

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES F<sub>4</sub>  
OBTIDAS POR CRUZAMENTOS DE  
'ICATU' COM CATIMOR, NO  
ESTADO DE MINAS GERAIS**

**CESAR ELIAS BOTELHO**

**2006**

**CESAR ELIAS BOTELHO**

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES F<sub>4</sub> OBTIDAS POR CRUZAMENTOS DE  
'ICATU' COM CATIMOR, NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

**Tese apresentada à Universidade Federal de  
Lavras como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia,  
área de concentração Fitotecnia, para a  
obtenção do título de "Doutor".**

**Orientador**

**Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos  
da Biblioteca Central da UFLA**

Botelho, Cesar Elias

Seleção de Progenies F<sub>4</sub> obtidas por cruzamentos de 'Icatu' com  
Catimor, no Estado de Minas Gerais / Cesar Elias Botelho. Lavras,  
2006. – Lavras : UFLA, 2006.

73 p. : il.

Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Café. 2. Melhoramento genético. 3. Resistência à Ferrugem. 4.  
Progenies. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.7323  
-633.73925

**CESAR ELIAS BOTELHO**

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES F<sub>4</sub> OBTIDAS POR CRUZAMENTOS DE  
'ICATU' COM CATIMOR NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

**Tese apresentada à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia,  
área de concentração Fitotecnia, para a  
obtenção do título de "Doutor".**

**APROVADA em 16 de outubro de 2006**

**Prof. Dr. Samuel Pereira de Carvalho** UFLA

**Profa. Dr. Flávia Maria Avelar Gonçalves** UFLA

**Dr. Antônio Alves Pereira** EPAMIG

**Dr. Gabriel Ferreira Bartolo** EMBRAPA/Café

**Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes**  
UFLA  
(Orientador)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

A Deus,

Pela vida e por me dar condições para mais esta conquista,

**AGRADEÇO.**

À minha esposa, Deila e meus filhos, Plínio e Áurea,  
pela compreensão e amor,

**DEDICO.**

Aos meus pais, Francisco e Tereza,

Pelo esforço, educação e carinho.

A meus irmãos, Toninho, Maria

Eunice, Donizetti, Valdir e

Roseli e demais familiares,

pelo incentivo

**OFEREÇO.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, por possibilitar a realização do doutorado.

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

À Empresa de Pesquisas Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela concessão dos experimentos que foram avaliados neste trabalho.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café) e ao Projeto Agrominas/Café, pelo financiamento desta pesquisa.

Ao professor Antônio Nazareno Guimarães Mendes (Orientador), pela orientação e amizade.

Ao professor Samuel Pereira de Carvalho e ao pesquisador Gladyston Rodrigues Carvalho (Co-orientadores), pelas contribuições e amizade.

Aos pesquisadores Rodrigo Luz Cunha, Vicente Carvalho e Sara Chalfoun, pelas sugestões.

Aos Sr. Edson (chefe do Centro Tecnológico do Sul de Minas da EPAMIG), Ronaldo, Gilmar e Homero chefes das Fazendas Experimentais da EPAMIG de Três Pontas, Machado e São Sebastião do Paraíso, respectivamente, pela oportunidade de realizar esse trabalho.

Ao Sr. Francisco Falco, pela concessão de área e condução de experimento avaliado neste trabalho.

Aos funcionários e bolsistas do Centro Tecnológico e das Fazendas Experimentais da Epamig, pelas contribuições.

Aos Amigos José Geraldo, Alexandrino, Anderson, Juliana, Fábio, Haroldo, Alex e Éder, pelo convívio, contribuições e amizade.

Aos funcionários do Setor de Cafeicultura da UFLA: José Avelino, José  
Maurício, Márcio, Jean, Zezinho e Mirlene pelas contribuições e amizade.

**MUITO OBRIGADO!**

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Melhoramento genético do cafeeiro no Brasil.....	3
2.2 A ferrugem alaranjada do cafeeiro.....	5
2.3 Melhoramento do cafeeiro visando à resistência a ferrugem.....	6
2.4 Híbrido Timor.....	10
2.5 População de Catimor.....	12
2.6 Cafeeiro Icatu.....	13
2.7 Interação genótipos x ambientes.....	15
2.8 Parâmetros genéticos.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Material.....	20
3.2 Delineamento e detalhes da parcela experimental.....	22
3.3 Condução dos experimentos.....	23
3.4 Características avaliadas.....	23
3.5 Análise dos dados.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Análises individuais.....	31
4.2 Análises conjuntas.....	51
5 CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS.....	70



## RESUMO

BOTELHO, Cesar Elias. **Seleção de Progênes F<sub>4</sub> obtidas por cruzamentos de 'Icatu' com Catimor, no estado de Minas Gerais**. Lavras, 2006. 72 p. Tese (Doutor em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

Com o objetivo de selecionar progênes de cafeeiro produtivas e resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) foram instalados e conduzidos experimentos em quatro localidades do estado de Minas: Três Pontas, Machado, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos. Foram avaliadas 43 progênes desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro em Minas Gerais, coordenado pela EPAMIG, obtidas por cruzamentos de 'Icatu' com Catimor. O delineamento foi em blocos casualizados com quatro repetições, à exceção do local Machado, onde foram utilizadas três repetições. No local Três Pontas, foram avaliadas 24 progênes mais a cultivar Rubi MG 1192, utilizada como testemunha. Nos demais locais avaliaram-se 29 progênes mais a testemunha. Foram analisadas as características: produção em sacas.ha<sup>-1</sup> de seis colheitas 2001/2002 a 2006/2007, vigor vegetativo avaliado após a colheita 2006/2007 e a incidência e a severidade da ferrugem em 2006. Os resultados obtidos permitem verificar que as progênes avaliadas apresentam variabilidade, principalmente para a produção e a resistência à ferrugem, confirmado pelas estimativas da herdabilidade que foram de boa magnitude, variando de 31,5% a 68,50% para a produção e de até 92,8%, para a característica incidência da ferrugem. Essa condição, aliada às altas médias de produção que chegaram até a 62,00 sacas.ha<sup>-1</sup> na média das seis colheitas, à baixa incidência e severidade da ferrugem e alto vigor vegetativo de algumas progênes, demonstra que é possível selecionar progênes superiores na população estudada, com potencial de serem lançadas como cultivares produtivas e resistentes à ferrugem, para as condições de cultivo das regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais.

---

Comitê Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes (Orientador), Samuel Pereira de Carvalho e Gladyston Rodrigues Carvalho

## ABSTRACT

BOTELHO, César Elias. **Selection of F<sub>4</sub> crosses from Icatu and Catimor in Minas Gerais State.** 2006. 72 p. Thesis (Doctor of Science in Agronomy/Agriculture) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.\*

The objective of this research was to select productive coffee progenies and resistant to leaf rust (*Hemileia vastatrix*). Experiments were carried out in four locations in Minas Gerais State, Três Pontas, Machado, São Sebastião do Paraíso, and Campos Altos. Forty-three progenies developed by Coffee Breeding Program in Minas Gerais, coordinated by EPAMIG, obtained from Icatu and Catimor crosses were evaluated. The experiments were in randomized complete block design, with four replications, except that one arranged in Machado that had three replications. In Três Pontas were evaluated 24 progenies in addition to Rubi MG 1192 cultivar used as control, and in other locations there were evaluated 29 progenies besides control. There were analysed beans yield in bags.ha<sup>-1</sup> of six harvests from 2001/2002 to 2006/2007, plant vigour and leaf rust incidence and severity in 2006. The results indicated that the evaluated progenies showed variability mainly for grain yield and rust resistance being confirmed by heritability traits that showed broad range, from 31,5% to 68,50% for grain yield and up to 92,8% for rust incidence. This condition associated with high beans yield, which reached 62,0 bags.ha<sup>-1</sup>, with low rust incidence and severity, and good plant vigour show the possibility of selecting outstanding progenies in the studied population with the potential for used as productive and commercial cultivars and resistant to leaf rust in the regions of South and Alto Paranaíba of Minas Gerais State.

---

Guidance Committee: Antônio Nazareno Guimarães Mendes (Major Professor), Samuel Pereira Carvalho and Gladyston Rodrigues Carvalho

## 1 INTRODUÇÃO

A maior parte do parque cafeeiro da espécie *Coffea arabica* L. cultivado no Brasil, é constituído pelas cultivares Mundo Novo e Catuaí, suscetíveis à ferrugem alaranjada do cafeeiro, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. Essa doença é, hoje, considerada o principal problema fitossanitário do cafeeiro, podendo ser encontrada em quase todas lavouras cultivadas no Brasil e ocasionar a redução de até 50% da produção, em regiões com condições climáticas favoráveis à doença e na ausência de medidas de controle (Zambolim et al. 1999). O controle mais utilizado para essa doença é o químico que, embora eficiente, eleva os custos de produção e também põe em risco a saúde dos trabalhadores além de causar contaminação ao ambiente.

Dessa forma, tem sido dada ênfase, nos programas de melhoramento genético do cafeeiro, à obtenção de cultivares resistentes à ferrugem, visando dispensar, total ou parcialmente a aplicação de fungicidas (Várzea et al., 2002).

A maioria das cultivares melhoradas resistentes à ferrugem atualmente em uso tem como fonte de resistência o material denominado Híbrido de Timor, selecionado pelo Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC) (Várzea et al., 2002), com características semelhantes a *Coffea arabica*. Entre as populações resistentes à ferrugem originadas de cruzamentos com o Híbrido de Timor, destaca-se a população de Catimor, da qual algumas progênies vêm se sobressaindo com elevada resistência à ferrugem e com produções semelhantes a materiais da cultivar Catuaí, segundo Severino et al. (2000) e Zambolim et al. (2000).

Outro germoplasma de grande importância nos programas de melhoramento visando resistência à ferrugem é a população de Icatu, obtida no Instituto Agrônomo de Campinas, por meio do cruzamento interespecífico

entre *C. arabica* L. cv. Bourbon Vermelho x *C. canephora* Pierre e retrocruzamentos com a cultivar Mundo Novo. Essa população apresenta-se como boa opção, tanto para ser aproveitada em programas de melhoramento por apresentar rusticidade, alto vigor vegetativo, boa produção e, principalmente, variabilidade para resistência à ferrugem, com características de resistência, tanto vertical como horizontal (Alvarenga, 1991; Fazuoli et al., 1983).

O objetivo do presente trabalho foi selecionar progênies produtivas e resistentes à ferrugem, num grupo de progênies F<sub>4</sub> resultantes do cruzamento de seleções de 'Icatu Vermelho IAC 2942' x 'Catimor UFV 1340', realizado pela EPAMIG, em Minas Gerais.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Melhoramento genético do cafeeiro no Brasil**

O melhoramento do cafeeiro no Brasil divide-se em duas fases distintas. A primeira inicia-se com a introdução do café no país, em 1727 e estende-se até o início da década de 1930. Essa primeira fase é marcada pelo melhoramento considerado empírico (Mendes et al., 2002), ou seja, realizado pelos próprios produtores que selecionavam as plantas mais produtivas para colher sementes e formar as mudas para novas plantações.

Durante a dispersão do café pelo mundo, até sua introdução no Brasil sempre foram utilizadas pequenas quantidades de sementes resultando na base genética estreita e dificultando a seleção de materiais mais produtivos e adaptados a novas regiões potencialmente produtoras. A cultivar introduzida em 1727 foi a Typica, também denominada Arábica, Comum, Crioula e Nacional (Camargo & Telles Jr., 1953).

Ainda durante essa primeira fase, o governo brasileiro providenciou a introdução de novos materiais genéticos, com o objetivo de ampliar as opções de cultivares mais produtivas, em face do declínio de produtividade que a cultivar Typica começava a apresentar. Assim, em 1859, foi introduzida a cultivar Bourbon Vermelho, da Ilha de Reunião, considerada, na época, de alta produtividade. Em 1896, foi introduzida a cultivar Sumatra, que também apresentava maior produtividade. Juntamente com as introduções, foram aproveitadas as mutações que ocorriam nos materiais aqui plantados, como as que originaram as cultivares Amarelo de Botucatu, Maragogipe, Bourbon Amarelo e Caturra Vermelho e Caturra Amarelo (Carvalho, 1952).

A segunda fase do melhoramento genético do cafeeiro no Brasil teve início no começo da década de 1930, mais precisamente no ano de 1933, quando

foi criada a Seção de Genética do Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Nessa ocasião dava-se início a um complexo programa de investigação sobre o cafeeiro (Carvalho, 1985). A partir daí, começaram a ser utilizadas metodologias científicas nos programas de melhoramento do cafeeiro e foi nessa fase que os ganhos com a seleção começaram a ser mais expressivos, principalmente em relação à produtividade, chegando a um acréscimo de 225% da cultivar Mundo Novo em relação à variedade Typica introduzida inicialmente (Carvalho, 1981). De início, as análises genéticas tinham o objetivo de estudar a herança de algumas características nas variedades comerciais de *Coffea arabica*, em seguida, passaram a dar ênfase aos estudos de características de interesse econômico como o porte, arquitetura, desenvolvimento e, principalmente, produção (Mendes et al., 2002).

Os trabalhos atuais de melhoramento do cafeeiro visam, além do aumento de produtividade, à melhoria de outras características agronômicas como a qualidade de bebida, atributo importante diante de mercados cada vez mais exigentes, e seleção de cultivares adaptadas às diferentes condições e sistemas de cultivo e, ainda, resistentes a pragas e doenças (Mendes & Guimarães, 1998). Hoje, além do IAC, destaca-se o trabalho de melhoramento realizado por várias instituições, como o Instituto Agronômico 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) que juntamente com a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV), já desenvolveram cultivares com ótimo potencial produtivo e resistentes à ferrugem (Pereira et al., 2002)

## 2.2 A ferrugem alaranjada do cafeeiro

Entre os diversos obstáculos encontrados pelos cafeicultores no processo de produção destaca-se a ocorrência de diversas doenças e pragas, responsáveis por prejuízos econômicos devido à diminuição da longevidade das lavouras, da qualidade dos frutos e, principalmente, da produtividade (Carvalho & Chalfoun, 1998). A ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. et Br., na maioria das regiões produtoras do Brasil, é considerada a principal doença do cafeeiro, podendo ocasionar redução de 30% a 45% da produção quando na ausência de medidas de controle (Carvalho & Chalfoun, 1998 e Matiello, 1991). A ferrugem do cafeeiro foi pela primeira vez constatada no Brasil na região de Itabuna, sul da Bahia, em janeiro de 1970 e, apesar das várias medidas tomadas na época para conter a disseminação do patógeno, hoje sua ocorrência é verificada em todas as regiões cafeeiras do país (Correa Júnior, 1990). Em lavouras adultas, a doença causa desfolha das plantas, resultando em redução na área fotossinteticamente ativa, ocasionando a morte dos ramos laterais, afetando o florescimento, o pegamento de frutos e, conseqüentemente a produção no ano seguinte (Chalfoun & Zambolim, 1985).

Os primeiros sintomas da doença consistem em pequenas manchas arredondadas, com diâmetro máximo de 1,5 mm, localizadas na face abacial das folhas. Na face superior da folha, aparecem pontos translúcidos, formados nos locais correspondentes às lesões da face inferior. Em curto espaço de tempo, as manchas da face abacial aumentam de diâmetro e são recobertas por massas pulverulentas de coloração amarelo-alaranjada, formadas pelos uredósporos do fungo *H. vastatrix* (Chalfoun & Zambolin, 1985).

Dentre as condições ideais para o progresso da ferrugem, destacam-se temperaturas na faixa de 20°C a 24°C, com presença de água livre que é essencial para a germinação dos esporos. Chuvas freqüentes, espaçamentos mais fechados, adubação e tratos culturais inadequados também favorecem a

epidemiologia da doença (Matiello, 1991). A carga pendente é de suma importância para o progresso da ferrugem, maior incidência é relacionada às lavouras que apresentam alta carga pendente (Carvalho & Chalfoun, 1998).

O controle da ferrugem é realizado utilizando-se, principalmente os princípios da proteção e da terapia. A proteção é realizada pelos fungicidas chamados protetores, sendo os cúpricos os mais efetivos, já a terapia é realizada por meio dos fungicidas sistêmicos, via solo ou em pulverizações foliares (Zambolim et al., 1997). Embora o controle químico mostre-se eficiente, devem ser levados em consideração outros fatores, como o custo que, dependendo do produto utilizado, pode ser alto, diminuindo a lucratividade dos produtores e, ainda, o risco da contaminação dos trabalhadores e do ambiente. Outro problema do controle químico é a dificuldade de aplicação, principalmente em lavouras implantadas em áreas de declividade acentuada e no sistema de plantio adensado.

Dessa forma, há muito se procura obter novas cultivares de café com resistência à ferrugem e que possam dispensar, total ou parcialmente, a aplicação de fungicidas e que possam substituir as cultivares tradicionais de *C. arabica*, suscetíveis. Contudo, o contínuo aparecimento de novas raças fisiológicas tem ocasionado a “quebra” de resistência específica das cultivares utilizadas pelos agricultores (Várzea et al., 2002), as quais, inicialmente, foram escolhidas em função desta característica. Dessa forma, uma linha de pesquisa que vem merecendo muita ênfase nos programas de melhoramento do cafeeiro é a resistência à ferrugem.

### **2.3 Melhoramento do cafeeiro visando resistência à ferrugem**

Os primeiros cafeeiros de *C. arabica* resistentes à ferrugem foram descobertos na Índia, primeiramente no estado de Mysore, província de Coorg, tendo a variedade recebido o nome de Coorg. Em 1911, foi encontrada outra



planta que também se mostrou resistente e foi, por sua vez, multiplicada e largamente cultivada, recebendo a denominação de Kent, em homenagem ao proprietário da plantação (Chaves, 1976).

Os primeiros trabalhos sobre a especialização fisiológica de *Hemileia vastatrix* foram realizados por Mayne, na década de 1930, em Mysore. Segundo este pesquisador, à semelhança das ferrugens dos cereais, existiam diferentes raças do fungo portadoras de diferentes alelos de virulência. Foi observado que uma raça era capaz de causar danos à variedade Coorg mas não à Kent, enquanto outra atacava a ambas. Na ocasião, o autor propôs a diferenciação de quatro raças do fungo *H. vastatrix* e admitiu a existência de dois genes determinantes da resistência nas seleções de *C. arabica* locais (Chaves, 1976).

Em trabalhos realizados no CIFC, a partir da década de 1950, foram identificados os genes que conferem a resistência à ferrugem, os quais encontram-se isolados ou em associação nas cultivares de café: 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 (Noronha-Wagner & Bettencourt, 1967 e Bettencourt & Noronha-Wagner 1971), S<sub>H</sub>6 (Bettencourt et al., 1980), S<sub>H</sub>7, S<sub>H</sub>8, S<sub>H</sub>9 e S<sub>H</sub>? (Bettencourt & Rodrigues Jr. 1988). Em trabalhos feitos por Bettencourt et al. (1965) e Rodrigues Junior et al. (1965a, 1965b), no CIFC, por meio da inoculação com o fungo em espécies do gênero *Coffea* e variedades de *C. arabica*, foi possível a classificação de 34 grupos fisiológicos de resistência de acordo com o tipo de reação que apresentam as raças fisiológicas de *H. vastatrix* (Bettencourt & Rodrigues Jr., 1988).

Outro trabalho desenvolvido no CIFC foi a identificação de raças fisiológicas do fungo *H. vastatrix* que, juntamente com trabalhos realizados por Mayne, na Índia (1935, 1936), identificou 40 raças isoladas a partir de amostras de ferrugem colhidas em cafeeiros provenientes de diferentes regiões, sendo designadas por algarismos romanos (raça I à raça XL). Além dessas 40 raças, outras seis estão sendo descritas no CIFC (Várzea et al., 2002)

Desde os trabalhos de Mayne (1935, 1936) até Bettencourt & Noronha (1971), a resistência do cafeeiro à ferrugem sempre foi tratada como sendo apenas do tipo vertical (Chaves, 1976). A resistência vertical (Van der Plank, 1968), ou resistência específica a raças (Parlevliet, 1981), envolve o sistema gene a gene nas interações patógeno-hospedeiro e é, geralmente controlada por um gene apenas (Santos, 2003). O conceito de gene por gene foi estabelecido por Flor (1956, 1971), em seus trabalhos com o linho (*Linum usitatissimum*) e com o fungo causador da ferrugem do linho (*Melampsora lini*). Pelos resultados encontrados, ou seja, sempre segregações indicando herança monogênica com dominância para resistência, o autor sugeriu que para cada gene de reação no hospedeiro existe um de patogenicidade no patógeno. Isso significa que qualquer gene no hospedeiro interage com um correspondente no parasita e vice-versa. Assim a resistência ou a suscetibilidade de uma cultivar a certa raça dependem do genótipo (para reação) da cultivar e do genótipo (para patogenicidade) da raça (Santos, 2003). Desse modo, uma raça de ferrugem portadora do gene de virulência v2, por exemplo, só causará reação de compatibilidade (presença de sintomas) em cafeeiros que apresentarem somente o gene de resistência  $S_H2$ .

A resistência do tipo vertical ou específica, por ser relacionada a mecanismos cuja herança é governada por genes simples e dominantes, é mais fácil de ser trabalhada em programas de melhoramento (Chaves, 1976). Por outro lado, esse tipo de resistência tem caráter temporário, ocorrendo freqüentes quebras da resistência, devido a adaptações do patógeno ao genótipo (Eskes, 1980).

À semelhança de outros caracteres, a exemplo da produção, a reação do hospedeiro ao patógeno também é explicada por meio de um controle genético mais complexo, em que estão presentes os efeitos de um grande número de genes de pequeno efeito individualmente, fortemente influenciada pelo ambiente (Santos, 2003). A resistência a doenças conferida por esse controle genético

mais complexo é denominada de resistência horizontal (Van der Plank, 1968) ou não-específica (Zadoks, 1972).

Van Der Plank (1963) foi o primeiro a atentar para a existência de resistência horizontal, definida por ele pela ausência de interação entre hospedeiro e patógeno (Eskes, 1980). A resistência horizontal caracteriza-se por ser poligênica, pela expressão incompleta, ligada a mecanismos que dificultam o desenvolvimento do patógeno, resultando em menor número de lesões, lesões menores com menos esporos e com maior período infeccioso. Por outro lado, ao contrário do que acontece com a resistência do tipo vertical, em que basta uma única alteração gênica para ocorrer a sua perda, no caso da resistência de natureza horizontal são necessárias diversas alterações genéticas para a perda da resistência que, dessa forma, é considerada duradoura (Van der Plank, 1963).

Considerando as vantagens da resistência horizontal, então uma estratégia interessante para conseguir resistência mais duradoura seria obter cultivares que apresentassem esse tipo de resistência. Robson (1979) citado por Almeida (1980), foi o primeiro a levantar a questão da possibilidade de se obterem cafeeiros com resistência do tipo horizontal ou não específica e propôs três opções para isso: seleção de plantas no centro de origem do cafeeiro, seleção de plantas no novo mundo, ou seja, nas Américas e, por último, a recriação de *C. arabica* a partir de seus progenitores silvestres. Para Chaves (1976), a possibilidade mais aceita seria a seleção dentro do germoplasma disponível. Nos dias atuais, essa possibilidade é viável, devido à existência de materiais com resistência horizontal já comprovada, como o Icatu (Costa & Ribeiro, 1975 e Eskes & Costa, 1983) e o Híbrido de Timor e seus derivados (Almeida, 1980; Barbosa et al., 2005; Pereira, 1995).

Alguns parâmetros são utilizados para a avaliação da resistência horizontal. No caso do cafeeiro *C. arabica*, vêm sendo utilizados os componentes da resistência obtidos por meio de inoculação de folhas em

condições controladas, como o período latente, que é o tempo, em dias, desde a inoculação até a esporulação, de 50% das pústulas presentes na folha, o período de incubação, que é o tempo, em dias, desde a inoculação até o aparecimento dos primeiros sintomas na folha o número de lesões esporuladas por folha (severidade) e área foliar lesionada por meio de escala diagramática (Abreu, 1978). Segundo Ribeiro et al. (1981), em condições naturais de epidemia o parâmetro número de pústulas por folha infectada é o que melhor discrimina níveis de resistência horizontal.

#### **2.4 Híbrido de Timor**

A maioria das cultivares melhoradas e resistentes à ferrugem atualmente em cultivo tem como fonte de resistência o material denominado Híbrido de Timor, selecionado pelo CIFC (Várzea et al., 2002). O Híbrido de Timor tem sua origem, possivelmente, em um cruzamento natural entre *C. arabica* x *C. canephora*, foi identificado por volta de 1917, em uma plantação de *C. arabica* no Timor Português. As plantas desse material apresentam fenótipo próximo ao de *C. arabica* e mostram grande variabilidade para caracteres de vigor, produtividade, tamanho e formato de fruto (Cardoso, 1965, citado por Bettencourt & Carvalho, 1968). Dentro dos grupos fisiológicos de resistência ao fungo *H. vastatrix*, o Híbrido Timor apresenta plantas pertencentes ao grupo A, resistente a todas as raças fisiológicas até então conhecidas e plantas pertencentes ao grupo R, suscetíveis apenas às raças XXII, XXV e XXVI (Bettencourt & Carvalho, 1968). Vários autores puderam comprovar a resistência à ferrugem dos materiais de Híbrido de Timor ou materiais híbridos que tenham como um dos genitores o Híbrido de Timor (Almeida, 1980; Brito et al., 2005; Fontes et al., 2001; Pereira, 1995).

Paresqui et al. (2000), estudando as descendências das introduções de Híbrido de Timor CIFC 2570 e CIFC 1343-143 e de cruzamentos de Híbrido de

Timor com ‘Catuaí Amarelo IAC 30’ (suscetível), inoculadas com raça X de *H. vastatrix*, em condições controladas, observaram que o fungo apresentava maior período de geração, menor número de pústulas esporuladas e intensidade de pústulas nas plantas de Híbrido de Timor e nos cruzamentos com o ‘Catuaí’. Considerando essas características como indicação da presença de resistência do tipo horizontal, constataram a presença desse tipo de resistência na descendência de Híbrido de Timor testada, bem como nas progênies resultantes dos cruzamentos com o Híbrido de Timor, o que é de grande interesse para os programas de melhoramento visando resistência à ferrugem, por ser esse tipo de resistência mais duradoura. Resultados semelhantes foram obtidos por Barbosa et al. (2005), em estudo da herança do Híbrido de Timor UFV 440-22 e descendentes do cruzamento com a ‘Catuaí Amarelo IAC 30’ (UFV 2143-193) em inoculação da raça II da ferrugem, em condições controladas. Os autores observaram que, além da resistência vertical, comprovada pela proporção entre plantas resistentes e suscetíveis (10:0; 0:10, 10:0 e 101:7 no Híbrido de Timor, no ‘Catuaí’, no F<sub>1</sub> e no F<sub>2</sub>, respectivamente) as progênies resultantes do cruzamento (‘Catuaí’ x Híbrido de Timor) apresentam também resistência do tipo horizontal, caracterizada pelo maior período de incubação e latência, pela menor intensidade de lesões por folha e pelo menor número de lesões esporuladas por folha nos materiais F<sub>2</sub>.

Pelas suas características de similaridade com as cultivares de *C. arabica* e pela sua resistência à ferrugem, o material de Híbrido de Timor sempre foi visto como muito promissor para o melhoramento do cafeeiro, e por isso, é muito utilizado para a obtenção de cultivares de café resistentes à ferrugem (Carvalho et al., 1989; Carvalho et al., 1991, Castilho-Zapata & Moreno-Ruiz 1981 e Pereira, 1995). Em trabalho de avaliação de progênies F<sub>4</sub> resultantes do cruzamento entre ‘Catuaí Amarelo’ com Híbrido de Timor em São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais, Pereira et al. (2001) obtiveram resultados que indicam ser

possível obter progênies desse cruzamento com elevada produção e estável, apresentando potencial para a obtenção de cultivares de porte baixo e resistentes à ferrugem. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Bonomo et al. (2004), em trabalho com 28 progênies em F<sub>3</sub> do cruzamento entre ‘Catuaí Vermelho’ e ‘Catuaí Amarelo’ com Híbrido de Timor, em Patrocínio, Minas Gerais, no qual os autores identificaram progênies com produção média alta, aliada à estimativa de variância genética alta, o que permite a seleção de genótipos superiores.

## **2.5 População de Catimor**

A resistência das seleções de Híbrido de Timor foi aproveitada por meio de cruzamentos feitos em Portugal, com cultivares de *C. arabica*, como a cultivar ‘Caturra Vermelho’, sendo a descendência resultante do cruzamento designados de Catimor. Embora algumas seleções iniciais dessa população apresentassem baixo vigor vegetativo, algumas progênies vêm se sobressaindo com elevada resistência à ferrugem e com produções semelhantes às cultivares de Catuaí (Severino, 2000; Zambolim et al., 2000), sendo promissoras quanto à produtividade e a estabilidade de produção para lançamento de novas cultivares (Pereira et al., 2002).

Estudando a resistência à ferrugem em 105 progênies de cafeeiros Catimor, sendo 21 em F<sub>4</sub> e 84 em F<sub>5</sub>, por meio de inoculação do patógeno em mudas, Almeida (1980) observou, pela frequência de plantas altamente resistentes, alto grau de resistência vertical, ou específica, em algumas dessas progênies nas duas gerações estudadas. O mesmo autor, ao trabalhar com parâmetros de identificação da resistência horizontal, como período latente de infecção, período de geração, número de pústulas esporuladas por folha, intensidade de ferrugem por folha e evolução da doença nos genótipos que apresentaram maior porcentagem de plantas suscetíveis, constatou diferentes

níveis de resistência horizontal. Resultados semelhantes foram encontrados por Zambolim et al. (2000), em trabalho com 23 progênies da população de Catimor, sendo 18 em F<sub>6</sub> e 5 em F<sub>7</sub>, utilizando como testemunha suscetível a cultivar Catuaí Vermelho IAC 15. Foram avaliadas a produção e a resistência em campo, além da avaliação, em laboratório, dos componentes da resistência (período de incubação, esporulação e severidade da doença), utilizando discos de folhas coletadas nas progênies em campo. Pelos resultados obtidos, os autores concluíram que nas progênies de Catimor em gerações F<sub>6</sub> e F<sub>7</sub>, há progênies imunes à ferrugem com produtividades comparáveis à da ‘Catuaí Vermelho IAC 15’ e progênies com resistência horizontal à ferrugem por terem apresentado maior período de incubação e menor severidade da doença em relação à testemunha. Moura et al. (2001), avaliando diferentes progênies de café, inclusive 13 do grupo Catimor em Patrocínio, Minas Gerais, constataram que as progênies de Catimor identificadas como UFV 5478 e UFV 4666 apresentaram-se promissoras quanto à produtividade, com produções iguais às cultivares Rubi MG 1192, Topázio MG 1190, Catuaí Vermelho IAC 15 e Icatu Amarelo IAC 2944.

Dentro das seleções na população de Catimor, recentemente, foi lançada, pela UFV/EPAMIG, a cultivar Oeiras-MG 6851, de porte baixo, com bom vigor, sem depauperamento precoce e com maturação uniforme e média (Pereira et al., 2002).

## **2.6 Cafeeiro Icatu**

Embora a ferrugem do cafeeiro tenha surgido no Brasil somente em janeiro 1970, bem antes já se temia a sua entrada no país, pela forma com que se disseminou e pelos prejuízos causados em países produtores de café da África e Ásia. O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) iniciou, em 1950, um trabalho de hibridação interespecífica, com o objetivo de transferir alelos de resistência à

ferrugem da espécie *Coffea canephora* para a espécie *C. arabica*, obtendo assim cultivares resistentes ao fungo *H. vastatrix* (Carvalho & Mônico, 1971). Os trabalhos iniciaram-se com o tratamento de sementes da espécie *C. canephora* com colchicina para a duplicação do número de cromossomos, visando obter formas tetraplóides dessa espécie (Mendes, 1947). Em 1950 foi efetuado um cruzamento desse material duplicado com a cultivar Bourbon Vermelho de *C. arabica* (Mônico & Carvalho, 1975). A partir de 1956, foram feitos retrocruzamentos do híbrido com a cultivar Mundo Novo. A descendência dessas hibridações recebeu o nome de Icatu (Mônico et al., 1974). A cultivar Icatu apresentou-se como boa opção por apresentar rusticidade, alto vigor vegetativo, elevada capacidade produtiva e variabilidade para resistência à ferrugem, tanto vertical como horizontal (Alvarenga, 1991; Fazuoli et al., 1983).

A cultivar Icatu assemelha-se muito à cultivar Mundo Novo e isso se justifica pela sua origem, sendo aproximadamente 95% de seus alelos oriundos de ‘Bourbon Vermelho’, um dos genitores do ‘Mundo Novo’, e da própria cultivar Mundo Novo, adquiridos por meio de três retrocruzamentos. Dessa forma, pode-se dizer que a cultivar Icatu é um melhoramento da cultivar Mundo Novo, em que a resistência à ferrugem foi introduzida (Mendes et al., 2002).

Após a constatação da ferrugem no Brasil, em 1970, foram realizados trabalhos de seleção em todas as progênies de Icatu quanto à resistência e foi verificada a ocorrência de vários graus de resistência, desde a aparente imunidade até completa suscetibilidade, chegando-se à conclusão de que esse material, além de possuir resistência vertical, possui também resistência de natureza não específica ou horizontal (Costa & Ribeiro, 1975 e Eskes & Costa, 1983).

Alvarenga et al. (1998) avaliaram 10 progênies de Icatu quanto à produção por quatro colheitas e a resistência à ferrugem, por meio de escala de notas proposta por Costa (1978). Os autores concluíram que as progênies de



‘Icatu’ são, em geral, tão produtivas quanto as cultivares comerciais ‘Catuaí Vermelho IAC 44’ e ‘Mundo Novo CP 500-11’, utilizadas como testemunhas no experimento, sendo que a maioria das progênies se apresenta como resistentes ou moderadamente resistentes. Também Correa (2004), em trabalho com progênies de Icatu, em três locais do Sul de Minas Gerais e por oito colheitas consecutivas, concluiu que as progênies de ‘Icatu’ com prefixos IAC-4040-181, IAC-4040-315, IAC-4042-114, IAC-4042-222 e IAC-4045-47 mostraram-se promissoras por apresentarem média alta de produção aliada adaptabilidade e à estabilidade para essa característica.

## **2.7 Interação genótipos x ambientes**

Quando se considera uma característica, a exemplo da produção, o fenótipo observado é função do genótipo, do ambiente e da interação dos genótipos por ambientes. O último componente ocorre devido a não coincidência de comportamento dos genótipos nos vários ambientes, isto é, reflete as diferentes sensibilidades dos genótipos às mudanças do ambiente (Ramalho et al., 1993). Os fatores ambientais que contribuem para interações com os genótipos podem ser os classificados como **previsíveis**, como tipo de solo, comprimento do dia e práticas agrônômicas e os **não previsíveis**, como distribuição de chuva durante o ano, temperatura e ocorrência de pragas e de doenças (Vencovsky & Barriga, 1992).

Dentre as alternativas para minimizar o efeito da interação, a mais utilizada é a identificação de genótipos de ampla estabilidade e adaptabilidade, pela qual torna-se possível a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (Cruz & Regazzi, 2001). Um genótipo é considerado adaptado quando assimila vantajosamente o estímulo ambiental, do ponto de vista da produtividade (Mariotti et al., 1976). De acordo com Verma et al.

(1978), um genótipo ideal é aquele que apresenta alta produtividade associada, com alta estabilidade em ambientes desfavoráveis e é capaz de responder satisfatoriamente em ambientes favoráveis. Por outro lado, para Becker (1981), um genótipo é considerado estável quando apresenta interações mínimas com os ambientes. No caso do cafeeiro, Van Der Vossen (1985) conceitua a estabilidade da produção relacionando alta produtividade, sob amplas variações de ambiente, com a capacidade de superar a bienalidade da produção.

Um primeiro passo para estudar o comportamento de cultivares ou progênies em vários locais é a condução de experimentos nesses locais e em seguida, estimar a interação, para procurar alternativas para atenuar o efeito da interação, sendo necessário, para isso, a realização da análise conjunta desses experimentos (Ramalho et al., 2000). Em trabalho com progênies de Icatu em duas localidades do Sul de Minas Gerais, Machado e São Sebastião do Paraíso, por oito colheitas consecutivas, Correa (2004) não encontrou significância para a interação progênies x locais, mas a interação tripla progênies x locais x colheitas foi altamente significativa, mostrando a importância do estudo em mais de um local e também por várias colheitas.

## **2.8 Parâmetros genéticos**

A estimativa dos componentes genéticos é muito importante nos programas de melhoramento, pois, com essas estimativas, é possível conhecer a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e também avaliar a eficiência da estratégia de melhoramento adotada. Dentre os parâmetros de maior importância, destacam-se as variâncias, as correlações e a herdabilidade (Cruz & Carneiro, 2003).

A variância é considerada uma estatística de segunda ordem, enquanto a média é de primeira ordem, mas a utilização da variância justifica-se porque esta pode, em muitos casos, representar melhor o que está acontecendo. Uma

situação em que isso pode ocorrer é quando os genes dominantes presentes estão atuando em sentidos opostos nos vários locos e, assim, o efeito final, quando considera-se a média, é pequeno ou até mesmo nulo, por ser a média uma soma de cada um dos locos individualmente. Por outro lado, o uso da variância elimina esse problema porque os efeitos individuais de cada loco são elevados ao quadrado e, assim, não há possibilidade de se cancelarem. Além disso a variância possibilita a obtenção da estimativa da herdabilidade ( $h^2$ ) e predições do ganho esperado com a seleção (GS), o que não é possível com médias (Ramalho, 1993).

A estimativa da herdabilidade é extremamente importante no melhoramento de plantas porque dela depende o ganho genético com a seleção. Um dos requisitos para o sucesso na seleção é que a herdabilidade do caráter em questão seja alta, ou seja, a maior parte da variação fenotípica deve ser em função da ação dos genes. É importante lembrar que a herdabilidade de um caráter não é uma medida fixa, ela pode variar sob diferentes condições que dependem do genótipo, da época, do local, das condições experimentais e das interações genótipos por ambientes. De modo geral, considera-se como alta uma herdabilidade igual ou superior a 50% (Bueno et al., 2001). No caso do cafeeiro, os valores de herdabilidade para a produção encontrados na literatura são bastante variáveis, confirmando a informação anterior, 35% a 57%, conforme Srinivasan et al. (1979), de 61% a 93%, Fazuoli et al. (2000), de 71,30% a 80,36% Bonomo et al. (2004). Para a resistência à ferrugem, Miranda (2003), em avaliação por meio de notas em progênies  $F_6$  e  $F_7$  de Catimor,  $F_3$  do cruzamento Híbrido de Timor x 'Mundo Novo IAC 379-19' e progênies  $F_4$  e  $F_5$  dos cruzamentos Híbrido de Timor com diversas cultivares de Catuaí, encontrou valores de para  $h_a^2$  entre 12% a 86%.

No caso do café, e particularmente nas primeiras colheitas, as diferenças nas estimativas da variância e da herdabilidade são em função dos diferentes

genes envolvidos no crescimento e no desenvolvimento inicial do cafeeiro, logo após o plantio e nas diferenças ambientais ocorridas ao longo das colheitas. Além disso, deve-se ter cuidado na interpretação dos resultados, principalmente da herdabilidade, quando ela é no sentido amplo, ou seja, uma relação entre a variância genética e a variância fenotípica e, assim, a variância genética pode estar inflacionada por algum tipo de interação (Bonomo et al., 2004).

Na cultura do cafeeiro, alguns artifícios podem ser utilizados na condução e avaliação dos experimentos de seleção de progênies para melhorar as estimativas dos parâmetros genéticos. Entre esses artifícios, está o agrupamento das colheitas em biênios, como constado por Carvalho (1989), Mendes (1994) e Sera (1980). Esses autores verificaram que a análise, quando é feita agrupando-se as colheitas em biênios, resulta em maior precisão experimental por reduzir os efeitos da bienalidade do cafeeiro e, conseqüentemente, em maiores estimativas do coeficiente de determinação genotípica (função semelhante à herdabilidade no sentido amplo e é estimado quando o efeito de progênies é considerado fixo). No caso do cafeeiro, a precisão das estimativas dos parâmetros genéticos também é melhorada quando as análises são realizadas conjuntamente para mais de um local, como constatado por Mendes (1994), ao avaliar as metodologias empregadas na seleção de progênies de cafeeiros. Essas melhorias nas estimativas podem ser explicadas devido ao fato de que, quando as análises são realizadas apenas com base na produção total acumulada ou na média e em um só local, o componente de variância de maior importância para o programa de melhoramento, a variância genética entre progênies, fica inflacionada pela variância da interação entre progênies e colheitas, progênies e locais e da interação tripla, ou seja, progênies por colheitas e locais (Allard, 1971).

De maneira geral, aquelas combinações de colheitas com maiores médias de produções possibilitam maior estimativa de herdabilidade, como evidenciado

nos resultados obtidos por Bonomo et al. (2004), que encontraram estimativas de herdabilidade acima de 80% para os biênios de maior produção, o que possibilita maior sucesso de seleção. Resultados semelhantes foram encontrados por Fazuoli et al. (2000), ao estudarem a herdabilidade no sentido amplo para características produção em progênies de Icatu, nas gerações  $F_2RC_2$ ,  $F_3RC_2$ ,  $F_4RC_2$  e  $F_5RC_2$ , em diferentes locais do estado de São Paulo. Esses autores também concluíram que mesmo gerações mais avançadas de Icatu apresentaram estimativas de herdabilidade altas para produção, o que indica possibilidade de ganho genético com a seleção.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Material

Foram avaliadas 44 progênies (Tabela 1) em geração F4, resultantes do cruzamento ‘Icatu Vermelho IAC 2942’ x ‘Catimor UFV 1340’, ambas genitoras resistentes à ferrugem do cafeeiro e a cultivar Rubi MG-1192, suscetível à ferrugem, como testemunha. Essas progênies foram obtidas no programa de melhoramento genético do cafeeiro conduzido em Minas Gerais, coordenado pela Empresa de Pesquisas Agropecuárias de Minas Gerais (EPAMIG) e com participação da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e Universidade Federal de Viçosa (UFV).

TABELA 1 Progênies avaliadas nos experimentos instalados em Três Pontas, Machado, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Nº de ordem	Progênies	Locais de avaliação			
		Três Pontas	Machado	S. S. do Paraíso	Campos Altos
01	H-19-5-9-18	x	x		
02	H-19-5-14-16			x	
03	H-19-5-14-18				x
04	H-26-6-5-15			x	x
05	H-29-1-3-7	x	x	x	x
06	H-29-1-3-12		x		
07	H-29-1-3-19		x		
08	H-29-1-7-18			x	x
09	H-29-1-8-5	x	x	x	x
10	H-29-1-8-16		x	x	x
11	H-29-1-9-8	x	x	x	x
12	H-29-1-14-5	x	x	x	x
13	H-29-6-5-15	x			
14	H-30-2-6-11	x	x	x	x

“...continua...”

“Tabela 1, Cont.”

Nº de ordem	Progênes	Locais de avaliação			
		Três Pontas	Machado	S. S. do Paraíso	Campos Altos
15	H-30-2-6-16	x	x	x	x
16	H-30-3-14-18		x	x	x
17	H-30-3-14-19	x	x	x	x
18	H-32-3-15-20	x	x	x	x
19	H-32-3-18-18		x		
20	H-32-11-17-4	x	x	x	x
21	H-39-1-5-4			x	x
22	H-39-1-11-12	x	x	x	x
23	H-68-7-12-17			x	
24	H-83-8-11-14			x	
25	H-84-3-7-20	x	x	x	x
26	H-86-1-7-5	x	x	x	x
27	H-86-1-7-11		x	x	x
28	H-136-1-4-3				
29	H-136-1-9-3	x			x
30	H-136-1-9-10		x		
31	H-136-1-13-12	x			
32	H-136-1-13-15	x	x	x	
33	H-136-1-13-19	x	x	x	x
34	H-136-1-14-4	x			
35	H-136-1-14-10	x	x	x	x
36	H-136-1-14-14		x		x
37	H-136-1-14-16	x	x	x	x
38	H-136-1-16-4				x
39	H-136-1-19-2	x	x	x	x
40	H-136-1-19-4	x	x	x	x
41	H-136-1-19-7		x	x	x
42	H-138-1-4-3		x		
43	H-138-1-9-10	x		x	x
44	Rubi MG 1192	x	x	x	x

x: progênie correspondente na linha foi avaliada no local correspondente na coluna.

As progênes foram avaliadas em quatro locais, como indicado na Tabela 1. Os locais foram: Três Pontas (Fazenda Experimental da EPAMIG),

Machado (Fazenda Experimental da EPAMIG), São Sebastião do Paraíso (Fazenda Experimental da EPAMIG) e em Campos Altos (Fazenda Ouro Verde do Sr. Francisco Falco). As condições edafoclimáticas de cada local encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2 Características edafoclimáticas dos locais onde foram conduzidos os experimentos. UFLA, Lavras, MG, 2006

Característica	Três Pontas	São Sebastião do Paraíso	Machado	Campos Altos
Tipo de solo	L.Vermelho Distrófico	L. Vermelho Distroférrico	Cambissolo	L. Vermelho Distrófico
Textura	Argilosa	Argilosa	Argilosa	Argilosa
Relevo	Ondulado	Suavemente ondulado	Fortemente ondulado	Plano
Altitude	900 m	890 m	960 m	1230 m
Latitude	21° 22' 01" S	20° 55' S	21° 40' S	19° 41' 47" S
Longitude	45° 30' 45" W	46° 55' W	45° 55' W	46° 10' 17" W
Precipitação anual média	1670 mm	1470 mm	1670 mm	1830 mm
Temperatura anual média	20,1° C	20,8° C	19,8° C	17,6° C

### 3.2 Delineamento e detalhes da parcela experimental

Os experimentos foram instalados em blocos casualizados, com quatro repetições, nos locais Três Pontas, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos e tres repetições em Machado. O detalhamento da instalação, informando número de plantas por parcela, espaçamentos, densidade e ano de plantio, está apresentado na Tabela 3.



TABELA 3 Detalhamento dos experimentos por localidade. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Locais	Nº plantas/ parcela	Espaçamento (m)	Densidade (pl/ha)	Ano de plantio
Três Pontas	5	3,8 x 0,8	3.289	1999
Machado	5	3,5 x 0,8	3.570	1999
São Seb. do Paraíso	6	3,0 x 0,5	6.666	1999
Campos Altos	5	3,5 x 0,5	5.714	1999

### 3.3 Condução dos experimentos

A implantação e a condução foram de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro, tendo a fertilização sido realizada conforme a 5ª Aproximação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999). O manejo fitossanitário foi feito preventivamente ou curativamente, por meio de produtos químicos, acompanhando a sazonalidade da ocorrência de pragas e de doenças, à exceção do controle químico da ferrugem, não realizado, visando à identificação e seleção de progênies resistentes à ferrugem.

### 3.4 Características avaliadas

#### a) Produção de café beneficiado

Foi avaliada a produção de grãos, em litros de “café da roça” por parcela, anualmente, sendo a colheita realizada entre os meses de maio e julho de cada ano. Posteriormente, foi realizada a conversão para sacas de 60 kg de café beneficiado.ha<sup>-1</sup>. Esta conversão é realizada por aproximação de valores e consiste em considerar um rendimento médio de 480 litros de “café da roça” para cada saca de 60 kg de café beneficiado. Em todos os locais foi avaliado um total de seis colheitas, safras 2001/2002 a 2006/2007.

### **b) Vigor vegetativo**

O vigor vegetativo foi avaliado atribuindo-se notas conforme escala arbitrária de 10 pontos, sendo a nota um conferida às piores plantas, com o vigor vegetativo muito reduzido e acentuado sintoma de depauperamento e a nota 10 às plantas com excelente vigor, mais enfolhadas e com acentuado crescimento vegetativo dos ramos produtivos, conforme sugerido por Carvalho et al. (1979).

### **c) Determinação da incidência e severidade da ferrugem**

Foram feitas três amostragens de folhas, de março a julho de 2006 e foram coletadas 10 folhas por planta do terceiro ou quarto par, sendo cinco de cada lado da linha e no terço médio das plantas. A incidência foi estimada pela contagem do número de folhas com sintomas da ferrugem e, a seguir, dividindo-se pelo número total de folhas da amostra; ao multiplicar esse valor por 100 obtém-se a porcentagem. Para a avaliação da severidade, utilizou-se o método de contagem de pústulas por folha, determinando-se o número médio de pústulas por folha infectada, que, segundo Abreu (1978) e Ribeiro et al. (1981), é um eficiente método para avaliar a presença de resistência do tipo horizontal.

## **3.5 Análise dos dados**

As análises foram realizadas considerando-se cada local separadamente e também conjuntamente. Para as características produção de café beneficiado, incidência e severidade da ferrugem, as análises locais foram realizadas em esquema de parcelas subdividas no tempo (Steel & Torrie, 1980) tendo o conjunto de duas colheitas (biênio) e a época da avaliação da ferrugem sido considerados subparcela.

Na análise conjunta da produção de café beneficiado, considerou-se a média das seis colheitas e foram avaliadas as progênies que eram comuns nos locais Três Pontas, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos. A análise foi

realizada após a constatação da homogeneidade das variâncias para esses locais, por meio do teste de Hartley, como sugerido por Ramalho et al. (2000). Para esses locais também foi feita análise conjunta para a característica vigor vegetativo. Para a característica incidência da ferrugem, média das três avaliações, avaliaram-se as progênies em comum dos locais Três Pontas, Machado e São Sebastião do Paraíso, não tendo sido possível realizar a análise conjunta da severidade devido a problemas de homogeneidade de variância. Houve necessidade de transformação dos dados para as características incidência e severidade da ferrugem em  $\sqrt{x + 0,5}$ , após a constatação da falta de normalidade dos erros.

Utilizou-se o seguinte modelo para análise de variância no esquema de parcelas subdivididas no tempo (Steel & Torrie, 1980), para as características produção de café beneficiado, incidência e severidade da ferrugem, considerando como fixo o efeito de biênios ou épocas, e os demais aleatórios:

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

em que:

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

$m$ : média geral;

$b_j$ : efeito do bloco  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ );

$p_i$ : efeito da progênie  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, I$ );

$c_k$ : efeito do biênio ou época  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ );

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

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

$(bc)_{jk}$ : efeito da interação do bloco  $j$  com o biênio ou época  $k$ ;

$e_{ijk}$ : efeito do erro experimental ao nível de subparcelas.

Para as estimativas dos componentes de variância nas análises como parcelas subdivididas no tempo para cada local, foram consideradas as esperanças dos quadrados médios indicadas na Tabela 4, utilizando-se procedimento semelhante ao apresentado por Ramalho et al. (2000). Ao se aplicar o teste F para a fonte de variação biênios ou época, houve a necessidade da combinação de quadrados médios. Nesse caso, para a utilização da tabela da distribuição de F, aplica-se a expressão de Satterthwaite (1946), apresentada por Ramalho et al. (2000) visando à obtenção dos graus de liberdade associados ao numerador e ao denominador.

TABELA 4 Esquema da análise de variância, esperança dos quadrados médios, E(QM) e expressões utilizadas para o teste F e estimadores dos componentes de variância, no esquema de parcelas subdivididas no tempo, em cada local. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	QM	E(QM)	F
Blocos (B)	Q1	$\sigma_e^2 + I\sigma_{bc}^2 + IK\sigma_{pb}^2 +$ $IK\sigma_b^2$	-
Progênie (P)	Q2	$\sigma_e^2 + K\sigma_{pb}^2 + JK\sigma_p^2$	Q2/Q3
Erro a (B x P)	Q3	$\sigma_e^2 + K\sigma_{pb}^2$	-
Biênios/Época (C)	Q4	$\sigma_e^2 + J\sigma_{pc}^2 + I\sigma_{bc}^2 + IJ\sigma_c^2$	(Q4+Q7)/(Q5+Q6)
Erro b (B C)	Q5	$\sigma_e^2 + I\sigma_{bc}^2$	-
(P x C)	Q6	$\sigma_e^2 + J\sigma_{pc}^2$	Q6/Q7
Erro c (PBC)	Q7	$\sigma_e^2$	-

$\sigma_p^2 = (Q2-Q3)/JK$   
 $\sigma_{pc}^2 = (Q6-Q7)/J$   
 $\sigma_F^2 = Q2/JK$

em que:

I, J e K: número de progênies, de blocos e de biênios ou época, respectivamente;

$\sigma_p^2$ : variância de progênes;

$\sigma_{pc}^2$ : variância da interação progênes x biênios ou época;

$\sigma_F^2$ : variância fenotípica.

Utilizou-se o seguinte modelo para análise conjunta da produção de café beneficiado, vigor vegetativo e incidência da ferrugem, considerando como fixo o efeito de locais e os demais aleatórios:

$$Y_{ijk} = m + p_i + a_l + b_{j(l)} + (pa)_{il} + e_{(ijkl)},$$

em que:

$Y_{ijk}$ : valor médio da progênie i, do local l, no bloco j;

m: média geral

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

$a_l$ : efeito do local l (l = 1, 2, ..., L);

$b_{j(l)}$ : efeito do bloco j dentro do local l (j = 1, 2, ..., J);

$(pa)_{il}$ : efeito da interação da progênie i com o local l;

$e_{(ijkl)}$ : efeito do erro experimental médio.

Para as estimativas dos componentes de variância nas análises conjuntas, foram consideradas as esperanças dos quadrados médios indicadas na Tabela 5, utilizando procedimento semelhante ao apresentado por Ramalho et al. (2000).

TABELA 5 Esquema da análise de variância, esperança dos quadrados, E(QM), e expressões utilizadas para o teste F e estimadores dos componentes de variância das análises de variância conjunta. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	QM	E (QM)	F
Blocos (locais) B	Q1	$\sigma_e^2 + IK \sigma_b^2$	-
Progênieis (P)	Q2	$\sigma_e^2 + JK \sigma_p^2$	Q2/Q5
Locais (L)	Q3	$\sigma_e^2 + J \sigma_{pl}^2 + IJ \sigma_l^2$	Q3/Q4
P x L	Q4	$\sigma_e^2 + J \sigma_{pl}^2$	Q4/Q5
Erro	Q5	$\sigma_e^2$	-

  

$$\sigma_p^2 = (Q2 - Q5)/JK$$

$$\sigma_{pl}^2 = (Q4 - Q5)/J$$

$$\sigma_F^2 = Q2/JKL$$

Em que:

I, J e L: numero de progênieis, de blocos e locais respectivamente;

$\sigma_p^2$ : variância de progênieis;

$\sigma_{pl}^2$ : variância da interação progênieis x locais;

$\sigma_F^2$ : variância fenotípica.

Utilizou-se o seguinte modelo para análise individual da característica vigor vegetativo, considerando-se como fixo o efeito de locais e os demais aleatórios. O esquema da análise de variância para a característica vigor vegetativo para cada local encontra-se na Tabela 6

$$Y_{ijk} = m + p_i + b_{j(l)} + e_{(ij)},$$

em que:

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

$m$ : média geral

$p_i$ : efeito da progênie  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, I$ ).

$b_{j(i)}$ : efeito do bloco  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ )

$e_{(ij)}$ : efeito do erro experimental médio.

TABELA 6 Esquema da análise de variância, esperança dos quadrados,  $E(QM)$ , e expressões utilizadas para o teste F. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	QM	E (QM)	F
Blocos B	Q1	$\sigma_e^2 + I \sigma_b^2$	-
Progênies (P)	Q2	$\sigma_e^2 + J \sigma_p^2$	Q2/Q3
Erro	Q3	$\sigma_e^2$	-

Em que:

I e J: número de progênies, de blocos

Para as análises de variâncias dos dados adotaram-se significâncias de 5% e de 1% de probabilidade, para o teste F. As análises foram feitas utilizando-se o programa computacional 'Sisvar', desenvolvido por Ferreira (2000). Quando diferenças significativas foram detectadas, as médias foram agrupadas pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade.

Com as estimativas das variâncias genética e fenotípica foi possível obter a herdabilidade no sentido amplo para as características produção de café beneficiado e incidência e severidade da ferrugem, por meio da expressão

$h_a^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_F^2}$ . Para a característica produção, também foi estimado o ganho

esperado com a seleção, considerando as seis melhores progênies de cada

ambiente e da análise conjunta. Utilizou-se, para estimar o ganho com a seleção, a expressão  $GS = ds \cdot h_a^2$ , em que  $ds$  é o diferencial de seleção que corresponde à diferença entre a média geral das progênies e a média das progênies selecionadas.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análises individuais

#### Produção e vigor vegetativo

As análises de variância para a produção foram realizadas utilizando-se o esquema de parcelas subdivididas no tempo, como proposto por Steel & Torrie, (1980). A justificativa para esse procedimento, em vez de realizar uma análise simples considerando a produção média de todas colheitas, é a possibilidade de estudo da interação Progênes x Colheitas e também estudar o comportamento das progênes ao longo das colheitas, com possibilidade de identificar progênes mais ou menos precoces em relação à produção. Além disso, com a análise no esquema de parcela subdividida, é possível estimar a variância de progênes ou genética, livre da variância da interação progênes x colheitas, pois, quando a análise é realizada com base na produção total média, a variância genética é inflacionada, pois ela contém a soma das variâncias de progênes e da interação progênes por colheitas (Allard, 1971).

Dessa forma, é interessante usar a análise considerando colheitas ou algum agrupamento para aumentar a precisão da estimativa da variância genética e, conseqüentemente, melhorando a precisão da herdabilidade, sendo que esta, quando se considera a produção total, pode ficar superestimada. Mendes (1994) encontrou valores do coeficiente de determinação genotípica ( $b^2$ ), que tem função semelhante à herdabilidade no sentido amplo, 25% menores quando da análise considerando biênios em relação à análise da produção total, mostrando que a análise considerando o total das colheitas superestima os valores da herdabilidade.

A produção também foi determinada por meio da produtividade média em sacas.ha<sup>-1</sup>.ano, obtida pela média de duas colheitas consecutivas combinadas

(biênio). Alguns autores relatam que a combinação das colheitas em biênios melhora a precisão experimental, por reduzir os efeitos da bienalidade da produção (Bonomo et al., 2004; Carvalho, 1989; Mendes, 1994 e Sera, 1980).

Na Tabela 7 são apresentados o resumo da análise de variância e as estimativas dos parâmetros genéticos para a característica produção para os locais Três Pontas, Machado, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos. Observa-se que não houve efeito significativo para a fonte de variação progênes apenas para o local Três Pontas. Já para as fontes biênios e interação progênes x biênios, o teste F detectou diferença significativa para todos os locais. A existência de interação progênes x biênios significativa evidencia a não coincidência do comportamento médio das progênes nos três biênios avaliados.

As estimativas das variâncias de progênes ( $\sigma_p^2$ ) foram positivas e diferentes de zero. Os valores encontrados foram de 4,64; 7,32; 7,78 e 9,40, para Três Pontas, Machado, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos, respectivamente. Esses valores evidenciam a existência de variabilidade entre as progênes avaliadas nos quatro locais. O menor valor para o local Três Pontas explica o fato de o teste F não ter detectado diferenças significativas para progênes, o que, provavelmente, é explicado pela precisão experimental insuficiente, fato observado pelas maiores estimativas dos coeficientes de variação. Foram obtidas as herdabilidades no sentido amplo ( $h_a^2$ ). As estimativas foram de 31,50%; 68,50%; 55,90% e 42,40%, para Três Pontas, Machado, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos respectivamente. Apenas o valor encontrado para o experimento de Três Pontas ficou abaixo dos encontrados na literatura, entre 35 e 57% por Srinivasan et al. (1979), 61 e 93% por Fazuoli et al. (2000), 71,33 e 80,36% por (Bonomo et al., 2004).

TABELA 7 Resumo da análise de variância para produtividade média por biênio de café beneficiado em sc. ha<sup>-1</sup> e estimativas de parâmetros genéticos, em Três Pontas, Machado, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos, MG. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	Três Pontas		Machado		S. S. do Paraíso		Campos Altos	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Bloco (B)	3	228,6215	2	141,9319	2	186,4935	3	926,4320
Progenie (P)	24	176,7871	29	96,1814**	29	167,0342**	29	265,9811*
Erro a (B x P)	72	121,0276	58	30,2680	87	73,5908	87	153,1724
Biênio (C)	2	11842,9149**	2	33717,6640**	2	9884,3515**	2	13341,2025**
Erro b (B x C)	6	160,2786	4	29,8598	6	127,6854	6	194,4494
P x C	48	128,4462**	58	113,2784**	58	81,3302*	58	188,2384**
Erro c	144	65,0133	116	33,6431	174	56,0295	174	99,5384
Média (sacas. ha <sup>-1</sup> )		27,27		19,42		22,20		51,0
CV (%)		a 40,33		a 28,32		a 38,64		a 24,27
		b 46,42		b 28,13		b 50,90		b 27,34
		c 29,56		c 29,86		c 33,72		c 19,56
$\sigma_p^2$ :		4,64		7,32		7,78		9,40
$\sigma_{pc}^2$ :		15,85		26,54		6,32		22,17
$\sigma_F^2$ :		14,73		10,68		13,91		22,16
$h_a^2$ :		31,50		68,53		55,93		42,40
GS (sacas. ha <sup>-1</sup> ):		1,65		3,0		3,0		2,53

\*, \*\* Significativo, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Por outro lado, mesmo com a estimativa da  $h_a^2$  baixa foi possível detectar ganho positivo com a seleção, no caso 1,65 sacas.ha<sup>-1</sup>, considerando as seis maiores médias, para as condições de Três Pontas. Para os outros locais houve uma melhora nos valores do ganho esperado fato explicado pelas maiores estimativas das herdabilidades. foram encontrados o valores de 3 sacasc.ha<sup>-1</sup>, para os experimentos de Machado e São Sebastião do Paraíso e de 2,53 sacasc.ha<sup>-1</sup>, para Campos Altos. Uma ressalva deve ser feita em relação às estimativas do ganho esperado com a seleção, devido ao fato de elas terem sido calculadas utilizando-se a herdabilidade no sentido amplo e esse tipo de herdabilidade considera, além da variância genética aditiva, a variância de dominância; é sabido que apenas a primeira é fixada pela seleção (Ramalho et al., 1993).

O comportamento das progênies em relação à produção em cada biênio é apresentado no desdobramento da interação progênies x biênios, na Tabela 1A. Observa-se que houve efeito significativo entre as progênies, somente para o biênio três no local Machado.

Em relação à característica vigor vegetativo houve diferenças entre as progênies pelo teste F apenas para os locais São Sebastião do Paraíso e Campos Altos como pode ser observado na Tabela 8.

TABELA 8 Resumo da análise de variância para a característica vigor vegetativo, em Três Pontas, Machado, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos, MG. UFLA, Lavras-MG, 2006.

FV	Três Pontas		Machado		S. S. do Paraíso		Campos Altos	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Bloco (B)	3	1,2158	2	7,2444	3	6,5888	3	0,0666
Progênie (P)	24	2,2079	29	1,0099	29	5,3436**	29	0,9413**
Erro	72	1,3512	58	1,1180	87	1,8302	87	0,4287
Média		5,63		5,93		5,81		7,60
CV %		20,63		15,91		23,26		8,62

\*\* Significativo, a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Na Tabela 9 são apresentados os resultados de produção por biênio e média dos três biênios e também as notas de vigor para as progênies estudadas em Três Pontas. Os números de ordem apresentados para as progênies referem-se à Tabela 1, do item Materiais e Métodos.

Em relação à característica vigor vegetativo, observa-se que houve a formação de dois grupos: um com notas inferiores variando de 4,25 a 4,75 e o segundo, com notas superiores variando de 5,00 a 6,75. A cultivar Rubi MG 1192 ficou no grupo de notas maiores, confirmando o seu bom vigor (Mendes & Guimarães, 1998) e também demonstra o potencial de seleção de progênies com maior vigor vegetativo para as condições de Três Pontas.

Embora não houvessem diferenças para a produção, vale ressaltar a não existência de diferença entre as progênies e a testemunha, o que mostra o bom potencial produtivo da população em estudo e a possibilidade de seleção de progênies para condições de Três Pontas, principalmente considerando a presença de variabilidade genética. Um resultado a ser destacado é a diferença entre as médias dos biênios de colheita e, pela maior média do terceiro biênio observa-se claramente uma evolução da produtividade média. Isso pode indicar que as progênies estudadas nas condições de Três Pontas atingiram o potencial produtivo somente após a quarta colheita, evidenciando que a seleção antes dessa época não seria eficiente, considerando que os anos de maior produtividade são mais favoráveis para seleção (Bonomo et al., 2004; Fazuoli et al., 2000).

TABELA 9 Produtividade média por biênio de café beneficiado, em sacas. ha<sup>-1</sup>, e vigor vegetativo em Três Pontas, MG. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Progênie	Nº de ordem	Produção			Média	Vigor Vegetativo
		Biênio 1	Biênio 2	Biênio 3		
H-136-1-19-2	39	22,45 a	34,27 a	38,96 a	31,90 a	5,75 a
H-136-1-9-3	29	17,80 a	24,41 a	52,60 a	31,62 a	6,50 a
H-30-3-14-19	17	21,98 a	31,35 a	40,70 a	31,34 a	6,25 a
H-136-1-19-4	40	27,68 a	28,69 a	35,94 a	30,77 a	5,75 a
Rubi MG 1189	44	19,20 a	29,97 a	42,15 a	30,44 a	6,00 a
H-29-1-3-7	05	13,43 a	25,85 a	51,68 a	30,32 a	6,50 a
H-32-3-15-20	18	18,33 a	29,05 a	42,35 a	29,91 a	6,75 a
H-138-1-9-10	43	14,75 a	28,45 a	46,02 a	29,74 a	6,25 a
H-136-1-14-16	37	11,00 a	30,24 a	47,68 a	29,64 a	5,75 a
H-29-1-14-5	12	15,40 a	30,43 a	41,23 a	29,02 a	6,25 a
H-136-1-13-19	33	15,01 a	28,60 a	42,52 a	28,71 a	6,50 a
H-136-1-13-15	32	19,18 a	27,04 a	39,13 a	28,45 a	5,00 a
H-136-1-14 -10	35	26,90 a	25,76 a	32,60 a	28,42 a	5,75 a
H-29-1-8-5	09	9,44 a	28,41 a	46,00 a	27,95 a	6,25 a
H-29-1-9-8	11	16,22 a	29,24 a	38,33 a	27,93 a	5,75 a
H-19-5-14-18	03	17,10 a	28,61 a	37,87 a	27,86 a	4,60 b
H-84-3-7-20	25	19,74 a	31,60 a	29,57 a	26,97 a	4,25 b
H-136-1-13-12	31	10,54 a	26,86 a	40,51 a	25,97 a	6,00 a
H-30-2-6-16	15	20,71 a	28,32 a	28,43 a	25,82 a	5,50 a
H-30-2-6-11	14	17,60 a	27,84 a	27,40 a	24,28 a	5,00 a
H-136-1-14 -4	34	8,25 a	28,50 a	34,74 a	23,83 a	5,25 b
H-39-1-11-12	22	9,85 a	24,30 a	34,85 a	23,00 a	4,50 b
H-32-11-17-4	20	12,56 a	23,19 a	26,05 a	20,60 a	4,25 b
H-86-1-7-5	26	5,96 a	17,97 a	34,63 a	19,52 a	5,75 a
H-29-6-5-15	04	16,54 a	17,75 a	19,08 a	17,79 a	4,75 b
Média		16,30 B	27,47 A	38,05 A3		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Na Tabela 10 são apresentados os dados sobre o comportamento das progênies em cada biênio e na média geral dos três biênios de produção, e as notas do vigor vegetativo para o local Machado. Para o vigor vegetativo as progênies e a testemunha permaneceram num mesmo grupo, sendo que as notas foram relativamente altas variando de 5,60 a 7,30. Os resultados alcançados para as progênies podem ser considerados satisfatórios, ao considerar que a cultivar Rubi MG 1192 sabidamente apresenta alto vigor vegetativo.

Para a característica produção, novamente houve diferença entre os biênios, tendo a produção do último biênio sido significativamente superior, evidenciando também, para as condições de Machado, um incremento da produtividade das progênies com o passar das colheitas, o que indica ineficiência da seleção, se fossem consideradas apenas as quatro primeiras colheitas. Embora o teste F tenha sido significativo para o desdobramento progênies dentro do terceiro biênio, o teste de média não detectou essa diferença. Quando se considera a média dos três biênios de produção, nota-se que houve diferença entre as progênies com a formação de dois grupos: um inferior, composto por 15 progênies, inclusive a cultivar utilizada como testemunha (Rubi MG 1192), embora não tenha sido realizado controle da ferrugem, o que pode ter interferido negativamente na produção da testemunha, cultivar suscetível à ferrugem. O outro grupo composto por progênies superiores também foi composto de 15 progênies que apresentaram médias entre 19,80 e 24,47 sacas.ha<sup>-1</sup>. Considerando a estimativa de herdabilidade anteriormente apresentada e o bom nível de vigor vegetativo, aliado à média de produtividade alta, superior à da cultivar Rubi MG 1192, as progênies do grupo superior apresentam bom potencial para seleção.

TABELA 10 Produtividade média por biênio de café beneficiado, em sacas. ha<sup>-1</sup>, e vigor vegetativo em Machado, MG. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Progenie	Nº de ordem	Produção				Vigor vegetativo
		Biênio 1	Biênio 2	Biênio 3	Média	
H-29-1-3-12	06	5,42 a	13,06 a	54,92 a	24,47 a	7,30 a
H-29-1-3-7	05	4,41 a	15,17 a	53,38 a	24,32 a	5,70 a
H-29-1-8-5	09	3,99 a	12,52 a	56,21 a	24,24 a	6,70 a
H-30-3-14-19	17	7,13 a	14,52 a	49,50 a	23,72 a	6,70 a
H-29-1-3-19	07	4,60 a	13,37 a	52,38 a	23,45 a	6,30 a
H-32-11-17-4	20	5,22 a	8,85 a	54,41 a	22,83 a	7,30 a
H-136-1-19-4	40	6,91 a	7,30 a	53,21 a	22,47 a	7,00 a
H-29-1-14-5	12	18,01 a	8,90 a	39,04 a	21,98 a	5,60 a
H-29-1-8-16	10	4,11 a	12,08 a	48,93 a	21,17 a	7,30 a
H-136-1-19-7	41	5,61 a	7,75 a	49,67 a	21,01 a	7,30 a
H-32-3-15-20	18	3,97 a	8,87 a	49,38 a	20,74 a	7,00 a
H-136-1-14-10	35	3,35 a	13,06 a	44,80 a	20,40 a	6,70 a
H-29-1-9-8	11	6,36 a	16,77 a	37,64 a	20,26 a	7,30 a
H-136-1-14-14	36	5,25 a	12,23 a	41,90 a	19,80 a	6,30 a
H-136-1-13-15	32	3,70 a	10,21 a	44,80 a	19,56 a	6,70 a
H-86-1-7-5	26	3,46 a	12,93 a	41,30 a	19,23 b	7,30 a
H-136-1-9-10	30	6,04 a	8,83 a	42,80 a	19,22 b	6,00 a
H-136-1-19-2	39	5,33 a	12,08 a	38,25 a	18,55 b	6,00 a
H-30-3-14-18	16	3,96 a	15,37 a	36,30 a	18,54 b	7,00 a
Rubi MG 1192	44	4,81 a	11,41 a	39,33 a	18,52 b	7,30 a
H-138-1-4-3	42	3,84 a	7,50 a	43,42 a	18,25 b	7,00 a
H-30-2-6-11	14	5,85 a	13,95 a	33,30 a	17,70 b	6,30 a
H-136-1-14-16	37	3,30 a	13,25 a	35,92 a	17,49 b	6,30 a
H-136-1-13-19	33	2,67 a	11,89 a	34,90 a	16,50 b	6,00 a
H-19-5-9-18	01	4,65 a	10,29 a	34,40 a	16,45 b	5,70 a
H-86-1-7-11	27	2,85 a	9,58 a	33,37 a	15,27 b	7,00 a
H-32-3-18-18	19	5,47 a	14,50 a	24,40 a	14,80 b	6,70 a
H-39-1-11-12	22	2,40 a	10,18 a	29,87 a	14,16 b	7,30 a
H-30-2-6-16	15	5,82 a	14,92 a	20,02 a	13,60 b	6,00 a
H-84-3-7-20	25	3,02 a	12,18 a	25,21 a	13,47 b	6,00 a
Média		5,03 B	11,78 A	41,43 A		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).



Na Tabela 11 são apresentados o comportamento das progênies em cada biênio e na média geral dos três biênios de produção e as notas para a característica vigor vegetativo para o local São Sebastião do Paraíso. Para a característica vigor vegetativo, houve a formação de dois grupos distintos: o grupo inferior, que apresentou notas variando de 2,50 a 4,50 e o grupo superior, com notas variando de 5,25 a 7,75. Novamente a cultivar Rubi MG 1192 ficou no grupo superior comprovando o seu alto vigor vegetativo, o que também indica o bom vigor das progênies do grupo, que receberam notas maiores para essa característica.

Assim como nos outros locais, houve diferença entre os biênios, tendo a produção do último biênio sido significativamente superior, evidenciando, também para as condições de São Sebastião do Paraíso, um incremento da produtividade das progênies com o passar das colheitas, o que indica novamente reduzida eficiência da seleção, se fossem consideradas apenas as quatro primeiras colheitas. Quando se considera a média dos três biênios de produção, observa-se diferença entre as progênies com a formação de grupos, sendo um inferior, composto por 20 progênies, com médias variando de 13,44 a 22,47 sacas.ha<sup>-1</sup>. O grupo das progênies superiores é composto por 10 progênies, sendo que a cultivar Rubi Vermelho MG 1192, utilizada como testemunha, destaca-se entre as mais produtivas, ao contrário do que ocorreu em Machado. As médias das melhores progênies ficaram entre 23,46 e 29,33 sacas.ha<sup>-1</sup>, mostrando um bom potencial produtivo. Considerando-se a presença de variabilidade entre as progênies, esse grupo de progênies, de números, 08, 11, 12, 16, 17, 41 e 43, que apresentaram produção e vigor vegetativo alto semelhante à cultivar Rubi, apresentam bom potencial para seleção.

TABELA 11 Produtividade média por biênio de café beneficiado, em sacas. ha<sup>-1</sup> e vigor vegetativo em São Sebastião do Paraíso, MG. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Progênie	Nº de Ordem	Produção				Vigor vegetativo
		Biênio 01	Biênio 02	Biênio 03	Média	
H-30-3-14-18	16	23,31 a	27,74 a	36,94 a	29,33 a	6,50 a
H-83-8-11-14	24	17,24 a	25,18 a	45,08 a	29,17 a	4,25 b
H-30-3-14-19	17	10,97 a	26,64 a	47,65 a	28,42 a	7,00 a
H-29-1-7-18	08	14,38 a	26,85 a	41,88 a	27,70 a	5,25 a
H-29-1-14-5	12	22,00 a	26,87 a	28,52 a	25,80 a	6,50 a
H-138-1-9-10	43	18,30 a	19,86 a	38,50 a	25,55 a	6,50 a
H-136-1-19-7	41	18,65 a	22,34 a	35,16 a	25,38 a	6,50 a
Rubi-MG1192	44	15,90 a	21,63 a	35,3 a	24,27 a	5,75 a
H-29-1-9-8	11	18,34 a	22,00 a	31,77 a	24,04 a	7,75 a
H-19-5-14-16	02	16,23 a	21,32 a	32,83 a	23,46 a	4,25 b
H-29-1-8-5	09	13,19 a	17,06 a	37,17 a	22,47 b	7,25 a
H-30-2-6-11	14	10,19 a	25,42 a	31,55 a	22,40 b	6,00 a
H-136-1-13-19	33	17,50 a	21,38 a	28,22 a	22,36 b	5,75 a
H-136-1-13-15	32	12,09 a	18,15 a	36,76 a	22,33 b	5,25 a
H-30-2-6-16	15	14,48 a	15,63 a	36,16 a	22,09 b	4,25 b
H-136-1-14-10	35	16,92 a	15,70 a	32,92 a	21,84 b	4,25 b
H-29-1-8-16	10	11,41 a	21,74 a	31,28 a	21,48 b	5,25 a
H-84-3-7-20	25	19,73 a	18,51 a	25,52 a	21,30 b	4,50 b
H-136-1-19-4	40	13,79 a	18,35 a	31,16 a	21,10 b	6,25 a
H-32-3-15-20	18	11,24 a	17,41 a	34,44 a	21,03 b	6,75 a
H-39-1-11-12	22	13,82 a	14,84 a	33,82 a	20,82 b	5,75 a
H-136-1-19-2	39	17,28 a	18,27 a	26,66 a	20,73 b	5,75 a
H-29-1-3-7	05	10,77 a	23,40 a	27,01 a	20,39 b	7,00 a
H-86-1-7-11	27	6,44 a	22,08 a	31,67 a	20,06 b	7,00 a
H-39-1-5-4	21	11,18 a	17,73 a	28,12 a	19,01 b	5,25 a
H-68-7-12-17	23	14,29 a	15,58 a	25,67 a	18,51 b	6,00 a
H-136-1-14-16	37	19,76 a	8,78 a	24,10 a	17,54 b	7,00 a
H-86-1-7-5	26	6,55 a	17,35 a	27,33 a	17,08 b	6,50 a
H-32-11-17-4	20	10,05 a	11,07 a	28,84 a	16,65 b	6,00 a
H-26-6-5-15	04	11,70 a	13,92 a	15,32 a	13,64 b	2,50 b
Média		14,60 B	19,76 A	32,24 A3		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Na Tabela 12 são apresentados o comportamento das progênies em cada biênio e na média geral dos três biênios para produção e também as notas relativas ao vigor vegetativo para as progênies avaliadas em Campos Altos. Para a característica vigor vegetativo, houve a formação de dois grupos distintos: o grupo inferior apresentou notas variando de 6,75 a 7,25, notas essas que embora inferiores, podem ser consideradas de alta magnitude; já o grupo superior apresentou notas variando de 7,50 a 8,25. Novamente, a cultivar Rubi MG 1192 ficou no grupo superior, comprovando o seu alto vigor vegetativo, o que também indica o bom vigor das progênies, principalmente as do grupo superior. A possível explicação para as progênies avaliadas em Campos Altos terem recebido notas mais elevadas para o vigor vegetativo seria, além do emprego de maior nível de tecnologia, o menor espaçamento utilizado entre plantas para esse local, já que isso propicia menor depauperamento nos cafeeiros.

A exemplo do que ocorreu para os outros locais, houve diferença entre os biênios, tendo, para esse local as produções dos dois últimos biênios sido significativamente superiores, evidenciando, também para as condições de Campos Altos, um incremento da produtividade das progênies com o passar das colheitas. Para esse caso, ao contrário do que ocorreu para os outros locais, se a seleção fosse realizada com base na produção acumulada até a quarta colheita, ela seria eficiente. Quando se considera a média dos três biênios de produção, observa-se a existência de diferença significativa entre progênies, com formação de dois grupos: um inferior, composto por 13 progênies, tendo a cultivar Rubi MG 1192 utilizada como testemunha, ficando entre as menos produtivas. O outro grupo foi o das progênies superiores, composto de 17 progênies, tendo as médias ficando entre 51,00 e 62,00 sacas.ha<sup>-1</sup>, valores bem acima dos outros locais até aqui discutidos. Entre os fatores que explicam essa maior produção estão a maior população de plantas empregada no experimento de Campos Altos e a utilização de maior nível de tecnologia na condução da lavoura. As progênies

identificadas pelos números 05, 08, 10, 11, 17, 18, 20, 22, 27 e 29 apresentam bom potencial para seleção porque aliam média alta, bom vigor vegetativo e também variabilidade genética.

TABELA 12 Produtividade média por biênio de café beneficiado em sacas.ha<sup>-1</sup> e vigor vegetativo, em Campos Altos, MG. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Progênie	Nº de Ordem	Produção				Vigor vegetativo
		Biênio 01	Biênio 02	Biênio 03	Média	
H-136-1-19-4	40	50,72 a	82,25 a	76,63 a	62,05 a	7,00 b
H-138-1-9-10	43	42,98 a	68,38 a	63,85 a	58,40 a	7,25 b
H-32-3-15-20	18	37,89 a	56,87 a	72,78 a	55,85 a	7,75 a
H-136-1-14-14	36	39,59 a	61,51 a	65,58 a	55,56 a	6,75 b
H-136-1-9-3	29	37,90 a	74,85 a	53,40 a	55,38 a	8,00 a
H-86-1-7-11	27	41,90 a	57,36 a	64,65 a	54,64 a	7,75 a
H-136-1-14-16	37	40,23 a	62,00 a	61,21 a	54,48 a	7,25 b
H-29-1-8-16	10	35,56 a	50,15 a	77,15 a	54,29 a	8,00 a
H-39-1-11-12	22	42,4 a	48,76 a	71,32 a	54,16 a	8,25 a
H-136-1-19-7	41	42,17 a	59,70 a	59,63 a	53,83 a	7,00 b
H-30-3-14-19	17	43,66 a	57,60 a	60,64 a	53,70 a	8,00 a
H-136-1-16-4	38	41,51 a	60,00 a	57,55 a	53,02 a	7,00 b
H-29-1-9-8	11	38,02 a	56,38 a	64,65 a	53,01 a	7,50 a
H-136-1-14-10	35	39,31 a	59,60 a	56,94 a	51,95 a	7,00 b
H-29-1-3-7	05	38,36 a	55,90 a	61,54 a	51,93 a	8,50 a
H-29-1-7-18	08	39,47 a	59,36 a	55,00 a	51,27 a	8,00 a
H-32-11-17-4	20	41,07 a	54,70 a	57,25 a	51,01 a	8,00 a
H-30-2-6-11	14	38,95 a	51,74 a	57,12 a	49,27 b	7,75 a
Rubi-MG1192	44	37,67 a	54,48 a	53,85 a	48,67 b	7,50 a
H-30-3-14-18	16	32,92 a	55,76 a	56,63 a	48,44 b	8,00 a
H-136-1-13-19	33	32,17 a	49,77 a	61,41 a	47,79 b	7,75 a
H-84-3-7-20	25	37,14 a	54,62 a	51,38 a	47,72 b	6,75 b
H-136-1-19-2	39	44,50 a	50,92 a	47,43 a	47,62 b	7,50 a
H-30-2-6-16	15	36,17 a	49,50 a	55,45 a	47,04 b	8,00 a
H-39-1-5-4	21	34,97 a	42,04 a	62,90 a	46,68 b	8,00 a
H-29-1-8-5	09	36,60 a	56,29 a	45,18 a	46,02 b	8,00 a
H-26-6-5-15	04	37,29 a	41,43 a	58,08 a	45,60 b	6,75 b
H-19-5-14-18	03	40,05 a	51,85 a	44,31 a	45,40 b	7,50 a
H-29-1-14-5	12	35,20 a	46,14 a	54,87 a	45,40 b	7,75 a
H-86-1-7-5	26	32,54 a	32,63 a	53,54 a	39,57 b	8,00 a
Média		38,96 B	55,42 A	58,62 A		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula linha não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott (P<0,05).

### **Incidência e severidade da ferrugem**

As análises para as características incidência e severidade da ferrugem também foram realizadas utilizando-se o esquema de parcelas subdivididas no tempo como proposto por Steel & Torrie (1980). Esse procedimento justifica-se devido à possibilidade de estudo da interação progênies x épocas e ainda o estudo do comportamento das progênies frente ao patógeno ao longo das épocas. Além disso, a análise no esquema de parcelas subdivididas possibilita estimar a variância de progênies ou variância genética, livre da variância da interação progênies x épocas.

A avaliação da severidade, além da incidência da ferrugem, é justificada devido a sua importância para a seleção de progênies, porque aquelas que apresentarem menor severidade provavelmente toleram mais a doença devido a menor desfolha. Outro aspecto de relevância é que uma menor severidade pode indicar resistência horizontal (Abreu, 1978) e, segundo Ribeiro et al. (1981), em condições naturais de epidemia, a severidade é o componente que melhor discrimina níveis de resistência horizontal.

Na Tabela 13 são apresentados o resumo da análise de variância e as estimativas dos parâmetros genéticos para incidência e severidade da ferrugem em Três Pontas, Machado, São Sebastião do Paraíso. Para a característica incidência da ferrugem, observa-se efeito significativo, pelo teste F, a 5% probabilidade, para as fontes de variação progênies e épocas para os três locais avaliados, a interação progênies x biênios apenas não apresentou significância para o local São Sebastião do Paraíso. A existência da interação para os dois primeiros locais evidencia a não coincidência do comportamento das progênies nas três épocas avaliadas. Para a característica severidade da ferrugem, observa-se que houve efeito significativo para a fonte de variação progênies para os três locais avaliados e para a fonte de variação épocas, apenas o local São Sebastião do Paraíso não apresentou diferença significativa.

TABELA 13 Resumo da análise de variância para incidência e severidade da ferrugem<sup>1</sup> e estimativas de parâmetros genéticos, em Três Pontas, Machado e São Sebastião do Paraíso, MG. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	Três Pontas			Machado			São Sebastião do Paraíso		
	GL	QM		GL	QM		GL	QM	
		Incidência	Severidade		Incidência	Severidade		Incidência	Severidade
Bloco (B)	3	4,1121 <sup>1</sup>	0,6149	2	4,1083	0,4788	3	20,4069	1,5220
Progenie (P)	24	47,4423**	2,5646**	29	22,4954**	1,0065**	24	15,9702**	1,1397**
Erro a (B x P)	72	3,4348	0,2665	58	4,5628	0,3986	72	4,2943	0,3745
Época (C)	2	55,0899**	2,3056**	2	120,3869**	12,0951**	2	23,0635**	0,4085
Erro b (B x C)	6	0,5458	0,1168	4	1,1095	0,1973	6	1,3236	0,2718
P x E	48	1,8106**	0,1710	58	2,2843**	0,2723	48	1,6387	0,1633
Erro c	144	0,7149	0,1471	116	1,0645	0,2386	144	1,2146	0,1851
Média		3,62	1,53		23,70	2,70		3,62	1,53
CV (%)		a 51,20	a 33,81		a 49,11	a 38,03		a 60,49	a 38,24
		b 20,41	b 22,38		b 24,22	b 26,76		b 33,58	b 2,58
		c 23,36	c 25,12		c 23,72	c 29,42		c 32,17	c 6,89
$\sigma_p^2$ :		3,6673	0,1915		1,9925	0,0675		0,9729	0,0637
$\sigma_{pc}^2$ :		0,2739	0,0059		0,4066	0,0112		0,1060	-0,0054
$\sigma_F^2$ :		3,9535	0,2137		2,4994	0,1118		1,3308	0,0941
$h_a^2$ :		92,76	89,60		80,00	60,37		73,10	67,00

<sup>1</sup>Dados transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$

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

Para efeito de seleção de progênies para os locais estudados o resultado de maior interesse são as diferenças significativas entre as progênies para as duas características estudadas. Esses resultados, aliados às estimativas das variâncias de progênies que foram diferentes de zero e positivas, tanto para a incidência como para a severidade, sendo de 3,6673; 1,9925 e 0,9729 para incidência e de 0,1915; 0,0675 e 0,0637 para severidade em Três Pontas, Machado e São Sebastião do Paraíso, respectivamente, demonstram que existe variabilidade genética entre as progênies estudadas para a resistência à ferrugem. As estimativas  $h_a^2$  da foram altas, de 92,76%; 80,00% e 71,00% para incidência e 89,60%; 60,40% e 67,00% para severidade em Três Pontas, Machado e São Sebastião do Paraíso, respectivamente. Esses valores encontrados são de magnitude superior aos valores encontrados por Miranda (2003) para a resistência à ferrugem, entre 12 a 86%. As altas estimativas das  $h_a^2$  reforçam a observação anterior da presença de variabilidade genética e também indicam uma condição adequada para seleção de progênies com resistência à ferrugem para esses locais.

O comportamento das progênies em relação à incidência e severidade em cada época é apresentado no desdobramento da interação progênies x épocas apresentado na Tabela 2A, tendo havido efeito significativo entre as progênies, para as três épocas avaliadas, para as duas características.

Os resultados para cada época de avaliação e média, tanto da incidência como a severidade para o local Três Pontas, são apresentados na Tabela 14. Embora o teste de média tenha sido significativo entre as progênies dentro de cada época, será dada maior ênfase para o resultado da média das três avaliações, por ser este de maior interesse para a seleção de progênies resistentes à ferrugem, destacando apenas a média geral de cada época, podendo-se concluir que houve um aumento da primeira para segunda época e uma estabilização da

segunda para a terceira, para a característica incidência. Esse resultado permite concluir que as duas primeiras avaliações já seriam suficientes para avaliar a incidência da ferrugem nas condições de Três Pontas. A característica severidade foi uniforme durante as três épocas de avaliação. Outro ponto relevante é o comportamento das progênes 09, 11, 18 e 20, que se mantiveram com baixíssimos índices para as duas características, nas três épocas avaliadas, mostrando alto grau de resistência.

TABELA 14 Incidência (Inc) e severidade (Sev) da ferrugem<sup>1</sup>, por época de avaliação, em Três Pontas, MG. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Progênie	N <sup>o</sup>	Épocas						Média	
		1 (31/03)		2 (15/05)		3 (07/06)		Inc	Sev
		Inc	Sev	Inc	Sev	Inc	Sev		
H-19-5-14-18	03	23,0 a	4,7 a	41,3 a	6,5 a	33,2 a	3,7 a	32,5 a	5,0 a
H-29-6-5-15	04	38,0 a	6,4 a	67,6 a	10,6 a	51,2 a	4,4 a	52,2 a	7,1 a
H-29-1-3-7	05	4,5 b	1,1 c	6,2 b	4,1 b	8,5 b	1,4 a	6,4 c	2,3 b
H-29-1-8-5	09	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,4 c	1,6 c	0,0 b	0,5 c	0,1 c
H-29-1-9-8	11	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 c	0,0 c
H-29-1-14-5	12	4,0 b	0,6 c	7,4 b	3,5 b	4,5 b	2,0 a	5,3 c	2,0 b
H-30-2-6-11	14	16,5 a	2,1 b	42,3 a	1,9 b	50,8 a	3,2 a	36,5 a	2,4 b
H-30-2-6-16	15	8,0 b	1,2 c	40,4 a	2,6 b	41,7 a	3,5 a	30,0 a	2,4 b
H-30-3-14-19	17	2,0 b	1,2 c	6,6 b	1,2 c	5,1 b	1,5 b	4,6 c	1,3 c
H-32-3-15-20	18	0,5 b	0,2 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,2 c	0,1 c
H-32-11-17-4	20	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 c	0,0 c
H-39-1-11-12	22	4,0 b	1,0 c	31,3 a	2,1 b	15,0 a	2,3 a	16,8 b	1,8 b
H-84-3-7-20	25	14,0 a	1,7 b	34,6 a	3,1 b	38,5 a	2,0 a	29,0 a	2,2 b
H-86-1-7-5	26	21,0 a	2,1 b	34,1 a	3,3 b	34,6 a	2,5 a	29,9 a	2,6 b
H-136-1-9-3	29	1,5 b	0,9 c	5,5 b	1,3 c	2,6 b	2,2 a	3,2 c	1,5 b
H-136-1-13-12	31	18,0 a	2,1 b	44,3 a	3,6 b	43,9 a	1,8 a	35,4 a	2,5 b
H-136-1-13-15	32	14,0 a	1,6 b	31,0 a	3,4 b	40,8 a	2,5 a	28,6 a	2,5 b
H-136-1-13-19	33	16,0 a	3,4 a	24,7 a	3,0 b	40,0 a	2,6 a	26,9 a	3,0 b
H-136-1-14-4	34	16,0 a	2,1 b	21,7 a	4,0 b	15,5 a	3,4 a	17,7 b	3,1 b
H-136-1-14-10	35	0,5 b	0,2 c	1,6 c	0,9 c	4,3 c	0,3 b	2,1 c	0,5 c
H-136-1-14-16	37	4,0 b	1,1 c	9,3 b	2,7 b	5,4 b	1,1 b	6,2 c	1,6 b
H-136-1-19-2	39	9,0 b	3,9 a	17,6 b	3,8 b	14,3 b	3,3 a	13,6 b	3,6 b
H-136-1-19-4	40	3,0 b	1,9 b	7,7 b	1,8 b	9,4 b	1,8 a	6,7 c	1,8 b
H-138-1-9-10	43	28,0 a	2,5 b	43,9 a	3,2 b	26,2 a	2,6 a	32,7 a	2,8 b
Rubi MG 1189	44	20,0 a	2,0 b	48,5 a	3,2 b	43,5 b	2,9 a	37,3 a	2,7 b
Média		10,6 B	1,7 B	21,2 A	2,0 B	23,0 A	2,8 A		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula linha não diferem entre si, pelo teste Scott-knott ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Médias sem transformação



Para a média das três avaliações, pode-se notar que houve a formação de três grupos de progênies para as duas características. Em relação à incidência, destacaram-se dez progênies ficando estas no grupo de menor incidência, com valores variando de 0,0% a 6,7%; para a severidade, destacaram-se seis progênies, com valores entre 0,0 a 0,5. A cultivar Rubi MG 1192 apresentou incidência de 37,3% e ficou entre as que apresentaram maior incidência da doença e apresentou uma severidade de 2,7, ficando no grupo intermediário para essa característica. Esses resultados da testemunha confirmam que as progênies realmente apresentam variabilidade para resistência à ferrugem. As progênies de números 09, 11, 17, 18, 20 e 35 apresentam alto potencial para seleção em relação à resistência porque apresentam baixa incidência e baixa severidade da ferrugem.

Quando se considera a seleção de progênies com resistência do tipo horizontal, destacam-se as progênies de números 22, 34 e 39, pois estas apresentam incidência e, principalmente severidade em índices intermediários, sendo esta última característica indicativo de resistência horizontal. A incidência intermediária é importante, considerando-se que não é possível selecionar progênies com resistência horizontal nas progênies que não apresentam incidência, pois essas, provavelmente, apresentam resistência do tipo vertical ou específica, que encobre a resistência horizontal. Uma explicação para o material estudado apresentar, além da resistência vertical, também a expressão da resistência horizontal, é presumivelmente, a cultivar Icatu ser um dos parentais e apresentar os dois tipos de resistência, como informam Alvarenga et al. (1998); Costa & Ribeiro (1975), Eskes & Costa (1983); estes últimos autores encontraram progênies moderadamente resistentes, o que indica, possivelmente, resistência do tipo horizontal ou não específica. O germoplasma de Catimor, o outro parental utilizado na obtenção das progênies em estudo, provavelmente também apresenta resistência horizontal, como comprovado por Almeida (1980)

e Zambolim et al. (2000), ao observarem menor severidade e período de incubação em descendentes de Catimor, comparados ao ‘Catuaí Vermelho IAC 15’ sabidamente suscetível.

Os resultados para cada época de avaliação e média, tanto da incidência como para severidade, para o local Machado, são apresentados na Tabela 15. Ao considerar a média geral de cada época, pode-se observar que houve aumento da incidência da ferrugem ao longo das épocas avaliadas, ao contrário do que ocorreu em Três Pontas, em que houve uma estabilização da segunda para a terceira épocas. Esse resultado indica evolução diferenciada da ferrugem para as condições de Machado e também que as três avaliações foram realmente necessárias para estudar o comportamento das progênies em relação à ferrugem. Para a severidade, houve incremento da segunda para terceira época, comportamento também distinto do local anterior, no qual essa característica foi uniforme durante as três épocas de avaliação. Também aqui merece destaque o comportamento de algumas progênies, mais precisamente as progênies identificadas com os números 09, 18 e 20 que, da mesma forma que em Três Pontas, se mantiveram com baixíssimos índices para as duas características nas três épocas avaliadas, confirmando o alto grau de resistência dessas progênies.

Quando se considera a média das três avaliações, pode-se observar que houve a formação de três grupos de progênies para as duas características avaliadas. Para a característica incidência, destacaram-se 11 progênies com menor incidência, com valores para essa característica variando de 2,2% a 18,2%; para a severidade, destacaram-se oito progênies com menor severidade com valores entre 0,4 e 1,1. A cultivar Rubi MG 1192, assim como em três Pontas, ficou entre as que mais apresentaram incidência da doença (41,9%) e no grupo intermediário para severidade (2,6), mostrando que as progênies apresentam variabilidade para resistência à ferrugem. As progênies de números 09, 10, 11, 12, 18, 27 e 41 se mostram promissoras para seleção em relação à

resistência, por apresentarem baixa incidência e severidade da ferrugem e, além disso, outro fato importante para seleção dessas progênies é que, à exceção da progênie 24, todas ficaram no grupo das mais produtivas, na média das seis colheitas avaliadas.

TABELA 15 Incidência (Inc) e severidade (Sev) da ferrugem<sup>1</sup> por época de avaliação, em Machado. MG UFLA, Lavras, MG, 2006.

Progênie	Nº	Épocas						Média	
		1 (31/03)		2 (15/05)		3 (07/06)		Inc	Sev
		Inc	Sev	Inc	Sev	Inc	Sev		
H-19-5-9-18	01	24,7 b	1,9 b	41,3 a	5,2 b	71,1 a	5,79 b	45,7 a	4,3 a
H-29-1-3-7	05	19,3 b	2,2 b	38,0 a	2,2 b	47,8 a	5,07 b	35,0 a	3,1 a
H-29-1-3-12	06	7,3 b	0,9 b	8,8 c	1,3 b	14,7 c	6,02 b	10,3 c	2,8 a
H-29-1-3-19	07	4,0 b	1,9 b	9,9 c	1,1 b	16,7 c	3,43 b	8,9 c	2,1 a
H-29-1-8-5	09	0,7 b	0,3 b	2,0 c	0,7 b	6,7 c	1,33 b	3,1 c	0,7 b
H-29-1-8-16	10	4,0 b	1,0 b	4,0 c	1,0 b	31,3 b	2,60 b	13,1 c	1,5 b
H-29-1-9-8	11	12,7 b	1,1 b	5,3 c	0,7 b	12,7 c	1,90 b	10,2 c	1,2 b
H-29-1-14-5	12	11,3 b	1,6 b	7,1 c	0,7 b	20,1 c	2,46 b	12,9 c	1,6 b
H-30-2-6-11	14	19,3 b	1,6 b	49,1 a	2,4 b	69,6 a	7,76 b	46,0 a	3,9 a
H-30-2-6-16	15	24,0 b	1,1 b	21,2 b	2,1 b	54,8 a	3,17 b	33,3 a	2,1 a
H-30-3-14-18	16	11,3 b	1,7 b	26,0 b	2,6 b	48,0 a	3,86 b	28,4 b	2,7 a
H-30-3-14-19	17	9,3 b	1,1 b	19,3 b	2,9 b	37,7 b	5,14 b	22,1 b	3,0 a
H-32-3-15-20	18	5,3 b	0,7 b	0,0 c	0,0 b	1,3 c	0,66 b	2,2 c	0,4 b
H-32-3-18-18	19	11,3 b	3,5 b	20,2 b	3,5 b	36,5 b	3,7 b	22,7 b	6,6 a
H-32-11-17-4	20	12,0 b	1,3 b	0,0 c	0,0 b	1,3 c	0,83 b	4,4 c	0,7 b
H-39-1-11-12	22	12,0 b	1,8 b	20,9 b	1,8 b	26,8 b	18,3 b	19,9 b	7,3 a
H-84-3-7-20	25	22,0 b	1,7 b	33,9 a	3,0 b	63,4 a	8,8 b	39,7 a	4,5 a
H-86-1-7-5	26	24,7 b	2,4 b	33,1 a	3,1 b	73,5 a	6,2 b	43,7 a	3,9 a
H-86-1-7-11	27	8,0 b	0,4 b	10,0 c	1,6 b	10,1 c	1,3 b	9,4 c	1,1 b
H-136-1-9-10	30	26,0 b	2,4 b	55,7 a	3,2 b	68,0 a	6,9 b	49,9 a	4,2 a
H-136-1-13-15	32	11,3 b	1,1 b	29,6 b	2,6 b	47,0 a	4,7 b	29,3 b	2,8 a
H-136-1-13-19	33	16,0 b	1,2 b	38,8 a	2,0 b	63,8 a	4,1 b	39,5 a	2,4 a
H-136-1-14-10	35	10,7 b	2,2 b	18,7 b	1,6 b	32,1 b	4,2 b	20,5 b	2,7 a
H-136-1-14-14	36	12,7 b	2,0 b	20,1 b	2,3 b	45,3 a	5,9 b	26,0 b	3,4 a
H-136-1-14-16	37	9,3 b	1,2 b	22,7 b	1,9 b	42,6 a	2,7 b	24,9 b	2,0 a
H-136-1-19-2	39	17,3 b	1,6 b	16,2 b	3,1 b	27,4 b	6,0 b	20,3 b	3,5 a
H-136-1-19-4	40	15,3 b	1,2 b	14,4 b	2,1 b	26,7 b	4,9 b	18,8 b	2,7 a
H-136-1-19-7	41	8,0 b	1,1 b	13,2 c	1,5 b	33,3 b	2,6 b	18,2 c	1,7 b
H-138-1-4-3	42	3,3 b	1,4 b	5,3 c	3,4 b	22,4 b	1,9 b	10,3 c	2,3 a
RUBI 1192	44	9,3 b	1,4 b	51,9 a	2,8 b	64,5 a	3,5 b	41,9 a	2,6 a
Média		12,7 B	1,5 B	21,2 A	2,0 B	37,1 A3	4,5 A		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula linha não diferem entre si, pelo teste Scott-knott ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Médias sem transformação

Quanto à seleção de progênies com possibilidade de apresentarem resistência do tipo horizontal para o local Machado, destacaram-se as progênies de números 10, 11, 27 e 41, que embora tenham manifestado sintoma da doença, esse ocorreu com baixa incidência e, principalmente, baixa severidade, sendo esta última característica indicativa de resistência horizontal, conforme proposto por Ribeiro et al. (1981).

Os resultados para cada época de avaliação e média, tanto da incidência como a severidade para o local São Sebastião do Paraíso, são apresentados na Tabela 16. Pode-se notar claramente que a incidência de ferrugem foi bem menor comparada aos apresentados anteriormente nos outros locais, inclusive para a cultivar Rubi MG-1192, o que pode estar relacionado às condições climáticas, já que o progresso da ferrugem está fortemente relacionado ao clima, principalmente temperatura e precipitação pluviométrica (Zambolim et al., 2002).

Em relação à evolução da ferrugem durante as épocas de avaliação, observa-se pela média geral de cada época, que houve um aumento da incidência da ferrugem da primeira para a segunda época e uma estabilização da segunda para terceira, mostrando que a terceira avaliação seria dispensável para esse local. A severidade manteve-se estável ao longo do período em que as progênies foram avaliadas. Novamente destaca-se o comportamento de algumas progênies, mais precisamente as identificadas com os números 09, 18 e 20, que apresentaram o mesmo comportamento nos outros locais avaliados, ou seja, baixíssimos índices tanto para incidência como para severidade, mais uma vez confirmando o alto grau de resistência dessas progênies.

TABELA 16 Incidência (Inc) e severidade (Sev) da ferrugem, por época de avaliação, em São Sebastião do Paraíso, MG. UFLA, Lavras, MG, 2006

Progênie	Nº	Época						Média	
		1 (31/03)		2 (15/05)		3 (07/06)		Inc	Sev
		Inc	Sev	Inc	Sev	Inc	Sev		
H-19-5-14-16	02	19,0 a	4,2 a	25,1 a	4,9 a	23,3 a	4,6 a	22,5 a	3,6 a
H-26-6-5-15	04	30,6 a	5,1 a	32,4 a	5,6 a	36,5 a	6,0 a	33,2 a	4,6 a
H-29-1-3-7	05	9,4 a	3,0 a	11,7 b	3,0 a	20,7 a	4,3 a	13,9 a	1,8 b
H-29-1-7-18	08	3,2 a	1,7 a	4,5 b	2,8 a	10,8 b	3,2 a	7,1 b	4,0 a
H-29-1-8-5	09	2,5 a	1,6 a	5,8 b	2,3 a	3,4 b	1,7 a	3,9 b	1,5 b
H-29-1-8-16	10	5,9 a	2,3 a	10,1 b	3,0 a	16,1 a	2,9 a	10,7 a	1,68 b
H-29-1-9-8	11	4,2 a	2,1 a	4,0 b	1,8 a	8,2 b	2,8 a	5,5 b	1,6 b
H-29-1-14-5	12	11,6 a	3,2 a	5,6 b	2,2 a	12,9 b	4,3 a	10,1 b	2,0 b
H-30-2-6-11	14	8,3 a	2,8 a	15,5 a	3,9 a	20,3 a	4,1 a	14,6 a	2,5 a
H-30-2-6-16	15	14,7 a	3,5 a	26,2 a	5,1 a	20,3 a	6,2 a	20,4 a	2,7 a
H-30-3-14-18	16	15,0 a	3,8 a	25,2 a	4,4 a	41,3 a	3,2 a	27,2 a	2,27 a
H-30-3-14-19	17	9,3 a	2,9 a	14,0 a	3,4 a	12,0 b	0,7 a	11,8 a	2,37 a
H-32-3-15-20	18	0,4 a	0,9 a	0,0 b	0,7 a	0,0 b	0,8 a	0,1 b	0,1 c
H-32-11-17-4	20	0,3 a	0,9 a	0,4 b	0,9 a	0,4 b	2,3 a	0,4 b	0,2 c
H-39-1-5-4	21	3,7 a	1,9 a	10,6 b	3,2 a	6,0 b	3,7 a	6,8 b	1,7 b
H-39-1-11-12	22	6,7 a	2,4 a	18,8 a	4,1 a	13,7 b	5,2 a	13,1 a	2,1 b
H-68-7-12-17	23	12,6 a	3,5 a	15,5 a	3,8 a	32,7 a	3,4 a	20,3 a	3,4 a
H-83-8-11-14	24	14,3 a	3,8 a	29,0 a	5,4 a	23,4 a	4,4 a	22,2 a	2,9 a
H-84-3-7-20	25	19,7 a	4,2 a	12,3 b	3,4 a	27,8 a	3,1 a	19,9 a	3,4 a
H-86-1-7-5	26	8,2 a	2,9 a	14,3 a	3,5 a	10,6 b	1,5 a	11,0 a	2,41 a
H-86-1-7-11	27	3,4 a	1,8 a	6,6 b	2,5 a	1,9 b	4,5 a	4,0 b	1,6 b
H-136-1-13-15	32	10,4 a	2,9 a	24,0 a	4,6 a	20,4 a	4,8 a	18,3 a	2,7 a
H-136-1-13-19	33	14,2 a	3,6 a	18,3 a	4,0 a	22,7 a	3,4 a	18,4 a	2,4 a
H-136-1-14-10	35	8,0 a	2,7 a	8,5 b	2,8 a	12,5 b	5,7 a	9,6 b	1,8 b
H-136-1-14-16	37	52,3 a	5,6 a	26,4 a	4,6 a	14,3 b	4,7 a	31,0 a	2,6 a
H-136-1-19-2	39	6,7 a	2,6 a	17,3 a	3,8 a	21,0 a	3,0 a	15,0 a	3,1 a
H-136-1-19-4	40	12,9 a	2,8 a	21,1 a	4,1 a	14,8 a	4,1 a	16,3 a	2,1 b
H-136-1-19-7	41	6,2 a	2,6 a	19,0 a	4,2 a	17,5 a	5,0 a	14,3 a	2,3 a
H-138-1-9-10	43	16,5 a	4,1 a	35,0 a	5,9 a	26,6 a	4,6 a	26,1 a	4,0 a
Rubi-MG1192	44	5,5 a	2,1 a	16,3 a	4,1 a	20,6 a	3,9 a	14,1 a	1,9 b
Média		11,2 B	2,1 B	15,9 A	2,5 B	17,1 A	2,5 B		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula linha não diferem entre si, pelo teste Scott-knott ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Médias sem transformação

Observando-se a média das três avaliações, nota-se a formação de dois grupos para incidência e três grupos para severidade. Para a característica incidência se destacaram nove progênies com menor incidência, entre 0,1% a 10,1%, para severidade, se destacaram apenas duas progênies com menor

severidade as progênies 18 e 20, com valores de 0,1 e 0,2 respectivamente. A cultivar Rubi MG-1192, como ocorreu nos outros locais avaliados, permaneceu entre as que mais apresentaram incidência da doença (14,1%) e no grupo intermediário para severidade (1,9), mostrando que as progênies apresentam variabilidade para resistência.

As progênies de números 18 e 20, a exemplo do que havia ocorrido para os outros locais, mostram-se promissoras para seleção em relação à resistência porque aliam baixa incidência e baixa severidade da ferrugem. Quanto à seleção de progênies com possibilidade de apresentarem resistência do tipo horizontal, aquelas identificadas pelos números 09, 11, 12, 21, 27 e 35 são de maior interesse, pois manifestaram a doença com baixa incidência e severidade intermediária.

#### **4.2 Análises conjuntas**

##### **Produção e vigor**

A grande vantagem de avaliar um conjunto de progênies em mais de um local é a possibilidade de realizar a análise conjuntamente. Isso permite, entre outras coisas, estimar a variância de progênies livre dos componentes devido à interação progênies por locais. Dessa forma, a avaliação de progênies em vários locais permite identificar e remover quantidades crescentes de variância proveniente da interação (Allard, 1971). Outra vantagem é a própria oportunidade que se tem de estimar a magnitude da interação e estudar os seus efeitos de forma a conduzir mais eficientemente a seleção de progênies nos programas de melhoramento do cafeeiro.

Na Tabela 17 são apresentados o resumo da análise de variância conjunta e as estimativas dos parâmetros genéticos para a produção de café beneficiado e vigor vegetativo em Três Pontas, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos. Para a realização dessas análises, foram considerados apenas três

locais, porque houve a necessidade de se retirar o local Machado, devido a problemas de homogeneidade de variância, detectado, pelo teste de Hartley. Observa-se que houve efeito significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F, para progênies e locais, para as duas características avaliadas. A significância entre progênies, aliada à presença de variância de progênies para a característica produção de café beneficiado, que no caso foi de 5,22, indica variabilidade genética, o que possibilita a seleção de progênies superiores para a continuidade do melhoramento nessa população, com o objetivo de indicar linhagens para os locais estudados. A não constatação de interação possibilita a seleção do conjunto das melhores progênies para os três locais estudados, já que o comportamento foi coincidente entre os locais. Um outro fato que confirma a existência de variabilidade entre as progênies para produção e assegura maior possibilidade de sucesso na seleção de progênies superiores é a estimativa da herdabilidade encontrada (49,40%) considerada alta. O ganho esperado com a seleção das seis melhores progênies foi de 1,67 sacas.ha<sup>-1</sup>, valor que pode ser considerado expressivo.

O comportamento das progênies é apresentado pelo desdobramento de progênies dentro de cada local de avaliação (Tabela 18). Pode-se observar que para a característica produção, apenas houve efeito significativo para o local Campos Altos e, para vigor vegetativo os locais Três Pontas e São Sebastião do Paraíso.

TABELA 17 Resumo da análise de variância conjunta para produtividade média de seis colheitas de café beneficiado, em sacas. ha<sup>-1</sup> e estimativas de parâmetros genéticos, em Três Pontas, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos, MG. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM	
		Produção	Vigor 2006
Bloco/Locais (B)	9	168,1849	1,4340
Progênie (P)	16	126,8982*	3,2389**
Locais (L)	2	18757,1220**	141,8033**
P x L	32	69,6769	1,4670
Erro c	144	64,1767	1,2351
		Média (sacas. ha <sup>-1</sup> ): 33,40	Média: 6,57
		CV (%): 23,98	CV (%): 16,90
		$\sigma_F^2$ 10,5748	
		$\sigma_P^2$ 5,2267	
		$\sigma_{pl}^2$ 1,3750	
		$h_a^2$ (%) 49,40	
		GS (sacas.ha <sup>-1</sup> ) 1,67	

\*, \*\* Significativo, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F;

TABELA 18 Resumo da análise de variância do desdobramento de progênies dentro de cada local de avaliação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM	
		Produção	Vigor vegetativo
Progênies/Três Pontas	18	45,3191	2,1915*
Progênies/São S. do Paraíso	18	62,5078	3,7309**
Progênies/Campos Altos	18	158,4251**	0,2505
Resíduo	162	64,1767	1,2351

\*\*; \* Significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F;

Na Tabela 19 é apresentado o comportamento das progênies em cada local e na média geral dos três locais para as características produção e vigor vegetativo. Pode-se notar a superioridade do local Campos Altos para as duas características, confirmando o melhor desempenho das progênies para aquela



condição de cultivo. Quando se considera a média dos três locais de produção, embora o teste F tenha sido significativo, o teste de média utilizado não detectou essa diferença, ficando todas as progênies no mesmo grupo. Um resultado de interesse é a não diferença entre as progênies e a cultivar Rubi MG 1192, mostrando o bom potencial produtivo das progênies nos locais estudados.

TABELA 19 Produtividade média (seis colheitas) de café beneficiado, em sacas.ha<sup>-1</sup> e vigor 2006, em Três Pontas, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos, MG. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Progênie	Produção					Vigor			
	Nº	Três Pontas	S. S. do Paraíso	Campos Altos	Média	Três Pontas	S. S. do Paraíso	Campos Altos	Média
H-29-1-3-7	05	29,6 a	19,7 a	51,9 c	33,8 a	6,5 a	7,0 a	8,4 a	7,3 a
H-29-1-8-5	09	27,9 a	21,3 a	46,0 c	31,8 a	6,2 a	7,7 a	8,3 a	7,4 a
H-29-1-9-8	11	27,9 a	23,1 a	53,0 b	34,7 a	5,7 a	5,2 b	8,1 a	6,4 b
H-29-1-14-5	12	29,0 a	31,9 a	45,4 c	35,4 a	6,2 a	5,2 b	8,3 a	6,6 b
H-30-2-6-11	14	24,2 a	22,4 a	49,3 c	32,0 a	5,0 b	6,0 a	8,0 a	6,3 b
H-30-2-6-16	15	25,8 a	22,0 a	47,0 c	31,6 a	5,5 a	4,2 b	8,2 a	6,0 b
H-30-3-14-19	17	29,3 a	27,7 a	54,0 b	37,0 a	6,2 a	6,5 a	8,3 a	7,0 a
H-32-3-15-20	18	28,4 a	21,0 a	55,8 b	35,1 a	6,7 a	6,7 a	8,2 a	7,2 a
H-32-11-17-4	20	20,6 a	18,4 a	51,0 c	30,0 a	4,2 b	6,0 a	8,5 a	6,3 b
H-39-1-11-12	22	23,0 a	20,8 a	54,1 b	32,7 a	4,5 b	5,2 b	8,0 a	5,9 b
H-84-3-7-20	25	25,9 a	20,2 a	47,7 c	31,3 a	4,2 b	4,5 b	7,5 a	5,4 b
H-86-1-7-5	26	19,5 a	16,1 a	39,6 c	25,0 a	5,7 a	6,5 a	8,3 a	6,8 a
H-136-1-13-19	33	27,9 a	21,3 a	47,8 c	32,4 a	6,5 a	4,2 b	7,5 a	6,1 b
H-136-1-14-10	35	26,7 a	20,1 a	51,9 c	32,9 a	5,7 a	5,7 b	8,0 a	6,5 b
H-136-1-14-16	37	29,6 a	13,7 a	54,5 b	32,6 a	5,7 a	7,0 a	8,1 a	7,0 a
H-136-1-19-2	39	31,6 a	20,7 a	47,6 c	33,3 a	5,7 a	5,2 b	8,2 a	6,4 b
H-136-1-19-4	40	30,7 a	21,1 a	69,8 a	40,6 a	5,7 a	5,7 b	8,1 a	6,5 b
H-138-1-9-10	43	29,7 a	25,5 a	58,4 b	37,9 a	6,2 a	6,5 a	8,0 a	6,9 a
Rubi-MG1192	44	30,4 a	24,3 a	48,7 c	34,5 a	6,0 a	5,7 b	8,2 a	6,7 a
Média		27,3 B	217 C	51,2 A		5,8 B	5,9 B	8,1 A	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula linha não diferem pelo teste Scott-knott ( $P < 0,05$ ).

Em relação ao vigor vegetativo, houve a formação de dois grupos distintos: um superior com notas variando de 6,7 a 7,4 e um inferior, com notas variando de 5,4 a 6,6. A cultivar Rubi MG 1192 ficou entre as de maior vigor, o que confirma o alto vigor dessa cultivar e também a possibilidade de seleção de progênies para esses locais com alto vigor.

As progênies identificadas pelos números 05, 09, 17, 18, 26, 37 e 43 apresentam-se como promissoras por apresentarem média de produção alta, semelhante a da cultivar Rubi MG 1192, bom vigor vegetativo e estimativa de herdabilidade alta.

De maneira geral, a produtividade das melhores progênies pode ser considerada de boa magnitude para todos os locais estudados. Algumas progênies resultantes do cruzamento Icatu x Catimor sempre tiveram médias iguais ou superiores à da cultivar Rubi MG 1192, empregada como testemunha em todos os experimentos, o mesmo ocorrendo para a característica vigor vegetativo. A maioria apresentou-se semelhante à testemunha, que é sabidamente um material de alto vigor (Mendes et al., 2002). A produtividade média obtida para as progênies testadas pode ser considerada de mesma magnitude ou até superior àquela observada pelos parentais, conforme relatos encontrados na literatura. Correa (2004), ao trabalhar com 11 progênies de 'Icatu' em dois locais do Sul de Minas, Machado e São Sebastião do Paraíso, obteve produtividade média de oito colheitas variando de 47,7 a 59,3 sacas.ha<sup>-1</sup>. Também Moura et al. (2002), em avaliação de diferentes populações de café em Patrocínio, MG por três colheitas consecutivas, obtiveram produção média de 38,88 sacas.ha<sup>-1</sup> para a cultivar Icatu Amarelo IAC 2944 e entre 20,45 a 30,86 sacas.ha<sup>-1</sup> para 13 progênies de Catimor.

Em relação ao ganho esperado com a seleção, a princípio ele pode ser considerado baixo, principalmente quando se consideram os resultados obtidos no início do programa de melhoramento genético do cafeeiro no Brasil, quando eram obtidos ganhos expressivos em relação à produtividade, chegando a um acréscimo de 225% em produtividade da cultivar Mundo Novo em relação à variedade Nacional, primeira introdução realizada no país (Carvalho, 1981). Mas, os ganhos esperados para esse estudo, em média de 2,54 sacas.ha<sup>-1</sup> para as progênies estudadas nos quatro locais e de 1,67 sacas.ha<sup>-1</sup> para a análise

conjunta, considerando as seis melhores progênies, em média, representariam um ganho de 6,75%, o que pode ser considerado de boa magnitude, com a ressalva de que os ganhos aqui estimados foram obtidos usando-se a herdabilidade no sentido amplo, que considera também a variância genética de dominância, que não é fixada pela seleção.

### **Incidência da ferrugem**

Na Tabela 20 são apresentados o resumo da análise de variância conjunta e as estimativas dos parâmetros genéticos para a incidência da ferrugem em Três Pontas, Machado e São Sebastião do Paraíso. As mesmas vantagens da análise conjunta para a produção podem ser descritas para análise da ferrugem, ou seja, ela permite estimar a variância de progênies livre dos componentes devido à interação progênies por locais. Também permite estimar a magnitude da interação e estudar os seus efeitos. Não foi possível realizar a análise para a característica severidade da ferrugem, pois foi constatada a falta de homogeneidade de variância quando se realizou o teste de Hartley. Observa-se que houve efeito significativo, a 5%, pelo teste F, para progênies, locais e para a interação progênies x locais. Essa última evidencia que houve variação no comportamento entre as progênies em relação à reação ao agente da ferrugem para os três locais estudados. Isso mostra que, de maneira geral, não seria possível selecionar as mesmas progênies para os três locais. Por outro lado, pela significância para progênies, aliada à presença de variância de progênies, pode-se constatar a existência de variabilidade genética entre progênies, fato que indica a possibilidade de seleção de progênies com resistência à ferrugem.

A estimativa da herdabilidade encontrada, de alta magnitude, igual a 90,2%, confirma a existência de variabilidade entre as progênies e assegura maior possibilidade de sucesso na seleção de progênies resistentes.

O comportamento das progênies é apresentado pelo desdobramento de progênies dentro de cada nível de local (Tabela 21). Pode-se observar que houve efeito significativo de progênies para os três locais.

TABELA 20 Resumo da análise de variância conjunta para incidência de ferrugem<sup>1</sup> (três avaliações) e estimativas de parâmetros genéticos em Três Pontas, São Sebastião do Paraíso e Machado, MG. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	QM
Bloco/Locais (B)	6	1,3470
Progênie (P)	17	22,6150**
Locais (L)	2	27,3013**
P x L	34	2,9316*
Erro c	102	1,7712
Média 18,70		
CV (%) 35,30		
$\sigma_F^2$ : 2,31		
$\sigma_P^2$ : 2,50		
$\sigma_{pl}^2$ : 0,39		
$h_a^2$ (%): 90,2		

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

<sup>1</sup> Dados Transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$

TABELA 21 Resumo da análise de variância do desdobramento de progênies dentro de cada local de avaliação. UFLA, Lavras-MG, 2006.

FV	GL	QM
Progênies/Três Pontas	18	13,0347**
Progênies/Machado	18	8,8297**
Progênies/São S. do Paraíso	18	6,6137**
Resíduo	108	1,7712

\*\* Significativo, a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F;

Na Tabela 22 é apresentado o comportamento das progênies em cada local e na média geral dos três locais para a característica incidência da ferrugem. Em relação à incidência média dos três locais, pode-se notar a maior incidência em Machado, confirmando o que ocorreu nas análises individuais com todas as progênies. Como foi comentado anteriormente, provavelmente, isso está ligado às condições climáticas, principalmente temperatura e precipitação pluviométrica, além de maior produção na última colheita, que, de maneira geral, foi superior para Machado em relação aos outros locais onde avaliou-se a incidência da ferrugem. Sabe-se que um dos fatores que aumentam a incidência da ferrugem é a carga pendente alta (Zambolim et al., 2002). Para o local Três Pontas houve a formação de dois grupos de progênies; para os demais, houve a formação de três grupos de progênies, com a cultivar Rubi MG 1192 permanecendo no grupo de maior incidência. Um fato a ser destacado é que, embora a interação seja significativa, as progênies identificadas pelos números 17 e 18 apresentaram incidência muito baixa nos três locais avaliados. Quando se considera a média dos três locais, houve diferença entre as progênies com a formação de quatro grupos, com destaque para as progênies 17 e 18 com menor incidência. O comportamento das progênies 06, 07, 08, 15, 33, 35 também pode ser destacado. Embora elas não tenham ficado entre as de menor incidência, elas apresentaram incidência inferior a 15%, mostrando serem promissoras para a seleção quanto a resistência.

TABELA 22 Incidência da ferrugem<sup>1</sup> em Três Pontas, São Sebastião do Paraíso e Machado, MG. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Progênie	Nº	Locais			Média
		Três Pontas	Machado	S. S. do Paraíso	
H-29-1-3-7	05	3,8 b	35,0 a	16,9 a	18,6 b
H-29-1-8-5	06	14,6 b	3,1 c	4,0 b	7,2 c
H-29-1-9-8	07	2,4 b	10,2 c	5,9 b	6,2 c
H-29-1-14-5	08	6,6 b	12,9 c	9,3 b	9,6 c
H-30-2-6-11	13	38,9 a	46,0 a	15,1 a	33,4 a
H-30-2-6-16	14	32,9 a	33,3 a	24,1 a	30,1 a
H-30-3-14-19	15	6,1 b	22,1 b	15,4 a	14,5 c
H-32-3-15-20	17	0,2 b	2,2 c	0,2 c	0,9 d
H-32-11-17-4	18	0,0 b	4,4 c	0,0 c	1,5 d
H-39-1-11-12	20	19,4 a	19,9 b	12,9 a	17,4 b
H-84-3-7-20	22	29,4 a	39,7 a	19,7 a	29,6 a
H-86-1-7-5	23	32,3 a	43,8 a	13,1 a	29,7 a
H-136-1-13-15	32	28,0 a	39,5 a	23,1 a	30,2 a
H-136-1-13-19	33	2,6 b	20,5 b	17,8 a	13,6 c
H-136-1-14-10	35	7,4 b	24,9 b	8,8 b	13,7 c
H-136-1-14-16	37	13,4 b	29,3 b	41,2 a	28,0 a
H-136-1-19-2	39	5,3 b	20,3 b	15,5 a	13,7 c
H-136-1-19-4	40	33,1 a	18,8 b	21,7 a	24,5 b
Rubi-MG1192	44	43,4 a	41,9 a	13,0 a	32,8 a
<b>Média</b>		16,83 B	24,64 A	14,62 B	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula linha não diferem entre si, pelo teste Scott-knott (P<0,05)

<sup>1</sup> Dados originais

## 5 CONCLUSÕES

As progênies avaliadas apresentam variabilidade para produção e para resistência à ferrugem, fato confirmado pelas estimativas da herdabilidade que foram de boa magnitude. Esses resultados, juntamente com altas médias de produtividade, comprovada resistência à ferrugem e alto vigor vegetativo, permitem a seleção de progênies promissoras para as condições em que foram estudadas.

As progênies que apresentam maior produtividade, aliada à baixa incidência e severidade de ferrugem e bom vigor vegetativo são: Três Pontas: H-29-1-8-5, H-29-1-9-8, H-30-3-14-19, H-32-3-15-20, H-32-11-17-4 e H 136-1-14-10; Machado: H-29-1-8-5, H-29-1-8-16, H-29-1-9-8, H-29-1-14-5, H-32-3-15-20 e H-32-11-17-4; São Sebastião do Paraíso: H-32-3-15-20 e H-32-11-17-4; Campos Altos: H-29-1-8-16, H-29-1-9-8, H-30-3-14-19, H-32-3-15-20, H-32-11-17-4, H-86-1-7-11. Considerando os locais conjuntamente, destacaram as progênies: H-32-3-15-20 e H-32-11-17-4.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 381 p.

ALMEIDA, L. C. de. **Resistência vertical e horizontal à *Hemileia vastatrix* Berk et Br. e gerações F<sub>4</sub> e F<sub>5</sub> de progênies de cafeeiros Catimor**. 1980. p. 40 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ALVARENGA, A. de. P. **Produção e outras características de progênies de café Icatu (*Coffea spp*)**. 1991. p. 75. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ALVARENGA, A. P. de.; RIBEIRO DO VALE, F. X.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, A. A. Produtividade e resistência a ferrugem em progênies de cafeeiro Icatu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 2, p. 182-187, abr./jun. 1998.

BARBOSA, J.C.; CAIXETA, E. T.; ZAMBOLIM E. M.; CAPUCHO, A. S.; RUFINO, R. N.; ALVARENGA S. M.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S. Caracterização da resistência vertical e horizontal do cafeeiro a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br) em acesso de Híbrido de Timor In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 4., 2005, Londrina, PR. **Resumos expandidos...** Brasília: EMBRAPA, 2005. 1CD-ROOM.

BECKER, H. C. Correlations among some statical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, Wageningen, v. 30, n. 3, p, 835-840, 1981.

BETTENCOURT, A. J.; CARVALHO, A. Melhoramento visando à resistência do cafeeiro a ferrugem. **Bragantia**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 35-68, fev. 1968.

BETTENCOURT, A. J.; NORONHA-WAGNER, M. Genetic factors conditioning resistance of *Coffea arabica* L. to *Hemileia vastarix* Berk et Br. **Agromonia Lusitana**, Oeiras, v. 31, n. 4, p. 285-292, abr. 1971.



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 JUNIOR, C. J. Principles and practice of coffee breeding for resistance to rust and other diseases. In: CLARCK, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Coffe**. New York: Elseviers Applied Science, 1988. p. 199-235. (Agronomy, v. 4).

BETTENCOURT, A. J.; RODRIGUES JUNIOR, C. J.; LOPES, J. Routine testing of rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) samples from different areas of the world for surveying geographical distribution of rust physiologic races. In: COFFEE RESEARCH CENTER. **Progress Report 1960/65**. Lisboa, 1965. p. 28-46.

BONOMO, P.; CRUZ, C. D.; VIANA, J. M. S.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, V. R. de.; CARNEIRO, P. C. S. 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.

BRITO, G. G.; ALMEIDA, W. F. de. CAIXETA, E. T.; LOUREIRO, M. E.; ZAMBOLIM, E. M.; ZAMBOLIM, L.; PEREIRA, A. A. Padrão de herança de fonte de resistência do cafeeiro a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 4 ., 2005, Londrina, PR. **Resumos expandidos...** Brasília: EMBRAPA, 2005. 1CD-ROOM.

BUENO, L. C. de. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. de. **Melhoramento de plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA, 2001. 282 p.

CAMARGO, R. de; TELLES Jr, A. Q. **O café no Brasil-sua aclimação e industrialização**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola do Ministério da Agricultura, 1953. 535 p.

CARVALHO, A. Evolução nos cultivares de café. **O Agrônomo**, Campinas, v. 37, n. 1, p. 7-11, jan./abr. 1985.

CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro VI – Estudo e interpretação, para fins de seleção de produções individuais na variedade Bourbon. **Bragantia**, Campinas, v. 12, n. 4/6, p. 179-200, abr./jun. 1952.

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

CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C.; COSTA, W. M. Produtividade do Híbrido Timor, de seus derivados e outras fontes de resistência a *Hemileia vastatrix*. **Bragantia**, Campinas, v. 48, n. 1, p. 73-86, 1989.

CARVALHO, A.; MEDINA FILHO, H. P.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA, M. M. A. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 1, p. 135-183, mar. 1991.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C. Melhoramento do cafeeiro visando a resistência à ferrugem alaranjada. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 141-146, fev. 1971.

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, set. 1979.

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

CARVALHO, V. L. de. CHALFOUN, S. M. Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 27-35, jun. 1998.

CASTILHO-ZAPATA, J.; MORENO-RUIZ, G. Selección de cruzamientos derivados del Híbrido de Timor em la obtencion de variedades meloradas de café para Colômbia. **CENICAFÉ**, Colômbia, v. 32, n. 2, p. 37-53, abr./jun. 1981.

CHALFOUN, S. M.; ZAMBOLIM, L. Ferrugem do cafeeiro. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 42-46, jun. 1985.

CHAVES, G. M. Melhoramento do cafeeiro visando a obtenção de cultivares resistentes a *Hemileia vastatrix* Berk et Br. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 23, n. 128, p. 321-332, jul./ago. 1976.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Café. In: \_\_\_\_\_. **Recomendações para uso de corretivos fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. p. 289-302.

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

CORREA JUNIOR, A. **Estudos bioquímicos e fisiológicos da diferenciação de estruturas de infecção da ferrugem do café (*Hemileia vastatrix* Berk e Br.)**. 1990. 146 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

COSTA, W. M. Relação entre o grau de resistência a *Hemileia vastatrix* e produtividade no café Icatu. **Bragantia**, Campinas, v. 37, n. 1, p. 1-9, jan. 1978.

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.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético 2**. Viçosa: UFV, 2003. 585 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2001. 390 p.

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

ESKES, A. B. Bases genéticas da resistência horizontal a patógenos em plantas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 32, n. 11, p. 1464-1472, 1980

FAZUOLI, L. C.; CARVALHO, A.; COSTA, W. M. da.; NERY, C.; LAUN, C. R. P.; SANTIAGO, M. Avaliação de progênies e seleção no cafeeiro Icatu. **Bragantia**, Campinas, v. 42, p. 179-189, fev. 1983.

FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHP, O.; MEDINA FILHO, H. P.; SILVAROLA, M. B. Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos em progenies do café Icatu. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DE BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Belo Horizonte: Minasplan, 2000. p. 494-499.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FLOR, H. H. The complementary gene systems in flax and flax rust. **Advances in Genetics**, New York, v. 8, p. 29-54, 1956.

FLOR, H. H. Current states of gene-for-gene concept. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 9, p. 89275-296, 1971.

FONTES, J. R. M.; CARDOSO, A. A.; ZAMBOLIM, L.; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S. Avaliação da resistência a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. Et Br.) em cafeeiros F<sub>1</sub> de RC<sub>1</sub> oriundos do cruzamento Híbrido de Timor x Catuaí. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n. 280, p. 649-657, nov./dez. 2001.

MAYNE, W. W. Annual report of the coffee scientific officer. **Bulletin Mysore Coffee Experimental**, Bangalore, n. 13, 1934-35.

MAYNE, W. W. Annual report of the coffee scientific officer. **Bulletin Mysore Coffee Experimental**, Bangalore, n. 14, 1935-36.

MARIOTTI, J. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azucar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronomica del Noroeste Argentino**, Tuculman, v. 13, n. 1/4, p. 105-127, 1976.

MATIELLO, J.B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Editora Globo, 1991. cap. 24, p. 345-363.

MENDES, A. J. T. Observações citológicas em *Coffea*. Xi – Métodos de tratamento pela colchicina. **Bragantia**, Campinas, v. 7, n. 11-12, p. 221-230, nov./dez. 1947.

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, MG.

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, 2002. p. 39-99.

MIRANDA, J. M. **Avaliação de progênies de cafeeiro quanto a herdabilidade, correlações fenotípicas, produtividade e resistência a ferrugem**. 2003. 101 p. Tese (Doutorado genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

MÔNACO, L. C.; CARVALHO, A. Resistência a *Hemileia vastatrix* no melhoramento do cafeeiro. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 27, n. 10, p. 1070-1081, out. 1975.

MÔNACO, L. C.; CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do cafeeiro: germoplasma Icatu e seu potencial no melhoramento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIAS, 2., 1974, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1974. p. 103.

MOURA, W. M.; PEREIRA, A. A.; BARTHOLO, G. F.; KOCHER, M. G.; REIS, L. M. 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, ES. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa/MINASPLAN, 2001. p. 1279-1284.

NORONHA-WAGNER, M.; BETTENCOURT, A.J. Genetic study of resistance of *Coffea arabica* to twelve physiologic races of *Hemileia vastatrix*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 45, n. 11, p. 2021-2031, 1967.

PARESQUI, L.; TEIXEIRA-CABRAL, T.A.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A. Caracterização de resistência vertical e horizontal a *Hemileia vastatrix*-BERK. et Br. em progênies de Híbrido Timor CIFC 2570 e CIFC 1343-136. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa/MINASPLAN, 2000. v. 1, p. 476-480.

PARLEVLIT, J. E. Disease in plants and consequences for plant breeding. In: FREY, J. K. **Plant Breeding II**. Ames: The Iowa State University Press, 1981. p. 309-364.

PEREIRA, A. A. **Herança da resistência a *Hemileia vastatrix* Berk. Et Br. Em cafeeiros derivados de Híbrido de Timor.** 1995. p. 66. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PEREIRA, A. A.; MOURA, W. M.; BARTHOLO, G. F.; SAKIYAMA, N. S.; ZAMBOLIM, L.; KOCHER, M. G.; AMARAL, M. A. Comportamento de progênies resultantes de cruzamentos de catuaí Amarelo com Híbrido de Timor, na Região de São Sebastião do Paraíso, Sul de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa/MINASPLAN, 2001. p. 1312-1318.

PEREIRA, A. A.; MOURA, W. M.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S.; CHAVES, G. M. Melhoramento genético do cafeeiro no Estado de Minas Gerais – Cultivares Inçadas e em fase de obtenção. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O Estado da arte de tecnologias na produção de café. 4.** Viçosa-MG, 2002. p. 253-287.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas.** Lavras: UFLA, 2000. 326 p.

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

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. L.; BETTENCOURT, A. J. Routine screening for resistance to *Hemileia vastatrix*. Berk. & Br. and selection of coffee clones for the establishment of standard range differential hosts for this rust. In: COFFEE RESEARCH CENTER. **Progress Report 1960/65.** Lisboa, 1965a. p. 21-27.

RODRIGUES JÚNIOR, C. L.; BETTENCOURT, A. J. Study of the physiologic specialization of the rust *Hemileia vastatrix*. Berk. & Br. And selection of coffee clones for the establishment of standard range differential hosts for this rust. In: COFFEE RESEARCH CENTER. **Progress Report 1960/65.** Lisboa, 1965b. p. 21-27.

SANTOS, J. B. do. **Melhoramento de plantas visando resistência a doenças.** Lavras: UFLA/DBI, 2003. 136 p. Apostila.

SATTERTHWITE, F. E. An approximate distribution of estimate of variance components. **Biometrics**, Washington, v. 2, p. 110-114, 1946.

SERA, T. **Estimação dos componentes da variância e do coeficiente de determinação genotípica da produção de grãos de café (*Coffea arabica* L.).** 1980. 62 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP Piracicaba, SP.

SEVERINO, L. S.; SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; MIRANDA, G. V.; ZAMBOLIM, L. Seleção de progênies de Catimor (*Coffea arabica* L.) em Martins Soares In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa/MINASPLAN, 2000. v. 1, p.522-526.

SRINIVASAN, C. S.; VISHERSHWRA, S.; SUSVAMANYA, H. Genotype-environmental interaction and heritability yield in *Coffea arabica* L. **Journal of Coffe Research**, Karnetake, v. 9, n. 3, p. 69-73, 1979.

STEEL, R. G.; TORRIE, J. K. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach.** 2. ed. Tokyo: McGraw-Hill, 1980. 633 p.

VAN DER PLANK, J. E. **Disease resistance in plants.** New York: Academic Press, 1968. 206 p.

VAN DER PLANK, J. E. **Plants disease: epidemics and control.** New York: Academic Press, 1963. 349 p.

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

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitation of Conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, n. 1, p. 89-91, 1978.

VAN DER VOSSEN, H. A. M. G. Coffee Selection and breeding. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. **Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage**. London: Chapman and Hall, 1985. p. 48-96.

ZADOKS, J. C. Reflections on disease resistance in annual crops. In: BINGHAM, R. T.; HOFF, R. J.; Mc DONALD, G. I. **Biology of rust resistance in forest trees: proceedings of a NATO-IUFRO advanced study Institute**. U.S. Department of Forest Service, Miscellaneous Publishing, 1972. p. 43-63.

ZAMBOLIM, L.; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S.; BARROS, U. V. Resistência genética e componentes de resistência de linhagens de Catimor em gerações F<sub>6</sub> e F<sub>7</sub> à raças de *Hemileia vastatrix*-BERK. et Br. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa/MINASPLAN, 2000. v. 1, p. 507-514.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do.; COSTA, H.; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. M. Epidemiologia e Controle Integrado da Ferrugem-do-cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) **O Estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa-MG, 2002. p. 399-450.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do.; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. Café (*Coffea arabica* L.). Controle de doenças causadas por fungos bactérias e vírus. In: VALE, F. X. R. do.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas**. Viçosa: UFV/MAA, 1997. v. 1, p. 83-180.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do.; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. Manejo integrado das doenças do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Encontro sobre produção de café com qualidade, 1**. Viçosa-MG, 1999. p.134-215.



## ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Resumo da análise de variância dos desdobramentos de progênies dentro de cada biênio de avaliação, para a produtividade de café beneficiado em sacas. há <sup>-1</sup> , em Três Pontas, Machado, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos. ....	72
TABELA 2A	Resumo das análises de variância dos desdobramentos de progênies dentro de cada época de avaliação, para a Incidência e severidade da ferrugem em Três Pontas, Machado e São sebastião do Paraíso. ....	73

TABELA 1A Resumo da análise de variância dos desdobramentos de progênies dentro de cada biênio de avaliação, para a produtividade de café beneficiado em sacas. ha<sup>-1</sup> em Três Pontas, Machado, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	Três Pontas		Machado		São Sebastião do Paraíso		Campos Altos	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Progênies/Biênio <sup>1</sup> 1	24	119,2824	29	22,6719	29	70,4063	29	61,0751
Progênies/Biênio 2	24	57,2324	29	19,6626	29	89,9873	29	358,2104
Progênies/Biênio 3	24	257,1647	29	280,4036**	29	169,3011	29	223,1723
Resíduo	14	147,1949	9	29,9959	10	109,6539	12	180,6904

\*\* Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F

<sup>1</sup> Biênio 1: colheitas 02/03; Biênio 2: colheitas 04/05; Biênio 3: colheitas 06/07

TABELA 2A Resumo da análise de variância dos desdobramentos de progênies dentro de cada época de avaliação, para a Incidência e Severidade da ferrugem<sup>1</sup>, em Três Pontas, Machado e São Sebastião do Paraíso. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	Três Pontas				Machado				São Sebastião do Paraíso			
	Incidência		Severidade		Incidência		Severidade		Incidência		Severidade	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Progênies/Época 1	24	10,5523**	24	0,9288**	29	1,3021**	29	0,1554	29	4,9039*	29	0,6213
Progênies/Época 2	24	20,2249**	24	1,2420**	29	3,8763	29	0,4070	29	6,5468**	29	0,3771
Progênies/Época 3	24	20,2862**	24	0,7357**	29	32,9171*	29	0,9887**	29	7,7970**	29	0,4679
Resíduo	57	1,5088	25	0,1667**	10	11,1317	15	0,2644	35	2,3138	17	0,3061

<sup>1</sup>Dados transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$

\*, \*\* Significativo, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Época 1: 03/2006; Época 2: 5/2006; Época 3: 06/2006

