



MARCELO FROTA PINTO

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE CAFEIRO
DERIVADAS DE CATUAÍ COM ICATU E
HÍBRIDO DE TIMOR**

**LAVRAS – MG
2010**

MARCELO FROTA PINTO

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE CAFEEIRO DERIVADAS DE CATUAÍ
COM ICATU E HÍBRIDO DE TIMOR**

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

**LAVRAS – MG
2010**

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

Pinto, Marcelo Frota.

Seleção de progênies de cafeeiro derivadas de Catuaí com Icatu e Híbrido de Timor / Marcelo Frota Pinto. – Lavras : UFLA, 2010.
68 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.
Orientador: Gladyston Rodrigues Carvalho.
Bibliografia.

1. *Coffea arabica*. 2. Melhoramento genético. 3. Ambientes. 4. Resistência. 5. Ferrugem. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7323

MARCELO FROTA PINTO

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE CAFEIEIRO DERIVADAS DE CATUAÍ
COM ICATU E HÍBRIDO DE TIMOR**

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 04 de agosto de 2010

Dr. Rubens José Guimarães	UFLA
Dra. Flávia Maria Avelar Gonçalves	UFLA
Dr. César Elias Botelho	EPAMIG

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho
Orientador

**LAVRAS – MG
2010**

AGRADEÇO

A Deus,

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

A todas as pessoas que contribuíram para a realização deste sonho,

DEDICO

*Aos meus pais, Luiz Henrique e Luciana,
pela educação e carinho.*

*Aos meus irmãos, Mariane, Sérgio,
Luiz Otávio e Juliana, a minha
namorada Nadine e demais familiares,
pelo incentivo e força,*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

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

À Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Consórcio Pesquisa Café pelo financiamento desta pesquisa.

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

Ao pesquisador Gladyston Rodrigues Carvalho (Orientador), pela orientação e amizade.

Ao pesquisador César Elias Botelho (Co-orientador), pelas contribuições e amizade.

Aos professores Rubens José Guimarães e Flávia Maria Avelar Gonçalves, pelas sugestões.

À pesquisadora Juliana Costa Rezende, pelas contribuições e amizade.

Ao Sr. Francisco Falco, proprietário da Fazenda Ouro Verde, pela concessão de área e condução de experimento avaliado neste trabalho.

Aos funcionários e bolsistas das Unidades Regionais da EPAMIG e da Fazenda Experimental da EPAMIG de Patrocínio, pelas contribuições.

Aos colegas André, Alex, Vinícius, João Paulo, Renato e Luiza, pelo convívio, contribuições e amizade.

Ao Núcleo de Estudos em Cafeicultura (NECAF) e aos amigos Thamires, Ramiro, Kaio, André, Anderson, Diego, Evandro, Noêmia, Thiago e Tales, pelo convívio, contribuições e amizade.

Aos companheiros da República Pé-de-Cana, pelo incentivo, paciência e amizade.

Aos funcionários do setor de Cafeicultura da UFLA, em especial, José Maurício, pelas contribuições e apoio.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O parque cafeeiro do Brasil é constituído basicamente por cultivares do grupo Catuaí e Mundo Novo, ambas são susceptíveis a principal doença da cultura, a ferrugem alaranjada causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk & Br. O desenvolvimento de cultivares resistentes e/ou tolerantes às pragas e doenças tem papel importante no aumento de produtividade, diminuição de custos de produção e garantia de maior sustentabilidade do sistema de produção. Dessa forma objetivou-se com o presente trabalho selecionar progênies, oriundas do cruzamento das cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo com Icatu e descendentes de Híbrido de Timor, visando selecionar materiais produtivos e com boas características agronômicas. Foram instalados e conduzidos experimentos em três ambientes do estado de Minas, representando as duas principais regiões produtoras de café: Lavras, Campos Altos e Patrocínio. Foram avaliadas 18 progênies e duas cultivares (testemunhas), desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro em Minas Gerais, coordenado pela EPAMIG. O delineamento foi em blocos casualizados com três repetições e parcelas constituídas por 10 plantas. Foram analisadas as características produtividade em sacas.ha⁻¹, rendimento em litros, grãos retidos em peneira “17 acima”, grãos tipo moca, frutos chocho, frutos verde e frutos cereja em porcentagem. Os resultados obtidos permitem verificar que existe grande variabilidade entre as progênies e os ambientes, orientando o planejamento e estratégias de melhoramento, na recomendação de futuras cultivares para os diferentes ambientes. As progênies H516-2-1-1-18 MS cv 02, H516-2-1-1-18 MS cv 03, H516-2-1-1-18 MS cv 05, H419-3-4-5-2 MS cv 02 e H419-3-4-5-2 MS cv 03 se destacaram em relação às demais devendo ser utilizadas nos trabalhos futuros.

Palavras-chave: Ferrugem. *Hemileia vastatrix*. Melhoramento genético.

ABSTRACT

The coffee crop in Brazil consists basically by cultivars from the group Catuaí and Mundo Novo, both are likely the main disease of the culture, leaf rust caused by fung *Hemileia vastatrix* Berk & Br. The development of cultivars resistant or tolerant to pests and diseases has an important role in increasing productivity, decrease production costs and ensure more sustainable production system. The objective of this research was select progenies from the cross of cultivars Yellow Catuaí and Red Catuaí with Icatu and descendants of Timor Hybrid in order to select materials productive and with good agronomic characteristics. Experiments were carried, out in three locations of the state of Minas Gerais, representing the two major coffee producing regions: Lavras, Campos Altos and Patrocínio. Twenty progenies and two cultivars (witnesses), were evaluated developed by Genetic Improvement Program of Coffee plant in Minas Gerais, coordinated by EPAMIG. The experimental design was a randomized blocks, with three replicates and 10 plants per plot. There were analyzed the characteristics productivity in beans yield in bags.ha⁻¹, yield in liters, grain retained in sieve “17 above”, grain type moca, chocho fruit, green fruits and cherry fruits percentage. The results revealed that there is great variability among the progenies and the coffee regions, guiding the planning and improvement strategies, in the recommendation of future cultivars for different regions. The progenies H516-2-1-1-18 MS cv 02, H516-2-1-1-18 MS cv 03, H516-2-1-1-18 MS cv 05, H419-3-4-5-2 MS cv 02 e H419-3-4-5-2 MS cv 03 stood out over others and should be used in future work.

Keywords: Rust. *Hemileia vastatrix*. Improvement genetic.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Relação e caracterização das progênies/cultivares que foram avaliadas nos experimentos nos diferentes ambientes.	27
----------	---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Relação dos ambientes de instalação dos ensaios de seleção de progênies derivadas de Catuaí com Icatu e Híbrido de Timor.	28
Tabela 2	Índices pluviométricos reais, para os anos de 2007, 2008 e 2009, nos locais de instalação dos experimentos.	29
Tabela 3	Esquema da análise de variância, esperança dos quadrados, E (QM), e expressões utilizadas para o teste F e estimadores dos componentes de variância das análises de variância conjunta.	32
Tabela 4	Resumo da análise de variância para as características produtividade, rendimento, porcentagem de grãos peneira “17 acima”, porcentagem de grãos tipo moca, porcentagem de frutos chochos, porcentagem de frutos verde e porcentagem de frutos cereja, para Lavras, Campos Altos e Patrocínio, referente ao biênio.	37
Tabela 5	Produtividade média do biênio das progênies/cultivares, expresso em sacas/ha, nos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio.	38
Tabela 6	Rendimento médio do biênio das progênies/cultivares, expresso em litros de “café da roça”/saca de 60 kg de café beneficiado, nos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio.	41
Tabela 7	Porcentagem média de grãos retidos em peneira “17 acima” do biênio das progênies/cultivares, expressa em porcentagem, dos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio.	43
Tabela 8	Porcentagem média de grãos tipo moca do biênio das progênies/cultivares, expressa em porcentagem, nos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio.	44

Tabela 9	Porcentagem média de frutos chochos do biênio das progênes/cultivares, expressa em porcentagem, nos ambientes, Lavras, Campos Altos e Patrocínio.....	46
Tabela 10	Porcentagem média de frutos verdes do biênio das progênes/cultivares, expressa em porcentagem, nos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio.....	48
Tabela 11	Porcentagem média de frutos cereja do biênio das progênes/cultivares, expressa em porcentagem, nos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio.....	50
Tabela 12	Estimativas do índice de coincidência (IC) entre os ambientes, Lavras (L), Campos Altos (C) e Patrocínio (P) para as características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira 17 acima e porcentagem de frutos cereja no biênio (2007/2008 e 2008/2009).....	52
Tabela 13	Progênes coincidentes entre os ambientes, Lavras (L), Campos Altos (C) e Patrocínio (P) para as características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira 17 acima e porcentagem de frutos cereja no biênio (2007/2008 e 2008/2009).....	54
Tabela 14	Estimativas do índice de coincidência (IC) entre as médias das características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira 17 acima e porcentagem de frutos cereja no biênio (2007/2008 e 2008/2009) nos três ambientes estudados.....	54
Tabela 15	Progênes coincidentes entre as médias das características produtividade (Prod.), porcentagem de grãos retidos em peneira 17 acima (Pen.) e porcentagem de frutos cereja (Cerj.) no biênio.....	55

Tabela 16 Parâmetros estatísticos (QM da interação – QM (P x A); maior QM das progênies – Q1; menor QM das progênies – Q2; correlação – r; parte complexa – C; e porcentagem da parte complexa – % C) determinantes da interação progênies x ambientes e estimativas de sua fração complexa obtidas para as características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima” e porcentagem de frutos cereja. 56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Melhoramento genético do cafeeiro no Brasil.....	15
2.2	Ferrugem alaranjada do cafeeiro.....	18
2.3	Resistência à ferrugem, Híbrido de Timor e Icatu	20
2.4	Interação genótipos x ambientes	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	Materiais avaliados.....	27
3.2	Locais dos experimentos	28
3.3	Delineamento e detalhes da parcela experimental.....	29
3.4	Características avaliadas	30
3.5	Análise dos dados.....	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1	Características agronômicas.....	35
4.2	Índice de coincidência	52
4.3	Decomposição das interações.....	55
5	CONSIDERAÇÕES	58
6	CONCLUSÕES.....	60
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

A economia brasileira se desenvolve rapidamente, tendo o setor agropecuário maior importância. Há que se enfatizar a importância crescente do agronegócio, que produz alimentos, gera alguns milhões de empregos, além de diversificar e aumentar consideravelmente as exportações brasileiras. Tendo o setor do agronegócio como um todo envolvendo mais de 1/3 do PIB brasileiro (Produto interno bruto) (MATIELLO et al., 2005), e dentre as atividades de destaque encontra-se a cafeicultura. O Brasil se encontra em nível mundial, nos dias de hoje, como maior produtor e maior exportador de café, além de ser o segundo maior consumidor do produto.

O parque cafeeiro do Brasil é constituído basicamente por cultivares do grupo Catuaí e Mundo Novo, com mais de 90% do parque cafeeiro nacional sendo que ambas são susceptíveis a principal doença da cultura, a ferrugem alaranjada causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk & Br. Dependendo da altitude, das condições climáticas e estado nutricional das plantas a ferrugem pode causar perdas de até 50% na produção (ZAMBOLIM et al., 2002).

Além das perdas da produção, é de relevância o custo de controle da ferrugem que dependendo do produto utilizado e da tecnologia de aplicação pode ser representativo no custo final de produção do café. Também é de importância o risco de contaminação ambiental pela utilização excessiva de defensivos, bem como a exposição dos trabalhadores a esses produtos, podendo acarretar problemas para a saúde dos mesmos.

O desenvolvimento de cultivares resistentes e/ou tolerantes às pragas e doenças tem papel importante no aumento de produtividade, diminuição de custos de produção e garantia de maior sustentabilidade do sistema de produção.

Uma das estratégias utilizadas pelos programas de melhoramento de café do Brasil visando resistência à ferrugem é o acúmulo de genes de

resistência qualitativa, presentes nos materiais derivados de "Híbrido de Timor", conjuntamente com genes de efeitos quantitativos presentes, por exemplo, em linhagens do "Icatu" (FAZUOLI et al., 2002; SERA; ALTEIA; PETEK, 2002; VÁRZEA et al., 2002), bem como em materiais derivados de "Híbrido de Timor" (PEREIRA et al., 2002).

Selecionar materiais com maior vigor vegetativo também é uma estratégia que aumenta a produtividade de cultivares (SEVERINO et al., 2000), pois indica maior eficiência em absorver nutrientes e é menos vulnerável às condições edafoclimáticas desfavoráveis (PETEK et al., 2001). Outra característica que está relacionada com a produtividade é o tamanho dos grãos que proporciona maior rendimento na secagem e no beneficiamento (FAZUOLI, 1977).

Dessa forma objetivou-se com o presente trabalho selecionar progênies de *Coffea arabica*, oriundos do cruzamento das cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo com Icatu e descendentes de Híbrido de Timor, visando selecionar progênies produtivas e com boas características agronômicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Melhoramento genético do cafeeiro no Brasil

Segundo Matiello et al. (2005), a história do melhoramento genético do cafeeiro teve início com a introdução dos primeiros cafeeiros em território brasileiro.

A primeira variedade plantada, oriunda da introdução de sementes e mudas efetuada no país em 1727, foi o café Nacional, Crioulo, Typica ou Comum. Até hoje pode se encontrar desses cafeeiros em bosques ou fundos de quintal nos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo (Vale do Paraíba) e Minas Gerais, e em maior escala nas plantações tradicionais, sombreadas, em Pernambuco e no Ceará.

A partir de 1864, foi introduzida no país a variedade “Bourbon Vermelho”, trazido das ilhas Reunião, aqui ocupando grandes áreas de cultivo.

Em 1870 apareceu, em Botucatu – SP, o “Amarelo de Botucatu”, como uma mutação do Typica, de frutos amarelos, que despertou interesse a princípio, mas que não se difundiu, pois era menos produtivo que o Typica.

O café Sumatra foi introduzido no Brasil, por volta de 1896, sendo importado de ilha do mesmo nome na Indonésia. Foi bastante plantado em São Paulo e depois se difundiu para o Paraná.

O Bourbon Amarelo, surgido em Pederneiras – SP foi resultado do cruzamento entre o Bourbon Vermelho com o Amarelo de Botucatu, sendo selecionado a partir de 1945 e distribuído para plantio, e até hoje vem sendo plantado em pequena escala.

A partir de 1930 foi encontrado o café Caturra, resultado de mutação no Bourbon Vermelho, identificado na Serra do Caparaó. Os cafeeiros Caturra

apresentavam porte baixo, com boa produtividade nos primeiros anos, em seguida entrando em degenerescência, devido ao seu baixo vigor.

Em 1935 foi descrito o Maragogipe AD, produto da recombinação do Maragogipe com Bourbon Vermelho, sendo mais produtivo que o Maragogipe, porém inferior ao Bourbon.

Até essa data, pode-se dizer que ficou marcada como a primeira fase do melhoramento genético do cafeeiro no Brasil. Este período considerado empírico (MENDES; GUIMARÃES; SOUZA, 2002), por ser realizado pelos próprios produtores que selecionavam as plantas mais produtivas e os novos materiais introduzidos, para colher sementes e formar mudas para as novas plantações.

A segunda fase do melhoramento genético do cafeeiro no Brasil teve início no começo da década de 1930, quando foi criada a Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Nessa ocasião dava-se início a um complexo programa de investigação sobre o cafeeiro (CARVALHO, 1985). Desta forma começaram a ser utilizadas metodologias científicas nos programas de melhoramento do cafeeiro, conseguindo ganhos mais expressivos com a seleção, principalmente em relação à produtividade. Em seguida passou a dar ênfase aos estudos de caracteres de interesse agrônomo como porte, arquitetura, desenvolvimento e vigor das plantas (GUIMARÃES; MENDES; SOUZA, 2002).

Em 1943 teve início a seleção da cultivar Mundo Novo (oriundo do cruzamento natural entre o Bourbon Vermelho e o Sumatra). Esta cultivar chegou a ter acréscimo de 225% na produtividade, em relação à variedade Typica. Também foi efetuado em seguida, em 1949, o cruzamento entre as cultivares Mundo Novo e Caturra, para dar origem à seleção da cultivar Catuaí, atualmente com Mundo Novo, as duas cultivares mais plantadas no país, aproximadamente 90% da área cultivada com café arábica (MATIELLO et al., 2005).

Os trabalhos atuais de melhoramento do cafeeiro visam, além de aumento da produtividade, a melhoria de outras características agronômicas como qualidade de bebida, atributo importante diante de mercados cada vez mais exigentes, e seleção de cultivares adaptadas às diferentes condições e sistema de cultivo, e ainda, resistências às pragas e doenças (MENDES; GUIMARÃES, 1998).

Uma particularidade do cafeeiro são que estes iniciam sua fase reprodutiva por volta do segundo ou terceiro ano após o plantio. A produção tende a crescer, com menos oscilação bienal até o quinto ano, e após isto, entra em um período de acentuada oscilação bienal de produção (FAZUOLI, 1977). Com ciclo de produção superior a 20 anos, atinge as produções máximas entre o décimo primeiro e décimo quarto ano após o início de produção; a partir daí, entra em um período de declínio de produção (CARVALHO et al., 1973; FAZUOLI, 1977; MEDINA et al., 1984). O ciclo longo torna necessário um período experimental de vários anos consecutivos de avaliação da produção, para se poder estimar o potencial produtivo total de genótipos de cafeeiros. Assim, o tempo gasto e as grandes áreas experimentais que demandam, tornam os programas de melhoramento de cafeeiro onerosos. Dessa forma é vantajoso aos programas de melhoramento do cafeeiro praticar seleção de genótipos superiores, com base na produção dos primeiros anos, quando se tem materiais genéticos em gerações mais avançadas.

Hoje as principais instituições que pesquisam e trabalham com o melhoramento genético do cafeeiro são: o Instituto Agronômico de Campinas (IAC), o Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), a Fundação PROCAFÉ (MAPA), o Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) juntamente com a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV).

2.2 Ferrugem alaranjada do cafeeiro

De acordo com Abreu e Souza (1978) dois tipos de ferrugem podem incidir no cafeeiro. A ferrugem farinhosa, causada por *Hemileia coffeicola* Maubl. & Rogers, descoberta e classificada em 1932, de menor importância, ocorrendo somente sobre *Coffea arabica* e restrita à África Central e Ocidental. Já a ferrugem alaranjada, descrita no Ceilão (Sri Lanka) por Berkeley (1869), tendo como agente causal o fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., tem sido o principal problema da cultura do café em todas as regiões do mundo onde ele é cultivado.

A ferrugem alaranjada do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) foi pela primeira vez constatada no Brasil em Itabuna, sul da Bahia em 1970 e, apesar das medidas tomadas na época para conter a disseminação do patógeno, sua presença é verificada em todas as regiões cafeeiras do país (CORREA JÚNIOR, 1990). Enquanto em outros países a expansão da ferrugem se deu lentamente, em nossas condições, apenas dois anos foram suficientes para que as principais regiões cafeeiras do país fossem atingidas (MIRANDA, 2003). O nome do gênero *Hemileia* se deve ao fato de os esporos possuírem metade da parede celular de aspecto liso e a espécie como *vastatrix*, em função de sua rápida disseminação (BERKELEY, 1869). A disseminação pode ocorrer pela ação do vento, pelas gotas de chuva, pelo escoamento de água das margens do limbo para a superfície inferior, pelo homem durante a execução dos tratamentos culturais, e por insetos e outros animais que entram em contato com plantas infectadas.

Em lavouras adultas, a doença causa desfolha das plantas, resultando na redução da área fotossinteticamente ativa com consequente morte de ramos produtivos afetando o florescimento, o pegamento de frutos e a produção no ano

seguinte (CHALFOUN; ZAMBOLIN, 1985), podendo causar danos na produção de até 50% (ZAMBOLIM et al., 1999).

As condições ambientais influenciam a taxa de desenvolvimento do patógeno, sendo que a temperatura entre 20 e 25°C e umidade relativa alta, favorecem o desenvolvimento do fungo. Chuvas frequentes, espaçamentos mais adensados e tratos culturais inadequados também favorecem a epidemiologia da doença (MATIELLO, 1991). Nessas condições e nos anos em que ocorrem altas produções, há um aumento no ataque do patógeno (MARIOTTO et al., 1974).

O fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. incide predominantemente nas folhas, sendo raro seu aparecimento em frutos, extremidades de folhas novas, ou caule (ESKES; SOUZA, 1981). Segundo Matiello e Almeida (2006), o fungo causador da doença é obrigatório, ou seja, permanece nas plantas durante todo o ano, causando maior ou menor dano conforme a produtividade, a região e a época do ano agrícola, estando presente nas principais regiões produtoras do mundo na forma de diferentes misturas de raças.

Os trabalhos pioneiros sobre a especialização fisiológica de *H. vastatrix* foram realizados por Mayne (1936), em Mysore. Segundo o autor, como nas ferrugens dos cereais, existiam diferentes raças do fungo; diferenciadas uma das outras pela presença dos genes de virulência. Foi observado que uma raça era capaz de atacar a variedade de café Coorg, mas não a Kent's, enquanto outra atacava ambas (VÁRZEA et al., 2002). Segundo Matiello et al. (2005), o fungo da ferrugem está em constante mudança por razões pouco entendidas, incluindo mutações, recombinações genéticas ou a própria seleção de tipos raros encontrados nas misturas de raças. Essas mudanças resultam na frequente detecção de novas raças, que passam a infectar as cultivares, até então, selecionadas para resistência a esse fungo.

Embora o controle da ferrugem mais utilizado em todo o mundo seja realizado por meio de tratamentos fungicidas (ZAMBOLIM; VALE, 2003), há

muito se procura obter novas cultivares com resistência ao patógeno, dispensando total ou parcialmente a aplicação de fungicidas; desta forma, podendo substituir cultivares tradicionais de arábica, muito susceptíveis. Contudo, o contínuo aparecimento de novas raças fisiológicas do patógeno tem ocasionado a “quebra” de resistência das cultivares utilizadas pelos agricultores (VÁRZEA et al., 2002), que inicialmente foram consideradas resistentes.

2.3 Resistência à ferrugem, Híbrido de Timor e Icatu

De acordo com Matiello (1991) o controle da doença, através do emprego variedades resistentes é, teoricamente, o mais eficiente e econômico. Muitas linhagens de cafeeiro com resistência à ferrugem foram pesquisadas no Brasil, principalmente a partir da década de 70. Inicialmente foram liberados materiais com fatores simples, em mistura como o Iarana, porém mostrou-se com baixas produtividades e más características agronômicas, logo sendo abandonado (MATIELLO; ALMEIDA, 2006). Depois foram introduzidos e testados os híbridos conhecidos como Catimores ou Sarchimores, os quais, apesar da boa resistência e produtividade, inicialmente não foram aprovados devido ao seu baixo vigor.

A maioria das cultivares melhoradas resistentes à ferrugem, atualmente em cultivo, tem como fonte de resistência o material denominado de Híbrido de Timor (HDT), material selecionado pelo Centro Internacional Investigação das Ferrugens do Cafeeiro -CIFC (VÁRZEA et al., 2002).

O HDT tem sua origem possivelmente em um cruzamento natural entre *C. canephora* e *C. arabica*, sendo que as plantas apresentam fenótipo próximo ao de *C. arabica* e mostraram boa variabilidade para caracteres de vigor, produtividade, tamanho e formato de fruto (CARDOSO, 1978). Estes possuem, pelo menos, cinco genes dominantes SH5, SH6, SH7, SH8 e SH9, que isolados

ou em associação, condicionam variáveis de resistência às raças do *H. vastatrix* e que caracterizam os grupos R, 1, 2 e 3.

A população de Híbrido de Timor, pelas suas características de similaridade com as cultivares de *C. arabica*, constitui-se em um germoplasma de grande importância para o Melhoramento Genético do Cafeeiro, como fonte de resistência às doenças. Ela é constituída de genótipos com grande variabilidade genética, portadores de genes de resistência à ferrugem-alaranjada-do-cafeeiro, causada por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br.; à antracnose-dos-frutos-do-cafeeiro, ou *coffee berry disease* – CBD, causada por *Colletotrichum kahawae*, à bacteriose, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *garçae*; ao nematóide-das-galhas, *Meloidogyne exigua*, e possivelmente a outros patógenos. Este sempre foi visto como muito promissor e é muito utilizado para incorporação e obtenção de cultivares de cafés resistentes à ferrugem (PEREIRA, 1995).

Vários autores puderam comprovar a resistência à ferrugem dos materiais de Híbrido de Timor ou materiais híbridos que tenham como um dos genitores o Híbrido de Timor (BRITO et al., 2005; FONTES et al., 2001).

Do cruzamento entre HDT e Villa Sarchi (Sarchimores) foram obtidos os cultivares Obatã, Tupi e Iapar 59, todas apresentando resistência à ferrugem, porte baixo e peneira média alta e sendo indicadas para plantios mais adensados (MENDES; GUIMARÃES; SOUZA, 2002).

Outra linha que vem sendo trabalhada com sucesso sob a condução da Empresa de Pesquisas Agropecuárias de Minas Gerais (EPAMIG) é o cruzamento do HDT diretamente com cultivares do grupo Catuaí. Progenies avançadas desses materiais já foram lançadas pela EPAMIG com os nomes comerciais de Paraíso MG1 (PEREIRA et al., 2002), Catiguá MG1, Catiguá MG2 e Catiguá MG3 (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE

MINAS GERAIS - EPAMIG, 2004b), Pau Brasil MG1 (EPAMIG, 2004c), Sacramento MG1 (EPAMIG, 2004d) e Araponga MG1 (EPAMIG, 2004a).

De acordo com Carvalho et al. (2008), a cultivar Araponga MG1 é derivada da hibridação artificial entre a cultivar Catuaí Amarelo IAC 86 e a seleção de Híbrido de Timor UFV 446-08, sendo sua primeira geração (F_1) conduzida sob designação de H 516, e lançamento em geração F_6 . A cultivar apresenta produtividade, altura e diâmetro de copa ligeiramente superiores ao da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144. Destaca-se pelo alto vigor vegetativo, boa arquitetura de plantas, alta produtividade e resistência à ferrugem, além de apresentar qualidade de bebida idêntica de cultivares comerciais como Catuaí e Mundo Novo.

De acordo com Carvalho et al. (2008), a cultivar Paraíso MG H 419 – 1 é também resultante de cruzamento artificial, entre a cultivar Catuaí Amarelo 30 e a seleção de Híbrido de Timor UFV 445-46, cruzamento este que em geração F_1 recebeu a identificação de H 419. Posteriormente foi lançada sob mistura de sementes de oito progênies, em geração F_4 , como o nome de Paraíso MG H 419-1. Este material apresenta alto nível de resistência ao agente causal da ferrugem do cafeeiro, e segregação em relação aos nematóides das galhas, podendo apresentar cafeeiros resistentes e susceptíveis. Apresenta altura, diâmetro e volume de copa inferior a cultivar Catuaí Vermelho IAC 15, além de ser bastante produtiva.

Bonomo et al. (2004) trabalhando com descendentes de HDT destacaram a progênie 505-9-2 como material de porte alto, produtivo e vigoroso, enquanto a 514-7-10 e a 514-7-6, além de produtivas e vigorosas, apresentaram porte baixo semelhante à cultivar Catuaí Vermelho IAC 15, porém com média de produção de grãos superiores ao Catuaí. Em trabalho de avaliação de progênies F_4 resultantes do cruzamento entre Catuaí Amarelo com Híbrido de Timor em São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais, Pereira et al. (2001)

obtiveram resultados que indicam ser possível obter progênies desse cruzamento com elevada produção e estável, apresentando potencial para obtenção de cultivares de porte baixo e resistentes à ferrugem.

Além do HDT foi aproveitada a resistência à ferrugem diretamente do *Coffea canephora*, por meio de cruzamento artificial desse material com a cultivar de Bourbon Vermelho (*Coffea arabica*), material denominado de Icatu. A cultivar Icatu apresenta-se como boa opção por apresentar rusticidade, alto vigor vegetativo, boa produção e variabilidade para resistência a ferrugem, tanto vertical quanto horizontal (ALVARENGA, 1991; FAZUOLI; CARVALHO; COSTA, 1984).

Do provável cruzamento natural entre Icatu e Catuaí Amarelo foi obtida a cultivar Catucaí. A seleção nessa cultivar, realizada pelo PROCAFÉ/MAPA, vem sendo feita com objetivo de uniformizar o porte baixo e a arquitetura das plantas (MENDES; GUIMARÃES; SOUZA, 2002).

As primeiras seleções foram efetuadas em 1988, visando sempre selecionar plantas bastante produtivas, com elevado vigor vegetativo e resistentes à ferrugem do cafeeiro, originando cultivares, tanto de frutos amarelos, quanto de frutos vermelhos. De maneira geral, as cultivares do grupo Catucaí apresentam boa capacidade de rebrota, elevado vigor vegetativo e alta produtividade, além de todas apresentarem bebida de boa qualidade (CARVALHO et al., 2008).

Dias (2002), em trabalho de competição de cultivares no Sul de Minas Gerais, observou após duas colheitas que as progênies de Catucaí Amarelo 2SL e Vermelho, apresentaram produções iguais às cultivares comerciais, como Catuaí Vermelho IAC 99 e Topázio MG 1189, além de apresentarem bom vigor vegetativo. Almeida et al. (2002), após 5 safras na Zona da Mata de Minas Gerais observaram resultados semelhantes.

2.4 Interação genótipos x ambientes

A seleção e recomendação de genótipos mais produtivos são objetivos básicos dos programas de melhoramento genético de qualquer espécie cultivada. A avaliação de progênies em vários locais é uma etapa importante na fase final de um programa de melhoramento de plantas, pois com esse recurso é possível determinar a interação dos genótipos, com os ambientes e no caso da existência, podem-se indicar os melhores genótipos para cada ambiente. O processo de seleção é frequentemente, realizado pelo desempenho dos genótipos em diferentes ambientes (local, ano e época de semeadura). Contudo, a decisão de lançamento de novas cultivares normalmente é dificultada pela ocorrência da interação genótipos x ambientes (CARVALHO et al., 2002).

A existência da interação genótipos x ambientes, para Cruz e Regazzi (1997), está associada a dois fatores. Ela pode ser simples, quando é proporcionada pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes, e complexa, quando denota a falta de correlação entre medidas de um mesmo genótipo em ambientes distintos e indica haver inconsistência na superioridade de genótipos com a variação ambiental (ROBERTSON, 1959). A interação genótipos x ambientes reduz a correlação entre o fenótipo e o genótipo. A correlação baixa indica que o genótipo superior em um ambiente, normalmente, não terá o mesmo desempenho em outro ambiente. A seleção com base no componente da interação genótipos x ambientes, pode estar eliminando constituições genéticas altamente ajustadas à ambientes específicos. Somente quando ocorre a interação complexa haverá dificuldades no melhoramento (CRUZ; REGAZZI, 1997). Além de dificultar a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade, a existência desse tipo de interação traz a necessidade de realizar avaliações em um número maior de ambientes.

A interação genótipos x ambientes não interfere apenas na recomendação de cultivares, mas também dificulta o trabalho dos melhoristas, que precisam adotar critérios diferenciados para selecionar genótipos superiores e usar métodos alternativos de identificação de material de alto potencial genético (CRUZ; REGAZZI, 1997). Sendo assim, o componente da interação genótipos x ambientes está altamente relacionado com a cultura do café cultivado em ambientes distintos.

A interação genótipos x ambientes pode ser reduzida, utilizando-se cultivares específicas para cada ambiente, ou utilizando cultivares com ampla adaptabilidade ou boa estabilidade, ou estratificando-se a região considerada em sub-regiões com características ambientais semelhantes, dentro das quais a interação passa a ser não significativa (ALLARD; BRADSHAW, 1964; RAMALHO; SANTOS; ZIRMMRMAM, 1993; SOUZA, 1985).

Os fatores ambientais que contribuem para interações com os genótipos podem ser os chamados previsíveis como, tipo de solo, comprimento do dia e práticas agrônômicas, e os não previsíveis como distribuição de chuva durante o ano, temperatura e ataque de pragas e doenças (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Um genótipo é considerado adaptado quando assimila vantajosamente o estímulo ambiental, do ponto de vista da produtividade (MARIOTTI et al., 1976). Por outro lado, pelo conceito atual de estabilidade, um genótipo é considerado estável, quando apresenta interações mínimas com os ambientes (BECKER, 1981).

No caso do cafeeiro, Vossen (1985) conceitua a estabilidade da produção do cafeeiro relacionando alta produtividade, sob amplas variações de ambiente com a capacidade de superar a bienalidade da produção.

De acordo com Verma, Chahal e Murty (1978), um genótipo ideal é aquele que apresenta alta produtividade associada, com alta estabilidade em

ambientes desfavoráveis e capaz de responderem satisfatoriamente em ambientes favoráveis. Para tanto é importante avaliar a magnitude das interações do tipo genótipos x locais, genótipos x anos, ou mesmo outras. Esse conhecimento orienta o planejamento e estratégias de melhoramento, na recomendação de cultivares, além de ser determinante na questão de estabilidade fenotípica das cultivares, para uma dada região.

O estudo da estabilidade da produção de cultivares de cafeeiro é de grande importância, considerando a diversidade de ambientes que a cultura é submetida. Ocorrem acentuadas diferenças quanto ao clima, ao solo às práticas de manejo empregadas pelos cafeicultores nas regiões produtoras e mesmo dentro de cada região e também são bastante acentuadas as variações de ambiente entre os anos de colheita (MENDES, 1994).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Materiais avaliados

Foram avaliadas 18 progênies e duas cultivares (testemunhas), pertencentes ao grupo das resistentes à ferrugem, desenvolvidas pelos programas de melhoramento genético do cafeeiro, coordenado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) em parceria com a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Universidade Federal de Lavras (UFLA). As progênies em estudo foram selecionadas através de plantas superiores da Fazenda Ouro Verde, em Campos Altos e realizada a colheita para abertura de famílias através da mistura de sementes (MS). A relação e caracterização das progênies/cultivares avaliadas no estudo estão representadas no Quadro 1.

Quadro 1 Relação e caracterização das progênies/cultivares que foram avaliadas nos experimentos nos diferentes ambientes

Nº	Identificação	Caracterização das progênies
1	Catucaí Vermelho – MS cv 01	Fruto vermelho escuro, broto bronze.
2	Catucaí Vermelho – MS cv 02	Fruto graúdo, menor diâmetro de copa e broto bronze.
3	Catucaí Vermelho – MS cv 03	Fruto vermelho escuro e arquitetura aberta.
4	Catucaí Amarelo – MS cv 01	Broto bronze e arquitetura cilíndrica.
5	Catucaí Amarelo – MS cv 02	Porte médio e broto bronze.
6	Catucaí Amarelo – MS cv 03	Maturação tardia e broto verde.
7	Catucaí Amarelo – MS cv 04	Broto verde e menor diâmetro de copa.
8	Catucaí Amarelo – MS cv 05	Porte baixo e ramificação intensa.
9	H516-2-1-1-18 MS cv 01	Broto bronze e fruto vermelho escuro.
10	H516-2-1-1-18 MS cv 02	Broto bronze, fruto graúdo e pouca resistência do pedúnculo.
11	H516-2-1-1-18 MS cv 03	Maturação tardia, broto bronze e porte médio.
12	H516-2-1-1-18 MS cv 04	Porte médio, ramificação intensa, fruto médio e broto bronze.
13	H516-2-1-1-18 MS cv 05	Fruto graúdo, pouco ramificado e folhas grandes.
14	H419-3-4-5-2 MS cv 01	Broto verde e pouca resistência do pedúnculo.

“Quadro 1, continua”

Nº	Identificação	Caracterização das progênes
15	H419-3-4-5-2 MS cv 02	Broto verde, ramo longo, fruto graúdo e pouca resistência do pedúnculo.
16	H419-3-4-5-2 MS cv 03	Broto bronze e maturação precoce.
17	H419-3-4-5-2 MS cv 04	Broto bronze, fruto vermelho e pouca resistência do pedúnculo.
18	H419-3-4-5-2 MS cv 05	Fruto vermelho e broto bronze.
19	Tupi IAC 1669-33	Porte baixo e fruto vermelho escuro.
20	Obatã IAC 1669-20	Porte baixo e maturação desuniforme.

3.2 Locais dos experimentos

As progênes/cultivares foram avaliadas em três ensaios instalados nas principais regiões produtoras de café do estado de Minas Gerais (Tabelas 1 e 2), procurando distribuir de forma a representarem as condições de ambiente existentes em cada região. Os ensaios foram instalados nas áreas experimentais da Universidade Federal de Lavras, na fazenda particular Ouro Verde, em Campos Altos e na Fazenda Experimental da EPAMIG de Patrocínio.

Tabela 1 Relação dos ambientes de instalação dos ensaios de seleção de progênes derivadas de Catuaí com Icatu e Híbrido de Timor

Nº	Município	Região do Estado	Altitude (m)	Temperatura média anual (°C)	Precipitação média anual (mm)
1	Lavras	Sul de Minas	919	19,3	1529
2	Campos Altos	Alto do Paranaíba	1230	17,6	1830
3	Patrocínio	Alto do Paranaíba	966	22,0	1620

Tabela 2 Índices pluviométricos reais, para os anos de 2007, 2008 e 2009, nos locais de instalação dos experimentos

ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS REAIS									
Mês	Lavras			Campos Altos			Patrocínio		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Janeiro	554,7	263,0	320,5	442,0	493,5	-	468,4	358,6	249,6
Fevereiro	151,3	243,3	181,7	99,2	315,5	-	316,9	327,8	165,0
Março	35,4	194,2	165,1	24,0	193,0	-	81,9	309,8	217,4
Abril	35,6	110,6	130,0	82,0	148,0	-	136,5	108,0	33,8
Maio	30,4	2,8	19,9	14,0	0,0	-	9,6	8,8	64,6
Junho	5,9	14,4	24,5	0,0	20,0	-	12,6	9,2	42,2
Julho	17,6	0,0	13,9	35,0	0,0	-	28,8	0,0	7,6
Agosto	0,0	13,9	30,5	0,0	16,5	-	0,0	7,4	30,6
Setembro	0,0	87,6	127,8	0,0	98,0	-	3,4	60,6	71,0
Outubro	130,1	106,7	124,8	93,0	51,5	-	74,8	27,8	154,4
Novembro	110,4	188,6	102,4	181,5	187,4	-	109,0	100,2	150,4
Dezembro	176,6	419,4	382,5	354,5	419,7	-	316,0	421,0	377,6
	1248,	1644,	1623,	1325,	1943,				1564,
Total	0	5	6	2	1	-	1557,9	1739,2	2

Fontes: Lavras – Estação Climatológica da Universidade Federal de Lavras; Campos Altos – Pluviômetro particular da Fazenda Ouro Verde (não realizou medição no ano de 2009); e Patrocínio – Estação Climatológica da Fazenda Experimental da EPAMIG.

Os ensaios foram plantados em dezembro de 2005. O espaçamento adotado em todos os ensaios foi de 3,5 x 0,70 m, correspondendo a 4082 plantas por hectare. Foram adotadas todas as práticas de manejo usualmente empregadas na cultura para cada região, a exceção do controle químico da ferrugem.

3.3 Delineamento e detalhes da parcela experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições e parcelas constituídas por dez plantas, sendo considerada parcela útil, todas as plantas.

3.4 Características avaliadas

As características agronômicas que foram avaliadas, com base na média dos dados das duas primeiras safras 2007/2008 e 2008/2009 (biênio), são:

- a) Produtividade (sacas/hectare): foi realizada a colheita dos frutos (litros de “café da roça”), entre os meses de maio a julho de cada ano, e depois realizado a conversão para sacas/há, por meio do rendimento dos próprios materiais, calculado no item e.
- b) Uniformidade de maturação: foram avaliadas anualmente por ocasião da colheita. Para a avaliação da uniformidade de maturação, foram amostrados frutos das quatro plantas centrais de cada parcela (um litro por parcela), em ramos plagiotrópicos localizados nos quatro quadrantes. Foi realizada a contagem dos diferentes estágios de maturação, frutos verdes, cereja, passa e seco. A uniformidade de maturação foi expressa pela porcentagem de frutos “verde” e “cereja”.
- c) Porcentagem de frutos chochos: foi utilizada a metodologia proposta por Antunes e Carvalho (1954) em que se coloca 100 frutos cereja em água, sendo considerados chochos aqueles que permaneceram na superfície.
- d) Peneira do material: uma amostra de 300 gramas de café beneficiado foi passada pelo conjunto de peneiras (18/64 a 13/64 para grãos chatos e 10/64 para grãos tipo moca), o material retido em cada peneira foi pesado determinando-se a porcentagem de cada peneira. Sendo expressa a porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima” (peneiras altas) e porcentagem de grãos tipo moca.

- e) Rendimento: através de amostras de 3 litros de “café da roça”, coletada durante a colheita, foi realizada a secagem do material, até 11% de umidade. Posteriormente foi realizada a pesagem do material depois de ser beneficiado, através do qual foi realizada a conversão, sendo expresso em litros de “café da roça”/saca de 60 kg de café beneficiado, ou seja, quanto menor o valor em litros melhor o rendimento.

3.5 Análise dos dados

O trabalho especificamente por possuir dados somente de um biênio de produção, não permitiu a avaliação no esquema de parcelas subdivididas no tempo, proposto por Steel e Torrie (1980), comumente utilizado para o cafeeiro. Portanto adotou-se para todas as características avaliadas a análise de cada experimento (ambiente), de maneira individual e também conjuntamente em todos os ambientes. Abaixo seguem os modelos estudados:

Modelo estatístico utilizado para análise individual por ambiente foi:

$$Y_{ij} = m + p_i + b_j + e_{(ji)}$$

Em que:

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

m : é a média geral

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

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

e_{ijk} : efeito do erro experimental, tendo $e_{(ji)}$ tendo $\cap N(0, \sigma^2)$.

Modelo estatístico utilizado para análise conjunta de ambientes foi:

$$Y_{ija} = m + p_i + a_l + (pa)_{il} + b_{j(l)} + e_{(ijl)}$$

Em que:

Y_{ijk} : valor médio da progênie i , do ambiente a , no bloco j ;

m : é a média geral

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

a_l : efeito do ambiente a , sendo $a = 1, 2, \dots, A$;

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

$b_{j(l)}$: o efeito do bloco j dentro do ambiente a ;

$e_{(ijl)}$: efeito do erro experimental, tendo $e_{(ijl)} \sim N(0, \sigma^2)$.

Para as estimativas dos componentes de variância nas análises conjuntas, foram consideradas as esperanças dos quadrados médios indicadas na Tabela 3, utilizando procedimento semelhante ao apresentado por Ramalho, Ferreira e Oliveira (2000).

Tabela 3 Esquema da análise de variância, esperança dos quadrados, E (QM), e expressões utilizadas para o teste F e estimadores dos componentes de variância das análises de variância conjunta

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

As análises foram feitas utilizando-se o programa computacional “Sisvar”, desenvolvido por Ferreira (2000). Para as análises de variâncias dos dados adotaram-se significâncias de 5% e de 1% de probabilidade, para o teste F. Quando diferenças significativas foram detectadas, as médias foram agrupadas pelo teste de Skott e Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Para se comparar a eficiência da seleção das progênies também foi estimado o índice de coincidência (IC) para diferentes intensidades de seleção (IS) utilizadas (16,67 e 33,33%). Isto é a proporção de progênies superiores com o mesmo comportamento para os três ambientes e para as características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima” e porcentagem de frutos cereja, desconsiderando o efeito do acaso. A população utilizada foi as 18 progênies estudadas. Para isso foi utilizada a expressão de Hamblin e Zimmermann (1986):

$$IC = \frac{A - C}{M - C} \times 100$$

em que:

C: número de progênies superiores selecionadas, devido ao acaso. Assume-se que, o número de progênies superiores selecionadas, uma proporção igual à intensidade de seleção coincida por acaso, ou seja: se das 18 progênies, decidiu-se selecionar 16,67% (ou 3 indivíduos) e 16,67% destes 3 (0,5), irão coincidir devido ao acaso.

A: número de progênies superiores selecionadas, comum aos diferentes ambientes.

M: número de progênies superiores selecionadas em um dos ambientes ou características.

Para se comparar a interação progênes x ambientes, foi estimada a decomposição do quadrado médio da interação, para as características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima” e porcentagem de frutos cereja, para os ambientes de estudo. A decomposição da interação foi proposta por Cruz e Castoldi (1991), em que a parte complexa é expressa através da equação:

$$C = \sqrt{(1 - r)^2 \times Q1 \times Q2}$$

em que:

C: valor da parte complexa da interação progênes x ambientes (para as características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima” e porcentagem de frutos cereja).

r: coeficiente de correlação simples entre progênes nos dois ambientes.

Q1: maior quadrado médio entre progênes nos dois ambientes.

Q2: menor quadrado médio entre progênes nos dois ambientes.

Estimaram-se os coeficientes de correlações simples entre progênes para cada característica nos dois ambientes. Depois foi estimada a porcentagem da parte complexa, no quadrado médio da interação, para cada característica estudada e para todos os ambientes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características agronômicas

Na Tabela 4 é representado o resumo da análise de variância dos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio, para as características produtividade, rendimento, porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima”, de grãos tipo moca, de frutos chochos, de frutos verde e porcentagem de frutos cereja.

Observa-se que houve efeito significativo em nível indicado pelo Teste de “F” para os fatores progênies e ambientes, bem como para a interação progênies x ambientes, em todas as características avaliadas no experimento. Para a interação progênies x ambientes, a significância demonstra que o comportamento das progênies não é coincidente nos ambientes avaliados, refletindo diferentes sensibilidades das progênies às mudanças do ambiente.

Os coeficientes de variação (CV's) obtidos estão coerentes com outros trabalhos onde se utilizou o mesmo tipo de dado (produção em biênio), indicando assim boa precisão experimental. Para Carvalho (1989), o coeficiente de variação mais alto pode estar relacionado às diferenças de manejo entre os anos de produção. Fazuoli (1977) ressalta que parcelas constituídas por mais plantas, como é o caso deste experimento, tendem a apresentar um menor coeficiente de variação, em comparação com experimentos de cafeeiros em que as parcelas são constituídas de uma única planta por cova, que têm seu coeficiente de variação muito aumentado.

O comportamento das progênies é apresentado pelo desdobramento do fator progênies, dentro de cada nível de ambiente (Tabela 5). Nota-se que houve efeito significativo para as características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima”, porcentagem de grãos tipo moca, porcentagem

de frutos chochos e porcentagem de frutos verdes para os três ambientes estudados. Para as características rendimento e porcentagem de frutos cereja não foi significativo somente para o ensaio de Lavras.

Para efetuar comparações entre as progênies nos desdobramentos das interações, procedeu-se a análise de médias utilizando o teste de Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade, para todas as características estudadas. Os resultados são representados a seguir nas tabelas 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12.

Tabela 4 Resumo da análise de variância para as características produtividade, rendimento, porcentagem de grãos peneira “17 acima”, porcentagem de grãos tipo moca, porcentagem de frutos chochos, porcentagem de frutos verde e porcentagem de frutos cereja, para Lavras, Campos Altos e Patrocínio, referente ao biênio

FV	GL	Quadrado Médio						
		Produtividade	Rendimento	17 acima	Moca 10	% Chocho	% Verde	% Cereja
Rep. (Ambiente)	6	211,8013**	2747,6257 ^{NS}	129,7747**	24,5544**	0,2767 ^{NS}	0,4999 ^{NS}	211,4955**
Progênes	19	236,9622**	5041,9781**	217,4102**	28,9864**	118,1925**	125,5114**	151,7159**
Ambientes	2	931,6470**	38043,7170**	3871,6988**	164,2621**	16,2920**	3179,7227**	17664,6364**
Progênes x Ambientes	38	142,7535**	3118,3549**	74,1580*	21,4869**	38,7701**	62,8707**	103,6978*
Erro	114	48,2202	1443,3686	42,9008	6,8884	0,8111	1,2052	61,2559
CV (%)	-	25,21	7,82	13,13	16,94	11,04	8,35	14,19
Progênes /Lavras	19	128,4849**	2299,5244 ^{NS}	111,9122**	27,9646**	61,2028**	87,6554**	66,4175 ^{NS}
Progênes /Campos Altos	19	255,1968**	3978,3057**	116,8368**	20,4743**	66,9825**	15,7671**	147,7834**
Progênes /Patrocínio	19	138,8094**	5000,8578**	136,9773**	23,5214**	67,5474**	147,8303**	144,9107**
Erro	114	48,2202	1443,3686	42,9008	6,8884	0,8111	1,2052	61,2559

OBS: (NS) não significativo; (*) e (**) significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

a) Produtividade

Na Tabela 5, está representado o comportamento das progênies/cultivares, para a característica produtividade (sacas/ha), sendo a média do biênio de estudo 2007/2008 e 2008/2009, nota-se que houve efeito significativo em todos os ambientes de estudo. Alguns autores relatam que a combinação das colheitas em biênios melhora a precisão experimental, por reduzir os efeitos da bienalidade da produção (BONOMO et al., 2004; CARVALHO, 1989; MENDES, 1994; SERA, 1980).

Tabela 5 Produtividade média do biênio das progênies/cultivares, expresso em sacas/ha, nos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio

Tratamento	Produtividade			Média
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	
1	35,99 a	16,97 c	28,24 b	27,07 c
2	36,67 a	17,01 c	34,54 a	29,41 c
3	27,59 b	12,83 c	26,26 b	22,23 c
4	32,06 a	15,08 c	19,38 b	22,17 c
5	32,86 a	16,08 c	26,64 b	25,19 c
6	32,25 a	12,52 c	23,23 b	22,67 c
7	26,87 b	19,25 c	24,89 b	23,67 c
8	29,79 a	20,24 c	32,03 a	27,35 c
9	28,84 a	23,73 b	22,88 b	25,15 c
10	29,99 a	32,04 b	42,76 a	34,93 b
11	22,92 b	23,60 b	35,83 a	27,45 c
12	21,42 b	17,16 c	36,93 a	25,17 c
13	31,00 a	53,41 a	41,24 a	41,88 a
14	30,33 a	22,19 c	26,05 b	26,19 c
15	36,47 a	27,89 b	38,58 a	34,31 b
16	30,45 a	27,22 b	29,49 b	29,05 c
17	14,08 b	32,67 b	19,28 b	22,01 c
18	25,11 b	21,08 c	27,42 b	24,54 c
19	31,01 a	21,98 c	28,16 b	27,05 c
20	45,93 a	27,10 b	27,04 b	33,35 b
Média	30,08 A	23,00 B	29,54 A	27,54

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em Lavras, ocorreu a formação de dois grupos distintos com superioridade das progênies 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15 e 16 que apresentaram produtividade média semelhante às cultivares Tupi e Obatã, utilizadas como testemunhas. Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira et al. (2001), ao avaliarem progênies F₄ resultantes do cruzamento entre Catuaí Amarelo com Híbrido de Timor, em São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais, obtiveram resultados que indicam ser possível obter cafeeiros desse cruzamento com elevada produção, boa estabilidade e promissoras para obtenção de cultivares de porte baixo resistentes à ferrugem. Também Dias (2002), em seu estudo com cultivares no Sul de Minas Gerais, observou após duas colheitas que as progênies de Catuaí Amarelo 2SL e Vermelho, apresentaram produções iguais às cultivares comerciais, como Catuaí Vermelho IAC 99 e Topázio MG 1190.

Para o ensaio de Campos Altos, ocorreu a formação de três grupos distintos, com produtividade média superior da progênie 13, com 53,41 sacas/ha, seguidos das progênies 9, 10, 11, 15, 16, 17 mais a cultivar Obatã, com variação de 23,60 a 32,67 sacas/ha, demonstrando o bom potencial produtivo da população em estudo e possibilidade de seleção de cafeeiros superiores.

Para o ensaio de Patrocínio, houve a formação de dois grupos, sendo as progênies 2, 8, 10, 12, 13 e 15 aquelas que apresentaram maiores médias, todos acima de 30 sacas/ha. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Bonomo et al. (2004), em trabalho com 28 progênies em F₃ do cruzamento entre Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo com Híbrido de Timor, em Patrocínio, Minas Gerais, no qual os autores identificaram progênies com produção média alta, aliada à estimativa de variância genética alta, o que permite a seleção de genótipos superiores. Também Miranda, Perecin e Pereira (2005) estudando produção em quilos de café cereja por planta, verificaram que as progênies F₅ de

Catuaí Amarelo com o Híbrido de Timor, H419-3-1-1-14 e H516-2-1-1-18 foram as mais produtivas, com produtividade superior à cultivar Catuaí.

Nota-se, que somente a progênie 13, apresentou médias superiores em todos os ambientes, seguida das progênies 2, 8, 9, 10, 11, 15 e 16, as quais apresentaram médias superiores em pelo menos dois ambientes estudados, isso evidenciando uma boa adaptabilidade, uma vez que apresentaram comportamento semelhante em ambos os ambientes. Um genótipo é considerado adaptado quando assimila vantajosamente o estímulo ambiental, do ponto de vista da produtividade (MARIOTTI et al., 1976).

Para a competição entre os ambientes, nota-se a superioridade dos ensaios instalados em Lavras e Patrocínio, com médias próximas a 30 sacas/ha, para a média do biênio de estudo 2007/2008 e 2008/2009, evidenciando assim a influência do ambiente sobre as progênies, confirmando afirmações de Bartholo e Chebabi (1985), que mencionam a necessidade de se instalar o mesmo experimento em mais locais, quando se deseja selecionar progênies de cafeeiro nos programas de melhoramento genético.

b) Rendimento

O rendimento do café é uma relação entre duas quantidades de tipos de café. Assim, o rendimento é a relação do volume ou peso do “café da roça” e café beneficiado. E a principal implicação desta relação é que esta afeta diretamente a rentabilidade final do produtor, em intensidades maiores do que aparenta. Analisando a Tabela 6, onde estão representados os rendimentos médios (litros de “café da roça”/saca de 60 kg de café beneficiado) das progênies/cultivares para todos os ambientes, observa-se que houve diferença significativa somente para os ensaios instalados em Campos Altos e Patrocínio.

Tabela 6 Rendimento médio do biênio das progênies/cultivares, expresso em litros de “café da roça”/saca de 60 kg de café beneficiado, nos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio

Tratamento	Rendimento			Média
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	
1	496,75 a	515,72 b	515,64 b	509,37 b
2	465,50 a	511,55 b	513,69 b	496,91 b
3	559,78 a	514,70 b	513,54 b	489,65 b
4	494,42 a	474,21 a	505,74 b	491,46 b
5	489,38 a	440,05 a	449,29 a	459,58 a
6	435,10 a	457,02 a	526,32 b	472,81 a
7	455,57 a	481,66 a	455,87 a	464,37 a
8	478,88 a	514,65 b	523,17 b	505,57 b
9	471,95 a	523,37 b	562,94 b	519,42 b
10	417,84 a	469,44 a	517,51 b	468,26 a
11	449,89 a	468,95 a	548,30 b	489,05 b
12	497,51 a	463,96 a	527,35 b	496,27 b
13	461,18 a	423,59 a	547,81 b	477,53 a
14	446,99 a	438,86 a	446,70 a	444,18 a
15	423,55 a	451,45 a	445,12 a	440,04 a
16	460,98 a	433,78 a	481,35 a	458,70 a
17	524,54 a	416,21 a	597,77 b	512,84 b
18	483,99 a	507,17 b	524,31 b	505,16 b
19	483,97 a	498,12 b	544,94 b	509,11 b
20	443,60 a	536,57 b	535,76 b	505,31 b
Média	466,11 A	477,05 A	514,16 B	485,77

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para o ensaio de Campos Altos, ocorreu a formação de dois grupos distintos, com variação entre 416,21 a 536,57 litros, sendo as progênies superiores 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17. Para o experimento conduzido em Patrocínio, também ocorreu à formação de dois grupos, com superioridade das progênies 5, 7, 14, 15 e 16, sendo as mesmas que apresentaram rendimentos médios superiores nos três ambientes. Quando se avalia os rendimentos das progênies superiores verificam-se valores comuns aos padrões locais. Essa característica apresenta elevada correlação com

precipitação, para tanto, encontra-se na Tabela 2 os dados pluviométricos para os três ambientes, que demonstra ter havido precipitação suficiente nas principais etapas do ciclo reprodutivo das plantas, como floração e enchimento de grãos.

Quando se avalia o rendimento médio dos ambientes, nota-se superioridade dos ensaios instalados em Lavras e Campos Altos, tendo o ensaio de Patrocínio o maior valor médio, com 514,16 litros, valor este que implica em uma maior quantidade “café da roça” para formação de uma saca de café beneficiado. Isto deve ser explicado pelo fato de que neste ensaio, houve maior porcentagem de frutos verdes para o biênio de produção, e estes ainda não devem ser colhidos pelo fato de não estarem com o ciclo fisiológico completo e baixo acúmulo de matéria seca, ou seja, um menor peso e tamanho dos grãos e ocasionando um maior valor de rendimento. Em trabalho de Ferroni e Tuja (1992) que consistia da adição de diferentes quantidades de frutos verdes a frutos cereja, os autores puderam constatar que a adição crescente de frutos verdes ao fruto cereja, diminuía o volume e o peso do café em coco, o peso do café beneficiado e a porcentagem de grãos peneira 16 e acima, requerendo um maior volume de café para obtenção de uma saca de 60 kg.

c) Porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima”

Na Tabela 7 está representado o comportamento das progênes/cultivares para a característica porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima”, em porcentagem, para o biênio, nos três ambientes estudados.

Tabela 7 Porcentagem média de grãos retidos em peneira “17 acima” do biênio das progênies/cultivares, expressa em porcentagem, dos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio

Tratamento	17 acima			Média
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	
1	47,80 b	41,43 a	47,76 b	45,66 b
2	48,71 b	54,84 a	47,55 b	50,37 a
3	47,71 b	45,85 a	54,34 a	49,30 b
4	52,10 b	38,51 b	56,94 a	49,18 b
5	51,38 b	43,05 a	58,02 a	50,82 a
6	64,20 a	41,79 a	64,46 a	56,82 a
7	60,55 a	45,60 a	63,81 a	56,65 a
8	53,07 b	39,55 b	52,79 a	48,47 b
9	52,74 b	43,62 a	47,48 b	47,95 b
10	57,86 a	48,92 a	59,20 a	55,33 a
11	63,93 a	44,51 a	55,75 a	54,73 a
12	42,60 b	30,65 b	39,65 b	37,63 c
13	56,41 a	36,81 b	59,05 a	50,76 a
14	64,13 a	40,56 a	56,56 a	53,75 a
15	64,05 a	44,71 a	59,81 a	56,19 a
16	57,41 a	38,98 b	56,22 a	50,87 a
17	54,84 b	38,80 b	49,21 b	47,62 b
18	55,13 b	30,92 b	57,11 a	47,72 b
19	53,70 b	32,45 b	43,80 b	43,31 b
20	56,86 a	31,58 b	45,62 b	44,69 b
Média	55,26 A	40,66 B	53,76 A	49,89

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Comparando a porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima”, para todos os ambientes, observa-se que houve a formação de dois grupos distintos nos três ensaios. Sendo que as progênies 6, 7, 10, 11, 14 e 15 apresentaram médias superiores, para a característica, em todos os ensaios. Também as progênies 3, 5, 13 e 16 apresentaram médias superiores em pelo menos dois ambientes de cultivo, sendo as progênies 3 e 5, nos ensaios da Região do Alto Paranaíba e as progênies 13 e 16, nas cidades de Lavras e Patrocínio. Estes resultados demonstram a superioridade das progênies em

comparação com as cultivares utilizadas como testemunhas. Maluf et al. (2000), trabalhando com progênies de cafeeiros, encontraram como produtoras de peneira média alta, as progênies Obatã e Catuaí Amarelo. Para Dias (2002), em trabalho com café, encontrou, para Obatã, Sarchimor e Catuaí Amarelo, 76,5, 73,4 e 74,9% de grãos retidos em peneira 16 acima, respectivamente.

Quando se compara os ambientes isoladamente, como para outras características já descritas, nota-se superioridade dos ensaios instalados em Lavras e Patrocínio, com valores superiores a 50,00 % de grãos de peneiras altas. Corroborando com a afirmação que, um maior tamanho dos grãos está diretamente ligado com a produtividade proporcionando maior rendimento na secagem e no beneficiamento (FAZUOLI, 1977), visto que as progênies que apresentaram médias superiores para esta característica também foram aquelas que apresentaram comportamento superior para produtividade e rendimento.

d) Porcentagem de grãos tipo moca

Na Tabela 8, estão representados os valores médios de grãos tipo moca das progênies/cultivares, em porcentagem, característica esta diretamente ligada à qualidade e aspecto físico do produto final, sendo que quanto maior o valor, menor será a qualidade e aspecto físico das amostras.

Tabela 8 Porcentagem média de grãos tipo moca do biênio das progênies/cultivares, expressa em porcentagem, nos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio

Tratamento	Moca 10			Média
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	
1	20,14 b	12,77 a	15,22 b	16,04 b
2	21,64 b	14,35 a	15,20 b	17,06 b
3	22,57 b	16,55 b	15,58 b	18,23 b
4	18,90 b	13,37 a	11,53 a	14,60 a
5	18,28 b	11,06 a	10,35 a	13,23 a
6	15,66 a	14,97 a	11,18 a	13,94 a

“Tabela 8, continua”

Tratamento	Moca 10			Média
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	
7	17,52 b	15,07 a	12,17 a	14,92 a
8	17,94 b	14,54 a	14,08 b	15,52 a
9	18,69 b	14,09 a	17,37 b	16,72 b
10	18,43 b	11,32 a	9,95 a	13,23 a
11	16,54 b	15,72 a	10,34 a	14,20 a
12	18,13 b	15,48 a	17,55 b	17,05 b
13	13,73 a	19,89 b	13,25 a	15,62 a
14	10,90 a	16,67 b	11,92 a	13,16 a
15	13,13 a	18,06 b	11,98 a	14,39 a
16	15,07 a	13,55 a	11,86 a	13,50 a
17	17,23 b	16,42 b	19,08 b	17,58 b
18	20,17 b	19,79 b	18,47 b	19,48 b
19	12,67 a	18,68 b	14,23 b	15,19 a
20	14,79 a	19,28 b	14,67 b	16,25 b
Média	17,11 C	15,58 B	13,80 A	15,5

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Portanto quando se avaliou os ambientes separadamente, nota-se superioridade do ensaio conduzido em Patrocínio, seguido de Campos Altos e Lavras, com valores médios respectivamente de 13,80, 15,58 e 17,11% de grãos tipo moca. Para Toledo-Piza e Curi (1986), em trabalho com 12 amostras de café, puderam observar porcentagens médias de 81,50% de grãos tipo chato, 5,75% de grãos tipo moca e 2,25% de grãos tipo concha. Para o ensaio estudado, os valores médios de grãos tipo chato ficaram próximos, com 82,89, 84,42 e 86,20%, respectivamente para os ambientes, Lavras, Campos Altos e Patrocínio.

Quando avaliado o comportamento das progênes dentro de cada ambiente, destaca-se as progênes 6 e 16, que apresentaram menores valores de grãos tipo moca em todos ambientes, seguido das progênes 4, 5, 7, 10, 11, 13, 14 e 15 que apresentaram menores valores médios, em pelo menos, dois ambientes de estudo. Guimarães, Mendes e Souza (2002) citam que, para sementes, o critério de padronização indica tolerância máxima de 12% de

sementes moca, resultados semelhantes foram encontrados nas progênies em estudo.

e) Porcentagem de frutos chochos

Na Tabela 9 é representado o comportamento das progênies/cultivares em cada ambiente e na média geral dos três ambientes para a característica porcentagem de frutos chochos, em porcentagem. Verifica-se que houve para maioria das progênies, uma maior porcentagem de frutos normais do que chochos, com uma amplitude média de variação para frutos normais de 80,83% a 96,61% e média geral de 91,77%. Sabe-se que acima de 90,00% de frutos normais é considerado ideal pelos melhoristas durante avaliação e seleção de cafeeiros em um programa de melhoramento e é por isso, que grande parte das cultivares comerciais apresenta porcentagem de frutos normais próximo a esses valores.

Tabela 9 Porcentagem média de frutos chochos do biênio das progênies/cultivares, expressa em porcentagem, nos ambientes, Lavras, Campos Altos e Patrocínio

Tratamento	% Chocho			Média
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	
1	8,00 c	7,00 c	6,83 d	7,28 c
2	8,83 c	17,00 g	7,00 d	10,94 e
3	11,33 d	21,33 h	8,00 d	13,56 g
4	11,33 d	12,33 f	8,00 d	10,56 e
5	7,33 c	10,67 e	6,33 c	8,11 d
6	7,50 c	5,33 b	10,67 e	7,83 d
7	5,83 b	4,67 b	10,33 e	6,94 c
8	7,83 c	3,33 a	5,00 b	5,39 b
9	12,83 d	5,00 b	17,50 f	11,78 f
10	5,50 b	2,00 a	2,67 a	3,39 a
11	2,83 a	4,67 b	4,50 b	4,00 a
12	6,50 c	6,67 c	8,17 d	7,11 c
13	4,92 b	7,00 c	6,00 c	5,98 b
14	11,83 d	4,33 b	9,83 e	8,67 d
15	8,50 c	5,67 c	4,00 b	6,06 b

“Tabela 9, continua”

Tratamento	% Chocho			Média
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	
16	4,83 b	8,33 d	4,33 b	5,83 b
17	24,00 e	10,67 e	22,83 g	19,17 h
18	8,33 c	6,33 c	7,83 d	7,50 c
19	11,17 d	6,00 c	4,33 b	7,17 c
20	4,83 b	5,00 b	7,83 d	5,89 b
Média	8,70 C	7,67 A	8,10 B	8,23

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quando se analisa os ambientes, nota-se a superioridade do ensaio conduzido em Campos Altos, seguido de Patrocínio e Lavras, com médias respectivamente de 7,67, 8,10 e 8,70%. Vale destacar que em todos os ambientes as médias para porcentagem de grãos chochos, permaneceram inferior a 10,00%, indicando boa qualidade das progênies/cultivares. E que os mesmos apresentaram uma boa adaptabilidade e estabilidade fenotípica nos diferentes ambientes, tornando possível a identificação de futuras cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às melhorias do ambiente, em condições específicas ou amplas (CRUZ; REGAZZI, 2001).

Quando se avalia os ambientes separadamente pode-se observar uma grande variação nas médias. Para o ensaio instalado em Lavras, houve a formação de 5 grupos distintos, sendo que a progênie 11 foi aquele que apresentou menores valores em porcentagem de frutos chochos, seguido das progênies 7, 10, 13, 16 e da cultivar Obatã. Para o ensaio de Campos Altos, também houve a formação de grande número de grupos, com destaque das progênies 8 e 10, seguidas das progênies, 6, 7, 9, 11, 14 e da cultivar utilizada como testemunha Obatã. Para Patrocínio, nota-se a formação de 7 grupos diferentes com destaque da progênie 10, seguida das progênies 8, 11, 15 e 16.

Um destaque negativo é a progênie 17, que para a média dos três ambientes apresentou valores em porcentagem de frutos chochos muito

elevados, de 19,17%. Também as progênies 2, 3 e 4, de origem de Catucaí e 9, descendente de Catucaí com Híbrido de Timor, apresentaram elevados valores em porcentagem de grãos chochos, para a média dos três ambientes, todas acima de 10%. Para Aguiar (2001) em trabalho com diferentes linhagens de cafeeiro, pode observar que linhagens de Icatu Vermelho apresentaram alto percentual de frutos chochos e sugeriu que o problema seja de origem genética, pelo fato do material ter sido avaliado em diferentes locais. Também, para as progênies 2, 3 e 4 que apresentaram alto percentual de frutos chochos, o problema possa ser de origem genética, visto que as progênies foram estudadas em diferentes ambientes e todas descendem do cruzamento entre Catucaí e Icatu.

f) Porcentagem de frutos verdes

Na Tabela 10, é representado o comportamento das progênies/cultivares para a característica porcentagem de frutos verdes, em porcentagem, para os três ambientes estudados, Lavras, Campos Altos e Patrocínio. De acordo com o trabalho, quanto maior o percentual de frutos verdes, mais desuniforme se torna o comportamento das progênies/cultivares quanto à maturação.

Tabela 10 Porcentagem média de frutos verdes do biênio das progênies/cultivares, expressa em porcentagem, nos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio

Tratamento	% Verde			Média
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	
1	17,70 f	3,13 a	34,49 h	18,44 j
2	16,30 e	4,61 b	21,77 e	14,23 g
3	12,95 c	4,49 b	16,00 c	11,15 d
4	9,22 b	2,51 a	17,87 d	9,87 c
5	14,56 d	3,28 a	21,09 e	12,98 f
6	21,90 g	5,76 b	23,74 f	17,13 i
7	4,32 a	5,11 b	21,29 e	10,24 c
8	18,43 f	9,36 d	20,48 e	16,09 h
9	18,42 f	7,90 c	16,76 d	14,36 g
10	23,26 g	10,07 d	15,18 c	16,17 h

“Tabela 10, continua”

Tratamento	% Verde			Média
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	
11	25,14 h	7,80 c	29,32 g	20,76 k
12	24,24 h	4,48 b	22,89 f	17,20 i
13	24,24 h	3,48 a	15,28 c	14,33 g
14	10,96 b	2,16 a	5,54 a	6,22 a
15	12,08 c	3,21 a	13,38 b	9,56 c
16	15,34 d	5,22 b	14,48 c	11,68 e
17	15,12 d	2,52 a	20,69 e	12,78 f
18	14,77 d	3,54 a	4,79 a	7,70 b
19	17,18 e	3,46 a	11,67 b	10,77 d
20	14,99 d	3,77 a	15,37 c	11,38 e
Média	16,56 B	4,79 A	18,10 C	13,15

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quando se avalia a característica porcentagem de frutos verdes, observa-se que houve diferenças significativas para todos os ambientes, com formação de quatro grupos distintos, para o ensaio de Campos Altos e de oito grupos para os ensaios de Lavras e Patrocínio. Para Lavras, as progênes 6, 10, 11, 12 e 13 foram aquelas que apresentaram maiores valores em porcentagem, com variação de 21,90 a 25,14%, indicando serem as progênes menos uniformes quanto à maturação, já as progênes 3, 4, 7, 14 e 15 foram aquelas que apresentaram menores valores indicando maior uniformidade de maturação. Para Campos Altos, destacam-se positivamente as progênes 1, 4, 5, 13, 14, 15, 17 e 18, juntamente com as cultivares utilizadas como testemunhas, sendo aquelas que apresentaram maturação mais uniforme e menores valores médios em porcentagem de frutos verdes, todos eles inferior a 4,00%. Para o ensaio de Patrocínio, as maiores médias foram para as progênes 1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 12 e 17 com amplitude de variação de 20,48 a 34,39%, indicando maior desuniformidade desses materiais, para as progênes 14, 15, 18 e a cultivar Obatã, observaram-se menor porcentagem de frutos verdes, comportando-se diferentemente das progênes citadas acima.

Para a avaliação dos ambientes, nota-se que Campos Altos apresentou menor média, com 4,79%, seguida de Lavras, com 16,56% e Patrocínio, com 18,10%. Corroborando com Mendes (1994) quando disse que as regiões cafeeiras são bem distintas, cada uma com características ambientais definidas, as quais influenciam sobremaneira no comportamento do cafeeiro. Vale ressaltar que a média dos três ambientes, todas ficaram abaixo de 20%, baixo percentual de frutos verdes, sendo considerado momento ideal para início da colheita.

g) Porcentagem de frutos cereja

Na Tabela 11, é representada a porcentagem de frutos cereja, para as progênies/cultivares, para os diferentes ambientes estudados. Segundo Bartholo e Guimarães (1997) para se obter qualidade de bebida satisfatória é preciso que 80% dos frutos estejam em estágio cereja no momento da colheita. Esses mesmos autores afirmam a dificuldade em definir o ponto ideal de colheita, de forma a atender a tal condição. Desta forma consideram-se os valores encontrados nos ensaios satisfatórios, por apresentar nos ambientes Lavras e Campos Altos, médias superiores a 60%.

Tabela 11 Porcentagem média de frutos cereja do biênio das progênies/cultivares, expressa em porcentagem, nos ambientes Lavras, Campos Altos e Patrocínio

Tratamento	% Cereja			Média
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	
1	68,34 a	56,70 b	37,98 a	54,34 a
2	71,93 a	58,51 b	40,20 a	56,88 a
3	64,24 a	64,02 a	36,45 a	54,91 a
4	69,99 a	61,63 b	35,92 a	55,85 a
5	64,72 a	48,11 b	36,57 a	49,80 b
6	58,39 a	61,32 b	20,65 b	46,79 b
7	76,09 a	59,47 b	25,42 b	53,66 b
8	64,16 a	68,87 a	40,40 a	57,81 a

“Tabela 11, continua”

Tratamento	% Cereja			Média
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	
9	63,96 a	74,85 a	37,82 a	58,88 a
10	70,67 a	66,98 a	36,36 a	58,00 a
11	67,37 a	60,87 b	30,49 b	52,91 b
12	61,54 a	57,93 b	27,86 b	49,11 b
13	70,70 a	57,07 b	47,03 a	58,29 a
14	73,90 a	58,33 b	36,26 a	56,16 a
15	74,51 a	59,71 b	42,86 a	59,03 a
16	65,71 a	49,75 b	31,17 b	48,87 b
17	70,52 a	63,81 a	24,85 b	53,06 b
18	70,15 a	68,68 a	38,04 a	58,96 a
19	61,96 a	68,21 a	42,77 a	57,65 a
20	69,01 a	74,55 a	44,05 a	62,53 a
Média	67,89 A	61,97 B	35,66 C	55,17

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para o ensaio de Lavras, não houve diferença estatística pelo “Teste de F” entre as progênies, sendo a média geral do ensaio a que apresentou maiores valores (67,89%), quando comparada com os demais ambientes. Para o experimento conduzido em Campos Altos, às progênies 3, 8, 9, 10, 17 e 18, juntamente com as cultivares, utilizadas como testemunhas foram aqueles que apresentaram maiores médias, com variação de 63,81 a 74,85%, ou seja, altos valores indicando materiais mais uniformes e com possibilidade de produção de cafés de melhor qualidade. Para Patrocínio, as progênies 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 13, 14, 15 e 18, e novamente as cultivares testemunhas foram os que apresentaram maiores valores em porcentagem de frutos cereja.

Quando se procura as progênies que obtiveram destaque para esta característica, com médias superiores em todos os ensaios separadamente, destacam-se 3, 8, 9, 10, 18 e as cultivares Tupi e Obatã, indicando serem os materiais mais uniformes quanto à maturação. Visto que esta característica deve ser uma tendência dos trabalhos atuais de melhoramento do cafeeiro que

visam, além de aumento da produtividade, à melhoria de outras características agrônômicas como qualidade de bebida, diretamente ligada à porcentagem de frutos cereja e maior uniformidade de maturação, além da seleção de cultivares adaptadas às diferentes condições e sistema de cultivo, aliado às resistências às pragas e doenças (MENDES; GUIMARÃES, 1998), foco principal do estudo.

4.2 Índice de coincidência

Para se comparar a eficiência da seleção das progênies, também foi estimado o índice de coincidência que determina a proporção de progênies superiores com o mesmo comportamento nos ambientes, Lavras, Campos Altos e Patrocínio, para as características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima” e porcentagem de frutos cereja desconsiderando o efeito do acaso. Para estimar o índice de coincidência, através da expressão de Hamblin e Zimmermann (1986), foi simulada a seleção, aplicando intensidade de 16,67 e 33,33%. Na Tabela 12 são representadas as estimativas do índice de coincidência entre os ambientes para as características de estudo.

Tabela 12 Estimativas do índice de coincidência (IC) entre os ambientes, Lavras (L), Campos Altos (C) e Patrocínio (P) para as características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira 17 acima e porcentagem de frutos cereja no biênio (2007/2008 e 2008/2009)

IS (%)	Produtividade				% Peneira 17 acima				% de Frutos Cereja			
	L/C/P	L/C	L/P	C/P	L/C/P	L/C	L/P	C/P	L/C/P	L/C	L/P	C/P
16,67	0	0	20	60	0	0	60	0	0	0	20	20
33,33	0	0	0	25	25	50	50	25	0	0	25	0

Para a produtividade na maioria das situações, a coincidência entre desempenhos das progênies selecionadas foi pequena, a estimativa só foi em maior magnitude quando se compara os ambientes Campos Altos e Patrocínio, esses resultados confirmam a presença da interação progênies x ambientes. A

estimativa de 60% encontrada para os ambientes Campos Altos e Patrocínio pode ser explicada pela proximidade dos mesmos, sendo os dois municípios pertencentes à mesma região, embora as características sejam distintas e bem definidas.

Para porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima”, na intensidade de seleção de 16,67%, pode-se notar na maioria das situações, não ocorrer coincidência entre os ambientes, ocorrendo estimativa de 60% somente para Lavras com Patrocínio. Quando se faz uma seleção mais branda, com intensidade de seleção de 33,33%, nota-se um incremento nas estimativas dos índices de coincidência, resultados estes que eram esperados, onde com o aumento na intensidade de seleção ocorra aumento nas estimativas do índice de coincidência entre os ambientes. Porém, esta afirmativa ocorreu somente para a característica porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima”. De acordo com Reis (2009), em seu trabalho com matrizes e clones de Eucalipto afirma que, com a seleção mais branda das árvores no teste de progênie, ocorre um incremento na chance de coincidência de clones com melhor performance.

Para a característica porcentagem de frutos cereja, novamente se pode notar não haver coincidência entre os ambientes de estudo, e quando ocorre, apresenta-se baixas estimativas, em torno de 20%, conforme ocorreu para Lavras com Patrocínio em ambas as intensidades de seleção e para Campos Altos com Patrocínio, na intensidade de seleção mais severa.

Quando se analisa as progênies coincidentes entre diferentes ambientes para as características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima” e porcentagem de frutos cereja (Tabela 13), pode-se notar que as progênies 2, 6, 7, 8, 10, 13 e 15 foram aquelas que apresentaram comportamento coincidente para as características nos locais de estudo.

Tabela 13 Progênies coincidentes entre os ambientes, Lavras (L), Campos Altos (C) e Patrocínio (P) para as características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira 17 acima e porcentagem de frutos cereja no biênio (2007/2008 e 2008/2009)

IS (%)	Característica	IC	Genótipos
16,67	Produtividade	L/P	15
16,67	Produtividade	C/P	10 e 13
33,33	Produtividade	C/P	10, 13 e 15
16,67	Peneira	L/P	15
33,33	Peneira	L/C/P	7, 10 e 15
33,33	Peneira	L/C	7, 10, 11 e 15
33,33	Peneira	L/P	6, 7, 10 e 15
33,33	Peneira	C/P	7, 10 e 15
16,67	Cereja	L/P	15
16,67	Cereja	C/P	8
33,33	Cereja	L/P	2, 13 e 15

Para estimativa do índice de coincidência entre as médias das progênies nos diferentes ambientes para o “biênio”, nota-se semelhança entre os valores para intensidade de seleção de 16,67%, todos próximos a 20% de coincidência (Tabela 14). Quando se avalia na intensidade de seleção de 33,33%, somente para, produtividade com porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima” e produtividade com porcentagem de frutos cereja, permanece valores aproximados das estimativas.

Tabela 14 Estimativas do índice de coincidência (IC) entre as médias das características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira 17 acima e porcentagem de frutos cereja no biênio (2007/2008 e 2008/2009) nos três ambientes estudados

IS (%)	Prod./Pen./Cerj.	Prod./Pen.	Prod./Cerj.	Pen./Cerj.
16,67	20	20	20	20
33,33	0	25	25	0

A Tabela 15 representa as progênies com comportamento coincidente e superior na média das características, para o biênio de produção (2007/2008 e 2008/2009). As progênies 10, 11, 13 e 15 foram aqueles que coincidiram na média das características estudadas. Este comportamento superior das progênies

pode ser explicado por serem de mesma origem genealógica, todos descendentes de Catuaí com Híbrido de Timor.

Tabela 15 Progênies coincidentes entre as médias das características produtividade (Prod.), porcentagem de grãos retidos em peneira 17 acima (Pen.) e porcentagem de frutos cereja (Cerj.) no biênio

IS (%)	Safra	IC	Genótipos
16,67	Biênio	Prod./Pen./Cerj.	15
16,67	Biênio	Prod./Pen.	15
16,67	Biênio	Prod./Cerj.	15
16,67	Biênio	Pen./Cerj.	15
33,33	Biênio	Prod./Pen.	10, 11 e 15
33,33	Biênio	Prod./Cerj.	10, 13 e 15

4.3 Decomposição das interações

Na Tabela 16 são representadas as estimativas da fração complexa do quadrado médio da interação progênies x ambientes. A existência de respostas diferenciadas de genótipos às variações ambientais tem sido frequentemente constatada em várias espécies de plantas cultivadas, e no café não sendo diferente. Essa interação, além de influenciar os ganhos genéticos, dificulta a recomendação de um, ou de poucos cultivares, para uma longa faixa de ambientes. A existência dessa interação está associada a dois fatores: o primeiro, denominado parte simples, e o segundo, denominado parte complexa (CRUZ; CASTOLDI, 1991).

Os resultados obtidos evidenciam uma situação já relatada em outros trabalhos, na qual há predominância da parte complexa em relação à parte simples. Corroborando com Cruz e Castoldi (1991) que afirmaram maior importância da parte complexa da interação quando a correlação for baixa ($r \leq 0,20$). Também Nunes et al. (2002), no trabalho de seleção de clones de eucalipto, com avaliação em duas idades diferentes, puderam comprovar predomínio da parte complexa da interação em relação a parte simples. Segundo

Vencovsky e Barriga (1992), a quantificação dos fatores que compõe a interação é importante porque, informa ao melhorista sobre o grau de dificuldade no momento da seleção ou recomendação de cultivares. Quando há predomínio da parte simples, o trabalho de seleção é facilitado, pois a classificação genotípica, nos diferentes ambientes não se altera. A seleção pode ser feita na média dos ambientes, outrossim, quando a parte complexa é mais expressiva, torna a decisão mais difícil, uma vez que neste caso existem genótipos que são bem adaptados à ambientes específicos.

Tabela 16 Parâmetros estatísticos (QM da interação – QM (P x A); maior QM das progênies – Q1; menor QM das progênies – Q2; correlação – r; parte complexa – C; e porcentagem da parte complexa – %C) determinantes da interação progênies x ambientes e estimativas de sua fração complexa obtidas para as características produtividade, porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima” e porcentagem de frutos cereja

Variáveis	QM (P x A)	Q1	Q2	r	C	%C
Prod. - L/CA	130,95	128,82	102,69	-0,06	125,79	96,06
Prod. - L/PTC	117,00	138,80	128,82	0,12	109,55	93,64
Prod. - CA/PTC	85,97	138,80	102,69	0,47	45,83	53,31
Pen. - L/CA	98,65	116,84	111,91	0,14	91,62	92,87
Pen. - L/PTC	41,61	136,98	111,91	0,67	23,58	56,66
Pen. - CA/PTC	82,21	136,98	116,84	0,35	65,81	80,06
Cerj. - L/CA	116,25	147,78	66,42	-0,09	113,13	97,31
Cerj. - L/PTC	83,88	144,91	66,42	0,22	67,31	80,25
Cerj. - CA/PTC	110,97	147,78	144,91	0,24	96,59	87,05

Pela decomposição, a contribuição da parte complexa variou de 53,31 a 97,31% (Tabela 17). Os valores mínimos foram encontrados na análise das características produtividade, para os ambientes Campos Altos com Patrocínio, e porcentagem de grãos retidos em peneira “17 acima”, para os ambientes, Lavras com Patrocínio, cujas correlações das progênies nos dois ambientes foram acima de 0,45 e apresentaram índice de coincidência, em pelo menos uma intensidade de seleção, com valores próximos a 60%.

Os valores máximos da contribuição da parte complexa, estimados pela decomposição, estiveram associados as demais características, nos ambientes estudados, para as quais as correlações genotípicas entre locais foram as mais baixas, inferiores a 0,35. A resposta das progênies de café aos diferentes ambientes está de acordo com os conceitos de interação progênies x ambientes, citados por alguns autores (BORÉM, 1997; CRUZ; REGAZZI, 1997; RAMALHO; SANTOS; ZIRMMRMAM, 1993), os quais relatam a importância da interação para o melhoramento, pois há possibilidades de as melhores progênies em um ambiente não a serem em outro. Isto torna mais difícil a seleção ou a recomendação dessas progênies para os três ambientes. Por sua vez, o coeficiente de correlação próximo a zero não implica falta de associação entre duas variáveis, apenas reflete a ausência da relação linear entre estas variáveis (CRUZ; REGAZZI, 1997). Ressalta-se também, o fato de que o índice de coincidência, para ambas as intensidades de seleção, para as estas características, não ocorreram ou foram muito baixos, todos próximos a 20%.

Devido à grande diferença das características dos ambientes de estudo, nota-se um comportamento instável das progênies avaliadas. Este fato pode ser explicado pela interação progênies x ambientes ser fortemente significativa. E a não coincidência das progênies superiores entre as características de estudo para os diferentes ambientes é comprovada pela maior parte da fração complexa das interações, estimadas pela metodologia de Cruz e Castoldi (1991).

5 CONSIDERAÇÕES

É inquestionável a contribuição do melhoramento genético do cafeeiro para os agricultores e, sobretudo para o agronegócio café. Contudo, os ganhos esperados com melhoramento no futuro, principalmente dentro da espécie arábica, serão cada vez menores, devido ao grande avanço das cultivares atuais quando comparadas com as introduções. Novas estratégias de melhoramento deverão ser utilizadas para se continuar obtendo sucesso, como melhoria na uniformidade de maturação dos frutos, predisposição à qualidade bebida superior, aumento na porcentagem de grãos de peneira alta, frutos com baixa resistência do pedúnculo, ou seja, facilidade para colheita mecanizada, entre outras qualidades agronômicas de interesse para a cafeicultura atual e futura.

Para o presente trabalho ficou evidente o potencial superior das progênies em estudo, confirmando progênies promissoras para as diferentes regiões produtoras do estado de Minas Gerais e com qualidades agronômicas diferenciadas. Devido à interação das progênies x ambientes, em sua maior participação a predominância da parte complexa em relação à simples, evidencia a baixa ou não coincidência das progênies nos diferentes ambientes, dificultando uma recomendação generalizada para as diferentes regiões cafeeiras do estado. Pelo exposto, parece uma tendência a regionalização na recomendação de cultivares de café. O resultado evidenciado no trabalho pode auxiliar na explicação da baixa adoção de cultivares resistentes por parte dos produtores, uma vez que, seu comportamento pode não ser coincidente para as diferentes regiões cafeeiras. Sabe-se que o predomínio é de cultivares dos grupos Mundo Novo e Catuaí, susceptíveis à ferrugem, de grande adaptabilidade e estabilidade, e fácil aceitação pelos produtores.

Do trabalho desenvolvido até agora, as progênies estudadas apresentaram grande variação no comportamento para as características

avaliadas nos diferentes ambientes, tornando-se progênies em potencial, para dar origem a novas cultivares ou mesmo selecioná-las para avanço de geração e contínuo trabalho de melhoramento. Dentre as que se destacaram, foram as progênies 10, 11, 13, 15 e 16 que para a maioria das características avaliadas apresentaram comportamento superior nos diferentes ambientes e também foram aquelas que apresentaram comportamento coincidente nos estudos genéticos.

Assim como na tendência de seleção de progênies promissoras, algumas progênies que não apresentaram comportamento de interesse ou desejado para alguma característica em estudo, não significa dizer que devam ser descartadas, podendo ser aproveitadas por outras características de interesse, e necessitando serem trabalhadas nos aspectos inferiores em contínuos trabalhos de aperfeiçoamento e melhoramento genético.

6 CONCLUSÕES

Existe grande variabilidade entre as progênies estudadas e as regiões cafeeiras, evidenciando a importância do estudo para o melhoramento genético de cafeeiros e orientando o planejamento e estratégias no melhoramento e na recomendação de futuras cultivares.

As progênies H516-2-1-1-18 MS cv 02, H516-2-1-1-18 MS cv 03, H516-2-1-1-18 MS cv 05, H419-3-4-5-2 MS cv 02 e H419-3-4-5-2 MS cv 03 se destacaram em relação às demais devendo ser utilizadas nos trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. S.; SOUZA, S. M. C. Café: ferrugem do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 73, p. 50-51, 1978.
- AGUIAR, A. T. da E. **Descritores para caracterização de cultivares e linhagens de café tipo arábica**. 2001. 98 p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, p. 503-507, 1964.
- ALMEIDA, S. R. et al. Competição de híbridos diversos de cafeeiros com resistência à ferrugem, oriundos da FEX, Varginha, na Zona da Mata de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: MAA-SDR/PROCAFÈ, 2002. p. 41-42.
- ALVARENGA, A. de P. **Produção e outras características de progênes de café Icatu (*Coffea spp*)**. 1991. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.
- ANTUNES FILHO, H.; CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro, ocorrência de lojas vazias em frutos de café Mundo Novo. **Bragantia**, Campinas, v. 13, n. 14, p. 165-179, 1954.
- 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.
- BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 33-42, 1997.
- BECKER, H. C. Correlations among some statical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, Wageningen, v. 30, n. 3, p. 835-840, Mar. 1981.
- BERKELEY, M. J. **The gardner's chronicle**. London: The Gardner's Chronicle and Agricultural, 1869. 11 p.

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

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 547 p.

BRITO, G. G. et al. Padrão de herança de fonte de resistência do cafeeiro a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA, 2005. 1 CD-ROM.

CARDOSO, R. M. L. Prospecção de raças de *Hemileia vastatrix* em germoplasma de café, para seleção de cafeeiros de grupos fisiológicos com elevada resistência à ferrugem. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1., 1994, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1996. p. 305.

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

CARVALHO, A. et al. Melhoramento do cafeeiro: produtividade e outras características de vários cultivares em Monte Alegre do Sul. **Bragantia**, Campinas, v. 32, n. 13, p. 245-260, 1973.

CARVALHO, C. G. P. de et al. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 989-1000, jul. 2002.

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

CARVALHO, S. P. **Metodologia de avaliação do desempenho de progênies de cafeeiro *Coffea arabica***. 1989. 68 f. Dissertação (Mestrado Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1989.

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

CORREA JÚNIOR, A. **Estudos bioquímicos e fisiológicos da diferenciação de estruturas de infecção da ferrugem do café (*Hemileia vastatrix* Berk e Br.)**. 1990. 146 f. Tese (Doutorado em Biologia na Agricultura e Ambiente) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1990.

CRUZ, C. D.; CASTOLDI, F. L. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 38, n. 219, p. 422-430, 1991.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 390 p.

_____. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2001. 390 p.

DIAS, F. P. **Caracterização de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) por meio de técnicas multivariadas**. 2002. 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

EMPRESA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS.
Araponga MG 1: cultivares de café resistentes á ferrugem. Belo Horizonte, 2004a. Não paginado. Folder.

_____. **Catiguá MG 1 e Catiguá MG 2**: cultivares de café resistentes á ferrugem. Belo Horizonte, 2004b. Não paginado. Folder.

_____. **Pau Brasil MG 1**: cultivares de café resistentes á ferrugem. Belo Horizonte, 2004c. Não paginado. Folder.

_____. **Sacramento MG 1**: cultivares de café resistentes á ferrugem. Belo Horizonte, 2004d. Não paginado. Folder.

ESKES, A. B.; SOUZA, E. Z. Ataque de ferrugem em ramos, com e sem produção de plantas do cultivar Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9., 1981, São Lourenço. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1981. p. 186-188.

FAZUOLI, L. C. **Avaliação de progênies de café Mundo Novo (*C. arabica* L.)**. 1977. 146 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1977.

FAZUOLI, L. C.; CARVALHO, A.; COSTA, W. M. Avaliação de progênies e seleção no cafeeiro Icatu. **Bragantia**, Campinas, v. 42, n. 16, p. 179-189, 1984.

FAZUOLI, L. C. et al. Melhoramento do cafeeiro: variedades tipo arábica obtidas no Instituto Agronômico de Campinas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002. cap. 5, p. 163-215.

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

FERRONI, J. B.; TUJA, F. P. Observações sobre rendimentos e tipo do café em várias misturas de frutos verdes e maduros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 18., 1992, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 1992. p. 112-113.

FONTES, J. R. M. et al. Avaliação da resistência a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. Et Br.) em cafeeiros F₁ de RC₁ oriundos do cruzamento Híbrido de Timor x Catuaí. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 48, n. 280, p. 649-657, nov./dez. 2001.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. Noções de processamento pós colheita, secagem e beneficiamento de café. In: _____. **Cafeicultura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p. 294-300.

HAMBLIN, J. E.; ZIMMERMANN, M. J. de O. Breeding common bean for yield in mixtures. **Plant Breeding Reviews**, New York, v. 4, n. 8, p. 245-272, Aug. 1986.

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

MARIOTTI, J. A. et al. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar: I., interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronomica del Noroeste Argentino**, Tuculman, v. 13, n. 1/4, p. 105-127, 1976.

MARIOTTO, P. R. et al. Efeito da produção sobre a incidência de ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 2., 1974, Poços de Caldas. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1974. p. 144-145.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo.** São Paulo: Globo, 1991. 363 p.

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

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

MAYNE, W. W. **Annual report of the coffee scientific officer.** Bangalore: Mysore Coffee Experimental, 1936. 21 p.

MEDINA, H. P. et al. Coffee breeding and related evolutionary aspects. In: JANICK, J. (Ed.). **Plant breeding reviews.** Westport: AVI, 1984. p. 157-194.

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

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

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

MIRANDA, J. M. **Avaliação de progênies de cafeeiro quanto a herdabilidade, correlações fenotípicas, produtividade e resistência à ferrugem.** 2003. 101 p. Tese (Doutorado Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

MIRANDA, J. M.; PERECIN, D.; PEREIRA, A. A. Produtividade e resistência à ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk et. Br.) de progênies F5 de catuaí amarelo com híbrido de timor. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v. 29, n. 6, p. 1195-1200, nov./dez. 2005.

NUNES, G. H. de S. et al. Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 49-58, jan./jun. 2002.

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

PEREIRA, A. A. et al. Comportamento de progênies resultantes de cruzamentos de catuaí Amarelo com híbrido de Timor, na região de São Sebastião do Paraíso, Sul de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA; MINASPLAN, 2001. p. 1312-1318.

_____. Melhoramento genético do cafeeiro no Estado de Minas Gerais: cultivares lançadas e em fase de obtenção. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 253-295.

PETEK, M. R. et al. Resistência à bacteriose (*Pseudomonas syringae* pv *garcae*) derivado do cruzamento entre 'IAPAR 59' e *Coffea arabica* Sh1 x 'CATUAÍ'. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE, 3., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2001. p. 133-134.

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

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

REIS, C. A. F. **Correspondência do desempenho entre árvores selecionadas em teste de progênies e seus clones em *Eucalyptus* spp.** 2009. 47 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

ROBERTSON, A. **Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations: biometrical genetics**. New York: Pergamon, 1959. 186 p.

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

SERA, T.; ALTEIA, M. Z.; PETEK, M. R. Melhoramento do cafeeiro: variedades melhoradas no estado do Paraná, IAPAR. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002. cap. 6, p. 217-251.

SEVERINO, L. S. et al. Seleção de progênies de Catimor (*Coffea arabica* L.) em Martins Soares. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA; MINASPLAN, 2000. v. 1, p. 522-526.

SOUZA, M. A. **Adaptabilidade, estabilidade, correlações e coeficiente de trilha em genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) em doze ambientes de Minas Gerais**. 1985. 118 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1985.

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

TOLEDO-PIZA, A. N. J.; CURI, P. R. Relação entre as formas de café (*Coffea arabica* L.) em coco e beneficiado. **Engenharia Agrícola**, Sorocaba, v. 10, n. 1, p. 3-13, 1986.

VÁRZEA, V. M. P. et al. Resistência do cafeeiro a *Hemileia vastatrix*. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 297-320.

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

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

VOSSSEN, H. A. M. G. van der. Coffee selection and breeding. In: CLINFORD, M. N.; WILSON, K. C. **Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage**. London: Chapman and Hall, 1985. p. 48-96.

ZAMBOLIM, L. et al. Epidemiologia e controle integrado da ferrugem-do-cafeeiro. In: _____. **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 399-450.

_____. Manejo integrado das doenças do cafeeiro. In: _____. **Encontro sobre produção de café com qualidade**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 134-215.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. Estratégias múltiplas no manejo integrado de doenças do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 28., 2003, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: SBF, 2003. p. 137-153.