importância para o melhoramento genético do cafeeiro, possui grande variabilidade genética, e muitas cultivares já foram lançadas derivadas dessa população. Por exemplo, a cultivar Araponga MG1, obtida da hibridação entre a cultivar Catuaí Amarelo IAC 86 e a seleção de Híbrido de Timor UFV 446-08, sendo seu lançamento realizado em geração F<sub>6</sub>. A cultivar destacou-se com alta produtividade e resistente à ferrugem, combinado com qualidade de bebida semelhante às cultivares Mundo Novo e Catuaí (CARVALHO, C. H. S. et al, 2008).

Do cruzamento de Vila Sarchi com Híbrido de Timor (Sarchimores) foram obtidas as cultivares IAPAR-59, Tupi e Obatã, as quais apresentam características de vigor, produção e resistência à ferrugem, porte baixo, arquitetura de copa mais compacta, recomendadas, portanto, para plantios adensados (MENDES; GUIMARÃES; SOUZA, 2002b).

Trabalhando com progênies de Catimor comparadas com Catuaí Vermelho, Severino et al. (2008) observaram características similares em relação à produtividade, peneira média e vigor vegetativo, mesmo quando cultivadas na ausência de ferrugem do cafeeiro.

Além do Híbrido de Timor, a resistência à ferrugem também vem sendo aproveitada a partir do material denominado de Icatu, cuja origem é *C. canephora* e *C. arabica*. A partir de 1985, novos híbridos começaram ser obtidos com a finalidade de incorporar alelos de resistência à ferrugem, como Catucaí, oriundo do cruzamento natural entre Icatu e Catuaí, cujas seleções realizadas pelo PROCAFÉ/MAPA visam também, uniformizar o porte baixo; a cultivar Eparrey obtida do cruzamento entre Acaiá e Icatu; gerações mais avançadas de Icatu, Catimor, Sarchimor e outros materiais, adotando-se como padrões das avaliações as cultivares dos grupos Catuaí e Mundo Novo (MENDES; GUIMARÃES; SOUZA, 2002a).

Dias (2002) em trabalho de competição de cultivares no sul de Minas Gerais, realizado após duas colheitas, observou que as progênies de Catucaí Amarelo 2SL e Vermelho, foram semelhantes em produção às cultivares comerciais Catuaí Vermelho IAC 99 e Topázio MG1189, e apresentaram também bom vigor vegetativo.

### 2.3.2 Herança da resistência

O estudo da hereditariedade da resistência a *H. vastatrix* em plantas de *Coffea spp* foi iniciado pela primeira vez por Mayne, em 1935, na Índia, com o estudo das interações de seleções *Coffea arabica* e de segregantes de híbridos de *C. arabica* com *C. liberica* (BETTENCOURT; NORONHA-WAGNER; LOPES, 1980). D'Oliveira e Rodrigues (1961) relataram que a resistência era condicionada por genes em dominância completa, porém não precisaram o número de genes envolvidos.

Mais tarde Noronha-Wagner e Bettencourt (1967) identificaram quatro genes simples, que conferiam resistência à ferrugem, e receberam a sigla  $S_H$ , que significa suscetibilidade à *H. vastatrix*, denominados  $S_{H1}$ ,  $S_{H2}$ ,  $S_{H3}$  e  $S_{H4}$ . Esses mesmos autores demonstraram que a teoria de gene a gene de Flor é aplicável ao

complexo *C. arabica* – *H. vastatrix* e deduziram os genótipos das raças do patógeno. Os genes de virulência do patógeno foram denominados por v1, v2, v3, v4, correspondendo aos genes dos hospedeiros S<sub>H</sub>1, S<sub>H</sub>2, S<sub>H</sub>3 e S<sub>H</sub>4, respectivamente (NORONHA-WAGNER; BETTENCOURT, 1967). Em 1968, Bettencourt e Carvalho encontraram mais dois genes para virulência (v5 e v6) de 18 raças fisiológicas de *H. vastatrix*.

Os genes S<sub>H</sub>1, S<sub>H</sub>2, S<sub>H</sub>4 e S<sub>H</sub>5 estão ligados unicamente com cafeeiros de *C. arabica* puros originados da Etiópia, o S<sub>H</sub>3, a *C. liberica* e os genes S<sub>H</sub>6, S<sub>H</sub>7, S<sub>H</sub>8 e S<sub>H</sub>9 são originados de *C. canephora*, um dos parentais do “Híbrido de Timor” e outros híbridos interespecíficos como o Icatu (BETTENCOURT; RODRIGUES JÚNIOR, 1988; RODRIGUES-JÚNIOR; BETTENCOURT; RIJO, 1975).

Foram identificados, até o momento, nove genes de resistência: S<sub>H</sub>1, S<sub>H</sub>2, S<sub>H</sub>3, S<sub>H</sub>4, S<sub>H</sub>5, S<sub>H</sub>6, S<sub>H</sub>7, S<sub>H</sub>8 e S<sub>H</sub>9 contrastando com os correspondentes genes de virulência, v1 a v9, de *H. vastatrix* em plantas de café de diferentes espécies (BETTENCOURT; RODRIGUES JÚNIOR, 1988; RODRIGUES JÚNIOR; BETTENCOURT; RIJO, 1975).

Ainda, outros dois genes de resistência monogênica foram relatados no Brasil, um em *C. canephora* cv Kouillou e o outro em Icatu (ESKES, 1989). Foi observada também a resistência incompleta devido à presença de um ou poucos genes menores nessas duas espécies (ESKES et al., 1990).

A variabilidade na patogenicidade de *H. vastatrix* é grande. Cerca de 45 raças fisiológicas dessa espécie foram identificadas. Treze raças foram confirmadas no Brasil, e dentre estas, a raça II com o gene de virulência v5, predomina em áreas de cultivos comerciais, uma vez que as principais cultivares comerciais plantadas no mundo inteiro nas diferentes regiões produtoras contêm o gene de resistência à ferrugem S<sub>H</sub>5 (BRITO et al., 2010).

Os genes no cafeeiro arábica que conferem resistência à *H. vastatrix*, já foram suplantados por diversas raças do patógeno, incluindo as identificadas no Brasil (CARDOSO, 1986). Assim sendo, os programas de melhoramento do cafeeiro buscam fonte de resistência em outras espécies do gênero e em hibridações (GUZZO; HARAKAVA; TSAI, 2009), por exemplo, em plantas da cultivar Icatu.

Essa cultivar foi obtida por meio de um trabalho de hibridação interespecífica entre *C. arabica* e *C. canephora*, com retrocruzamento para Mundo Novo, desenvolvido pelo IAC em 1950, com objetivo de transferir alelos que controlam a doença encontrados na espécie *C. canephora* para *C. arabica*, e destacou-se como um dos materiais mais promissores do Brasil de origem interespecífica (MONACO; CARVALHO, 1975). Apresentam como característica alto vigor vegetativo, rusticidade, boa produção e variabilidade para resistência à ferrugem, tanto vertical como horizontal (ALVARENGA et al., 1998), com diferentes graus de resistência ao ataque de *H. vastatrix*, o que é de grande valor para *C. arabica* (CARVALHO et al., 1991; ESKES; COSTA 1983).

## **2.6 Cercosporiose do cafeeiro**

Além da ferrugem, é importante de se verificar a incidência de outras doenças como, a cercosporiose, com objetivo de encontrar cultivares que expressam elevada capacidade produtiva, resistência à ferrugem e menor incidência de cercosporiose. No entanto, na literatura poucos trabalhos tratam do estudo da obtenção de cultivares resistentes a essa doença.

O agente etiológico da cercosporiose é o fungo heminecrotrófico *Cercospora coffeicola* Berkeley & Cooke. O principal dano causado pela doença

é a desfolha precoce que resulta em seca e morte dos ramos produtivos do cafeeiro (DAUB; HERRERO; CHUNG, 2005).

Os prejuízos econômicos com a cercosporiose são maiores com plantios estabelecidos em lavouras nos cerrados ou em regiões altas e com solos de baixa fertilidade ou nutrição desequilibrada (principalmente, N/K) e solos arenosos, pois existe uma estreita relação entre o ataque do fungo com a nutrição mineral das plantas (POZZA et al., 2000), sendo observada alta intensidade da doença com redução de até 30% na produção.

A cercosporiose também ataca as mudas nos viveiros, provocando intensa desfolha e redução no desenvolvimento das mudas, tornando-as impróprias ao plantio (FERNANDEZ-BORRERO; MESTRE; DUQUE, 1966).

Alguns trabalhos realizados demonstraram a possibilidade de uso de cultivares do café Icatu, como fonte de resistência à cercosporiose (FERNANDES et al., 1990; PATRÍCIO, BRAGHINI; FAZUOLI, 2010). Pozza et al. (2004) relataram menor infecção da doença em mudas de café Icatu, quando inoculadas com esporos de *C. coffeicola*, do que em mudas das cultivares Catuaí e Mundo Novo.

A utilização de cultivares resistentes é uma importante medida de controle para a cercosporiose. No entanto, a resistência à cercosporiose é pouco estudada no Brasil, possivelmente porque os esforços da pesquisa se convergem no desenvolvimento de cultivares resistentes à ferrugem, ou ainda, ter sido relacionada com deficiências nutricionais dos cafeeiros (PATRÍCIO; BRAGHINI; FAZUOLI, 2010).



### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização das progênies**

As progênies foram obtidas do programa de melhoramento genético do cafeeiro, conduzido em Minas Gerais, coordenado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) em parceria com a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV). A fonte utilizada para obtenção de resistência à ferrugem nas progênies foram as cultivares do grupo Icatu. Estas foram selecionadas pelo método genealógico, e encontram-se atualmente em geração F<sub>4</sub>.

Foram avaliadas as características agronômicas de produção, porcentagem de grãos retidos em peneira “17 e acima”, vigor vegetativo e resistência à ferrugem e cercosporiose de 33 progênies (resultantes dos cruzamentos entre seleções de Icatu e seleções de cultivares comerciais), e três comerciais (Rubi MG 1192, Topázio MG 1190 e Catuaí Amarelo IAC 62), como testemunhas suscetíveis à ferrugem (Quadro 1).

**Quadro 1 Relação das progênies e cultivares de *Coffea arabica* avaliadas em Machado – MG. UFLA, Lavras, MG, 2014**

| <b>Nº de ordem</b> | <b>Progênies</b>      | <b>Genitores</b>                       |
|--------------------|-----------------------|--|
| 1                  | H 141-17-46 Cova 1    | Icatu Am. IAC 2944x Catuaí Am. IAC 62  |
| 2                  | H 141-17-46 Cova 8    | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 3                  | H 141-17-46 Cova 9    | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 4                  | H 141-17-46 Cova 16   | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 5                  | H 141-17-46 Cova 18   | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 6                  | H 141-17-46 Cova 19   | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 7                  | H 140-18-02 Cova 6    | Icatu Verm. IAC 4042xCatuaí Am. IAC 62 |
| 8                  | H 101-71-44 Cova 5    | Icatu Verm. IAC 4040xIAC 5010          |
| 9                  | H 101-71-44 Cova 15   | Icatu Verm. IAC 4040xIAC 5010          |
| 10                 | H 108-43-37 Cova 6    | Icatu Verm. IAC 4042xIAC 5002          |
| 11                 | H 108-43-37 Cova 18   | Icatu Verm. IAC 4042xIAC 5002          |
| 12                 | H 41-26-48 Cova 5     | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 13                 | H 41-26-48 Cova 14    | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 14                 | H 105-01-39 Cova 1    | Icatu Am. IAC 2944xIAC 5002            |
| 15                 | H 105-01-39 Cova 4    | Icatu Am. IAC 2944xIAC 5002            |
| 16                 | H 105-01-39 Cova 12   | Icatu Am. IAC 2944xIAC 5002            |
| 17                 | H 140-03-41 Cova 8    | Icatu Verm. IAC 4042xCatuaí Am. IAC 62 |
| 18                 | H 145-17-17 Cova 2    | Icatu Verm. IAC 4042xCatuaí Am. IAC 17 |
| 19                 | H 145-17-17 Cova 10   | Icatu Verm. IAC 4042xCatuaí Am. IAC 17 |
| 20                 | H 140-09-02 Cova 1    | Icatu Verm. IAC 4042xCatuaí Am. IAC 62 |
| 21                 | H 141-27-40 Cova 11   | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 22                 | H 141-27-40 Cova 12   | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 23                 | H 111-38-5 Cova 12    | Icatu Verm. IAC 4040xCatuaí Am. IAC 62 |
| 24                 | H 107-47-02 Cova 1    | Icatu Verm. IAC 4040xIAC 5002          |
| 25                 | H 107-47-02 Cova 6    | Icatu Verm. IAC 4040xIAC 5002          |
| 26                 | H 130-65-45 Cova 8    | Icatu Verm. IAC 2942xIAC 5002          |
| 27                 | H 130-65-45 Cova 10   | Icatu Verm. IAC 2942xIAC 5002          |
| 28                 | H 141-10-10 Cova 1    | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 29                 | H 141-10-10 Cova 5    | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 30                 | H 141-10-10 Cova 8    | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 31                 | H 141-10-10 Cova 11   | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 32                 | H 141-10-10 Cova 12   | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 33                 | H 141-10-10 Cova 19   | Icatu Am. IAC 2944xCatuaí Am. IAC 62   |
| 34                 | Rubi MG 1192          | Cultivar*                              |
| 35                 | Topázio MG 1190       | Cultivar*                              |
| 36                 | Catuaí Amarelo IAC 62 | Cultivar*                              |

\*Cultivares utilizadas como testemunhas

As denominações IAC 5002 e IAC 5010 referem-se a progênies obtidas pelo IAC resultantes do cruzamento entre Catuaí Amarelo IAC H2077-2-12-70 e Mundo Novo IAC 515-20.

### **3.2 Delineamento e detalhes da parcela experimental**

O experimento foi instalado no mês de janeiro de 2007. A implantação e condução do experimento foram realizadas em conformidade com as recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro no estado de Minas Gerais, segundo a 5ª Aproximação das Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes (GUIMARÃES et al., 1999). No entanto, o manejo fitossanitário por meio de produtos químicos ou qualquer outra forma de controle, para a ferrugem e cercosporiose não foi realizado.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, espaçamento de 3,0 m entre linhas e 0,8 m entre plantas, com 10 plantas por parcela, correspondendo a 4.166 plantas.ha<sup>-1</sup>, sendo consideradas úteis todas as plantas da parcela. Nas bordaduras, foram plantados cafeeiros da cultivar Paraíso MG H 419-1.

### **3.3 Descrição da área**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da EPAMIG em Machado – Minas Gerais. A cidade está localizada na região sul de Minas Gerais, possui características topoclimáticas de montanha e o experimento está situado em uma região de relevo ondulado, a um nível de altitude de 900 m, latitude de 21° 40' S e longitude de 45° 55' W, com solo predominante do tipo Latossolo.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Cwa, apresentando inverno seco e frio e verão quente e chuvoso. A precipitação média anual é da ordem de 1.400 a 1.670 mm, desses, 70% a 80% concentram-se nos meses de outubro a março, e temperatura média anual de 19,8 °C.

### **3.4 Características avaliadas**

#### **a) Produção de café beneficiado**

Foi realizada a colheita manual dos frutos (litros de “café da roça”), por parcela, entre os meses de maio a julho de cada ano. Os dados de produção coletados foram convertidos em sacas de 60 kg de café beneficiado/hectare, com base no espaçamento utilizado e considerando rendimento médio de 480 litros de “café da roça” para cada saca. (CARVALHO et al., 2009). Foi avaliado um total de quatro colheitas, correspondentes aos anos 2010, 2011, 2012 e 2013.

#### **b) Porcentagem dos grãos retidos em peneira “17 e acima”**

A classificação por peneira foi realizada após o beneficiamento do café, nos anos 2010, 2011, 2012 e 2013, em que uma amostra de 300 gramas de café beneficiado foi passada pelo conjunto de peneiras (17/64 a 19/64 para grãos chatos). O material retido em cada peneira foi pesado determinando-se a porcentagem retida nas peneiras 17, 18 e 19 (peneiras altas).

#### **c) Vigor vegetativo**

O vigor foi avaliado, nos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013, atribuindo-se notas conforme escala arbitrária de 10 pontos, em que a nota 1 corresponde às piores plantas, apresentando vigor vegetativo muito reduzido e marcante sintoma de depauperamento e a nota 10 para as plantas com excelente vigor, ótimo

enfolhamento e com acentuado crescimento vegetativo dos ramos plagiotrópicos (CARVALHO et al., 1979a).

#### **d) Incidência e severidade da ferrugem**

A avaliação de incidência e de severidade de ferrugem foi realizada anteriormente à colheita, no ano de 2013. Foram coletadas 10 folhas do 3º e 4º par de folhas por planta, dos ramos plagiotrópicos, sendo cinco de cada lado da linha e no terço médio das plantas, totalizando 100 folhas por parcela. Após serem coletadas, as folhas foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados e encaminhados para a avaliação no Laboratório de Fitopatologia do EcoCentro/EPAMIG em Lavras – MG.

A incidência foi estimada pela contagem do número de folhas com ferrugem com pústulas esporuladas, e em seguida, dividindo-se esse número pelo número total de folhas da amostra, e finalmente, multiplicando o valor encontrado por 100. Para a severidade, contou-se o número de pústulas por folha, dividindo-se esse valor pelo número de folhas infectadas, expresso em número médio de pústulas por folha infectada (RIBEIRO; BERGAMIM FILHO; CARVALHO, 1981).

#### **e) Incidência de cercosporiose nas folhas**

A avaliação da cercosporiose nas folhas foi realizada anteriormente à colheita, em 2013. Foram coletadas 10 folhas do 3º e 4º par de folhas por planta, dos ramos plagiotrópicos do terço superior, totalizando 100 folhas por parcela. Após a coleta, as folhas foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados e encaminhados para a avaliação no Laboratório de Fitopatologia do EcoCentro/EPAMIG em Lavras – MG, avaliando a incidência da doença pela contagem do número de folhas com cercosporiose.

### 3.5 Análise dos dados

#### 3.5.1 Análise de variância para a variável produção

Foram verificados os requisitos da análise de variância (aditividade, independência, normalidade e homocedasticidade) antes de realizar as análises dos dados. Para a característica produção (sacas.ha<sup>-1</sup>), foi utilizado o esquema de parcelas subdividas no tempo (STEEL; TORRIE, 1980), sendo as parcelas representadas pelas progênies, e as subparcelas, pelas quatro colheitas (agrupadas em dois biênios). O efeito dos tratamentos foi verificado, pelo teste F, a 1% de probabilidade, e as médias agrupadas pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

O seguinte modelo foi adotado para análise no esquema de parcelas subdividas no tempo:

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

Em que:

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

m: média geral

$p_i$ : efeito da progênie i (i = 1, 2, ..., 36)

$b_j$ : efeito do bloco j (j = 1,2,3,4)

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

$c_k$ : efeito do biênio k (k = 1,2)

$(bc)_{jk}$ : efeito da interação do bloco j com o biênio k (erro b)

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

$e_{ijk}$ : erro experimental

#### 3.5.2 Análise de variância para as demais características agronômicas

Para as análises de variâncias das características incidência e severidade da ferrugem, incidência de cercosporiose, os dados foram obtidos pela avaliação realizada em 2013; os dados de porcentagem de grãos retidos em peneira “17 e acima” e notas de vigor vegetativo, foram obtidos nos anos 2010, 2011, 2012 e 2013.

Houve a necessidade de transformação dos dados para as características incidência e severidade da ferrugem e incidência de cercosporiose em  $\sqrt{x + 1,0}$  após a verificação da falta de normalidade dos erros.

Adotou-se significância de 1% de probabilidade, para o teste F. Quando diferenças significativas foram detectadas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram feitas utilizando-se o programa computacional SISVAR, desenvolvido por Ferreira (2011).

**O modelo estatístico utilizado para análise foi:**

$$Y_{ij} = m + b_j + p_i + e_{ij}$$

Em que:

$Y_{ij}$ : valor médio da progênie i, no bloco j

m: média geral

$b_j$ : efeito do bloco j (j= 1,2,3,4)

$p_i$ : efeito da progênie i (i = 1, 2, ..., 36)

$e_{ij}$ : erro experimental

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Produção**

As características agronômicas das plantas são importantes indicadores fenotípicos de avaliação quando se pretende conhecer o desempenho de genótipos e cultivares em um determinado agroecossistema. A análise de variância para a produção foi realizada de acordo com a recomendação de Steel e Torrie (1980), ou seja, em esquema de parcelas subdivididas no tempo.

O resumo da análise para a característica produtividade, acumulada em biênios, é representado na Tabela 1. Observa-se que houve efeito significativo para a característica produtividade para as fontes de variação Tratamentos, Biênios e para a interação Tratamentos x Biênios. A ocorrência de interação significativa entre Tratamentos x Biênios demonstra a diferença do comportamento das progênes em relação à produtividade média ao longo dos dois biênios avaliados. Os coeficientes de variação experimental indicam alta precisão experimental e estão coerentes com os trabalhos de outros autores.

O cafeeiro é muito sensível à variação de ambientes, em que ocorre uma combinação complexa de fatores, aqui representados por anos de colheitas (MENDES, 1994). Esse resultado demonstra os diferentes comportamentos dos genótipos de acordo com essa mudança do ambiente (anos), sendo, portanto, essa interação observada, um agravante nos programas de melhoramento (CARVALHO et al., 2008b; CUCOLOTTO et al., 2007; RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993). O conhecimento dos fatores que agem no processo de obtenção de novas cultivares assume suma importância, pois a confiabilidade na recomendação de novos materiais fica aumentada à medida que é conhecida a influência do ambiente (MENDES, 1994).



Tabela 1 Resumo da análise de variância para produção (sacas.ha<sup>-1</sup>) de 33 progênies e três cultivares de cafeeiro avaliadas em dois biênios (2010/2011 e 2012/2013) na Fazenda Experimental da EPAMIG, no município de Machado – MG. UFLA, Lavras, MG, 2014

| <b>FV</b>                       | <b>GL</b> | <b>QM</b> | <b>Fc</b> |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Blocos                          | 3         | 19,0967   | 1,604     |
| Tratamentos                     | 35        | 247,0756  | 20,753*   |
| Erro a                          | 105       | 11,9056   |           |
| Biênio                          | 1         | 1540,3132 | 190,318*  |
| Erro b                          | 3         | 8,0933    |           |
| Tratamentos x Biênios           | 35        | 196,8404  | 21,642*   |
| Erro c                          | 105       | 9,0952    |           |
| Média (sacas.ha <sup>-1</sup> ) | 37,04     |           |           |
| CV a (%)                        | 9,32      |           |           |
| CV b (%)                        | 7,68      |           |           |
| CV c (%)                        | 8,14      |           |           |

<sup>NS</sup>: Não significativo

\*: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

A análise da produção realizada por meio do agrupamento de duas colheitas consecutivas (biênio), ao invés da realização de uma análise simples, favorece o aumento da precisão experimental por reduzir os efeitos da variação da produção das plantas, ou seja, diminui os efeitos da bienalidade (BONOMO et al., 2004). Mendes (1994) realizou análises com dados de produção de colheitas em diferentes agrupamentos e observou que a redução mais acentuada no coeficiente de variação ocorreu quando analisou a colheita agrupada em biênios.

A bienalidade é uma característica inerente à cultura do cafeeiro, é de ordem fisiológica, que devido ao menor crescimento dos ramos plagiotrópicos

em virtude de um ano com safra de alta produtividade, faz com que a safra posterior seja de baixa produtividade.

Para que a seleção de uma progênie ou indicação de cultivar seja bem sucedida, Carvalho (1989) recomenda a avaliação da produção de pelo menos quatro colheitas consecutivas, ou dois biênios, pois o cafeeiro é uma cultura perene cuja estabilidade de produção é alcançada a partir da quarta colheita.

Na Tabela 2 são representados os resultados de produção das progênies para cada biênio e a média dos biênios das progênies avaliadas. Observa-se que houve diferença entre os biênios de produção, sendo que a produção média do primeiro biênio foi superior a do segundo.

Pereira et al. (2012) estudando progênies derivadas de Icatu com Catuaí também verificaram que no último biênio avaliado a produção foi menor em relação ao anterior. Isso pode indicar que as progênies estudadas ainda não atingiram o potencial produtivo, o que ocorre somente após a quarta colheita, evidenciando que a seleção antes desse período poder ser ineficiente, pois os anos de alta carga pendente são mais favoráveis para seleção (BONOMO et al., 2004; FAZUOLI et al., 2002). E também, pela relação entre o maior grau de infecção da ferrugem em anos com cargas altas, já que o controle da doença não foi realizado (CARVALHO; CHALFOUN; CUNHA, 2010).

Tabela 2 Produtividade média por biênio, em sacas de café beneficiado.ha-1, de 33 progênies e três cultivares de cafeeiro avaliadas em Machado – MG. UFLA, Lavras, MG, 2014

| <b>Nº de ordem</b> | <b>Progênies</b>    | <b>Biênio 1</b> | <b>Biênio 2</b> | <b>Média</b> |
|--------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------|
| 13                 | H 41-26-48 Cova 14  | 47,00 b         | 45,28 a         | 46,14 a      |
| 15                 | H 105-01-39 Cova 4  | 34,32 d         | 57,28 a         | 45,80 a      |
| 29                 | H 141-10-10 Cova 5  | 51,51 a         | 38,31 a         | 44,91 a      |
| 9                  | H 101-71-44 Cova 15 | 51,70 a         | 36,73 a         | 44,21 a      |
| 2                  | H 141-17-46 Cova 8  | 55,78 a         | 32,54 a         | 44,16 a      |

“Tabela 2, continua”

“Tabela 2, conclusão”

|              |                     |         |         |         |
|--------------|---------------------|---------|---------|---------|
| 28           | H 141-10-10 Cova 1  | 45,98 b | 38,77 a | 42,38 a |
| 16           | H 105-01-39 Cova 12 | 34,67 d | 48,07 a | 41,37 b |
| 1            | H 141-17-46 Cova 1  | 53,21 a | 29,49 a | 41,35 b |
| 32           | H 141-10-10 Cova 12 | 45,44 b | 36,93 a | 41,18 b |
| 35           | Topázio MG 1190     | 43,95 b | 37,84 a | 40,90 b |
| 24           | H 107-47-02 Cova 1  | 41,24 c | 39,89 a | 40,56 b |
| 5            | H 141-17-46 Cova 18 | 42,36 c | 37,66 a | 40,01 b |
| 25           | H 107-47-02 Cova 6  | 45,89 b | 33,94 a | 39,91 b |
| 26           | H 130-65-45 Cova 8  | 44,42 b | 35,15 a | 39,78 b |
| 4            | H 141-17-46 Cova 16 | 42,82 c | 35,57 a | 39,20 b |
| 14           | H 105-01-39 Cova 1  | 35,23 d | 42,77 a | 39,00 b |
| 33           | H 141-10-10 Cova 19 | 44,67 b | 31,88 a | 38,27 c |
| 3            | H 141-17-46 Cova 9  | 38,06 d | 36,25 a | 37,15 c |
| 10           | H 108-43-37 Cova 6  | 28,41 e | 45,66 a | 37,03 c |
| 8            | H 101-71-44 Cova 5  | 40,45 c | 33,38 a | 36,92 c |
| 30           | H 141-10-10 Cova 8  | 39,79 c | 32,82 a | 36,30 d |
| 36           | Catuaí Am. IAC 62   | 44,42 b | 25,62 a | 35,49 d |
| 22           | H 141-27-40 Cova 12 | 40,03 c | 30,13 a | 35,08 d |
| 18           | H 145-17-17 Cova 2  | 37,28 d | 31,44 a | 34,36 d |
| 21           | H 141-27-40 Cova 11 | 38,45 d | 29,57 a | 34,01 d |
| 31           | H 141-10-10 Cova 11 | 33,41 d | 34,59 a | 34,00 d |
| 7            | H 140-18-02 Cova 6  | 39,04 d | 27,80 a | 33,42 d |
| 12           | H 41-26-48 Cova 5   | 30,59 e | 36,08 a | 33,34 d |
| 6            | H 141-17-46 Cova 19 | 36,88 d | 29,31 a | 33,10 d |
| 17           | H 140-03-41 Cova 8  | 36,51 d | 28,17 a | 32,34 e |
| 34           | Rubi MG 1192        | 33,86 d | 30,18 a | 32,02 e |
| 27           | H 130-65-45 Cova 10 | 31,32 e | 32,36 a | 31,84 e |
| 11           | H 108-43-37 Cova 18 | 30,27 e | 32,24 a | 31,25 e |
| 19           | H 145-17-17 Cova 10 | 28,27 e | 30,87 a | 29,57 e |
| 23           | H 111-38-5 Cova 12  | 23,79 f | 23,34 a | 23,56 f |
| 20           | H 140-09-02 Cova 1  | 24,39 f | 21,95 a | 23,17 f |
| <b>Média</b> |                     | 39,34 A | 34,72 B |         |

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo, pelo teste de Scott Knott ( $P < 0,05$ ).

Em relação ao biênio 2, apesar do teste F ter sido significativo para o desdobramento das progênies dentro dos biênios, o teste de média não detectou essa diferença significativa entre as médias. Esse resultado também foi encontrado por Pedro et al. (2011) em trabalho realizado com cultivares do

grupo Catuaí, após serem avaliadas quatro colheitas, e constataram também que a produtividade desse biênio foi estatisticamente a mais baixa para todas as progênies, confirmado também por Paiva et al. (2010).

Essa diferença de produtividade entre os dois biênios pode ser atribuída às variações edafoclimáticas e climáticas, dos biênios, utilizados para a formação dos ambientes no presente trabalho (CARVALHO, A. M. et al., 2008; GICHIMU; OMONDI, 2010).

Observa-se que no primeiro biênio (Tabela 2), houve a formação de seis grupos de produção. O grupo superior, formado pelas progênies de número 1, 2, 9 e 29, com médias que variaram de 51,70 a 55,78 sacas.ha<sup>-1</sup>, progênies obtidas pelo cruzamento entre Icatu Am. IAC 2944 com Catuaí Am. IAC 62, e foram superiores às testemunhas Rubi MG 1192, Topázio MG 1190 e Catuaí Amarelo IAC 62.

No segundo grupo, formado pelas progênies 13, 28, 25, 32, 33, 26, originadas dos cruzamentos de Icatu Am. IAC 2944 com Catuaí Am. IAC 62 e Icatu Verm. IAC 4040 com IAC 5002, com médias que variaram de 43,95 e 47,00 sacas.ha<sup>-1</sup> e pelas duas cultivares utilizadas como testemunhas, Catuaí Amarelo IAC 62 e Topázio MG 1190, que são cultivares consideradas de alta estabilidade e produtividade, seja em ambientes favoráveis ou desfavoráveis (BOTELHO et al., 2010; PEREIRA et al., 2010).

No terceiro grupo, composto por seis progênies, com valores médios de produção variando de 39,79 a 42,82 sacas.h<sup>-1</sup>. O quarto grupo formado, composto por 11 progênies, onde está inclusa a cultivar Rubi MG 1192. As progênies que obtiveram as menores produtividades, dois últimos grupos inferiores, foram as identificadas pelos números de ordem 27, 12, 11, 10, 19, 20 e 23.

Quando se considera média geral de produção das progênies dos dois biênios, observa-se diferença com a formação de seis grupos (Tabela 2). O grupo

superior, composto por seis progênies, com médias variando de 46,14 a 42,38 sacas.ha<sup>-1</sup>, com destaque das progênies 13, 15, 29, 9, 2 e 28; dessas progênies cinco foram obtidas da cultivar Icatu Amarelo IAC 2944. Dias (2002), em seu ensaio com cultivares no sul de Minas Gerais, observou após duas colheitas consecutivas que as progênies oriundas de Catucaí Amarelo 2SL e Vermelho apresentaram produções estatisticamente iguais às cultivares comerciais Catucaí Vermelho IAC 99 e Topázio MG1190.

A cultivar Catucaí Amarelo 2SL vem sendo bastante plantada na Zona da Mata de Minas, possui alta produção e confirmada resistência à ferrugem. Essa cultivar, selecionada em trabalhos realizados pelo PROCAFE/MAPA, possui como um dos seus genitores a cultivar Icatu, portador de genes de resistência, com bom desempenho agrônômico. Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira et al. (2006) na região do Alto Paranaíba – MG, após cinco safras, relataram que do grupo de maior produtividade, três progênies pertenciam ao grupo Catucaí.

O segundo agrupamento é composto por 10 progênies, sendo que a cultivar Topázio MG 1190, utilizada como testemunha, encontra-se nesse segundo grupo, em que as médias variaram de 39,00 e 41,37 sacas.ha<sup>-1</sup>. O fato de as progênies e a testemunha Topázio MG 1190 terem permanecido nesse mesmo grupo pode ser considerado bom, ao considerar que a testemunha apresenta bons níveis de produção, bem como outras características agrônômicas de interesse. Vale ressaltar que Carvalho et al. (2006) em seu trabalho com progênies de cafeeiro, constataram que a cultivar Topázio foi superior às cultivares Catucaí Vermelho IAC 99 e Catucaí Amarelo IAC 17. Dessa forma, a cultivar Topázio por já ser cultivada e ser consolidada pelo seu bom desempenho, as 10 progênies inclusas nesse mesmo grupo apresentaram, portanto, desempenho satisfatório.

O terceiro e quarto grupos compostos por 13 progênies, inclusive a cultivar Catuaí Amarelo IAC 62, utilizada como testemunha, com produções médias que variaram de 33,10 a 38,27 sacas.ha<sup>-1</sup>. E o grupo com as progênies com menores produtividades, variando entre 23,17 e 31,25 sacas.ha<sup>-1</sup>, formado pelas progênies de número 11, 19, 20 e 23. A progênie 11 é derivada do cruzamento entre Icatu Verm. IAC 4042 e IAC 5002, a 19 é derivada do cruzamento entre Icatu Vermelho IAC 4042 e Catuaí Amarelo IAC 17, e as outras duas derivadas do cruzamento entre Icatu Vermelho IAC 4042 e Catuaí Amarelo IAC 62 (Tabela 6).

O desempenho superior das melhores progênies, em relação à produtividade, pode ser explicado pelo bom potencial produtivo dos parentais envolvidos nos cruzamentos, e está de acordo com outros trabalhos encontrados na literatura. Correa (2004), após avaliação de oito colheitas de 11 progênies de Icatu em Machado e São Sebastião do Paraíso, obteve produtividade média de 47,7 a 59,3 sacas.ha<sup>-1</sup> dos materiais. Moura et al. (2001), trabalharam com diferentes populações de café, em Patrocínio – MG, após três colheitas consecutivas constataram produção média de 38,88 sacas.ha<sup>-1</sup> para a cultivar Icatu Amarelo IAC 2944 e, entre 20,45 e 30,86 sacas.ha<sup>-1</sup> para 13 progênies de Catimor.

#### **4.2 Classificação por peneira e notas de vigor vegetativo**

Na Tabela 3 é representado o resumo da análise de variância para as características vigor vegetativo e grãos retidos em peneira “17 e acima” produzidos pelas progênies. Observa-se que houve efeito significativo, pelo teste F, para a fonte de variação Progênie para as duas características estudadas. Assim, existe influência genética atuando sobre a formação de grãos classificados em peneira alta e vigor vegetativo.

Os coeficientes de variação ambiental para as variáveis vigor vegetativo e porcentagem de grãos retidos em peneira “17 e acima” foram, respectivamente, 7,04% e 9,04%, indicando alta precisão experimental.

A classificação por peneiras é recomendada, pois é uma característica agrônômica correlacionada com obtenção de bebidas de qualidade superior, servindo como critério na seleção de genótipos de uma nova cultivar (PAIVA et al., 2010; PEDRO et al., 2011), essa característica está diretamente relacionada ao aspecto físico do produto, proporcionando maior uniformidade do lote a ser processado. Sementes de maior tamanho ou com maior densidade estão relacionadas também com qualidade fisiológica superior, superando as sementes de menor tamanho (GIOMO; NAKAGAWA; GALLO, 2008).

A utilização de características agrônômicas como vigor vegetativo, diâmetro de copa, altura de plantas, precocidade, entre outras, na avaliação do potencial produtivo de café tem sido investigada por diversos autores com o objetivo de aumentar a eficiência na seleção de plantas superiores devido à correlação existente entre essas características e a produtividade (SEVERINO et al., 2008).

Tabela 3 Resumo da análise de variância para notas de vigor vegetativo e porcentagem grãos retidos em peneira “17 e acima” de 33 progênies e três cultivares de cafeeiro avaliadas em 2010, 2011, 2012 e 2013, em Machado – MG. UFLA, Lavras – MG, 2014

| FV          | GL  | QUADRADO MÉDIO |            |
|-------------|-----|----------------|------------|
|             |     | Vigor          | 17 e acima |
| Tratamentos | 35  | 3,7997*        | 286,824*   |
| Blocos      | 3   | 0,3659         | 326,236    |
| Erro        | 105 | 0,4655         | 35,5696    |
| Média       |     | 7,04           | 37,15      |
| CV(%)       |     | 9,04           | 16,05      |

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Na Tabela 4 são representadas as médias das progênes para notas de vigor vegetativo e porcentagem grãos retidos em peneira “17 e acima”, avaliadas em quatro anos.

Com relação ao vigor vegetativo das plantas (Tabela 4), observa-se a formação de três grupos. Sendo o grupo com notas superiores formado por 26 progênes, com notas variando de 6,90 a 8,10, valor considerado alto, com destaque para as progênes 1, 2, 3, 5, 6, 19, 24, já mencionadas com alta porcentagem de grãos retidos em peneira “17 e acima”. Carvalho et al. (2009) encontraram valores iguais de vigor para progênes do grupo Catucaí (Icatu), Obatã, Araponga e Paraíso, indicando bom vigor vegetativo para essas progênes avaliadas. Semelhantemente, Carvalho et al. (2014) encontraram valores próximos as esses para vigor vegetativo.

Tabela 4 Porcentagem de grãos classificados em peneira “17 e acima” e notas de vigor vegetativo de 33 progênes e três cultivares de cafeeiro avaliadas em 2010, 2011, 2012 e 2013, em Machado – MG. UFLA, Lavras – MG, 2014

| <b>Nº de ordem</b> | <b>Progênes</b>     | <b>Peneira</b> | <b>Vigor</b> | <b>Produção Média</b> |
|--------------------|---------------------|----------------|--------------|-----------------------|
| 13                 | H 41-26-48 Cova 14  | 32,70 c        | 7,93 a       | 46,14 a               |
| 15                 | H 105-01-39 Cova 4  | 39,59 b        | 7,76 a       | 45,80 a               |
| 29                 | H 141-10-10 Cova 5  | 30,88 c        | 7,69 a       | 44,91 a               |
| 9                  | H 101-71-44 Cova 15 | 26,22 c        | 7,56 a       | 44,21 a               |
| 2                  | H 141-17-46 Cova 8  | 47,13 a        | 8,10 a       | 44,16 a               |
| 28                 | H 141-10-10 Cova 1  | 32,73 c        | 7,82 a       | 42,38 a               |
| 16                 | H 105-01-39 Cova 12 | 35,46 c        | 6,88 a       | 41,37 b               |
| 1                  | H 141-17-46 Cova 1  | 49,23 a        | 7,51 a       | 41,35 b               |
| 32                 | H 141-10-10 Cova 12 | 37,96 c        | 7,85 a       | 41,18 b               |
| 35                 | Topázio MG 1190     | 29,62 c        | 6,17 b       | 40,90 b               |
| 24                 | H 107-47-02 Cova 1  | 50,81 a        | 7,28 a       | 40,56 b               |
| 5                  | H 141-17-46 Cova 18 | 47,44 a        | 8,04 a       | 40,01 b               |
| 25                 | H 107-47-02 Cova 6  | 28,88 c        | 7,04 a       | 39,91 b               |

“Tabela 4, continua”



“Tabela 4, conclusão”

|    |                     |         |        |         |
|----|---------------------|---------|--------|---------|
| 26 | H 130-65-45 Cova 8  | 25,66 c | 7,25 a | 39,78 b |
| 4  | H 141-17-46 Cova 16 | 43,70 b | 7,51 a | 39,20 b |
| 14 | H 105-01-39 Cova 1  | 40,41 b | 7,02 a | 39,00 b |
| 33 | H 141-10-10 Cova 19 | 31,70 c | 7,92 a | 38,27 c |
| 3  | H 141-17-46 Cova 9  | 53,21 a | 8,08 a | 37,15 c |
| 10 | H 108-43-37 Cova 6  | 37,90 c | 7,53 a | 37,03 c |
| 8  | H 101-71-44 Cova 5  | 34,41 c | 6,53 b | 36,92 c |
| 30 | H 141-10-10 Cova 8  | 31,16 c | 6,10 b | 36,30 d |
| 36 | Catuaí Am. IAC 62   | 33,17 c | 4,84 c | 35,49 d |
| 22 | H 141-27-40 Cova 12 | 44,96 b | 5,97 b | 35,08 d |
| 18 | H 145-17-17 Cova 2  | 28,41 c | 7,20 a | 34,36 d |
| 21 | H 141-27-40 Cova 11 | 32,44 c | 7,33 a | 34,01 d |
| 31 | H 141-10-10 Cova 11 | 35,30 c | 7,45 a | 34,00 d |
| 7  | H 140-18-02 Cova 6  | 44,24 b | 7,89 a | 33,42 d |
| 12 | H 41-26-48 Cova 5   | 31,33 c | 6,47 b | 33,34 d |
| 6  | H 141-17-46 Cova 19 | 52,16 a | 7,75 a | 33,10 d |
| 17 | H 140-03-41 Cova 8  | 26,60 c | 5,56 b | 32,34 e |
| 34 | Rubi MG 1192        | 37,05 c | 6,05 b | 32,02 e |
| 27 | H 130-65-45 Cova 10 | 33,20 c | 6,90 a | 31,84 e |
| 11 | H 108-43-37 Cova 18 | 23,18 c | 7,62 a | 31,25 f |
| 19 | H 145-17-17 Cova 10 | 51,44 a | 7,33 a | 29,57 f |
| 23 | H 111-38-5 Cova 12  | 45,79 b | 5,22 c | 23,56 f |
| 20 | H 140-09-02 Cova 1  | 31,43 c | 4,11 c | 23,17 f |

Médias seguidas da mesma letra pertencem a um mesmo grupo, pelo teste de Scott Knott ( $P < 0,05$ ).

As progênies 20, 23 e a testemunha Catuaí Amarelo IAC 62 apresentaram as menores notas de vigor vegetativo. As testemunhas Topázio MG 1190 e Rubi MG 1192 apresentaram valores intermediários para vigor vegetativo, sendo que a cultivar Rubi MG 1192 também apresentou baixa produtividade, fato que pode ser explicado por não ter sido realizado controle da ferrugem, já que essa cultivar é suscetível à essa doença.

Carvalho et al. (2014) estudaram o comportamento 18 progênies de cafeeiros obtidas do grupo Catuaí e de descendentes do Híbrido de Timor, em geração  $F_5$ , em experimentos instalados em três locais no sul de Minas Gerais, e relataram que as características vigor vegetativo e resistência à cercosporiose

possuem baixa herdabilidade, indicando a dificuldade na seleção de genótipos a partir desta variável somente. Esse resultado encontrado, corrobora com os encontrados por Gomes (2011) e Pereira et al. (2013) para as mesmas características estudadas.

Com relação à classificação por peneiras, verifica-se que todas as cultivares apresentaram, de forma geral, porcentagens moderadas de grãos de peneira “17 e acima”, com formação de três grupos pelo teste de médias, demonstrando a grande variabilidade encontrada para essa característica. O ensaio apresentou médias de porcentagem que variaram de 23,18% (progênie 11) a 53,21% (progênie 3). Pereira et al. (2013) estudaram o comportamento de progênies derivadas de Icatu e Catuaí e relataram que a característica que obteve maior variância genética, comprovado pela grande variação genotípica, foi a classificação por peneiras.

As progênies do grupo superior que apresentaram maior porcentagem de grãos retidos em peneiras “17 e acima” foram as de número 1, 2, 3, 5, 6, 19 e 24, com valores variando de 47,13% a 53,21% (Tabela 4). As progênies de número 1, 2, 3, 5 e 6 são derivadas do cruzamento entre Icatu Amarelo IAC 2944 e Catuaí Amarelo IAC 62, a progênie 19 é oriunda do cruzamento Icatu Verm. IAC 4042 e Catuaí Am. IAC 17 e a progênie 24 foi obtida do cruzamento de Icatu Vermelho IAC 4040 e IAC5002. Ainda na Tabela 4 observa-se que as progênies 1, 5 e 24, além de apresentarem as maiores porcentagens de peneira, também apresentaram alta produtividade aliada a altas notas de vigor, características muito desejáveis para a cafeicultura.

Os valores observados para essa características são próximos aos valores encontrados por Pinto et al. (2010), em que esses autores avaliaram 18 progênies oriundas derivadas de Catuaí com Icatu e Híbrido de Timor, e encontraram valores variando de 31,58% a 54,73%. Maluf et al. (2000) encontraram as

progênies Obatã e Catuaí Amarelo como boas produtoras de café com peneira alta.

As testemunhas Rubi MG 1192, Catuaí Amarelo IAC 62 e Topázio MG 1190 apresentaram porcentagens de grãos retidos em peneira “17 e acima” inferiores a maioria das progênies testadas. Segundo Laviola et al. (2006) cultivares de Icatu apresentam maior porcentagem de grãos retidos em peneira “17 e acima” em relação às cultivares Catuaí e Rubi utilizadas como testemunhas. Nesse trabalho esse fato pôde ser confirmado. Valores semelhantes também foram observados por Maluf et al. (2000).

#### **4.3 Ferrugem e Cercosporiose**

Além da incidência da ferrugem, a avaliação da ferrugem é recomendada porque as plantas que apresentarem menor severidade, possivelmente toleram mais a doença devido ao menor desfolhamento. Além disso, menores índices de severidade podem indicar resistência horizontal em condições naturais de epidemia (ABREU, 1978; RIBEIRO; BERGAMIM FILHO; CARVALHO, 1981).

Na Tabela 5 é representado o resumo da análise de variância para incidência e severidade da ferrugem e incidência de cercosporiose em experimento conduzido em Machado, MG. Os dados foram obtidos em 2013, em avaliação realizada anteriormente à colheita. Foram observadas diferenças significativas entre as progênies a 1% de probabilidade, pelo teste F, para as características estudadas.

Tabela 5 Resumo da análise de variância para incidência e severidade e da ferrugem e incidência de cercosporiose de 33 progênies e três cultivares de cafeeiro avaliadas em Machado – MG. UFLA, Lavras, MG, 2014

| FV        | GL  | QUADRADO MÉDIO  |                 |                 |
|-----------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|
|           |     | IF <sup>1</sup> | SF <sup>1</sup> | IC <sup>1</sup> |
| Progênies | 35  | 30,5138*        | 2,8068*         | 2,2007*         |
| Blocos    | 3   | 0,2587          | 0,1393          | 0,5718          |
| Erro      | 105 | 0,4546          | 0,0812          | 0,1236          |
| Média     |     | 4,60            | 2,23            | 2,41            |
| CV(%)     |     | 14,67           | 12,79           | 14,59           |

\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

<sup>1</sup> Dados transformados em  $\sqrt{x + 1,0}$

Na Tabela 6 encontram-se os resultados da avaliação de incidência e severidade de ferrugem e incidência de cercosporiose. De acordo com a tabela, verifica-se que as cultivares Rubi MG 1192, Topázio MG 1190, Catuaí Amarelo IAC 62, utilizadas como testemunhas, confirmaram sua alta suscetibilidade ao patógeno, e ficaram no grupo de maior reação à doença, com alta incidência e severidade da ferrugem. Esses resultados das testemunhas estão em acordo com os encontrados por Botelho et al. (2010) e Pereira et al. (2012).

Tabela 6 Incidência (IF) e severidade (SF) da ferrugem e incidência (IC) de cercosporiose em 33 progênies e três cultivares de cafeeiro avaliadas em Machado – MG. UFLA, Lavras, MG, 2014

| Nº de ordem | Progênies           | IF <sup>1</sup> | SF <sup>1</sup> | IC <sup>1</sup> |
|-------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 20          | H 140-09-02 Cova 1  | 100,00 a        | 19,25 a         | 9,00 a          |
| 22          | H 141-27-40 Cova 12 | 59,00 b         | 10,71 b         | 12,50 a         |
| 34          | Rubi MG 1192        | 87,00 b         | 9,57 b          | 3,00 c          |
| 35          | Topázio MG 1190     | 73,00 b         | 10,30 b         | 4,50 c          |
| 17          | H 140-03-41 Cova 8  | 65,50 b         | 6,66 c          | 9,50 a          |
| 30          | H 141-10-10 Cova 8  | 56,50 b         | 7,23 c          | 2,25 d          |

|    |                       |         |        |        |
|----|-----------------------|---------|--------|--------|
| 36 | Catuaí Amarelo IAC 62 | 71,00 b | 7,73 c | 6,00 b |
|----|-----------------------|---------|--------|--------|

“Tabela 6, continua”

“Tabela 6, conclusão”

|    |                     |         |        |         |
|----|---------------------|---------|--------|---------|
| 12 | H 41-26-48 Cova 5   | 45,00 c | 6,63 c | 5,00 c  |
| 26 | H 130-65-45 Cova 8  | 19,50 d | 7,41 c | 6,00 b  |
| 15 | H 105-01-39 Cova 4  | 12,00 e | 6,55 c | 3,00 c  |
| 32 | H 141-10-10 Cova 12 | 11,50 e | 7,19 c | 17,50 a |
| 23 | H 111-38-5 Cova 12  | 57,50 b | 5,50 d | 0,00 d  |
| 21 | H 141-27-40 Cova 11 | 40,50 c | 5,37 d | 4,00 c  |
| 24 | H 107-47-02 Cova 1  | 38,00 c | 5,38 d | 7,00 b  |
| 31 | H 141-10-10 Cova 11 | 24,50 d | 4,90 d | 6,00 b  |
| 33 | H 141-10-10 Cova 19 | 24,00 d | 5,26 d | 6,50 b  |
| 14 | H 105-01-39 Cova 1  | 9,00 e  | 4,94 d | 3,00 c  |
| 28 | H 141-10-10 Cova 1  | 13,00 e | 5,71 d | 1,00 d  |
| 3  | H 141-17-46 Cova 9  | 5,50 f  | 4,66 d | 1,25 d  |
| 9  | H 101-71-44 Cova 15 | 37,50 c | 4,13 e | 10,00 a |
| 10 | H 108-43-37 Cova 6  | 37,50 c | 3,23 e | 3,50 c  |
| 8  | H 101-71-44 Cova 5  | 33,00 d | 4,08 e | 2,50 d  |
| 25 | H 107-47-02 Cova 6  | 32,50 d | 3,65 e | 9,00 a  |
| 7  | H 140-18-02 Cova 6  | 9,50 e  | 2,40 e | 5,50 c  |
| 11 | H 108-43-37 Cova 18 | 13,50 e | 2,74 e | 10,00 a |
| 16 | H 105-01-39 Cova 12 | 12,50 e | 4,24 e | 1,50 d  |
| 27 | H 130-65-45 Cova 10 | 13,50 e | 3,71 e | 8,50 a  |
| 1  | H 141-17-46 Cova 1  | 0,00 f  | 0,00 f | 2,00 d  |
| 2  | H 141-17-46 Cova 8  | 0,25 f  | 0,25 f | 0,75 d  |
| 4  | H 141-17-46 Cova 16 | 1,50 f  | 1,12 f | 6,50 b  |
| 5  | H 141-17-46 Cova 18 | 0,00 f  | 0,00 f | 4,00 c  |
| 6  | H 141-17-46 Cova 19 | 0,00 f  | 0,00 f | 5,00 c  |
| 13 | H 41-26-48 Cova 14  | 0,00 f  | 0,00 f | 7,50 b  |
| 18 | H 145-17-17 Cova 2  | 0,00 f  | 0,00 f | 7,00 b  |
| 19 | H 145-17-17 Cova 10 | 0,00 f  | 0,00 f | 0,00 d  |
| 29 | H 141-10-10 Cova 5  | 0,00 f  | 0,00 f | 6,00 b  |

Médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo, pelo teste de Scott Knott ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Dados sem transformação

A alta suscetibilidade das testemunhas, utilizadas no experimento, ao patógeno, provavelmente, foi uma das causas do reduzido vigor vegetativo

observado, em consequência de sintomas de depauperamento, já que essas cultivares são suscetíveis à doença

Pode-se notar que houve a formação de seis grupos para incidência e severidade da ferrugem. Destacaram-se dez progênies no grupo inferior, com valores variando de 0,0% a 5,5% para incidência, e 0,0 a 4,66 pústulas por folha infectada para a severidade. São as progênies de número 1, 2, 3, 4, 5 e 6, oriundas do cruzamento entre Icatu Amarelo IAC 2944 e Catuaí Amarelo IAC 62; as de número 13 e 29, oriundas do cruzamento entre Icatu Amarelo IAC 2944 e Catuaí Amarelo IAC 62 e, as progênies de número 18 e 19 obtidas de Icatu Verm. IAC 4042 e Catuaí Am. IAC 17. Esses resultados concordam com Pereira et al. (2012) que verificaram que as progênies derivadas do grupo Icatu IAC 2944 e Icatu Vermelho IAC 4040 apresentaram, além de alta produtividade e peneira alta, notas baixas de reação à ferrugem. Ainda segundo esses autores, as progênies avaliadas, derivadas do grupo Icatu, estavam entre as melhores para peneira alta e reação à ferrugem e cercosporiose.

As progênies 2, 13 e 29, que se mostram promissoras em relação à reação à ferrugem, merecem destaque, pois se encontram no grupo de maior produção e maior nota de vigor para os dois biênios estudados. A alta produtividade das progênies, combinada com a resistência à ferrugem é um dos principais objetivos das pesquisas do melhoramento genético do cafeeiro.

É importante salientar que incidência e severidade intermediárias, podem indicar resistência horizontal e, em condições naturais de epidemia, a severidade é o componente que melhor discrimina níveis de resistência horizontal (RIBEIRO; BERGAMIM FILHO; CARVALHO, 1981).

Visando à seleção de progênies com resistência horizontal, não é possível selecionar para esse tipo de resistência em progênies que não apresentam incidência alguma, pois provavelmente apresentam resistência vertical ou específica, que encobre a resistência horizontal, nesse sentido, a

incidência intermediária torna-se importante (BOTELHO, 2010). Assim sendo, a progênie de número 14, 15, 16, 28 e 32 mostram-se promissoras e poderão ser selecionadas, pois apresenta valor intermediário de incidência e severidade, aliado com alto vigor. Dessas progênies, as de número de ordem 15 e 28, encontram-se no grupo superior de produção, e as demais, apresentaram produção média semelhante à testemunha Topázio MG 1190.

A incidência intermediária em associação um baixo nível de severidade da doença, pode ser explicada devido a cultivar Icatu ser um de seus parentais, pois apresenta os dois tipos de resistência (ALVARENGA et al., 1998; COSTA; RIBEIRO, 1975; ESKES; COSTA, 1983).

Com relação à cercosporiose, foi observada diferença significativa para incidência de cercosporiose entre as progênies avaliadas (Tabela 5). Pode-se observar que houve a formação de quatro grupos de progênies para essa característica.

No grupo superior, formado por nove progênies com menor incidência da doença, com valores variando de 0,0% a 2,25% (Tabela 6), merecem destaque as progênies 1, 2 16 e 28, pois apresentaram, além de menor incidência da cercosporiose, também alta produção e alto vigor vegetativo.

Essas progênies apresentam em comum o genitor Icatu Am. IAC 2944. As cultivares utilizadas como testemunhas apresentaram valores intermediários, variando de 3,0% a 6,0% de incidência. Patrício, Braghini e Fazuoli (2010) encontraram alta incidência de cercosporiose em cultivares de Icatu e a cultivar Catuaí Amarelo IAC 62, em casa de vegetação, com valores variando entre 68,9% a 85,6%.

Nesse trabalho os valores de incidência de cercosporiose foram moderados, variando de 0,0% a 17,5%. Diversos autores estudaram o comportamento de cultivares do grupo Icatu e Catuaí e encontraram valores, desde alta susceptibilidade, 50,0% de incidência, à resistência moderada, 15,6%

de incidência (ARAÚJO NETTO; MIGUEL; FERREIRA, 1978; PATRÍCIO; BRAGHINI; FAZUOLI, 2010, POZZA et al., 2004).



#### 4 CONCLUSÕES

- As progênies resultantes de cruzamentos entre seleções de Icatu com cultivares comerciais apresentam variabilidade para características agronômicas avaliadas.
  
- As progênies H 141-17-46 Cova 8, H 41-26-48 Cova 14 e H 141-10-10 Cova 5 foram superiores as demais progênies avaliadas, podendo ser utilizadas para o avanço de gerações no programa de melhoramento.
  
- As progênies H 141-17-46 Cova 1 e H 105-01-39 Cova 12, embora apresentem produção de grãos ligeiramente inferior às melhores progênies, apresentam resistência à ferrugem, alto vigor vegetativo e baixa incidência de cercosporiose, sendo potencialmente aptas para utilização em trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. S. **Resistência horizontal a *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. em cafeeiros descendentes do Híbrido de Timor**. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1978.

ALVARENGA, A. P. et al. Produtividade e resistência à ferrugem em progênies de cafeeiro Icatu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 2, p. 182-187, abr./jun. 1998.

ARAÚJO NETTO, K.; MIGUEL, A. E.; FERREIRA, A. J. Comportamento de progênies de Catimor, Icatu, Catuaí e Mundo Novo e outras em relação à cercosporiose. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6., 1978. Ribeirão Preto. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC GERCA, 1978. p. 278-279.

BETTENCOURT, A. J.; CARVALHO, A. Melhoramento visando resistência do cafeeiro à ferrugem. **Bragantia**, Campinas, v. 27 n. 1, p. 35-68, 1968.

BETTENCOURT, A. J.; NORONHA-WAGNER, M.; LOPES, L. Factor genético que condiciona a resistência do clone 1343/269 (Híbrido de Timor) a *Hemileia vastatrix* Berk & BR. **Broteria-Genética**, Lisboa, v. 1, n. 76, p. 53-58, 1980.

BETTENCOURT, A. J.; RODRIGUES JÚNIOR, C. J. Principles and practice of coffee breeding for resistance to rust and other diseases. In: CLARCK, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Coffee**. London: Elsevier Applied Science, 1988. p. 199-235.

BONOMO, P. et al. Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes do Híbrido de Timor com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 207-219, 2004.

BOTELHO, C. E. et al. Seleção de progênies F4 de cafeeiros obtidas pelo cruzamento de Icatu com Catimor. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, n. 3, p. 274-281, maio/jun. 2010

BRITO, G. G. et al. Inheritance of coffee leaf rust resistance and identification of AFLP markers linked to the resistance gene. **Euphytica**, Wageningen, v. 173, n. 2, p. 255-264, May 2010.

CARDOSO, R. M. L. **Novas raças de *Hemileia vastatrix* Berk. Et Br. No Brasil, métodos de identificação, e detecção de grupos fisiológicos em cafeeiros derivados do Híbrido de Timor.** 1986. 102 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1986.

CARVALHO, A. et al. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 1, p. 135-183, mar. 1991.

CARVALHO, A. M. et al. Avaliação de progênies de cafeeiros obtidas do cruzamento entre 'Catuaí' e 'Híbrido de Timor'. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 9, n. 2, p. 249-253, 2008.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do café XL: estudos de progênies e híbridos de café Catuaí. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 2, p. 1-216, set. 1979a.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do café: XL: Estudos de progênies e híbridos de café Catuaí. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 22, p. 202-216, 1979b.

CARVALHO, A. Novas variedades mais produtivas. **Agricultura Hoje**, São Paulo, v. 6, n. 68, p. 32-34, mar. 1981.

CARVALHO, C. H. S. et al. Cultivares de café arábica de porte baixo. In: \_\_\_\_\_. **Cultivares de café: origem, características e recomendações.** Brasília: EMBRAPA Café, 2008, v. 1, p. 157-226.

CARVALHO, G. R. et al. Avaliação de produtividade de progênies de cafeeiro em dois sistemas de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, p. 838-843, 2006.

CARVALHO, G. R. et al. Comportamento de progênies F<sub>4</sub> obtidas por cruzamentos de 'Icatu' com 'Catimor'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 47-52, jan./fev. 2009.

CARVALHO, J. P. F. et al. **Seleção de progênies de cafeeiro oriundas da hibridação de cultivares Catuaí com germoplasma Icatu e Híbrido de Timor**. 2014. 82 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

CARVALHO, L. C.; CHALFOUN, S. M.; CUNHA, R. L. **Manejo de doenças do cafeeiro**. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. v. 1, p. 689-757.

CARVALHO, S. P. **Metodologias de avaliação do desempenho de progênies do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1989. 68 p.

CHAVES, G. M. Melhoramentos dos cafeeiros visando a obtenção de cultivares resistentes a *Hemileia vastratrix* Berk et Br. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 23, n. 128, p. 321-332, 1976.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café safra 2014, quarta estimativa, setembro/2014**. Disponível em: <<http://www.conab.br>>. Acesso em: 10 set. 2014.

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

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

CUCOLOTTO, M. et al. Genotype x environment interaction in soybean: evaluation through three methodologies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 7, n. 3, p. 271-278, 2007.

DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 55-81, 2006.

DAUB, M. E.; HERRERO, S.; CHUNG, K. R. Photoactivated perylenequinone toxins in fungal pathogenesis of plants. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 252, n. 2, p. 197-206, 2005.

DAVIS, A. P. et al. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 152, p. 65-512, 2006.

DIAS, F. P. **Caracterização de progênies de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) por meio de técnicas multivariadas**. 2002. 64 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

D'OLIVEIRA, B.; RODRIGUES JÚNIOR, C. J. O problema das ferrugens do cafeeiro. **Revista do Café Português**, Lisboa, v. 8, p. 5-50, 1961.

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

ESKES A. B. et al. Race-specificity and inheritance of incomplete resistance coffee leaf rust in some Icatu coffee offspring and derivatives of Híbrido de Timor. **Euphytica**, Wageningen, v. 47, p. 11-19, 1990.

ESKES, A. B. Resistance. In: KUSHALAPPA, A. C.; ESKES, A. B. **Coffee rust: epidemiology, resistance and management**. Boca Raton: CRC, 1989. p. 171-292.

FAZUOLI, L. C. et al. Identification and use of sources of durable resistance to coffee leaf rust at the IAC. In: ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; VÁRZEA, V. M. P. **Durable resistance to coffee leaf rust**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p. 137-186.

FAZUOLI, L. C. et al. Melhoramento do cafeeiro: variedades tipo arábica obtidas no Instituto Agrônômico de Campinas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 163-215.

FERNANDES, A. T. F. et al. Resistência de progênies de Catimor a diferentes isolados de *Cercospora coffeicola* Berk. & Cook. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 15, p. 45-49, 1990.

FERNANDEZ-BORRERO, O.; MESTRE, A. M.; DUQUE, S. L. Efecto de La fertilizacion en la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) em frutos de café. **Cenicafé**, Chinchina, v. 47, p. 5-16, 1966.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

GICHIMU, B. M.; OMONDI, C. O. Early performance of Five newly developed lines of Arabica Coffee under varying environment and spacing in Kenya. **Agriculture and Biology Journal of North America**, Osaka, v. 1, p. 32-39, 2010.

GIOMO, G. S.; NAKAGAWA, J.; GALLO, P. B. Beneficiamento de sementes de café e efeitos na qualidade fisiológica. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 1011-1020, 2008.

GOMES, C. A. et al. Avaliação de progênies obtidas do cruzamento entre 'Icatú' e 'Catuaí'. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. **Anais...** Araxá: Embrapa, 2011. 1 CD ROM.

GUERREIRO FILHO, O. et al. Origem e classificação do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. v. 1, p. 27-34.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 289-302.

GUZZO, S. D.; HARAKAVA, R.; TSAI, S. M. Identification of Coffee Genes Expressed During Systemic Acquired Resistance and Incompatible Interaction with *Hemileia vastatrix*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 157, n. 10, p. 625-638, 2009.

HERRERA, P. J. C. et al. Genetic analysis of partial resistance to coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) introgressed into the cultivated *Coffea arabica* L. from the diploid *C-canephora* species. **Euphytica**, Wageningen, v. 167, n. 1, p. 57-67, 2009.

LAVIOLA, B. G. et al. Influência da adubação na formação de grãos mocas e no tamanho dos grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 36-42, abr./jun. 2006.

MALUF, M. P. et al. Caracterização agronômica e tecnológica de linhagens comerciais de café selecionadas pelo IAC. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Embrapa, 2000. p. 169-172.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA S. R. **A ferrugem do cafeeiro no Brasil e seu controle**. Varginha: MAPA/PROCAFE, 2006. 98 p.

MATIELLO, J. B. Critérios para a escolha de cultivar de café. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café**: origem, características e recomendações. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. v. 1, p. 157-226.

MATIELLO, J. B et al. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, 2005. 438 p.

MATIELLO, J. B. **O café**: do cultivo ao consumo. São Paulo: Globo, 1991. 320 p.

MEDINA FILHO, O. et al. Coffee breeding and related evolutionary aspects. **Plant Breeding Reviews**, Westport, v. 2, p. 157-193, 1984.

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

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Genética e melhoramento do cafeeiro**. Lavras: UFLA, 1998. 99 p.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Classificação botânica, origem e distribuição geográfica do cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. (Ed.). **Cafeicultura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002a. p. 39-99.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Implantação da lavoura: espaçamento e sistemas de plantio, preparo e conservação do solo, plantio, planejamento dos tratos culturais e colheita. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. (Ed.). **Cafeicultura**. Lavras: Indi, 2002b. p. 160-181.



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.

MOURA, W. M. et al. Avaliação de progênies F<sub>3</sub> resultantes de cruzamentos de Catuaí e Mundo novo com Híbrido de Timor e Catimor na região de Patrocínio, Alto Paranaíba, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa/Minasplan, 2001. p. 1279-1284.

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, p. 2021-2031, 1967.

PAIVA, R. N. et al. Comportamento agronômico de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Varginha-MG. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, p. 49-58, 2010.

PATRÍCIO, F. R. A.; BRAGHINI, M. T.; FAZUOLI, L. C. Resistência de plantas de *Coffea arabica*, *Coffea canephora* e híbridos interespecíficos à cercosporiose. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 883-890, 2010.

PEDRO, F. C. et al. Comportamento agronômico de progênies F<sub>4</sub> de cafeeiros oriundos do cruzamento entre os cultivares Mundo Novo e Catuaí. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 3, p. 315-322, maio/jun. 2011.

PEREIRA, A. A. et al. Cultivares: origem e suas características. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. v. 1, p. 163-222.

PEREIRA, A. A. et al. Melhoramento genético do cafeeiro no Estado de Minas Gerais: cultivares lançadas e em fase de obtenção. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O Estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFG, 2002. p. 253-287.

PEREIRA, T. B. et al. Avaliação de progênies F<sub>3</sub> de café arábica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 2011, Araxá. **Anais...** Araxá: Embrapa, 2011. 1 CD ROM.

PEREIRA, T. B. et al. Seleção de progênies F<sub>4</sub> de cafeeiros obtidas de cultivares do grupo Icatu. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 337-346, jul./set. 2013.

PETEK, M. R. et al. Seleção de progênies de *Coffea arabica* com resistência simultânea à mancha aureolada e à ferrugem alaranjada. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, 2006.

PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 169-181, 2008.

PINTO, M. F. **Seleção de progênies de cafeeiro derivadas de Catuaí com Icatu e Híbrido de Timor**. 2010. 68 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

POZZA, A. A. A. et al. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 185-188, 2004.

POZZA, A. A. A. et al. Intensidade da mancha de olho pardo em mudas de cafeeiro em função de doses de N e de K em solução nutritiva. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 26, p. 29-34, 2000.

PRAKASH, N. S. et al. Introgression molecular analysis of a leaf rust resistance gene from *Coffea liberica* into *C. arabica* L. **Theoretical and Applied**

**Genetics**, Berlin, v. 109, p. 1311-1317, 2004.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

RESENDE, M. D. V. et al. Estimção de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**, Campinas, v. 60, p. 185-193, 2001.

RIBEIRO, I. J. A.; BERGAMIM FILHO, A.; CARVALHO, P. C. T. Avaliação da resistência horizontal a *Hemileia vastatrix* Berk et Br. em cultivares de *Coffea arabica* L. em condições naturais de epidemia, **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 7, n. 1/2, p. 80-95, abr./jun. 1981.

RODRIGUES JÚNIOR, 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.

SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; ZAMBOLIM, L. Melhoramento do café arábica. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 2005. p. 189-204.

SERA, T.; ALTEIA, M. Z.; PETEK, M. R. Melhoramento do cafeeiro: variedades melhoradas no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 217-251.

SEVERINO, L. S. et al. Associações da produtividade com outras características agrônômicas de café (*Coffea arabica* L. "Catimor"). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 24, p. 1467-1471, 2008.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. 2nd ed. Nova York. McGraw Hill, 1980. 633 p.

VÁRZEA, V. M. P.; SILVA, M. C. M. L.; RODRIGUES JÚNIOR, C. J.  
Resistência do cafeeiro à antracnose dos frutos verdes. In: ZAMBOLIM, L.  
(Ed.). **O estado da arte de tecnologias de produção de café**. Viçosa, MG:  
UFV, 2002. p. 321-368.