



CRISTIANO DE ANDRADE GOMES

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DO CRUZAMENTO
ENTRE ICATU E CATUAÍ**

**LAVRAS - MG
2012**

CRISTIANO DE ANDRADE GOMES

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DO CRUZAMENTO ENTRE ICATU E
CATUAÍ**

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

Orientador

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho

Dr. César Elias Botelho

Coorientador

**LAVRAS – MG
2012**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Gomes, Cristiano de Andrade.

Seleção de progênies do cruzamento entre Icatu e Catuaí /
Cristiano de Andrade Gomes. – Lavras : UFLA, 2012.

65 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras,
2012.

Orientador: Gladyston Rodrigues Carvalho.

Bibliografia.

1. Café. 2. Produtividade. 3. Ferrugem. 4. Características. 5.
Melhoramento genético. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 633.7323

CRISTIANO DE ANDRADE GOMES

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DO CRUZAMENTO ENTRE ICATU E
CATUAÍ**

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

APROVADA em 03 de agosto de 2012

| | |
|--------------------------------|---------|
| Dr. César Elias Botelho | EPAMIG |
| Dr. Rubens José Guimarães | UFLA |
| Dr. André Dominghetti Ferreira | EMBRAPA |

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho
Orientador

**LAVRAS – MG
2012**

*A Deus,
Pela vida de saúde, paz, coragem e inteligência!*

AGRADEÇO

*A minha Mãe, Nair Batista de Andrade Gomes, exemplo de dedicação e amor à
vida e à família.*

Ao meu pai, José Geraldo Gomes, sinônimo de honestidade, alegria e trabalho.

*Aos meus irmãos, João Pedro de Andrade Gomes e Ricardo Andrade Gomes,
verdadeiros amigos e parceiros em todos os momentos.*

*Ao meu amor, Larissa Martins Orfão, ao meu lado, sempre sendo amiga,
companheira e compreensiva.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Nossa Senhora Aparecida, Mãe em todos os momentos de minha caminhada.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), Pró-Reitoria de Pós-Graduação e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização e conclusão deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Consórcio Pesquisa Café e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Café (INCT Café) pela concessão dos recursos para a realização deste trabalho.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela concessão do experimento e demais auxílios necessários.

Ao pesquisador Gladyston Rodrigues Carvalho, pela disponibilidade, orientação, amizade, conselhos, exemplo de profissionalismo e otimismo.

Ao pesquisador César Elias Botelho, pela orientação, empenho, amizade, conselhos e pelo tempo dispensado à transmissão de seus ensinamentos.

Ao amigo Gilmar José Cereda, gerente da Fazenda Experimental de Machado - EPAMIG, pela confiança, amizade e conselhos.

Ao professor Rubens José Guimarães, pela amizade, apoio e ensinamentos.

Ao pesquisador André Dominghetti Ferreira, pela amizade, sábios conselhos, dedicação e empenho para a realização deste trabalho.

Aos pesquisadores Alex Mendonça de Carvalho, Juliana Costa de Rezende, Sérgio Parreiras Pereira e Rodrigo Luz da Cunha, pelo apoio, amizade, convívio, orientação e valiosas contribuições.

Aos colegas Vinícius Teixeira Andrade e Alessandro Leite Meirelles, pela amizade e apoio na realização dos trabalhos.

Aos gerentes e corpo técnico das Fazendas Experimentais da EAPMIG de Três Pontas (Ronaldo, Hélio e Vanessa) e São Sebastião do Paraíso (Juraci, Mário e Eguimar), pela oportunidade e auxílio na realização do trabalho.

Aos funcionários do Setor de Cafeicultura da UFLA: José Maurício, Alexandre, Sérgio, Edson e Renata, pelo auxílio e companheirismo. À secretária do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Marli, pela paciência e auxílio.

Em especial, aos amigos Pedro Augusto, Thamires e Ramiro, pela amizade, companheirismo e colaboração no desenvolvimento das atividades. Aos amigos da república em Lavras: Kaio, David e Fábio, pelo companheirismo, compreensão e amizade.

Aos amigos e colegas do Necaf - Janine, Marina, Diego (Visconde), João Marcos (Lactose), Noêmia, Beatriz, Antônio Alfredo, Allan (Bochecha), Jeanny, Lucas (Oreia), João Paulo, Rogner, Rodrigo e Paulo (Poney), enfim, a todos que de alguma forma colaboraram a concretização do presente trabalho.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O melhoramento genético do cafeeiro, por meio do desenvolvimento de cultivares com alta produtividade e atributos agronômicos favoráveis, trouxe ganhos significativos à atividade. Reunir os melhores caracteres em uma cultivar é o objetivo dos programas de melhoramento. Dessa forma, buscou-se selecionar progênies de cafeeiros para características favoráveis de produtividade, tamanho de grãos, vigor vegetativo, resistência à ferrugem e à cercosporiose. Os experimentos foram implantados nas Fazendas Experimentais da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas - Minas Gerais, sendo utilizadas 33 progênies, derivadas do cruzamento entre cultivares do grupo Icatu e cultivares do grupo Catuaí. O delineamento experimental adotado foi o látice quadrado 6 x 6 com 3 repetições e as avaliações foram realizadas durante 2 safras (2009/2010 e 2010/2011). As características avaliadas foram: produtividade (sacas ha⁻¹), percentual de frutos retidos em peneiras 17 acima, notas de vigor vegetativo, notas de reação à ferrugem e reação à cercosporiose. As progênies apresentaram interação com os dois locais avaliados para as características produtividade, tamanho de grãos, notas de vigor vegetativo e reação à cercosporiose. As progênies apresentaram variabilidade para produtividade, tamanho de grãos, vigor vegetativo e reação à cercosporiose. A progênie H 6-47-10 Cova 3 apresentou produtividade superior às demais, mostrou características favoráveis para tamanho de grãos, vigor vegetativo, reação à ferrugem e cercosporiose. As duas metodologias de avaliação de ferrugem do cafeeiro analisadas apresentaram correlação e coincidência dos dados.

Palavras-chave: Café. Melhoramento. Produtividade. Ferrugem.

ABSTRACT

The coffee tree genetic improvement has brought expressive profit to the activity through the use of cultivars with high productivity and favorable agronomic traits. The main of the improvement programs is to reunite the best characters in a cultivar. So it searched to select the coffee tree progenies for favorable characteristics of productivity, grains size, vegetative force, resistance to rust and cercospora leaf spot. The experiments were implanted in EPAMIG Experimental Farms, in São Sebastião do Paraíso and Três Pontas – Minas Gerais, which were used 33 progenies, derived of mix among cultivars of the group Icatu and Catuaí. The square lattice 6x6 with 3 repetitions was the experimental designs adopted, and the assessments were made during 2 crops (2009/2010 and 2010/2011). The characteristics tested were: productivity (bags. ha⁻¹), perceptual of retained fruits in sieves 17 up, notes: vegetative vigor and reaction to rust and cercospora leaf spot. The progenies showed interaction with two sites evaluated to the characteristics productivity, grains size, notes: vegetative vigor and reaction to cercospora leaf spot. The progenies showed variability to productivity, grains size, vegetative vigor and reaction to cercospora leaf spot. The H 6-47-10 progeny Pit 3 showed superior productivity to the others progenies and cultivars, it showed favorable characteristics of grains size, vegetative vigor, reaction to rust and cercospora leaf spot. The two methodologies of assignment of coffee tree rust analysed showed correlation and data coincidence.

Keywords: Coffee. Improvement. Productivity. Rust.

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Caracterização geográfica das Fazendas Experimentais de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)..... | 26 |
| Tabela 2 | Valores de pH, potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), capacidade de troca de cátions à pH 7,0 (CTC), capacidade efetiva de troca de cátions (t), fósforo (P) e saturação por bases (SB) em setembro de 2010, nas Fazendas Experimentais de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)..... | 26 |
| Tabela 3 | Relação das progênies e cultivares avaliadas em São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)..... | 27 |
| Tabela 4 | Resultados parciais da análise de variância para produtividade (Prod) em sacas.ha ⁻¹ , peneira 17 e acima (%), notas para vigor vegetativo, reação à ferrugem (Ferr.) e cercosporiose (Cerc.) de 33 progênies e 3 cultivares avaliadas no biênio 2009/2011 nas Fazendas Experimentais de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)..... | 35 |
| Tabela 5 | Médias de produtividade (sacas ha ⁻¹) de 33 progênies e 3 cultivares avaliadas nas safras 2010 e 2011 nas Fazendas Experimentais de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)..... | 36 |

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 6 | Porcentagem média de grãos com peneira 17 acima (Peneira) e notas de vigor vegetativo de 33 progênies e 3 cultivares avaliadas nas safras 2010 e 2011 nas Fazendas Experimentais de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)..... | 42 |
| Tabela 7 | Notas de reação à ferrugem e cercosporiose de 33 progênies e 3 cultivares avaliadas em 2010 e 2011 nas Fazendas Experimentais de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)..... | 50 |
| Tabela 8 | Indicadores estatísticos para análise dos métodos de avaliação da ferrugem do cafeeiro | 55 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 15 |
| 2.1 | Melhoramento genético do cafeeiro no Brasil | 15 |
| 2.2 | A ferrugem e o melhoramento do café | 16 |
| 2.3 | Fontes de resistência à ferrugem | 18 |
| 2.3.1 | Grupo Icatu | 18 |
| 2.4 | Germoplasma susceptíveis | 21 |
| 2.4.1 | Grupo Catuaí | 21 |
| 2.5 | Interação genótipos com ambientes | 23 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 26 |
| 3.1 | Implantação dos experimentos | 26 |
| 3.2 | Condução dos experimentos | 28 |
| 3.3 | Delineamento e detalhes da parcela experimental | 28 |
| 3.4 | Características avaliadas | 29 |
| 3.5 | Análise dos dados | 31 |
| 3.5.1 | Produtividade, classificação por peneira, notas de vigor vegetativo, reação à ferrugem e cercosporiose | 31 |
| 3.5.2 | Análise das metodologias de avaliação de ferrugem (incidência e notas de reação à ferrugem) | 32 |
| 3.5.2.1 | Correlação de Pearson (r) | 32 |
| 3.5.2.2 | Índice de coincidência (IC) | 33 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 35 |
| 4.1 | Produtividade | 36 |
| 4.2 | Classificação por peneira e vigor | 40 |
| 4.3 | Reação à ferrugem e à cercosporiose | 49 |
| 4.4 | Metodologias de avaliação de ferrugem do cafeeiro | 54 |

| | | |
|----------|--------------------------|-----------|
| 5 | CONCLUSÕES | 57 |
| | REFERÊNCIAS | 58 |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, o que torna a cafeicultura uma importante atividade econômica para o país. A cafeicultura, por meio da geração de emprego e renda, transforma a realidade econômica e social em diversas regiões brasileiras.

Com a adoção de inovações tecnológicas provenientes de estudos realizados nas diversas etapas do setor produtivo, torna-se possível aumentar a produtividade, o que conseqüentemente aumenta a produção nacional e torna a atividade mais competitiva.

Uma das áreas da pesquisa que tem contribuído para o aumento da produtividade das lavouras é o melhoramento genético, por meio do desenvolvimento de cultivares resistentes à ferrugem e com maior potencial produtivo. A utilização de cultivares resistentes à ferrugem é uma prática eficiente e de baixo custo, pois proporciona diminuição no uso de agrotóxicos, redução dos riscos de contaminação ao meio ambiente e ao homem, assim como maior rentabilidade ao cafeicultor.

Os trabalhos do melhoramento genético do cafeeiro já resultam em 105 cultivares registradas junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2012), das quais 56 são consideradas suscetíveis à ferrugem do cafeeiro (como as cultivares do grupo Catuaí) e 49 são resistentes (como as cultivares do grupo Icatu).

O grupo Icatu é caracterizado pelo porte alto, a boa produtividade, excelente vigor vegetativo e resistência à ferrugem. O grupo Catuaí apresenta porte baixo, elevada adaptabilidade e estabilidade, além de elevada capacidade produtiva. Nesse contexto, um programa de melhoramento genético com o uso da variabilidade desses dois grupos teria como finalidade a obtenção de cultivares com os caracteres agrônômicos favoráveis de cada um deles.

Entretanto, o desempenho da cultivar não é somente resultado do genótipo, e sim da interação deste com o ambiente no qual está inserido, tornando essencial a implantação de experimentos de melhoramento genético em mais de um ambiente.

O desenvolvimento de novas cultivares de café é realizado em várias etapas, entre as quais, a seleção de progênies por meio do avanço de gerações é fundamental em programas de melhoramento genético, pois, dentro da espécie *Coffea arabica* L., cuja propagação ainda ocorre mais frequentemente via sexuada, há grande variabilidade dos caracteres de interesse como porte das plantas, produtividade, vigor e resistência à ferrugem, sendo, portanto, necessário o avanço de gerações a fim de estabilizar tais características.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento agrônomo de progênies provenientes do cruzamento dos grupos Catuaí e Icatu em dois ambientes de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Melhoramento genético do cafeeiro no Brasil

O melhoramento genético do cafeeiro pode ser dividido em duas etapas distintas, a primeira iniciada com a introdução do café no Brasil em 1727 até a década de 1930, sendo caracterizada por seleções realizadas de modo empírico pelos próprios produtores (MENDES; GUIMARÃES; SOUZA, 2002). Em 1933, com a criação da Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), deu-se início à segunda fase, por meio da implantação de um complexo programa de melhoramento genético do café (CARVALHO, 1985). A partir de então, implantou-se a metodologia científica nos trabalhos de pesquisa e os ganhos passaram a ser mais significativos, principalmente no que se relaciona à produtividade, chegando a um incremento de 395% da cultivar Mundo Novo em relação à variedade Typica (CARVALHO, 1981).

Entre 1940 e 1960, houve melhoria significativa com a obtenção dos grupos de Mundo Novo e de Catuaí. A primeira, obtida através de seleção em lavouras comerciais, provavelmente originada de cruzamento natural entre as cultivares Sumatra e Bourbon Vermelho. A Catuaí teve origem por meio da hibridação artificial entre as cultivares Caturra Amarelo e Mundo Novo. Encontram-se registradas junto ao Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 105 cultivares de *Coffea arabica* L (BRASIL, 2012) das quais 49 são consideradas resistentes à ferrugem do cafeeiro.

Atualmente, além do IAC, diversas instituições de pesquisa e ensino atuam no melhoramento do cafeeiro: EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná), PROCAFÉ (Fundação Procafé/MAPA), INCAPER (Instituto Capixaba de

Pesquisa e Extensão Rural), UFLA (Universidade Federal de Lavras) e UFV (Universidade Federal de Viçosa) (PEREIRA et al., 2010).

Nos programas de melhoramento genético do cafeeiro, são observadas diversas características agronômicas: produtividade, tamanho de grãos, vigor, qualidade de bebida, porte, arquitetura, adaptação aos diferentes ambientes e sistemas de cultivo, resistência a pragas e doenças, além do rendimento (MENDES; GUIMARÃES, 1998; PEZZOPANE; MEDINA FILHO; BORDIGNON, 2004).

Os programas de melhoramento dão prioridade à seleção de progênies com elevado vigor vegetativo, pois tal atributo tem correlação positiva com a produtividade (SEVERINO et al., 2002). Segundo Petek et al. (2002), quanto maior o vigor, maior será a eficiência das plantas em absorver nutrientes, reduzindo a vulnerabilidade às condições edafoclimáticas adversas e estabelecendo, portanto, condições mais adequadas para uma melhor produtividade. A seleção de progênies com resistência à ferrugem tem sido objetivo dos programas de melhoramento do cafeeiro, haja vista a importância ambiental, social e econômica do uso de cultivares resistentes à doença.

Dessa forma, o melhoramento genético do cafeeiro tornou-se importante ferramenta na busca por ganhos em produtividade e qualidade para a cultura.

2.2 A ferrugem e o melhoramento do café

A ferrugem do cafeeiro, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., é a principal doença da cultura, podendo ocasionar grandes prejuízos ao cafeicultor. A expansão da doença se deu por todo o mundo a partir de 1865, do Ceilão, seu ponto de origem. O impacto causado pela doença foi grande e variou consideravelmente, proporcionando até 90% de perdas em muitas regiões produtoras (MCCOOK, 2006).

Sabe-se que o ciclo da doença está ligado a fatores de ordem ambiental e da própria planta, já que se relaciona ao microclima ou mesmo ao estado fisiológico da planta. Para Carvalho et al. (2001), maiores produtividades favoreceram a incidência da doença. Avelino et al. (2004) observaram a importância do enfolhamento sobre o desenvolvimento da doença quando comparadas com algumas características regionais de clima, como a precipitação, considerada de relevância secundária. Ainda, notaram relação com o estado nutricional das plantas, uma vez que solos corrigidos e lavouras bem nutridas tiveram menor incidência da ferrugem (AVELINO et al., 2004).

Carvalho et al. (2001) observaram o pico do ataque da ferrugem do cafeeiro em julho, com incidência chegando a 89,3% de folhas infestadas. Meira et al. (2008) notaram que a epidemia de ferrugem se dá a partir do mês de dezembro e tem seu pico registrado no mês de junho. Entretanto, havendo alterações nos regimes de chuva e temperatura, a doença pode apresentar comportamento mais tardio da infestação, mantendo-se em níveis mais elevados até o final do ciclo, apresentando altas infestações até o mês de agosto (CHALFOUN et al., 2001).

Com a entrada da ferrugem no Brasil em 1970, a cafeicultura brasileira apresentou uma queda brusca em termos de produtividade, uma vez que 100% do parque cafeeiro brasileiro eram constituídos por cultivares suscetíveis à doença. A partir de então, houve a necessidade de intensificar os estudos na busca por cultivares resistentes através dos programas de melhoramento genético (PEREIRA et al., 2010).

Portanto, pode-se inferir que a importância dessa linha de pesquisa está na busca por cultivares resistentes à doença, haja vista a redução dos custos de produção e de riscos de contaminações ao meio ambiente e ao homem.

2.3 Fontes de resistência à ferrugem

Há contradições quanto ao número de espécies do gênero *Coffea*, no entanto, comercialmente destacam-se as espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre, sendo que esta última merece atenção especial por apresentar genótipos resistentes à ferrugem do cafeeiro, apesar de ser considerada espécie com potencial para produção de frutos de qualidade inferior.

Todavia, diante da ampla variabilidade genética do patógeno, a avaliação de progênies dessa espécie quanto à resistência à ferrugem torna-se necessária. Em estudo com híbridos provenientes do cruzamento entre *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre, Mahe et al. (2007) detectaram híbridos resistentes à ferrugem do cafeeiro.

Oriundas da hibridação entre as duas principais espécies cultivadas comercialmente, o grupo Icatu é importante fonte de resistência à ferrugem, diversos autores observaram diferentes graus de resistência avaliando progênies de Icatu (ALVARENGA et al., 1998; CORREA; MENDES; ARTHOLO, 2006; PETEK et al., 2006).

Assim, o grupo Icatu apresenta grande importância genética e agrônômica. Com características de variabilidade para a resistência à ferrugem, tornou-se importante ferramenta em programas de melhoramento do cafeeiro.

2.3.1 Grupo Icatu

Dentre as espécies de café conhecidas, duas são amplamente cultivadas e se destacam: *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre, que correspondem a aproximadamente 70% e 30% do café comercializado, respectivamente (FAZUOLI, 2004).

Na busca pela associação de características favoráveis de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre, como qualidade de bebida da primeira e resistência à ferrugem da segunda, vários cruzamentos foram realizados em trabalhos de melhoramento genético do cafeeiro, tanto por meio de hibridações artificiais quanto naturais. A partir desses cruzamentos, surgiu em 1950 a cultivar Icatu, tendo como genitores plantas de *Coffea arabica* L., especificamente a cultivar Bourbon, e um cafeeiro de robusta (*Coffea canephora* Pierre), sendo que este último teve seu número de cromossomos duplicado artificialmente. Do cruzamento foram desenvolvidas diversas seleções resultantes de um variável número de retrocruzamentos com plantas selecionadas de Mundo Novo (*Coffea arabica* L.), seguidos de estudos e seleções nas gerações S₁ e S₂. Assim, a cultivar Icatu merece atenção no melhoramento genético na busca por genótipos resistentes à ferrugem, pois apresenta variabilidade para essa característica, bons níveis de produtividade e excelente vigor vegetativo (MONACO; CARVALHO apud FAZUOLI; MONACO; CARVALHO, 1977).

Já no primeiro cruzamento, as plantas que deram origem ao Icatu mostraram ganhos significativos em relação à qualidade de bebida, evidenciando potencial da cultivar para qualidade (FAZUOLI; CARVALHO; MONACO, 1977). Segundo relatos, a cultivar Icatu Precoce IAC 3282 apresenta bebida considerada abourbonada.

Diversos trabalhos apontam, no grupo Icatu, variabilidade de resistência, sendo que algumas progênies de Icatu também podem apresentar resistência ao *Colletotrichum coffeanum* (CARVALHO; MONACO; VAN DER VOSSSEN, 1976) e ao nematoide *Meloidogyne exigua* (FAZUOLI; MONACO; CARVALHO, 1977; SILVAROLLA; GONÇALVES; LIMA, 1998).

Moura et al. (2002) verificaram que a cultivar Icatu Amarelo IAC 2944 (progênie UFV 2958), em experimento instalado no município de Patrocínio,

MG, apresentou as melhores produtividades em quatro anos de avaliação, sendo considerada promissora para produtividade, uma vez que foi estatisticamente semelhante ao Rubi MG 1192, Topázio MG 1190, UFV 5478 (Catimor) e Catuaí Vermelho IAC 15.

Com relação ao vigor vegetativo, Alvarenga et al. (1995) verificaram superioridade de progênies de Icatu sobre as cultivares Mundo Novo IAC 500-11 e Catuaí Vermelho IAC 44 (testemunhas). Segundo os autores, a produtividade e a uniformidade de maturação foram semelhantes às apresentadas pelas testemunhas, e também observaram que boa parte das progênies de Icatu mostrou-se resistente ou moderadamente resistente à ferrugem do cafeeiro.

Quanto à estabilidade, adaptabilidade e potencial produtivo, progênies de Icatu apresentaram-se superiores às testemunhas Catuaí Vermelho IAC 44 e Mundo Novo IAC 379-19 e IAC 388-17 (CORREA; MENDES; BARTHOLO, 2006).

Mesmo em regiões menos aptas à cafeicultura, nota-se boa adaptabilidade de progênies de Icatu. No Acre, região com altitude de 160 m e temperatura média anual de 25 °C, as progênies apresentaram produtividades semelhantes aos genótipos de Mundo Novo. Quanto ao vigor, foram superiores a Catuaí (BERGO; SALES, 2001), confirmando o elevado vigor vegetativo encontrado em cultivares do grupo Icatu por vários autores (ALVARENGA et al., 1995; MATIELLO; ALMEIDA, 1997).

Também Carvalho et al. (2009) observaram alto vigor vegetativo em progênies de Icatu quando comparadas à testemunha Rubi MG 1192 e enfatizaram a presença de grande variabilidade genética entre as progênies de Icatu, mostrando ampla possibilidade de seleção. Botelho et al. (2007) observaram variabilidade na geração F₄, oriundas do cruzamento entre Icatu Vermelho IAC 2942 e Catimor UFV 1340.

Apesar das vantagens da adoção do Icatu, alguns trabalhos apontam a cultivar como potencial produtora de grãos de menores tamanhos (CHAVES; ANDROCIOLI FILHO; FANTINI, 2007; LOPES et al., 2003) e de baixa capacidade produtiva (BOTELHO et al., 2003), evidenciando assim, a necessidade dos trabalhos de seleção de progênies de Icatu.

2.4 Germoplasma susceptíveis

As cultivares susceptíveis são amplamente cultivadas no País. Em 2003, Nogueira relata que as cultivares Catuaí e Mundo Novo ainda são as mais plantadas no Brasil, apresentando elevada capacidade e estabilidade produtiva, alta adaptabilidade nos diferentes locais de cultivo e elevado vigor vegetativo (NOGUEIRA, 2003).

Os germoplasmas susceptíveis são importantes ferramentas do melhoramento genético do cafeeiro, uma vez que podem ser utilizadas como fonte de genes associados às características agronômicas desejáveis de uma planta.

São exemplares clássicos desse grupo os genótipos de Catuaí e Mundo Novo que, após o processo de renovação das lavouras no final de 1960 e início de 1970, passaram a constituir grande parte do parque cafeeiro nacional (RIBEIRO, 2001).

2.4.1 Grupo Catuaí

As cultivares do grupo Catuaí evidenciam o avanço do melhoramento do cafeeiro pela sua elevada adaptabilidade e capacidade produtiva, estão presentes em todas as regiões produtoras de café do Brasil, sendo amplamente cultivadas por apresentarem rusticidade, bons índices de produtividade e porte baixo, que

facilitam a colheita e o manejo fitossanitário (CARVALHO; MONACO; FAZUOLI, 1979).

Os cruzamentos que deram origem às cultivares de Catuaí tiveram como objetivo a transferência, aos novos híbridos, dos alelos responsáveis pelo porte baixo do Caturra Amarelo e dos alelos responsáveis pelo elevado vigor vegetativo e alta capacidade produtiva das cultivares de Mundo Novo. As primeiras hibridações foram realizadas em 1949, utilizando uma planta de Caturra Amarelo e a progênie CP 374-19 (Mundo Novo), resultando em três novas plantas, detectando superioridade da planta 2 em função da sua produtividade e tipo de grão. Suas progênies foram submetidas a um ensaio de competição de produtividade, onde foi selecionada a planta 5 e, a partir desta, foram selecionadas as atuais cultivares e progênies de Catuaí (MENDES et al., 2008).

Segundo Botelho et al. (2010a), as cultivares Catuaí Vermelho IAC 15, Catuaí Vermelho IAC 72, Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Amarelo IAC 30 foram consideradas, dentre várias outras cultivares, as mais promissoras por apresentarem elevada estabilidade e adaptabilidade, bem como alta capacidade produtiva nas mais diversas condições ambientais de Minas Gerais.

O grupo das cultivares de Catuaí é caracterizado por plantas que apresentam internódios curtos, porte baixo e elevados índices de produtividades (PEREIRA et al., 2010). Vale ressaltar que a característica de porte baixo não compromete a obtenção de elevadas produtividades. Dias et al. (2005) obtiveram com a cultivar Catuaí Amarelo IAC 4394 produtividade de 41,3 sacas.ha⁻¹, semelhante à cultivar Icatu Vermelho IAC 4040-79. Analisando progênies de Catuaí, Caturra e Mundo Novo, Martins et al. (1992) notaram que o grupo de progênies de Catuaí Amarelo foi 32,8% mais produtivo que o Mundo Novo.

Em relação à uniformidade de maturação, os cafeeiros do grupo Catuaí apresentam maturação mais tardia e desuniforme, principalmente quando

comparado a cultivares de Mundo Novo. Tal característica fica mais evidente quando plantadas em regiões de altitudes mais elevadas e clima mais ameno (MENDES; GUIMARÃES, 1998).

A porcentagem de frutos chochos tem relação direta com o rendimento na conversão dos frutos em café beneficiado, dessa forma aquelas cultivares com menor porcentagem de frutos chochos são consideradas superiores às demais. Fato esse evidenciado por várias instituições de pesquisa, onde verificaram que cultivares de Catuaí Vermelho apresentaram a mesma porcentagem de frutos chochos que outros materiais genéticos (DIAS et al., 2005).

Os programas de melhoramento genético do cafeeiro têm utilizado progênies de Catuaí como fonte para a transferência de alelos ligados à produtividade e ao porte baixo. Dentre as cultivares desenvolvidas a partir do cruzamento de Catuaí com Mundo Novo estão as cultivares Rubi e Topázio, que apresentam porte baixo, oriundo do gene Ct (Caturra) e quase 100% de alelos do Mundo Novo (MENDES, 2001). Portanto, verifica-se a importância do grupo Catuaí nos programas de melhoramento genético, haja vista sua elevada adaptabilidade e capacidade produtiva.

2.5 Interação genótipos com ambientes

O desempenho do cafeeiro é condicionado não apenas pela sua capacidade genética, mas também pelo ambiente no qual está inserido. O entendimento da interação dos genótipos com os ambientes auxilia na recomendação e compreensão da adaptabilidade geral das progênies, tanto para ambientes favoráveis quanto desfavoráveis. A recomendação de cultivares de forma generalizada nos ambientes pode ocasionar equívocos de posicionamento (PINTO et al., 2012).

No entanto, o estudo da interação genótipos com ambientes nos programas de melhoramento genético é fator que dificulta e onera as pesquisas, sendo necessários ensaios em diferentes locais e/ou regiões (FERRÃO et al., 2003).

A variação das condições ambientais ocorre até mesmo dentro de uma única região. O Sul do Estado de Minas Gerais conta com um parque cafeeiro de aproximadamente 500.000 hectares, que abrange diversas condições edafoclimáticas influenciando no desenvolvimento agrônomo e produtividade das cultivares de café (CARVALHO et al., 2011).

De acordo com Cruz e Regazzi (2001), a interação genótipos com ambientes pode se relacionar a dois principais fatores: simples, quando proporcionada pela diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes; e complexa, quando apresentada pela falta de correlação entre medidas de um mesmo genótipo em ambientes diferentes e evidencia a inconsistência na superioridade de genótipos a partir de uma variação ambiental. Na presença de interação, é reduzida a correlação entre genótipo e fenótipo, resultando em diferentes respostas de um mesmo genótipo a locais distintos.

A interação de genótipos com ambientes foi encontrada por Carvalho et al. (2008), pois observaram variações para as características agrônomicas de produção, vigor vegetativo e tamanho de grãos em progênies do cruzamento entre Catuaí e Híbrido de Timor em diferentes ambientes. Carvalho (2011) também observou forte interação de genótipos com ambientes para as características de produtividade, uniformidade de maturação, percentagem de frutos chochos, vigor vegetativo, cercosporiose e ferrugem do cafeeiro em 24 diferentes genótipos cultivados em regiões do Estado de Minas Gerais.

Correa, Mendes e Bartholo (2006) encontraram interação significativa de progênies com os ambientes avaliados (Machado e São Sebastião do Paraíso), sendo que as progênies de Icatu foram consideradas mais estáveis que as

testemunhas Catuaí e Mundo Novo, pois apresentaram menor interação com os locais avaliados.

Segundo Ramalho, Santos e Pinto (2008), para reduzir o efeito da interação de genótipos com ambientes, é necessário utilizar cultivares específicas para cada condição de ambiente, devendo-se proceder a estratificação das recomendações de cultivares para as diferentes regiões produtoras de café, ou ainda, fazer o uso de cultivares com maior adaptabilidade ou boa estabilidade.

Portanto, o estudo da interação dos genótipos com os ambientes é de grande importância nos programas de melhoramento genético do cafeeiro, trazendo informações úteis para a compreensão do comportamento das cultivares ou progênies em cada ambiente estudado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Implantação dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos nas Fazendas Experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP). Na Tabela 1 são representadas as características geográficas das Fazendas.

Tabela 1 Caracterização geográfica das Fazendas Experimentais de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)

| Fazenda | Região ¹ | T °C ² | P.P. ³ | Lat. ⁴ | Long. ⁵ | Alt.(m) ⁶ |
|---------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| FESP | Sul | 21,7 | 1650 | 20°54'59"S | 47°06'57"W | 840 |
| FETP | Sul | 20,1 | 1670 | 21°00'22"S | 45°30'45"W | 900 |

¹Região de produção de café do Estado de Minas Gerais. ²Temperatura média anual. ³Precipitação pluviométrica média (mm/ano). ⁴Latitude. ⁵Longitude. ⁶Altitude (metros).

A área utilizada na Fazenda Experimental de Três Pontas apresenta o solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, de textura argilosa e relevo ondulado. Já em São Sebastião do Paraíso, a área é de relevo plano e solo do tipo Latossolo Vermelho Distroférico, de textura argilosa. Os atributos químicos de cada solo estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 Valores de pH, potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTC), capacidade efetiva de troca de cátions (t), fósforo (P) e saturação por bases (SB) em setembro de 2010, nas Fazendas Experimentais de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)

| Local | pH | K | Ca | Mg | Al | CTC | t | P | V |
|-------|------|------|------|------|------------------------------------|------|------|--------------------|-------|
| | Água | | | | cmol _c /dm ³ | | | mg/dm ³ | % |
| FESP | 5,1 | 0,38 | 2,17 | 0,57 | 0,10 | 8,24 | 3,22 | 13,50 | 37,91 |
| FETP | 5,4 | 0,20 | 2,90 | 1,00 | 0,00 | 7,00 | 4,10 | 7,00 | 58,60 |

Os experimentos constaram de 36 tratamentos, sendo 33 progênies resultantes de uma população segregante, oriunda do cruzamento natural entre Catuaí e Icatu. As sementes dessas progênies foram levadas à Fazenda Terra Roxa, município de Santo Antônio do Amparo, por pesquisadores do extinto IBC (Instituto Brasileiro do Café), atualmente vinculados à Fundação Procafé e MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

Dessa população, foram selecionadas plantas superiores em 1997 e novos experimentos foram instalados nas Fazendas Experimentais da EPAMIG e na UFLA. Os tratamentos estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 Relação das progênies e cultivares avaliadas em São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)

| Número de ordem | Progênies/Cultivares |
|------------------------|-----------------------------|
| 1 | H 7-31 Cv 3 |
| 2 | H 15-20 Cv 3 |
| 3 | H 15-20 Cv 11 |
| 4 | H 12-37 Cv 5 |
| 5 | H 12-37 Cv 18 |
| 6 | H 4-12 Cv 2 |
| 7 | H 4-12 Cv 5 |
| 8 | H 4-12 Cv 20 |
| 9 | H MS Cv 13 |
| 10 | H MS Cv 14 |
| 11 | H 4-35-11 Cv 10 |
| 12 | H 4-35-11 Cv 16 |
| 13 | H 19-66-31 Cv 9 |
| 14 | H 6-47-10 Cv 3 |
| 15 | H 6-47-10 Cv 16 |
| 16 | H 31-06-16 Cv 8 |
| 17 | H 31-06-16 Cv 12 |
| 18 | H MS Cv 11 |
| 19 | H MS Cv 12 |
| 20 | H 1-41-19 Cv 1 |
| 21 | H 1-41-19 Cv 3 |
| 22 | H 1-41-19 Cv 14 |
| 23 | H 16-55-09 Cv 3 |
| 24 | H 16-55-09 Cv 6 |

“continua”

Tabela 3 “conclusão”

| Número de ordem | Progênes/Cultivares |
|------------------------|----------------------------|
| 25 | H MS Cv 126 |
| 26 | H MS Cv 149 |
| 27 | H MS Cv 178 |
| 28 | H 1-41-23 Cv 42 |
| 29 | H 1-41-23 Cv 73 |
| 30 | H 1-41-23 Cv 156 |
| 31 | H 38-22-15 Cv 125 |
| 32 | H 38-22-15 Cv 134 |
| 33 | H 38-22-15 Cv 165 |
| 34 | Catuai Amarelo IAC 62* |
| 35 | Catucai Amarelo 2SL* |
| 36 | Icatu Precoce IAC 3282* |

*Cultivares utilizadas como testemunhas.

3.2 Condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados em janeiro de 2007, em espaçamento de 3,50 m entre linhas x 0,80 m entre plantas, resultando um estande de 3571 plantas ha⁻¹. A condução das áreas experimentais foi realizada de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro, sendo a fertilização realizada conforme as recomendações para o Estado de Minas Gerais (GUIMARÃES et al., 1999). Após as lavouras entrarem no ciclo produtivo, não foi realizado o controle de ferrugem e cercosporiose visando à seleção de progênes resistentes.

3.3 Delineamento e detalhes da parcela experimental

Os experimentos foram instalados no delineamento de blocos incompletos (látice) quadrado 6 x 6 com três repetições. As parcelas foram constituídas por dez plantas, sendo consideradas como parcela útil apenas as seis plantas centrais.

3.4 Características avaliadas

As características avaliadas foram:

a) Produtividade (sacas.ha⁻¹)

Foi avaliado o volume 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, procedeu-se a conversão para sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare. A conversão foi realizada por meio da verificação do rendimento de cada parcela, coletando-se 5,0 L de café da roça, secando-o e beneficiando-o separadamente. Foram avaliadas as safras 2010 e 2011.

b) Vigor vegetativo

Próximo à colheita, atribuiu-se notas conforme escala arbitrária proposta por Carvalho, Monaco e Fazuoli (1979). Sendo a nota 1 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. Nos dois ambientes, fizeram-se as avaliações nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011, perfazendo o biênio 2009/2011.

c) Porcentagem de grãos com peneira 17 acima

A classificação por peneira foi realizada após o beneficiamento, passando-se uma amostra de 300 g em peneira com crivo oblongo de $11 \times \frac{3}{4}$ de polegada para a retirada dos grãos moca e, posteriormente, a amostra foi passada em um conjunto de peneiras (12/64 a 19/64). O material retido em cada peneira foi pesado determinando-se a porcentagem de cada peneira, sendo essa característica expressa pela porcentagem de grãos chatos retidos nas peneiras

17/64, 18/64 e 19/64, chamada, então, de grãos peneira 17 acima. Sendo essa avaliação realizada nos dois ambientes, nas safras 2010 e 2011.

d) Reação à ferrugem

Utilizou-se uma escala de notas variando de 1 a 5, adaptada por Petek, Sera e Fonseca (2008) sendo, a) ausência de pústulas e reações de hipersensibilidade; b) poucas folhas com pústulas sem esporos e com reações de hipersensibilidade; c) poucas pústulas por folha com alta produção de esporos e pouco distribuídas; e) média quantidade de pústulas por folha, distribuída na planta com alta produção de esporos; f) alta quantidade de pústulas com alta produção de esporos e alta desfolha da planta. As avaliações foram realizadas nos meses de colheita (junho/julho), porém antecedendo essa operação. Em São Sebastião do Paraíso fez-se nas safras 2010 e 2011, em Três Pontas, apenas na safra 2011.

e) Incidência de ferrugem

As avaliações de incidência de ferrugem foram realizadas em três épocas, nos meses de pico da doença, em maio, junho e julho, coletando-se 10 folhas do 3º ou 4º pares de folhas por planta, dos ramos localizados no terço inferior, totalizando 50 folhas por parcela. A incidência, em percentual, foi determinada contando-se o número de folhas de café com pústulas esporuladas, nas 50 folhas coletadas, sendo essa avaliação realizada apenas na Fazenda Experimental de Três Pontas.

f) Reação à cercosporiose

Foi avaliada segundo uma escala de notas variando de 1 a 5 (PETEK et al., 2007), sendo a nota a) correspondente a plantas que apresentam ausência de lesões; b) plantas com poucas lesões devido à doença; c) lesões espalhadas pela

planta e alguns sintomas nos frutos; d) lesões nos frutos espalhadas pela planta e com manchas grandes e negras chegando às bordas das folhas; e) lesões grandes e negras espalhadas pela planta, frutos atacados e alguns ramos secos. As avaliações foram realizadas nos meses de colheita (junho/julho), antecedendo a operação de colheita. Nos dois ambientes, fizeram-se as avaliações nos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011, perfazendo o biênio 2009/2011.

3.5 Análise dos dados

Os dados foram analisados conforme metodologia descrita a seguir.

3.5.1 Produtividade, classificação por peneira, notas de vigor vegetativo, reação à ferrugem e cercosporiose

Os dados das safras 2010 e 2011 foram agrupados e determinados os valores médios para serem analisados como biênio. A exceção ocorreu para as notas de reação à ferrugem em Três Pontas, em que foram coletadas e utilizadas apenas referentes à safra 2010/2011.

Para essas características, realizou-se a análise de variância conjunta dos dados por meio do programa computacional SAS (SAS, 2000). Com efeito significativo nas fontes de variação, o agrupamento de médias foi realizado por meio do teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade através do programa computacional GENES (CRUZ, 2006).

O modelo adotado para a análise de variância foi:

$$Y_{il(j)(p)} = m + t_i + (r/a)_{j(p)} + (b/r/a)_{l(j)(p)} + a_p + (ta)_{ip} + e_{il(j)(p)},$$

Em que:

$Y_{il(j)(p)}$: valor observado do tratamento i ($i = 1, 2, \dots$;
 $v = k_2$), no bloco incompleto l ($l = 1, 2, \dots, k$); da repetição

j ($j = 1, 2, \dots, r$), no local p ($p = 1, 2, \dots, s$);

m : constante inerente a todas as observações;

t_i : efeito do tratamento;

$(r/a)_{j(p)}$: efeito da repetição j dentro do local p ;

$(b/r/a)_{l(j)(p)}$: efeito do bloco incompleto l dentro da repetição
 j do local p ;

a_p : efeito do local p ;

$(ta)_{ip}$: efeito da interação entre o tratamento i e o local p ; e

$e_{il(j)(p)}$: erro aleatório associado à observação $Y_{il(j)(p)}$.

3.5.2 Análise das metodologias de avaliação de ferrugem (incidência e notas de reação à ferrugem)

Com objetivo de analisar a eficiência do uso das metodologias de avaliação da ferrugem, estimaram-se os parâmetros estatísticos Correlação de Pearson (r) e Índice de Coincidência (IC).

3.5.2.1 Correlação de Pearson (r)

A partir dos dados de notas de reação à ferrugem e incidência da doença de cada parcela, efetuou-se a análise de correlação de Pearson, a 1% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional GENES (CRUZ, 2006).

Fórmula para cálculo do coeficiente de correlação de Pearson (r):

$$r = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \times \sum Y}{n}}{(n-1) \times s_x \times s_y}$$

Onde:

r: coeficiente de correlação de Pearson;

$\sum XY$: soma dos produtos entre os valores de X e Y;

$\sum X \times \sum Y$: produto da soma dos valores de X e Y;

n: número de amostras de X e Y;

S_x e S_y : desvios padrões de X e Y.

3.5.2.2 Índice de coincidência (IC)

O índice de coincidência foi determinado por meio do programa computacional GENES (CRUZ, 2006), adotando-se intensidade de seleção de 20%.

Foi aplicada a seguinte expressão para determinação do IC (HAMBLIN; ZIMMERMAN, 1986):

$$IC = A - C/M - C$$

Onde:

C: número de progênies superiores selecionadas devido ao acaso. Assume-se que o número de progênies superiores selecionado, uma proporção igual à intensidade de seleção coincida por acaso, ou seja, se dos 36 tratamentos, decidiu-se selecionar 20% (ou sete genótipos), 20% destes (1,4) vão coincidir devido ao acaso.

A: número de tratamentos superiores selecionados, comuns nos diferentes métodos.

M: número de progênies superiores selecionadas em uma das metodologias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resumo da análise de variância para produtividade, peneira, vigor vegetativo, reação à ferrugem e à cercosporiose é representado na Tabela 4. Observa-se efeito significativo para as características produtividade, peneira, notas de vigor vegetativo, reação à ferrugem e à cercosporiose para as fontes de variação tratamentos e blocos, o que evidencia a diferença do comportamento das progênies e a importância da utilização dos blocos na instalação dos experimentos.

Tabela 4 Resultados parciais da análise de variância para produtividade (Prod) em sacas.ha⁻¹, peneira 17 e acima (%), notas para vigor vegetativo, reação à ferrugem (Ferr.) e cercosporiose (Cerc.) de 33 progênies e 3 cultivares avaliadas no biênio 2009/2011 nas Fazendas Experimentais de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)

| FV | GL | QM | | | | |
|-----------------|-----|------------|------------|----------|---------|---------|
| | | Prod. | Peneira | Vigor | Ferr. | Cerc. |
| Local | 1 | 6465,7591* | 1473,9202* | 58,6979* | 0,4257 | 0,6711* |
| Rep (local) | 4 | 901,9396* | 95,5956* | 2,3054* | 1,6769* | 0,4600* |
| Bloco (loc*rep) | 30 | 5039,6342* | 193,2804* | 1,8647* | 1,2921* | 0,1415* |
| Trat. | 35 | 3678,9264* | 400,81064* | 0,7925* | 0,3895* | 0,1043* |
| Loc*trat. | 35 | 4095,3574* | 94,54586* | 0,2205 | 0,2160 | 0,0397 |
| Erro | 110 | 5876,3201 | 38,06719 | 0,2868 | 0,1552 | 0,0619 |
| CV (%) | | 21,56 | 11,81 | 8,73 | 12,97 | 7,74 |
| Média | | 33,89 | 52,22 | 6,13 | 3,03 | 3,21 |

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F.

Nota-se efeito significativo para as características produtividade, classificação por peneira, vigor vegetativo e reação à cercosporiose para os diferentes locais, evidenciando a existência da interação entre genótipos e ambientes para essas características, portanto, o fenótipo observado é função do genótipo, do ambiente e da interação entre eles (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2008). Os resultados verificados no presente trabalho corroboram outros

autores que observaram influência do ambiente sobre os atributos agronômicos do cafeeiro (PEZZOPANE et al., 2009; CUCOLOTTO et al., 2007).

O efeito do ambiente sobre produtividade foi observado em outros trabalhos (BOTELHO et al., 2010a; PINTO et al., 2012). Vários autores enfatizam a importância da realização de trabalhos para avaliação de progênies e cultivares de café em diferentes locais, buscando conhecer a adaptabilidade e estabilidade fenotípica, tornando possível prever o comportamento e possibilidade de resposta aos diferentes ambientes das cultivares e progênies (BARTHOLO; CHEBABI, 1985; CRUZ; REGAZZI, 2001).

4.1 Produtividade

Na Tabela 5 são representadas as médias de produtividade do biênio 2009/2011 das progênies cultivadas nas Fazendas Experimentais da EPAMIG em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, região Sul do Estado de Minas Gerais.

Tabela 5 Médias de produtividade (sacas ha⁻¹) de 33 progênies e 3 cultivares avaliadas nas safras 2010 e 2011 nas Fazendas Experimentais de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)

| Progênies | FESP | FETP | Média |
|------------------|-------------|-------------|--------------|
| H 7-31 Cv 3 | 24,77 aB | 47,22 bA | 35,99 a |
| H 15-20 Cv 3 | 20,90 aB | 34,14 cA | 27,52 a |
| H 15-20 Cv 11 | 30,12 aB | 51,24 bA | 40,68 a |
| H 12-37 Cv 5 | 30,57 aB | 40,97 bA | 35,77 a |
| H 12-37 Cv 18 | 23,92 aA | 34,88 cA | 29,40 a |
| H 4-12 Cv 2 | 35,26 aA | 34,90 cA | 35,08 a |
| H 4-12 Cv 5 | 24,85 aA | 39,30 bA | 32,08 a |
| H 4-12 Cv 20 | 31,10 aA | 43,03 bA | 37,07 a |
| H MS Cv 13 | 25,21 aB | 41,34 bA | 33,27 a |
| H MS Cv 14 | 31,41 aA | 34,53 cA | 32,97 a |
| H 4-35-11 Cv 10 | 28,57 aB | 47,07 bA | 37,67 a |
| H 4-35-11 Cv 16 | 36,40 aA | 44,32 bA | 40,36 a |

“continua”

Tabela 5 “conclusão”

| Progênie | FESP | FETP | Média |
|------------------------|-------------|-------------|--------------|
| H 19-66-31 Cv 9 | 35,17 aB | 48,79 bA | 41,98 a |
| H 6-47-10 Cv 3 | 25,29 aB | 65,33 aA | 45,31 a |
| H 6-47-10 Cv 16 | 29,89 aA | 32,19 cA | 31,04 a |
| H 31-06-16 Cv 8 | 23,27 aA | 35,37 cA | 29,32 a |
| H 31-06-16 Cv 12 | 22,26 aB | 44,26 bA | 33,26 a |
| H MS Cv 11 | 31,85 aA | 41,00 bA | 36,42 a |
| H MS Cv 12 | 35,37 aA | 25,96 cA | 30,66 a |
| H 1-41-19 Cv 1 | 36,63 aA | 32,08 cA | 34,35 a |
| H 1-41-19 Cv 3 | 29,60 aA | 36,33 cA | 31,61 a |
| H 1-41-19 Cv 14 | 38,44 aA | 41,50 bA | 39,97 a |
| H 16-55-09 Cv 3 | 29,63 aA | 36,83 cA | 33,23 a |
| H 16-55-09 Cv 6 | 21,47 aB | 41,71 bA | 31,59 a |
| H MS Cv 126 | 25,03 aA | 25,80 cA | 25,42 a |
| H MS Cv 149 | 28,69 aB | 42,92 bA | 35,80 a |
| H MS Cv 178 | 33,79 aA | 37,42 cA | 35,56 a |
| H 1-41-23 Cv 42 | 26,42 aA | 33,21 cA | 29,81 a |
| H 1-41-23 Cv 73 | 22,77 aA | 23,04 cA | 22,91 a |
| H 1-41-23 Cv 156 | 26,39 aA | 38,75 bA | 32,57 a |
| H 38-22-15 Cv 125 | 28,10 aB | 46,83 bA | 37,47 a |
| H 38-22-15 Cv 134 | 35,25 aA | 39,74 bA | 37,49 a |
| H 38-22-15 Cv 165 | 27,12 aA | 27,24 cA | 27,18 a |
| Catuaí Amarelo IAC 62 | 28,80 aB | 43,19 bA | 36,00 a |
| Catuaí Amarelo 2SL | 23,19 aB | 43,67 bA | 33,43 a |
| Icatu Precoce IAC 3282 | 18,84 aB | 41,24 bA | 30,04 a |
| Média | 28,43 B | 39,37 A | 33,90 |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott (5%). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste F, ao nível de 5% de significância.

Nota-se pela Tabela 5, diferença entre os índices de produtividade em função do local, evidenciando o efeito do ambiente sobre essa característica. Os resultados do presente trabalho confirmam os encontrados por Carvalho et al. (2010), que verificaram comportamentos distintos das progênie de cafeeiro quando submetidas a diferentes locais.

O desempenho das progênie avaliadas, para produtividade, foi superior em Três Pontas quando comparado a São Sebastião do Paraíso. Os resultados são semelhantes aos de Carvalho et al. (2006) que, avaliando progênie

resultantes do cruzamento de cultivares entre Catuaí e Mundo Novo nesses mesmos ambientes, encontraram maiores produtividades em Três Pontas.

A interação entre genótipos e ambientes pode ser influenciada por diferentes tipos de solo e condições de clima (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Em Três Pontas, de acordo com a Tabela 2, é observado um melhor equilíbrio das condições químicas do solo, ainda, nessa localidade, nota-se maior precipitação pluviométrica média e altitude mais elevada, com temperatura mais amena, mostrando ser uma região mais adequada à produtividade do cafeeiro (Tabela 1).

As cultivares Catuaí Amarelo IAC 62, Catucaí Amarelo 2SL e Icatu Precoce IAC 3282, utilizadas como testemunhas, apresentaram efeito da interação entre genótipos e ambientes, com produtividade superior em Três Pontas.

Avaliando progênies de Icatu em São Sebastião do Paraíso e Machado; Correa, Mendes e Bartholo (2006) encontraram efeito significativo da interação entre genótipos e ambientes, detectando melhor adaptabilidade e estabilidade das progênies de Icatu comparadas às testemunhas 'Catuaí' e 'Mundo Novo'.

No experimento em Três Pontas, ocorreu diferença significativa entre as progênies para produtividade, havendo a formação de três grupos. Nota-se superioridade da progênie H 6-47-10 Cova 3 sobre as demais progênies e testemunhas, tendo apresentado produtividade média de 65,33 sacas.ha⁻¹. Correa, Mendes e Bartholo (2006) observaram produtividades superiores em progênies de Icatu comparadas às testemunhas Catuaí e Mundo Novo, evidenciando a elevada capacidade produtiva de cultivares do grupo Icatu, o que evidencia sua importância nos programas de melhoramento genético, tanto pela resistência à ferrugem do cafeeiro quanto pelas altas produtividades.

As cultivares utilizadas como testemunhas permaneceram no grupo intermediário, com produtividades médias de 41,24; 43,67 e 43,19 sacas.ha⁻¹,

para Icatu Precoce IAC 3282, Catucaí Amarelo 2SL e Catucaí Amarelo IAC 62, respectivamente. Já Silva, Lima e Alves (2010) observaram diferença entre as produtividades apresentadas pelas cultivares Catucaí Amarelo 20/15-479 e Catucaí Vermelho IAC 44, com destaque para a cultivar Catucaí Vermelho IAC 44. Os autores atribuíram tal resultado ao fato desta cultivar ter apresentado rendimento superior quando comparada à cultivar Catucaí Amarelo 20/15 - 479. As progênies H 7-31 Cova 3, H 15-20 Cova 11, H 12-37 Cova 5, H 4-12 Cova 5, H 4-12 Cova 20, H MS Cova 13, H 4-35-11 Cova 10, H 4-35-11 Cova 16, H 19-66-31 Cova 9, H 31-06-16 Cova 12, H MS Cova 11, H 1-41-19 Cova 14, H 16-55-09 Cova 6, H MS Cova 149, H 1-41-23 Cova 156, H 38-22-15 Cova 125 e H 38-22-15 Cova 134 também constituíram o grupo intermediário, com produtividade variando entre 38,75 e 51,24 sacas ha⁻¹.

Em ensaio de competição entre cultivares, Dias et al. (2005) encontraram, no primeiro biênio de colheita, produtividade média de 53,40 sacas.ha⁻¹ para a cultivar Catucaí Amarelo 2SL, que possibilitou sua classificação junto às cultivares mais produtivas do ensaio, permanecendo junto a algumas progênies de Icatu, a saber: Icatu Amarelo IAC 2944-4, Icatu Vermelho IAC 4040-79, Icatu Vermelho IAC 4040-315, Icatu Vermelho IAC 4042-44 e Icatu Vermelho IAC 4045-47. A cultivar Catucaí Vermelho IAC 99, classificada entre as mais produtivas neste ensaio, apresentou produtividade média de 46,90 sacas.ha⁻¹, superior à média encontrada em Três Pontas e São Sebastião do Paraíso para a cultivar Catucaí Amarelo IAC 62, que produziu 36,48 sacas.ha⁻¹.

O grupo com produtividade média inferior foi constituído pelas progênies H 15-20 Cova 3, H 12-37 Cova 18, H 4-12 Cova 2, H MS Cova 14, H 6-47-10 Cova 16, H 31-06-16 Cova 8, H MS Cova 12, H 1-41-19 Cova 1, H 1-41-19 Cova 3, H 16-55-09 Cova 3, H MS Cova 126, H MS Cova 178, H 1-41-23

Cova 42 , H 1-41-23 Cova 73 e H-38-22-15 Cova 165, com a produtividade média variando entre 23,04 e 37,42 sacas ha⁻¹.

Em São Sebastião do Paraíso, a progênie H 6-47-10 cova 3, que apresentou produtividade superior em Três Pontas, não se destacou dos demais tratamentos. Sugere-se, portanto, a implantação dos experimentos em outras regiões cafeeiras, buscando avaliar o comportamento de cultivares potencialmente produtivas em outros locais.

Assim, os resultados para produtividade em São Sebastião do Paraíso não apontaram diferenças significativas, confirmando os encontrados por Pereira et al. (2011) que avaliaram, nesse mesmo local, progênies oriundas do cruzamento entre Icatu com cultivares de Rubi MG 1192, Topázio MG 1190 e Catuaí Amarelo IAC 62.

Os resultados corroboram Alvarenga et al. (1995) que, em experimento implantado em Viçosa – MG, não encontraram diferenças significativas para produtividade de progênies de Icatu, não detectando inclusive, diferenças entre as testemunhas Catuaí e Mundo Novo.

Considerando a média entre os dois ambientes, não houve diferença significativa entre as progênies para produtividade, no entanto, o processo de seleção para produtividade deve ser continuado, haja vista os resultados obtidos em Três Pontas e a ocorrência da interação das progênies com os ambientes avaliados.

4.2 Classificação por peneira e vigor

A classificação dos grãos por tamanho é um atributo importante para produção de café, pois relaciona-se com a qualidade final do produto. Giomo, Nakagawa e Gallo (2008) evidenciam essa relação ao observarem que sementes pequenas (retidas nas peneiras com crivo 13/64 polegadas) e de baixa densidade

apresentam qualidade fisiológica inferior quando comparadas às sementes de maior tamanho e mais densas.

Os resultados de porcentagem média de grãos com peneira 17 acima estão representados na Tabela 6. Nota-se a influência de fatores genéticos sobre a característica - tamanho de grãos, pois houve diferença significativa entre as progênies avaliadas nos dois ambientes.

Além do fator genético no tamanho dos frutos, é observada influência do ambiente sobre essa característica, havendo, portanto, interação entre os genótipos e os ambientes.

Os resultados observados corroboram Pinto (2010), que verificou efeito dos ambientes sobre a característica - tamanho de grãos. Dentre as progênies avaliadas, oito eram provenientes do cruzamento entre cultivares de Catuaí e Icatu, sendo observada a permanência de progênies tanto no grupo com maior porcentagem de grãos peneira 17 acima quanto no grupo com menor porcentagem.

Tabela 6 Porcentagem média de grãos com peneira 17 acima (Peneira) e notas de vigor vegetativo de 33 progênies e 3 cultivares avaliadas nas safras 2010 e 2011 nas Fazendas Experimentais de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)

| Tratamento | Peneira | | | Vigor vegetativo | | |
|------------------|----------|----------|---------|------------------|---------|--------|
| | FESP | FETP | Média | FESP | FETP | Média |
| H 7-31 Cv 3 | 56,87 Ba | 48,23 bA | 52,55 b | 5,24 bB | 6,72 aA | 5,98 a |
| H 15-20 Cv 3 | 62,86 Aa | 47,90 bB | 55,38 a | 5,21 bB | 7,09 aA | 6,15 a |
| H 15-20 Cv 11 | 54,94 bA | 50,42 bA | 52,68 b | 5,47bA | 6,19 aA | 5,83 a |
| H 12-37 Cv 5 | 47,41 Ca | 56,33 aA | 51,87 b | 5,90 aB | 6,88 aA | 6,39 a |
| H 12-37 Cv 18 | 57,61 bA | 48,89 bA | 53,25 b | 5,43 bB | 6,49 aA | 5,96 a |
| H 4-12 Cv 2 | 39,31 cA | 29,71 dA | 34,51 c | 6,20 aA | 6,58 aA | 6,39 a |
| H 4-12 Cv 5 | 43,39 cA | 19,33 dB | 30,86 c | 6,72 aA | 6,96 aA | 6,84 a |
| H 4-12 Cv 20 | 34,36 dA | 24,76 dA | 29,56 c | 5,88 aA | 6,76 aA | 6,32 a |
| H MS Cv13 | 52,02 bA | 40,50 cB | 46,26 b | 5,63 bB | 7,01 aA | 6,32 a |
| H MS Cv 14 | 57,10 bA | 47,02 bA | 52,06 b | 5,98 aA | 6,94 aA | 6,46 a |
| H 4-35-11 Cv 10 | 58,43 bA | 56,21 aA | 57,32 a | 5,95 aA | 6,63 aA | 6,29 a |
| H 4-35-11 Cv 16 | 56,90 bA | 56,90 aA | 56,90 a | 5,89 aA | 6,63 aA | 6,26 a |
| H 19-66-31 Cv 9 | 50,69 bA | 45,79 bA | 48,24 b | 5,34 bB | 6,62 aA | 6,98 a |
| H 6-47-10 Cv 3 | 67,07 aA | 51,09 bB | 59,08 a | 5,92 aB | 7,16 aA | 6,54 a |
| H 6-47-10 Cv 16 | 62,31 aA | 53,55 bA | 57,93 a | 6,25 aA | 6,99 aA | 6,62 a |
| H 31-06-16 Cv 8 | 54,01 bA | 58,31 aA | 56,16 a | 5,48bA | 6,36 aA | 5,92 a |
| H 31-06-16 Cv 12 | 55,24 bA | 53,42 bA | 54,33 b | 5,41bA | 5,77 aA | 5,59 a |
| H MS Cv 11 | 59,17 bA | 48,85 bA | 54,01 b | 6,39 aA | 7,01 aA | 6,70 a |
| H MS Cv 12 | 53,16 bA | 38,76 cB | 45,96 b | 5,68 aA | 6,22 aA | 5,95 a |
| H 1-41-19 Cv 1 | 53,06 bA | 59,80 aA | 56,43 a | 5,59 bB | 6,95 aA | 6,27 a |
| H 1-41-19 Cv 3 | 66,48 aA | 57,30 aA | 61,89 a | 4,98 bB | 6,94 aA | 5,96 a |
| H 1-41-19 Cv 14 | 59,11 bA | 62,13 aA | 60,62 a | 5,69 aB | 6,73 aA | 6,21 a |
| H 16-55-09 Cv 3 | 60,37 bA | 61,23 aA | 60,80 a | 5,52 bB | 6,76 aA | 6,14 a |

“continua”

Tabela 6 “conclusão”

| Tratamento | Peneira | | | Vigor vegetativo | | |
|------------------------|----------|----------|---------|------------------|---------|--------|
| | FESP | FETP | Média | FESP | FETP | Média |
| H 16-55-09 Cv 6 | 53,17 bA | 54,73 aA | 53,95 b | 5,28 bB | 6,60 aA | 5,94 a |
| H MS Cv 126 | 43,79 cB | 59,97 aA | 51,88 b | 5,49 bB | 7,09 aA | 6,29 a |
| H MS Cv 149 | 71,11 aA | 59,29 aB | 65,20 a | 6,01 aA | 6,85 aA | 6,43 a |
| H MS Cv 178 | 70,94 aA | 60,14 aB | 65,54 a | 6,53 aA | 7,13 aA | 6,83 a |
| H 1-41-23 Cv 42 | 56,55 bB | 44,65 bA | 50,60 b | 5,38 bB | 6,40 aA | 5,89 a |
| H 1-41-23 Cv 73 | 52,22 bA | 61,50 aA | 56,86 a | 5,22 bB | 6,74 aA | 5,98 a |
| H 1-41-23 Cv 156 | 61,15 aA | 50,83 bA | 55,99 a | 5,77 aA | 6,59 aA | 6,18 a |
| H 38-22-15 Cv 125 | 52,29 Ba | 50,67 bA | 51,48 b | 5,75 aA | 6,57 aA | 6,16 a |
| H 38-22-15 Cv 134 | 58,17 Ba | 52,73 bA | 55,45 a | 5,46bA | 6,34 aA | 5,90 a |
| H 38-22-15 Cv 165 | 66,19 Aa | 51,73 bB | 58,96 a | 5,09 bB | 6,29 aA | 5,69 a |
| Cat. Amar. IAC 62 | 44,00 cA | 45,26 bA | 44,63 b | 5,36 bB | 6,56 aA | 5,96 a |
| Catucaí Amarelo 2SL | 50,64 Ba | 50,32 bA | 50,48 b | 4,37 bB | 6,07 aA | 5,22 a |
| Icatu Precoce IAC 3282 | 32,94 Da | 27,70 dA | 30,32 c | 4,30 bB | 5,74 aA | 5,02 a |
| Média | 54,83 A | 49,60 B | 52,22 | 5,60 B | 6,65 A | 6,13 |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott (5%). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste F, ao nível de 5% de significância.

Em São Sebastião do Paraíso, houve a formação de quatro grupos de progênies para essa característica. O grupo com maior quantidade de grãos retidos nas peneiras 17 acima foi constituído por oito progênies (H 15-20 Cova 3, H 6-47-10 Cova 3, H 6-47-10 Cova 16, H 1-41-19 Cova 3, H MS Cova 149, H MS Cova 178, H 1-41-23 Cova e H 38-22-15 Cova 165), que apresentaram médias entre 61,15% e 71,11%.

Houve relação entre produtividade e tamanho de frutos. Em São Sebastião do Paraíso, local com menor produtividade, houve um acréscimo significativo no percentual de grãos retidos nas peneiras 17 acima. As progênies H 15-20 Cova 3, H MS Cova 13, H 6-47-10 Cova 3 e H MS Cova 149 apresentaram ganhos significativos no percentual de grãos retidos nas peneiras 17 acima em São Sebastião do Paraíso, no entanto, nesse mesmo local, perderam significativamente em relação à produtividade comparada a Três Pontas, evidenciando que quanto maior a produtividade, maior será a quantidade de grãos de peneiras inferiores. As progênies H MS Cova 126 e H 1-41-23 Cova 42 apresentaram maior percentual de grãos nas peneiras 17 acima em Três Pontas, no entanto, quanto à produtividade comportaram-se de maneira semelhante nos dois ambientes. Dessa forma, a maior proporção de grãos de maior tamanho pode estar relacionada às condições químicas de solo.

Os resultados são coincidentes com os encontrados por Botelho et al. (2010a), que verificaram as maiores proporções de grãos retidos nas peneiras 17 acima em cultivares com produtividades inferiores.

O potencial das progênies provenientes do cruzamento entre os grupos Catuaí e Icatu em produzir maiores porcentagens de grãos com peneiras 17 acima se deve ao fato dessas cultivares utilizadas como genitores apresentarem elevada capacidade de produzir grãos de peneiras superiores, conforme verificado por Dias et al. (2005) que classificaram por peneira progênies de Icatu e Catuaí, comparando-as a uma série de outras, a saber: Acaíá x Catimor,

Catuaí Amarelo 2SL, Catuaí Vermelho, Eparrey x Sarchimor, Sarchimor IAC-4362, Katipó, Mundo Novo x Sachimor, Obatã IAC 1669-20, Tupi IAC 1669-33, Acaí Cerrado MG 1474, Mundo Novo IAC 376-4, Rubi MG 1192 e Topázio MG 1189. No grupo com melhor desempenho, estavam as cultivares Icatu Vermelho IAC 4042-44 e Catuaí Amarelo IAC 4394, respectivamente com 73,1 e 74,9% de grãos nas peneiras 16 acima, juntamente com cultivares consideradas potencialmente produtoras de frutos de peneiras altas, como a cultivar Mundo Novo IAC 376-4 (PEREIRA et al., 1999) que, no trabalho, apresentou média de porcentagem de grãos nas peneiras 16 acima de 75,5%.

As progênies H 7-31 Cova 3, H 15-20 Cova 11, H 12-37 Cova 18, H MS Cova 13, H MS Cova 14, H 4-35-11 Cova 10, H 4-35-11 Cova 16, H 19-66-31 Cova 9, H 31-06-16 Cova 8, H 31-06-16 Cova 12, H MS Cova 11, H MS Cova 12, H 1-41-19 Cova 1, H 1-41-19 Cova 14, H 16-55-09 Cova 6, H 1-41-23 Cova 42, H 1-41-23 Cova 73, H 38-22-15 Cova 125 e H 38-22-15 Cova 134 e a cultivar Catuaí Amarelo 2SL apresentaram médias de porcentagem de grãos com peneira 17 acima entre 50,64% e 60,37%, constituindo assim, o segundo agrupamento.

O terceiro grupo, formado pelas progênies H 12-37 Cova 5, Catuaí Amarelo IAC 62, H MS Cova 126, H 4-12 Cova 5 e H 4-12 Cova 2, apresentou variação entre 39,31% e 47,41% de grãos com peneira 17 acima. Já a progênie H 4-12 Cova 20 e a cultivar Icatu Precoce IAC 3282 formaram o quarto agrupamento, com porcentagem de grãos com peneira 17 acima de 34,36% e 32,94%, respectivamente.

Na Fazenda Experimental de Três Pontas, o grupo de progênies com maior porcentagem de grãos com peneira 17 acima foi constituído pelas progênies H 1-41-19 Cova 14, H 1-41-23 Cova 73, H 16-55-09 Cova 3, H MS Cova 178, H MS Cova 126, H 1-41-19 Cova 1, H MS Cova 149, H 31-06-16 Cova 8, H 1-41-19 Cova 3, H 4-35-11 Cova 16, H 12-37 Cova 5, H 4-35-11

Cova 10 e H 16-55-09 Cova 6, que apresentaram valores entre 54,73% e 62,13%. O segundo grupo constitui-se de 17 tratamentos, sendo 2 cultivares (Catuaí Amarelo IAC 62 e Catucaí Amarelo 2SL) e 15 progênies: H 6-47-10 Cova 16, H 31-06-16 Cova 12, H 38-22-15 Cova 134, H 38-22-15 Cova 165, H 6-47-10 Cova 3, H 1-41-23 Cova 156, H 38-22-15 Cova 125, H 15-20 Cova 11, H 12-37 Cova 18, H MS Cova 11, H 7-31 Cova 3, H 15-20 Cova 3, H MS Cova 14, H 19-66-31 Cova 9 e H 1-41-23 Cova 42. Houve uma variação de 44,65% a 53,55% de grãos retidos nas peneiras 17 acima.

As progênies H MS Cova 12 e H MS Cova 13 constituem o terceiro agrupamento, com 38,76% e 40,50% de grãos com peneiras 17 acima, respectivamente. As duas progênies apresentaram, em Três Pontas, redução significativa de grãos com peneiras 17 acima em relação a São Sebastião do Paraíso.

As menores porcentagens de grãos retidos nas peneiras 17 acima são apresentadas pelas progênies H 4-12 Cova 2, H 4-12 Cova 20, H 4-12 Cova 5 e pela cultivar Icatu Precoce IAC 3282.

Na avaliação da média de porcentagem de grãos com peneira 17 acima dos dois ambientes, nota-se a formação de três grupos. O grupo com maior percentual de grãos com peneira 17 e acima foi constituído pelas progênies H 15-20 Cova 3, H 4-35-11 Cova 10, H 4-35-11 Cova 16, H 6-47-10 Cova 3, H 6-47-10 Cova 16, H 31-06-16 Cova 8, H 1-41-19 Cova 1, H 1-41-19 Cova 3, H 1-41-19 Cova 14, H 16-55-09 Cova 3, H MS Cova 149, H MS Cova 178, H 1-41-23 Cova 73, H 1-41-23 Cova 156, H 38-22-15 Cova 134 e H 38-22-15 Cova 165, com valores entre 55,38% e 65,54%.

O grupo com as menores porcentagens de grãos com peneira 17 acima foi composto pelas progênies H 4-12 Cova 2, H 4-12 Cova 5 e H 4-12 Cova 20 e pela cultivar Icatu Precoce IAC 3282. Os demais genótipos constituíram o grupo com valores intermediários.

Avaliando o tamanho de grãos de uma série de progênes em três ambientes de Minas Gerais (Três Pontas, Capelinha e Campos Altos), Botelho et al. (2010a) encontraram para a cultivar Catuaí Amarelo IAC 62 33,19% de grãos com peneiras 17 acima, valor inferior à média dos dois ambientes avaliados, que foi de 52,22%.

Nota-se interação entre genótipos e ambientes quanto ao tamanho de grãos, o mesmo foi observado por Carvalho et al. (2008) avaliando progênes oriundas do cruzamento de Catuaí e Híbrido de Timor.

Vale ressaltar que a progênie H 4-12 Cova 20 e a cultivar Icatu Precoce IAC 3282 permaneceram nos grupos com menor percentual de grãos retidos nas peneiras altas em ambos os experimentos. Segundo Chaves, Androcioni Filho e Fantin (2007), a cultivar Icatu Precoce apresenta menor potencial de produção de grãos com peneira 17 acima quando comparada com as cultivares Mundo Novo e Catuaí Amarelo.

Em estudo de competição de cultivares, Lopes et al. (2003) observaram que as cultivares Icatu Vermelho e Icatu Amarelo foram classificadas como as que têm menores percentuais de grãos retidos nas peneiras altas, juntamente com a cultivar Catuaí Amarelo.

Ao contrário, as progênes H MS Cova 149 e H MS cova 178 se destacaram positivamente, estiveram presentes nos grupos de maior percentual de grãos retidos nas peneiras altas dos dois ambientes. Dessa forma, essas progênes apresentam potencial superior para a produção de sementes de melhor qualidade fisiológica (GIOMO; NAKAGAWA; GALLO, 2008) e um produto final também de melhor qualidade (TEIXEIRA, 1999), que resultariam em frutos de qualidade superior.

Para vigor vegetativo, são observadas diferenças significativas entre os dois locais avaliados, evidenciando, portanto, efeito positivo para a interação entre genótipos e ambientes. Os resultados corroboram Carvalho (2011), que em

avaliação de 24 cultivares de café em três regiões produtoras em Minas Gerais: Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha, notou interação significativa para os ambientes avaliados. Carvalho et al. (2008) também notaram efeito do ambiente para o vigor vegetativo.

A média das notas de vigor foi inferior em São Sebastião do Paraíso, sendo as progênies H 7-31 Cova 3, H 15-20 Cova 3, H 12-37 Cova 5, H 12-37 Cova 18, H MS Cova 13, H 19-66-31 Cova 9, H 6-47-10 Cova 3, H 1-41-19 Cova 1, H 1-41-19 Cova 3, H 1-41-19 Cova 14, H 16-55-09 Cova 3, H 16-55-09 Cova 6, H MS Cova 126, H 1-41-23 Cova 42, H 1-41-23 Cova 73, H 38-22-15 Cova 165 e as testemunhas Catuaí Amarelo IAC 62, Catuaí Amarelo 2SL e Icatú Precoce IAC 3282, as que apresentaram vigor vegetativo inferior quando implantadas nessa localidade em comparação a Três Pontas.

Os efeitos do menor vigor vegetativo são notados na obtenção de menor produtividade em São Sebastião do Paraíso, pois o vigor está diretamente relacionado ao aproveitamento dos nutrientes e adaptabilidade às condições edafoclimáticas adversas (PETEK et al., 2002). Sendo assim, a seleção de progênies mais vigorosas é importante estratégia para o incremento de produtividade.

Em São Sebastião do Paraíso, houve a formação de dois grupos. As progênies H 12-37 Cova 5, H 4-12 Cova 2, H 4-12 Cova 5, H 4-12 Cova 20, H MS Cova 14, H 4-35-11 Cova 10, H 4-35-11 Cova 16, H 6-47-10 Cova 3, H 6-47-10 Cova 16, H MS Cova 11, H MS Cova 12, H 1-41-19 Cova 14, H MS Cova 149, H MS Cova 178, H 1-41-23 Cova 156 e H 38-22-15 Cova 125 constituíram o grupo com notas de vigor vegetativo superior, com notas entre 5,68 e 7,16. O grupo com notas inferiores é constituído por 17 progênies e as três testemunhas. No entanto, com objetivo de avaliar cultivares de Catuaí plantadas isoladas e em combinação, Nogueira et al. (2005), realizaram em São Sebastião do Paraíso, um estudo onde não foi observada diferença para vigor

atribuído às cultivares. Os autores observaram variação de notas de vigor entre 6,08 e 7,58, com a cultivar Catuaí Amarelo IAC 62 apresentando a maior nota.

Deve-se destacar o grupo de progênies com vigor vegetativo superior às testemunhas no experimento de São Sebastião do Paraíso, evidenciando o potencial de seleção entre as progênies para essa característica.

Já em Três Pontas e na média dos dois ambientes, não houve diferença significativa para vigor vegetativo. As notas, em Três Pontas, apresentaram variação entre 5,74 e 7,16. Na média dos dois ambientes, a variação foi de 5,02 a 6,98.

Em trabalho com progênies provenientes do cruzamento entre Icatu e Catimor, Botelho et al. (2010b) não observaram diferenças significativas no vigor vegetativo das progênies avaliadas.

No entanto, Dias et al. (2005), avaliando progênies de Icatu, cultivares de Catucaí e Catuaí, entre outras, observaram, em Lavras, diferenças significativas para vigor vegetativo, tendo a cultivar Catucaí Amarelo 2SL apresentado nota média de vigor igual a 7,0, sendo superior ao observado em Três Pontas.

Observando-se as Tabelas 5 e 6, é importante salientar o comportamento da progênie H 6-47-10 Cova 3, que apresentou a maior produtividade em Três Pontas, alta porcentagem de grãos com peneiras 17 acima em São Sebastião do Paraíso e manteve elevado vigor vegetativo nos dois ambientes.

4.3 Reação à ferrugem e à cercosporiose

Na Tabela 7 é representado o comportamento das progênies e das cultivares utilizadas como testemunhas em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas para as notas de reação à ferrugem e à cercosporiose.

Tabela 7 Notas de reação à ferrugem e cercosporiose de 33 progênies e 3 cultivares avaliadas em 2010 e 2011 nas Fazendas Experimentais de São Sebastião do Paraíso (FESP) e Três Pontas (FETP)

| Tratamento | Reação à ferrugem | | | Reação à cercosporiose | | |
|------------------|-------------------|---------|--------|------------------------|---------|--------|
| | FESP | FETP* | Média | FESP | FETP | Média |
| H 7-31 Cv 3 | 3,39 aA | 4,09 aA | 3,74 a | 3,19 aA | 3,11 aA | 3,15 a |
| H 15-20 Cv 3 | 2,65 aB | 3,61 aA | 3,13 a | 2,93 aA | 2,75 aA | 3,11 a |
| H 15-20 Cv 11 | 3,11 aA | 3,35 aA | 3,23 a | 3,29 aA | 3,31 aA | 3,30 a |
| H 12-37 Cv 5 | 3,02 aA | 3,02 bA | 3,02 a | 3,34 aA | 3,06 aA | 3,20 a |
| H 12-37 Cv 18 | 3,77 aA | 3,59 aA | 3,68 a | 3,22 aA | 3,10 aA | 3,16 a |
| H 4-12 Cv 2 | 2,88 aA | 2,22 bA | 2,55 a | 3,04 aA | 2,98 aA | 3,01 a |
| H 4-12 Cv 5 | 3,02 aA | 2,90 bA | 2,96 a | 2,91 aA | 2,97 aA | 2,94 a |
| H 4-12 Cv 20 | 2,87 aA | 3,09 bA | 2,98 a | 2,99 aA | 3,09 aA | 3,04 a |
| H MS Cv 13 | 2,80 aA | 2,92 bA | 2,86 a | 3,26 aA | 3,06 aA | 3,16 a |
| H MS Cv 14 | 3,43 aA | 3,07 bA | 3,25 a | 3,42 aA | 3,10 aA | 3,26 a |
| H 4-35-11 Cv 10 | 3,15 aA | 2,89 bA | 3,02 a | 3,31 aA | 3,17 aA | 3,24 a |
| H 4-35-11 Cv 16 | 2,95 aA | 2,99 bA | 2,97 a | 3,33 aA | 3,09 aA | 3,21 a |
| H 19-66-31 Cv 9 | 2,90 aA | 2,84 bA | 2,87 a | 3,45 aA | 3,29 aA | 3,37 a |
| H 6-47-10 Cv 3 | 3,08 aA | 2,74 bA | 2,91 a | 3,38 aA | 3,08 aA | 3,23 a |
| H 6-47-10 Cv 16 | 3,03 aA | 2,75 bA | 2,89 a | 3,23 aA | 3,31 aA | 3,27 a |
| H 31-06-16 Cv 8 | 2,82 aA | 2,92 bA | 2,87 a | 3,14 aA | 3,34 aA | 3,24 a |
| H 31-06-16 Cv 12 | 2,89 aA | 3,03 bA | 2,96 a | 3,44 aA | 3,32 aA | 3,38 a |
| H MS Cv 11 | 3,07 aA | 2,73 bA | 2,90 a | 2,98 aA | 3,06 aA | 3,02 a |
| H MS Cv 12 | 2,81 aA | 3,47 aA | 3,14 a | 3,34 aA | 3,44 aA | 3,39 a |
| H 1-41-19 Cv 1 | 3,06 aA | 3,40 aA | 3,23 a | 3,30 aA | 3,14 aA | 3,22 a |
| H 1-41-19 Cv 3 | 3,00 aA | 2,62 bA | 2,81 a | 3,38 aA | 3,08 aA | 3,23 a |
| H 1-41-19 Cv 14 | 2,70 aA | 2,28 bA | 2,49 a | 3,11 aA | 3,19 aA | 3,15 a |
| H 16-55-09 Cv 3 | 2,94 aA | 3,14 bA | 3,04 a | 3,38 aA | 3,26 aA | 3,32 a |
| H 16-55-09 Cv 6 | 2,87 aA | 3,21 bA | 3,04 a | 3,29 aA | 3,29 aA | 3,29 a |
| H MS Cv 126 | 2,56 aA | 2,72 bA | 2,64 a | 3,30 aA | 2,76 aB | 3,03 a |

“continua”

Tabela 7 “conclusão”

| Tratamento | Reação à ferrugem | | | Reação à cercosporiose | | |
|------------------------|-------------------|---------|--------|------------------------|---------|--------|
| | FESP | FETP* | Média | FESP | FETP | Média |
| H MS Cv 149 | 3,11 aA | 2,93 bA | 3,02 a | 3,29 aA | 3,09 aA | 3,19 a |
| H MS Cv 178 | 2,98 aA | 2,72 bA | 2,85 a | 3,38 aA | 3,02 aA | 3,20 a |
| H 1-41-23 Cv 42 | 2,93 aA | 3,05 bA | 2,99 a | 3,48 aA | 3,58 aA | 3,53 a |
| H 1-41-23 Cv 73 | 2,62 aB | 3,50 aA | 3,06 a | 3,37 aA | 2,91 aB | 3,14 a |
| H 1-41-23 Cv 156 | 2,83 aA | 3,01 bA | 2,92 a | 3,31 aA | 3,03 aA | 3,17 a |
| H 38-22-15 Cv 125 | 2,93 aA | 2,77 bA | 2,85 a | 3,32 aA | 3,32 aA | 3,32 a |
| H 38-22-15 Cv 134 | 2,92 aA | 2,80 bA | 2,86 a | 3,44 aA | 3,38 aA | 3,41 a |
| H 38-22-15 Cv 165 | 2,85 aA | 3,15 bA | 3,00 a | 3,43 aA | 3,39 aA | 3,41 a |
| Catuai Amarelo IAC 62 | 3,36 aA | 3,74 aA | 3,55 a | 3,29 aA | 3,19 aA | 3,24 a |
| Catuai Amarelo 2SL | 3,42 aA | 3,56 aA | 3,49 a | 3,07 aA | 3,25 aA | 3,16 a |
| Icatu Precoce IAC 3282 | 2,85 aB | 3,95 aA | 3,40 a | 3,19 aA | 3,03 aA | 3,11 a |
| Média | 2,99 A | 3,07 A | 3,03 | 3,26 A | 3,15 B | 3,21 |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott (5%). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste F, ao nível de 5% de significância.

*Avaliação em Três Pontas apenas em 2011.

Para as notas de reação à ferrugem, não foi observada interação entre os genótipos e os ambientes. Segundo Chalfoun, Carvalho e Pereira (2001) há grande influência do clima sobre a ocorrência de ferrugem, entretanto, os autores verificaram não haver diferenças das condições climáticas ocorridas em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas suficientes para distinguir o comportamento da infestação da doença entre os dois locais. A ocorrência da ferrugem é fortemente influenciada pela carga pendente (CARVALHO et al., 2001). No presente trabalho, as diferentes condições de clima e de carga pendente não mostraram efeito sobre a ocorrência da doença.

A partir do desdobramento de tratamentos dentro de ambientes, verificase que em São Sebastião do Paraíso não houve diferença significativa entre os tratamentos, assim como para a média dos dois ambientes.

Já em Três Pontas, observou-se a formação de dois grupos, as cultivares Catucaí Amarelo 2SL e Icatu Precoce IAC 3282, que são consideradas resistentes, foram situadas no grupo com maior ocorrência de ferrugem, evidenciando potencial para seleção das progênies alocadas no grupo de menor infestação. Juntamente com as testemunhas, as progênies H 7-31 Cova 3, H 15-20 Cova 3, H 15-20 Cova 11, H 12-37 Cova 18, H MS Cova 12, H 1-41-19 Cova 1 e H 1-41-23 Cova 73 formam o grupo com maior ocorrência de ferrugem, as demais progênies, com menor infestação de ferrugem, tiveram variação das notas entre 2,22 e 3,21 pontos. Portanto, a maior parte das progênies apresentou, em Três Pontas, uma menor infestação de ferrugem comparada às testemunhas. Merece destaque a progênie H 6-47-10 Cova 3, que obteve a maior produtividade na Fazenda Experimental de Três Pontas e se manteve entre as progênies com menor ocorrência de ferrugem naquele local.

Importante salientar que a ocorrência da ferrugem com notas intermediárias é um aspecto importante para a progênie, pois se sabe que não é possível selecionar progênies com resistência horizontal sem que haja infestação

da ferrugem, já que na ausência total da doença, indica a possibilidade de resistência vertical ou específica, o que impediria a manifestação da resistência horizontal (BOTELHO et al., 2010b).

Para a cercosporiose, doença que se tornou de grande importância nos últimos anos, foi observada interferência do ambiente na ocorrência, sendo notada maior infestação em São Sebastião do Paraíso e, assim como a menor produtividade, a maior incidência de cercosporiose pode estar relacionada a aspectos de fertilidade do solo, haja vista a grande influência da nutrição mineral do cafeeiro na ocorrência da doença (FERNADES, 1988; SANTOS et al., 2008).

O excesso de potássio favorece a ocorrência da cercosporiose (GARCIA JÚNIOR et al., 2003; POZZA et al., 2001), comprometendo a absorção de cálcio e magnésio (MARSCHNER, 1995). Segundo os teores nutricionais apresentados na Tabela 2, em São Sebastião do Paraíso, é observado um desequilíbrio da relação Ca/K, que está em 5,71, já em Três Pontas, essa relação é de 14,50. A relação Mg/K está em 1,50 em São Sebastião do Paraíso e 5,00 em Três Pontas. Portanto, é evidente que, em São Sebastião do Paraíso os teores de cálcio e magnésio estão baixos, enquanto que o teor de potássio é considerado elevado, dessa forma, a maior infestação de cercosporiose em São Sebastião do Paraíso relaciona-se, entre outros fatores, ao desequilíbrio nutricional entre cálcio, magnésio e potássio.

Carvalho et al. (2011) avaliando, em São Sebastião do Paraíso e Campos Altos (Alto Paranaíba), progênies oriundas do cruzamento entre Icatu Vermelho IAC 2942 com Catimor UFV 1340, encontraram maior ocorrência de cercosporiose em São Sebastião do Paraíso.

Avaliando 10 cultivares comerciais em três regiões do Estado de Minas Gerais – Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha, Carvalho (2011) encontrou influência dos ambientes na infestação de cercosporiose do cafeeiro.

Para a cercosporiose, não houve diferença entre as progênies e cultivares avaliadas em nenhum dos ambientes. Em São Sebastião do Paraíso, as notas tiveram variação entre 2,91 e 3,48 pontos. Já em Três Pontas, a variação foi de 2,75 e 3,58. Pereira et al. (2011), avaliando progênies oriundas do cruzamento entre Icatu com as cultivares Rubi MG 1192, Topázio MG 1190 e Catuaí Amarelo IAC 62, em Machado e São Sebastião do Paraíso, não encontraram diferença significativa para a incidência de cercosporiose em Machado, no entanto, em São Sebastião do Paraíso, houve a formação de dois grupos.

Petek et al. (2007) classificaram progênies de Catuaí e Icatu, bem como as provenientes do cruzamento dessas cultivares, como importantes fontes de resistência ou tolerância à cercosporiose. Os autores atribuíram notas para progênies com possível resistência entre 1,67 e 3,00 pontos, portanto, nota-se potencial para seleção das progênies em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas como fontes de resistência.

4.4 Metodologias de avaliação de ferrugem do cafeeiro

O monitoramento da ferrugem é uma forma de acompanhar, por meio de medições de sintomas ou sinais da doença, o seu progresso dentro de uma mesma lavoura ou talhão (CARVALHO; CHALFOUN; CUNHA 2010). Assim sendo, é possível a realização de um programa de controle eficiente, utilizando-se práticas e defensivos mais indicados quando necessários em cada situação.

Dentre as metodologias de avaliação, destacam-se duas que foram avaliadas no ano de 2011 em Três Pontas: o levantamento da porcentagem de folhas com incidência (presença) dos sintomas da doença e a aplicação de notas de reação à ferrugem.

Na Tabela 8, estão representados indicadores para a análise das duas metodologias propostas, o coeficiente da correlação de Pearson e o índice de coincidência.

Tabela 8 Indicadores estatísticos para análise dos métodos de avaliação da ferrugem do cafeeiro

| Métodos | Correlação de Pearson (r) | Índice de Coincidência (%) |
|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| Nota e incidência | 0,6656** | 57,14 |

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

O coeficiente de Correlação de Pearson encontrado ($r = 0,6656$) foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, evidenciando relação significativa e positiva dos resultados apontados pelas avaliações de ferrugem do cafeeiro por meio do uso de notas de reação e incidência da doença.

O valor do Índice de Coincidência (%) apresenta a proporção de progênies superiores e/ou inferiores que estariam no mesmo grupo nas duas metodologias de avaliação, a partir de uma determinada intensidade de seleção, que, nesse caso, adotou-se 20%, ou seja, dentre as 36 progênies avaliadas, considera-se a proporção destas que estão ao mesmo tempo, nas duas metodologias, no mesmo grupo, entre as 7 superiores ou inferiores. Conforme representado na Tabela 8, o Índice de Coincidência foi de 57,14%, apontando que, 4 entre as 7 progênies superiores se repetem nas duas metodologias; e, entre as inferiores, também 4 entre as 7 se repetem.

Pode-se inferir que a diferença entre os resultados pode relacionar-se às diferentes épocas de avaliação, uma vez que o levantamento de incidência foi realizado em três etapas, entre os meses de maio e julho. Já a aplicação das notas, procedeu em apenas uma etapa, antecedendo à colheita, no mês de julho, ou seja, no pico de ocorrência da ferrugem.

Portanto, infere-se pelos resultados que ambas as metodologias apresentaram resultados próximos, com elevada correlação e coincidência,

podendo ser utilizadas com sucesso nos procedimentos que visam ao acompanhamento da epidemia de ferrugem do cafeeiro.

5 CONCLUSÕES

Os ambientes influenciam na resposta das progênies quanto às características de produtividade, tamanho de grãos, vigor vegetativo e reação à cercosporiose.

Existe variabilidade para produtividade, tamanho de grãos, vigor vegetativo e reação à cercosporiose entre as progênies avaliadas.

A progênie H 6-47-10 Cova 3 apresenta produtividade superior às demais progênies e cultivares, com características favoráveis de tamanho de grãos, vigor vegetativo, reação à ferrugem e à cercosporiose.

O uso de notas de reação e incidência para avaliação de ferrugem do cafeeiro apresenta correlação e coincidência dos dados.

O experimento deve ser continuado com a implantação em outras regiões produtoras e avaliação das safras seguintes.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A. P. et al. Avaliação de progênies de café Icatu, em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 42, n. 243, p. 516 – 527, 1995.
- ALVARENGA, A. P. et al. Produtividade e resistência a ferrugem em progênies de cafeeiro Icatu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 2, p. 182-187, abr./jun. 1998.
- AVELINO, J. L. et al. Effects of crop management patterns on coffee rust epidemics. **Plant Pathology**, Oxford, v. 53, n. 5, p. 541-547, Oct. 2004.
- BARTHOLO, G. F.; CHEBABI, M. A. Melhoramento do cafeeiro: recomendação de linhagens das variedades cultivadas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 47-50, jun. 1985.
- BERGO, C. L.; SALES, F. Avaliação de progênies de cafeeiros Icatu, Catuaí e Mundo Novo no Estado do Acre. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café, 2001. p. 1265-1271.
- BOTELHO, C. E. et al. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de café arábica em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1404-1411, 2010a.
- BOTELHO, C. E. et al. Avaliação da resistência à ferrugem em Progênies de Cafeeiro F₄ obtidas por cruzamentos de 'Icatu' com Catimor. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., Águas de Lindoya. **Anais...** Águas de Lindoya: [s. n.], 2007.
- BOTELHO, C. E. et al. Avaliação de caracteres relacionados à produção de grãos em progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) selecionadas em germoplasma resistente à ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) no sul do estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2003.
- BOTELHO, C. E. et al. Seleção de progênies F₄ de cafeeiros obtidas pelo cruzamento de Icatu com Catimor. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, n. 3, maio/jun. 2010b. p. 274-281.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro nacional de cultivares**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/php/proton/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em: 29 jan. 2012.

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

CARVALHO, A. M. **Desempenho agrônomo de cultivares de cafeeiro resistentes à ferrugem**. 2011. 95 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

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

CARVALHO, A. M. et al. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 269-275, mar. 2010.

CARVALHO, A. M.; MONACO, L. C.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do cafeeiro XL – estudos de progênies e híbridos de Café Catuaí. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 22, p. 203-216, 1979.

CARVALHO, A. M.; MONACO, L. C.; VAN DER VOSSSEN, H. A. M. Café Icatu como fonte de resistência a *Colletotrichum coffeanum*. **Bragantia**, Campinas, v. 35, p. 343-347, 1976.

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

CARVALHO, C. H. S. et al. Comportamento de cultivares de café com resistência à ferrugem do cafeeiro no Sul do Estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2011, Araxá. **Anais...Araxá**: [s. n.], 2011. 1 CD ROM.

CARVALHO, G. R. et al. Avaliação e seleção de progênies resultantes do cruzamento de cultivares de café Catuaí com Mundo Novo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 844-852, set./out. 2006.

CARVALHO, G. R. et al. Comportamento de progênies F₄ obtidas por cruzamentos de 'Icatu' com 'Catimor'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, Jan./Feb. 2009.

CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M.; CUNHA, R. L. Manejo de doenças do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L.(Ed.). **Café arábica do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 689-756.

CARVALHO, V. L. et al. Avaliação da resistência de progênies de cafeeiros à mancha de phoma e cercosporiose em duas regiões de Minas Gerais. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 7. Araxá, MG. **Resumos expandidos...**Brasília: EMBRAPA Café, 2011.

CARVALHO, V. L. et al. Influência de diferentes níveis de produção sobre a evolução da ferrugem do cafeeiro e sobre teores foliares de compostos fenólicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 49-54, jan./fev. 2001.

CHALFOUN, S. M. S.; CARVALHO, V. L.; PEREIRA, M. C. Efeito de alterações climáticas sobre o progresso da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1248-1252, set./out. 2001.

CHAVES, J. C. D.; ANDROCIOLI FILHO, A.; FANTIN, D. Manejo de fertilização de lavouras cafeeiras com base no ciclo de maturação dos frutos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café, 2007. 1 CD ROM.

CORREA, L. V. T.; MENDES, A. N. G.; BARTHOLO, G. F. Comportamento de progênies de cafeeiro Icatu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 618-622, 2006.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: biometria. Viçosa, MG: UFV. 2006. 382 p.

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

CUCOLOTTO, M. et al. Genotype x environment interaction in soybean: evaluation through three methodologies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 7, p. 270-277, 2007.

DIAS, F. P. et al. Caracterização de progênies do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) selecionados em Minas Gerais: caracteres relacionados à produção. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52. n. 299. p. 85-100, 2005.

FAZUOLI, L. C.; CARVALHO, A.; MONACO, L. C. Qualidade da bebida do café Icatu. **Bragantia**, Campinas, v. 36, n. 15, p. 165-172, 1977.

FAZUOLI, L. C. Melhoramento genético do cafeeiro. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO: CAFÉ, 10., 2004, Mooca. **Anais...** Mococa: Instituto Biológico, 2004. p. 2 - 28.

FAZUOLI, L. C.; MONACO, L. C.; CARVALHO, A. Resistência do cafeeiro a nematóides 1: testes em progênies e híbridos para *Meloidogyne exigua*. **Bragantia**, Campinas, v. 36, n. 29, p. 297-307, 1977.

FERNADES, C. D. **Efeito de fatores do ambiente e da concentração de inoculo sobre a Cercosporiose do cafeeiro**. 1988. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1988.

FERRÃO, R. G. et al. Adaptabilidade e estabilidade de produção em variedades de café Conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2003.

GARCIA JÚNIOR, D. et al. Incidência e severidade da cercosporiose do cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 286-291, 2003.

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

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 289-302.

HAMBLIN, J. E.; ZIMMERMANN, M. J. O. Breeding common bean for yield in mixtures. **Plant Breeding Reviews**, Westport, v. 4, p. 245-272, 1986.

LOPES, L. M. V. et al. Avaliação de cultivares de *Coffea arabica* L. através da classificação por peneira. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., Porto Seguro. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2003.
MAHE, L., V. M. P. et al. A new source of resistance against coffee leaf rust from New-Caledonian natural interspecific hybrids between *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. **Plant Breeding Reviews**, Westport, v. 126, n. 6, p. 638-641, Dec. 2007.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic, 1995.

MARTINS, A. L. M. et al. Avaliação de progênies de cafés ‘Catuaí Amarelo’ e ‘Catuaí Vermelho’ na região de Pindorama (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 51, p. 31-38, 1992.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. **Variedades de café**: como escolher, como plantar. Rio de Janeiro: MM Produções, 1997. 64 p.

MCCOOK, S. Global rust belt: *Hemileia vastatrix* and the ecological integration of world coffee production since 1850. **Journal of Global History**, Cambridge, v. 1, n. 2, p. 177-195, July 2006.

MEIRA C. A. A. et al. Análise da epidemia da ferrugem do cafeeiro com árvore de decisão. **Tropical Plant Pathology**, Oxford, v. 33, n. 2, p. 114-124, Mar./Apr. 2008.

MENDES, A. N. G. Cultivares com potencialidade para lavouras cafeeiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 3., 2001, Araguari. **Anais...** Araguari: ACA/ ICIAG, 2001. p. 125-135.

MENDES, A. N. G. et al. Histórias das primeiras cultivares de café plantadas no Brasil. In: CARVALHO, C. H. S. (Org.). **Cultivares de café**: origem, características e recomendações. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. v. 1, p. 57-64.

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.

MOURA, W. M. et al. Avaliação de diferentes populações de café em Patrocínio, Alto Paranaíba, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2002, Vitória. **Anais...** Vitória: EMBRAPA Café, 2002. p. 1248-1252.

NOGUEIRA, A. M. **Características fenológicas e de produtividade de linhagens das cultivares catuaí vermelho e amarelo de *Coffea arabica* L. plantadas individualmente ou em combinação**. 2003. 55 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

NOGUEIRA, A. M. et al. Avaliação da produtividade e vigor vegetativo de linhagens das cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo (*Coffea arabica* L.) plantadas individualmente e em diferentes combinações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 27-33, jan./fev. 2005.

PEREIRA, A. A. et al. Cultivares: origem e suas características. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Ed.). **Café arábica do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 163-221.

PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S. Cultivares melhoradas de café arábica. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1., Viçosa, MG, 1999. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 241-257.

PEREIRA, T. B. et al. Avaliação de progênies F3 de café arábica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. **Resumos expandidos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2011. 1 CD ROM.

PETEK, M. R. et al. Análise de trilha entre caracteres agronômicos e dano de geadas, em progênies derivadas do cruzamento “Vila Sarchi” x “Híbrido de Timor”. **SBPN – Scientific Journal**, São Paulo, v. 6, p. 37-39, 2002. Edição Especial.

PETEK, M. R. et al. Correlações e análise de trilha entre reação à cercosporiose e outras variáveis em progênies de café arábica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Resumos expandidos...** Águas de Lindóia: Embrapa Café, 2007. 1 CD ROM.

PETEK, M. R. et al. Seleção de progênies de *Coffea arabica* com resistência simultânea à mancha aureolada e à ferrugem alaranjada. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 65-73, 2006.

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

PEZZOPANE, C. G. et al. Atributos fenológicos e agronômicos em cultivares de cafeeiro arábica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 711-717, 2009.

PEZZOPANE, C. G.; MEDINA FILHO, H. P.; BORDIGNON, R. Variabilidade genética do rendimento intrínseco de grãos em Germoplasma de *Coffea*. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 39-54, 2004.

PINTO, M. F. et al. Eficiência na seleção de progênies de cafeeiro avaliadas em Minas Gerais. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, p. 1-7, 2012.

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

POZZA, A. A. A. et al. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha olho pardo em mudas de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 53-60, 2001.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, M. J.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 4. ed. Lavras: UFLA, 2008. 463 p.

RIBEIRO, L. S. **Cultura in vitro de embriões e segmentos nodais do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2001. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

SANTOS, F. S. et al. Adubação orgânica, nutrição e progresso de cercosporiose e ferrugem do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 43, n. 7, p. 783-791, 2008.

SAS INSTITUTE INC. **The statistical analysis system (software)** - Version 8.2. Cary, 2000.

SEVERINO, L. S. et al. Associações da produtividade com outras características agrônômicas da café (*Coffea arabica* L. “Catimor”). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1467-1471, 2002.

SILVAROLLA, M. B.; GONÇALVES, W.; LIMA, M. M. Resistência do cafeeiro a nematóides V - reprodução de *Meloidogyne exigua* em cafeeiros derivados da hibridação de *Coffea arabica* L. com *C. canephora*. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 51-59, 1998.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; ALVES, A. I. Estudo espacial do rendimento de grãos e porcentagem de casca de duas variedades de *Coffea arabica* L. visando a produção de café de qualidade. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 558-565, jul./ago. 2010.

TEIXEIRA, A. A. Classificação do café. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1., 1999, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 134-215.

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