



ALEX MENDONÇA DE CARVALHO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE
CULTIVARES DE CAFEIEIRO RESISTENTES À
FERRUGEM**

LAVRAS - MG

2011

ALEX MENDONÇA DE CARVALHO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE CAFEEIRO
RESISTENTES À FERRUGEM**

Tese 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 Doutor

Orientador

Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes

LAVRAS – MG

2011

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

Carvalho, Alex Mendonça de.

Desempenho agronômico de cultivares de cafeeiro resistentes à ferrugem / Alex Mendonça de Carvalho. – Lavras : UFLA, 2011.
89 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.
Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes.
Bibliografia.

1. Café. 2. Características agronômicas. 3. Produtividade. 4.
Ambiente. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7358

ALEX MENDONÇA DE CARVALHO

**DESEMPENHO AGRÔNOMICO DE CULTIVARES DE CAFEIEIRO
RESISTENTES À FERRUGEM**

Tese 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 Doutor

APROVADA em 08 de novembro de 2011.

Dr. César Elias Botelho	EPAMIG
Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho	EPAMIG
Dr. Antônio Alves Pereira	EPAMIG
Dr. Antônio Carlos Baião de Oliveira	EMBRAPA/CAFE

Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes
Orientador

LAVRAS – MG
2011

A Deus,

pelo dom da vida e pela luz concedida em todas as etapas deste trabalho.

AGRADEÇO

Às minhas irmãs, Elisângela e Crislaine, pela amizade e estímulo;

À minha noiva, Pâmela, que além da compreensão, carinho e do constante estímulo, esteve sempre presente nessa caminhada;

Às minhas queridas sobrinhas, Mylena e Mirela;

Aos meus afilhados Maria Vitória e Luiz Gustavo;

Ao meu orientador, Antônio Nazareno Guimarães Mendes, pela amizade;

Aos meus grandes amigos, Gladyston, César e Dominghetti, pelo incentivo, presteza e companheirismo,

OFEREÇO

Aos meus pais, Hélio de Carvalho e Maria Aparecida, fontes de inspiração que tornaram possível o alcance de meus objetivos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde, proteção, pois, sem Ele, eu nada seria.

A Jesus Cristo, fonte imensurável de amor e inspiração, a quem devo tudo o que sou.

Ao Padre Victor, santo protetor em todos momentos de minha vida.

À Nossa Senhora, Mãe em todos os momentos de minha vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), Pró-Reitoria de Pós-Graduação e ao Departamento de Agricultura, por meio de seus professores e funcionários, pela oportunidade de realização do curso.

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

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

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

Ao professor e orientador Antônio Nazareno Guimarães Mendes, pela orientação, ensinamentos, disponibilidade e amizade.

À professora Flávia Maria Avelar Gonçalves, pelo apoio e amizade, além de sugestões que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

À pesquisadora Juliana Costa de Rezende, pelo convívio, contribuições e amizade.

Aos professores Rubens José Guimarães, Fábio Pereira Dias (Fabinho) e Haroldo Silva Vallone, pela amizade, apoio e ensinamentos.

Aos pesquisadores Antônio Alves Pereira (Tônico), Antônio Carlos Baião de Oliveira, Rodrigo Luz da Cunha, Vicente Luiz de Carvalho e Vânia Aparecida Silva, pelas sugestões e amizade.

Ao pesquisador Gladyston Rodrigues Carvalho, pela amizade, companheirismo, orientação e valiosas contribuições.

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

Aos gerentes Alexandrino e Valter, das Fazendas Experimentais da Epamig de Patrocínio e de Lavras, pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Sr. Francisco Falco, pela concessão da área e de funcionários para a condução do experimento.

Ao proprietário da Fazenda “Capão da Estiva”, Sr. Guinu, pelo apoio durante a condução deste trabalho.

Aos funcionários do Setor de Cafeicultura: José Maurício, Alexandre, Sérgio e Edson, pela experiência transmitida.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Marli, pela paciência e auxílio.

Em especial, aos amigos Ramiro, Thamiris, Alessandro e André pela amizade, ajuda e companheirismo.

Aos amigos e colegas de curso Vinícius, Cristiano, Renato, Plínio, Deila, Diego (Visconde), João Marcos (Lactose), Allan (Bochecha), Jeanny, Lucas (Oreia), João Paulo, Rogner, Rodrigo, Antônio Alfredo, Evandro, Janine, Paulo (Poney) e muitos outros que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Os programas de melhoramento genético do cafeeiro têm disponibilizado novas cultivares de alto valor agrônomo para a cafeicultura brasileira, em sua maioria ainda não estudadas nas diferentes condições de ambiente e sistemas de cultivo utilizados no estado de Minas Gerais. Objetivou-se no presente trabalho avaliar o comportamento de 24 cultivares de cafeeiro, sendo 22 resistentes à ferrugem e duas testemunhas suscetíveis, em diferentes ambientes de Minas Gerais a fim de gerar informações que contribuam para a recomendação técnica dessas cultivares para as regiões produtoras de café do Estado. Os experimentos foram instalados em 2005, em quatro municípios (Lavras, Campos Altos, Patrocínio e Turmalina) localizados em três regiões de cultivo. O delineamento experimental utilizado em todos os locais foi o de blocos casualizados com três repetições, no espaçamento de 3,5 x 0,7 m e parcelas de 10 plantas, sendo considerada como parcela útil apenas as seis plantas centrais. Foram avaliadas as características: produtividade em sacas de café beneficiado.ha⁻¹ de quatro colheitas, realizadas nos anos agrícolas 2008/2009 a 2011/2012, percentagem de frutos cereja, verde e passa/seco; percentagem de frutos chochos; percentagem de grãos classificados em peneira 16 acima; vigor vegetativo; incidência de cercosporiose além da incidência e severidade da ferrugem, avaliadas em 2010 e 2011 e análise sensorial da bebida em 2011. Conclui-se que as cultivares avaliadas apresentam variabilidade para as características agrônomicas, apresentando forte interação com o ambiente. As cultivares apresentam elevado potencial produtivo, com destaque para Sabiá 398, Pau Brasil MG1, Obatã IAC 1669-20, Catucaí Amarelo 24/137 e IPR 103. As cultivares Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí Amarelo 24/137, Sabiá 398, Obatã IAC 1669-20 e IPR 103 são responsivas em produtividade, para um manejo de alto nível tecnológico. Já as cultivares Catucaí Vermelho 785/15, Iapar 59 e Bourbon Amarelo LCJ10 apresentam baixo desempenho agrônomo e também baixa adaptabilidade nos ambientes avaliados. As cultivares resistentes à ferrugem apresentam potencial de produção de bebida superior semelhantes à cultivar Bourbon Amarelo LCJ10. As cultivares Catiguá MG1, Sacramento MG1, Araçuaia MG1, Paraíso H419-1 e Catiguá MG3 apresentam resistência à ferrugem, com destaque para a cultivar Catiguá MG2 que apresenta imunidade ao patógeno da ferrugem.

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

ABSTRACT

The breeding programs have provided new coffee varieties of high agronomic value for coffee production in Brazil though most remain unstudied under different environmental conditions and cropping systems used in Minas Gerais state. Thus, this work aimed at evaluating the behavior of 24 coffee varieties, being 22 rust resistant compared with 2 susceptible control varieties in different environments of Minas Gerais for generating information that can assist with technical recommendation for these varieties in different coffee growing regions of the state. The experiments were conducted in 2005 in four municipalities (Lavras, Campos Altos, Sponsorship and Tourmaline) located in three regions. The Randomized Complete Block design (RCB) was used in the experiments in all locations, with three replications in plots measuring 3.5 x 0.7 m, with 10 plants per plot, being that only six central plants constituted the useful parcel. The following characteristics were evaluated: i) the processed coffee productivity measured in bags per hectare from four different harvest dates during the years of 2008/2009 to 2011/2012/ ii) percentage of immature, rip, overripe, dry, and raisin (dried-on-the tree) cherries, iii) percentage of floating cherries, iv) percentage of coffee beans that pass through Grade 16 (16/64" diameter) sieve perforations; v) vegetative vigor; vi) cercospora leaf spot incidence and rust severity, assessed in 2010 and 2011; vii) and sensory analysis in 2011. It is concluded that the cultivars agronomic traits revealed a substantial genetic variability, strongly interacting with their environment. The cultivars have high yield potential, especially for the Sabiá 398, Pau Brazil MG1, Obatã IAC 1669-20, Catucaí Yellow IPR 103, and 24/137. The cultivars Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí Amarelo 24/137, Sabiá 398, Obatã, and IPR 103 indicate a good yield response when managed at high levels of technology. While the cultivars Catucaí Vermelho 785/15, Iapar 59, and Bourbon Amarelo LCJ10 have a low agronomic performance and a poor adaptability to the environments tried in this work. The rust resistant cultivars have potential to produce a superior beverage, similar to traditional cultivars of *Coffea arabica*. The cultivar Oeiras MG6851 is susceptible to coffee rust. Cultivars Catiguá MG1, Sacramento MG1, Araçuaçu MG1, Paraíso H419-1, and Catiguá MG3 are rust resistant, especially the cultivar Catiguá MG2 that is immune to rust pathogens.

Keywords: Productivity. Coffee. Rust. Environment.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Região geográfica, variáveis climáticas e caracterização dos locais de instalação dos experimentos no Estado de Minas Gerais.....	34
Tabela 2	Relação das cultivares de cafeeiro estudadas para as características agronômicas.....	35
Tabela 3	Relação das cultivares de cafeeiro estudadas para análise sensorial e avaliação de ferrugem e cercospora.....	36
Tabela 4	Resumo da análise de variância para produtividade de grãos (sacas de café beneficiados.ha-1), percentagem de fruto cereja, percentagem de fruto verde, percentagem de fruto passa e seco, percentagem de frutos chochos, percentagem de grãos com peneira 16 acima e vigor vegetativo de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais.Safras 2008/2009 a 2011/2012.....	46
Tabela 5	Produtividade média por biênio (biênio 1= colheitas 2008 e 2009; biênio 2= colheitas 2010 e 2011), em sacas de 60 Kg de café beneficiado.ha-1- de 24 cultivares comerciais de cafeeiro, nas regiões do Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha de Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012.....	49
Tabela 6	Médias de produtividade, em sacas de 60 kg de café beneficiado.ha-1, de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012.....	51
Tabela 7	Estimativa da média (Y_i), desvios (S_i) e do índice de confiança (I_i), segundo método proposto por Annicchiarico (1992), para produtividade de café beneficiado em sacas de 60 Kg.ha-1 de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012	56
Tabela 8	Percentagem média de frutos no estágio cereja, de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012.....	58

Tabela 9	Percentagem média de frutos no estágio verde, de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012.....	60
Tabela 10	Percentagem média de frutos no estágio passa e seco, de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012.....	61
Tabela 11	Percentagem média de frutos chochos de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012.....	63
Tabela 12	Percentagem de grãos classificados em peneira 16 e acima de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012.....	65
Tabela 13	Vigor vegetativo de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012.....	67
Tabela 14	Resumo da análise de variância para Área Abaixo da Curva de Progresso de Incidência de Cercosporiose (AACPIC), Área Abaixo da Curva de Progresso de Incidência de Ferrugem (AACPIF) e Área Abaixo da Curva de Progresso de Severidade da Ferrugem (AACPSF) de 10 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos nas regiões Sul, Alto Paranaíba, e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2010 / 2011 e 2011 / 2011.....	70
Tabela 15	Área Abaixo da Curva de Progresso de Incidência da Ferrugem (AACPIF) e Área Abaixo da Curva de Progresso de Severidade da Ferrugem (AACPSF), de 10 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. Safras 2010/2011 e 2011/2012.....	72

Tabela 16	Área Abaixo da Curva de Progresso de Incidência de Cercosporiose (AACPIC) de 10 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. Safras 2010/2011 e 2011/2012.....	74
Tabela 17	Resumo da análise de variância da nota final da análise sensorial de bebida de 10 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safra 2011/2012.....	75
Tabela 18	Notas finais da análise sensorial de bebida de dez cultivares em três ambientes de cultivo, segundo critérios da BSCA. Safras 2011/2012.....	76

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	Cultura do cafeeiro.....	15
2.2	Importância econômica.....	16
2.3	Melhoramento genético do cafeeiro no Brasil.....	18
2.4	Resistência à doenças.....	20
2.5	Qualidade de bebida.....	24
2.6	Interação genótipos x ambientes.....	27
2.7	Adaptabilidade e estabilidade.....	31
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1	Material.....	34
3.2	Métodos.....	36
3.2.1	Condução dos experimentos.....	36
3.2.2	Delineamento experimental.....	36
3.2.3	Características avaliadas.....	37
3.2.4	Preparo e processamento das amostras.....	39
3.2.5	Análises estatísticas.....	40
3.2.5.1	Análise de variância em esquema de parcela subdividida no Tempo.....	40
3.2.5.2	Metodologia de Annicchiarico (1992).....	42
3.2.5.3	Análise estatística das variáveis sensoriais.....	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1	Características agronômicas.....	44
4.1.1	Análise conjunta e estabilidade de produção.....	44
4.1.2	Uniformidade de maturação.....	57
4.1.3	Porcentagem de frutos chochos.....	62
4.1.4	Classificação dos grãos por peneira.....	64
4.1.5	Vigor vegetativo.....	66
4.2	Ferrugem e cercosporiose.....	68
4.3	Análise sensorial da bebida.....	74
5	CONCLUSÕES.....	77
	REFERÊNCIAS.....	78

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma importante atividade do agronegócio brasileiro, gerando muitos empregos diretos e indiretos e respondendo por boa parte das exportações desse setor. Sem dúvida, o melhoramento genético tem contribuído de maneira decisiva nesse processo, incorporando, por meio de cruzamentos e seleções, ganhos genéticos para produtividade, redução de porte e adequação da arquitetura das plantas ao plantio adensado e à colheita mecanizada, bem como a introdução de resistência às principais doenças e pragas, melhorando as características ligadas à qualidade, como uniformidade de maturação, tamanho dos frutos e bebida superior. Desse modo, o sucesso dos programas de melhoramento genético consiste em colocar à disposição dos cafeicultores cultivares mais adaptadas, produtivas e que atendam às necessidades dos produtores e consumidores.

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

Dessa maneira, é de fundamental importância a obtenção de novas cultivares resistentes a essa doença, principalmente, avaliando-as em diferentes ambientes. Sabe-se que em Minas Gerais existem regiões cafeeiras bem

distintas, cada uma delas com características ambientais definidas, as quais influenciam sobremaneira o comportamento regional do cafeeiro.

Além da diversidade de ambientes, outro aspecto a ser considerado é a diversidade de sistemas de cultivo, como o café de sequeiro ou irrigado, o cultivo convencional ou orgânico, além do sistema adensado ou de livre crescimento. Esses fatores também podem influenciar no comportamento das diferentes cultivares até então utilizadas.

Quando se consideram as cultivares recentemente lançadas, não há muitos estudos que, em termos da estabilidade fenotípica de produção, demonstrem sua capacidade de responder às diferentes condições de ambiente e sistemas de cultivo utilizados no Estado de Minas Gerais. Isso traz certa insegurança entre os técnicos que trabalham com a cultura do café quanto à recomendação de qual cultivar é a mais indicada em determinada região ou sistema de cultivo.

Com base no exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho agrônômico de 24 cultivares de café arábica, sendo 22 resistentes à ferrugem e duas testemunhas suscetíveis, em quatro ambientes de Minas Gerais, a fim de gerar informações que contribuam para a recomendação técnica dessas cultivares para as regiões produtoras de café do Estado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura do cafeeiro

O café foi introduzido no Brasil em 1727, trazido da Guiana Francesa para o Brasil pelo Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta a pedido do governador do Maranhão e Grão Pará, que o enviara à Guiana com essa missão. Já naquela época, o café possuía grande valor comercial, justificando o interesse pelo cultivo e se tornando um dos principais produtos agrícolas no mundo, sendo produzido por mais de 50 países em diversos continentes (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2010).

Devido às condições climáticas favoráveis, o cultivo de café se espalhou rapidamente pelo Brasil, com produção voltada para o mercado doméstico. Em sua trajetória pelo país, o café passou pelo Maranhão, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Minas Gerais (MATIELLO et al, 2005). Num espaço de tempo relativamente curto, o café passou de uma posição secundária para a de produto-base da economia brasileira, chegando a participar com até 80% de todas as exportações nacionais (SREENATH, 2000) impulsionando o desenvolvimento regional e proporcionando uma rápida formação de progressivos núcleos populacionais que, aos poucos, se transformaram em importantes cidades (CARVALHO et al, 1993).

Dentro do gênero *Coffea*, existem duas espécies comercialmente importantes: *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. Cerca de 70% dos plantios comerciais são do tipo arábica, principalmente pela qualidade superior de sua bebida. É, sem dúvida, a espécie mais importante do gênero. Trata-se de um arbusto polimorfo, havendo numerosas variedades e cultivares nos países produtores. O arbusto pode atingir quatro metros ou mais de altura, apresenta sistema radicular profundo, amplamente ramificado nas primeiras camadas do

solo. Os ramos primários são longos e flexíveis, apresentando abundante ramificação secundária e terciária (ALVES, 2008)

As folhas do cafeeiro são opostas, inteiras, coriáceas e persistentes, tendo coloração verde mais escura. Nos ramos laterais e nas axilas das folhas, são formadas gemas florais, que dão origem à floração e frutificação. As flores são normalmente brancas, podendo ser amareladas e rosa-claro. As flores são andrógenas, crescem em glomérulos (rosetas) e abrem-se em aproximadamente dez dias após a chuva ou irrigação. O fruto do café é uma drupa, normalmente com duas sementes, que são plano-convexas (sementes chatas). O sistema radicular é pivotante, as raízes finas são superficiais, localizando-se, em sua maioria, entre 30 e 40 centímetros de profundidade do solo (ALVES, 2008).

2.2 Importância econômica

A importância do café remonta ao período colonial e, historicamente, o Brasil sempre ocupou posição de destaque nessa atividade, como maior produtor e exportador mundial.

De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2010) do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a produção brasileira total de café arábica e robusta na safra de 2010 foi de 48,09 milhões de sacas de 60 Kg de café beneficiado. Esse resultado representa um acréscimo de 18% se comparado à produção de 39,47 milhões de sacas obtidas no ano de 2009. Nesse mesmo período, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC 2010), o Brasil exportou 29,48 milhões de sacas, com a participação de 30,52% nas exportações mundiais desse período.

Commodity tradicional e importante no mercado internacional, o café é responsável por um dos mais importantes e diversificados complexos agroindustriais do Brasil. O segmento é composto por fornecedores de insumos,

máquinas e equipamentos, produtores primários, cooperativas, empresas de processamento, exportadores, empacotadores, empresas de assistência técnica, compradores internacionais, corretores e consumidores.

O parque cafeeiro nacional é composto por cerca de 5,6 bilhões de cafeeiros plantados em 2,1 milhões de hectares e distribuídos em 1700 municípios, criando aproximadamente 10 milhões de empregos diretos e indiretos em toda a cadeia do agronegócio (KIST et al., 2011). Tal característica nos mostra a importância social e econômica que a cultura representa no cenário nacional.

O café é cultivado em treze estados brasileiros, mas 95% da produção se concentram em apenas seis: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Paraná e Rondônia.

De acordo com o Anuário Brasileiro do Café, apesar de o café estar presente em Minas Gerais desde o início do século XX, foi a partir de meados dos anos 1980 que o Estado começou a despontar como maior produtor do Brasil. Conforme dados da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG), a atividade está presente em 690 municípios, com mais de 90.000 propriedades.

Minas Gerais é o maior produtor nacional com produção equivalente a 24,75 milhões de sacas na safra de 2010, que representa 50% da safra nacional, com um parque cafeeiro constituído por cerca de 1 milhão de hectares de lavouras (CONAB, 2010). O estado tem importância destacada na economia agrícola do país. O PIB da agricultura mineira em 2010 foi de R\$ 55,82 bilhões, distribuídos entre os segmentos de insumos, produção, industrialização e distribuição. No segmento produção, a atividade de maior destaque foi a cafeicultura visto que o produto café teve forte expansão em preço.

Ainda segundo dados da Conab (2010), o estado de Minas Gerais é dividido em três regiões produtoras do café: sul/centro-oeste, com 49,05% da

produção estadual; Triângulo/Alto Paranaíba/Noroeste, com 19,41% e Zona da Mata/Jequitinhonha/Mucuri/Rio Doce/Norte, com 31,54% da produção total estadual.

O Sul de Minas Gerais é a principal e mais tradicional região cafeeira do estado. Caracteriza-se por pequenas propriedades, com lavouras de 12 hectares, em média. É intenso o uso de máquinas nos locais onde a topografia permite. As áreas montanhosas, sujeitas a geadas moderadas, dividem espaço com terrenos de desníveis mais suaves. Caracteriza-se também por temperatura amena e capacidade de produzir um café de excelente qualidade de bebida (RIBEIRO et al., 1998)

2.3 Melhoramento genético do cafeeiro no Brasil

O programa de melhoramento genético do cafeeiro no Brasil teve início no começo da década de 1930, mais precisamente no ano de 1933, quando foi criada a Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC (PEREIRA et al., 2010)

Nessa ocasião, dava-se início a um complexo programa de investigação sobre o cafeeiro (CARVALHO, 1985). A partir dessa época, começaram a ser utilizadas metodologias científicas nos programas de melhoramento do cafeeiro e, foi nessa fase, que os ganhos com a seleção começaram a ser mais expressivos, principalmente em relação à produtividade, chegando a um acréscimo de 395% da cultivar Mundo Novo em relação à variedade Typica, introduzida inicialmente (CARVALHO, 1981).

A princípio, as análises genéticas tinham o objetivo de estudar a herança de algumas características nas variedades comerciais de *Coffea arabica*. Em seguida, passaram a enfatizar o estudo de características de maior interesse econômico, como o porte, a arquitetura e o desenvolvimento dos cafeeiros e,

principalmente, a produtividade de grãos (MENDES; GUIMARÃES; SOUZA, 2002).

Nos anos de 1940 e 1950, com a seleção da cultivar Mundo Novo (em lavoura comercial, como produto de um provável cruzamento natural entre as cultivares Sumatra e Bourbon Vermelho) e, posteriormente, nos anos de 1950 e 1960, com a obtenção das cultivares Catuaí Vermelho e Amarelo, por meio da hibridação artificial entre as cultivares Mundo Novo e Caturra Amarelo, verificou-se um avanço na cafeicultura brasileira. Com a renovação das lavouras, no final dos anos 1960 e início da década de 1970, praticamente todo o parque cafeeiro brasileiro passou a ser constituído por linhagens selecionadas nas cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo, dando mostras da efetiva aceitação desses materiais genéticos pelos cafeicultores (RIBEIRO, 2001).

Os trabalhos atuais de melhoramento do cafeeiro visam, além de aumento da produtividade, à melhoria de outras características agrônômicas como qualidade de bebida, atributo importante diante de mercados cada vez mais exigentes, seleção de cultivares adaptadas às diferentes condições e sistemas de cultivo, e resistência às pragas e doenças (MATIELLO et al., 2008).

Atualmente, além do IAC, outros trabalhos de melhoramento são conduzidos por instituições como a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), que coordena um programa de melhoramento genético em conjunto com a Universidade Federal de Lavras (UFLA), a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Fundação PROCAFÉ/MAPA, que deu sequência aos trabalhos do Instituto Brasileiro do Café (IBC), o Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) e o Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER). Esses programas têm proporcionado grandes avanços em relação ao melhoramento genético do cafeeiro no Brasil, obtendo cultivares com elevado potencial produtivo e resistentes à ferrugem (PEREIRA et al., 2010).

2.4 Resistência às doenças

Do ponto de vista agrônomo, o sucesso da lavoura cafeeira começa pela escolha da cultivar adequada, a qual deve possuir características desejáveis, como elevada produtividade, vigor, porte baixo e que apresente frutos de qualidade superior (PEREIRA et al., 2010)

A resistência a determinadas doenças é uma vantagem adicional, que permite economia nos tratamentos fitossanitários da lavoura. Embora as cultivares selecionadas já tenham atingido elevados níveis de produtividade, novos acréscimos poderão advir do desenvolvimento de cultivares com resistência a pragas, doenças ou com características de adaptação a novas fronteiras agrícolas ou de qualidade do produto, sendo essas características encontradas na espécie *Coffea arabica* (EIRA et al., 2003).

A capacidade de resistência ou tolerância a um determinado problema, seja climático, nutricional ou de ordem sanitária pode manifestar-se no cafeeiro, tendo como origem, isoladamente, sua característica genética, ou pela interação com fatores do ambiente.

A resistência do cafeeiro às doenças é importante, pois permite a redução de prejuízos na produção e economia nos tratamentos fitossanitários. O ideal seria que as plantas apresentassem resistência múltipla, ou seja, resistência a várias pragas e doenças na mesma planta, o que nem sempre é possível, devendo-se escolher a cultivar que apresenta resistência a um ou mais problemas sanitários daquela região onde se deseja instalar o cafezal (MATIELLO et al., 2005).

Considerando o grande avanço obtido e considerando que as cultivares brasileiras se originam de uma estreita base genética, a obtenção de progresso genético em produtividade é bastante dificultado (FAZUOLI et al., 2002). Avanços em produtividade ou rentabilidade para o produtor poderão vir com o desenvolvimento de cultivares que possuam outras características como

resistência a doenças, adaptação a condições edafo-climáticas desfavoráveis, a diferentes sistemas de cultivo e à melhoria da qualidade do produto (MATIELLO et al., 2008).

O porte baixo e a resistência às pragas e doenças são importantes características que visam aumentar a competitividade dos cafeicultores, com a diminuição do custo do manejo pela não aplicação de defensivos e pela maior eficiência na colheita, proporcionada pelo porte baixo das cultivares (CARVALHO, 2008).

A ferrugem é a principal doença do cafeeiro e está atualmente presente em todas as regiões cafeeiras do mundo. Ela causa queda precoce das folhas e seca os ramos, o que resulta na redução da capacidade produtiva e da vida útil da lavoura, tornando-a gradativamente antieconômica (VARZEA et al., 2002). Os prejuízos econômicos causados são variáveis, podendo causar redução de mais de 50% da produção dos cafezais, dependendo das condições climáticas. (ZAMBOLIM et al., 2005).

O controle da ferrugem é realizado utilizando-se, principalmente, os princípios da proteção e da terapia. A proteção é realizada pelos fungicidas chamados protetores, sendo os cúpricos os mais efetivos. Já a terapia realiza-se por meio dos fungicidas sistêmicos, via solo, ou em pulverizações foliares (ZAMBOLIM et al., 1997). Embora o controle químico mostre-se eficiente, outros fatores devem ser considerados, tais como o custo, que, dependendo do produto utilizado, pode ser alto, chegando a R\$ 500,00 por hectare, diminuindo a lucratividade dos cafeicultores e, ainda, aumentando o risco da contaminação dos trabalhadores e do ambiente. Outro problema do controle químico é a dificuldade de aplicação, principalmente em lavouras implantadas em áreas de declividade acentuada e no sistema de plantio adensado.

Contudo, há muito se procura obter novas cultivares de café com resistência à ferrugem e que possam dispensar, total ou parcialmente, a aplicação

de fungicidas para substituição de cultivares tradicionais de *C. arabica*, suscetíveis (VÁRZEA et al., 2002). Dessa forma, uma linha de pesquisa que vem merecendo grande ênfase nos programas de melhoramento do cafeeiro é a resistência à ferrugem.

Com isso, vale destacar algumas cultivares resistentes à ferrugem, lançadas nos últimos anos pela EPAMIG e com os seguintes nomes comerciais: Paraíso MG H419-1 (PEREIRA et al., 2002), Catiguá MG1, Catiguá MG2 e Catiguá MG3 (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS - EPAMIG, 2004a), Pau Brasil MG1 (EPAMIG, 2004b), Sacramento MG1 (EPAMIG, 2004c) e Araponga MG1 (EPAMIG, 2004d).

De acordo com Carvalho (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 seu lançamento, em geração F_6 . A cultivar apresenta produtividade, altura e diâmetro de copa ligeiramente superiores aos 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 semelhante às cultivares comerciais Catuaí e Mundo Novo.

Trabalhando com progênies de Catimor comparadas com Catuaí Vermelho, Severino (2002) observou características similares referentes à produtividade, peneira média, diâmetro de copa, altura da planta, época de maturação e vigor vegetativo, mesmo quando cultivadas na ausência de ferrugem do cafeeiro. No entanto, o autor encontrou grande variabilidade de características entre as progênies de Catimor, referentes à arquitetura da planta e à época de maturação. Também foi observada variabilidade das progênies para produção de cafés de qualidade superior quanto à classificação por tipo, apresentando altos valores de peneira média e baixa incidência de sementes tipo concha e moca.

Os híbridos obtidos do cruzamento de Vila Sarchi com Híbrido de Timor (Sarchimor) originaram, por exemplo, as cultivares IAPAR-59, desenvolvida pelo IAPAR, Tupi e Obatã, desenvolvidas pelo IAC, as quais apresentam características de vigor, produção e resistência à ferrugem muito semelhantes entre si. Possuem porte baixo, arquitetura de copa mais compacta, sendo recomendadas para plantios adensados (DIAS et al., 2005).

A partir de 1985, novos híbridos entraram em estudo, principalmente com a finalidade de incorporar alelos de resistência à ferrugem, como Catucaí (Icatu x Catuai), Eparrey (Acaia x Icatu), gerações mais avançadas de Icatu, Catimor, Sarchimor e outros materiais, adotando-se como padrões as cultivares dos grupos Catucaí e Mundo Novo para as características avaliadas (ALMEIDA et al., 1999).

Vale ressaltar, no entanto, que o uso de cultivares resistentes à ferrugem é uma prática sustentável para a atividade, mas a adoção das novas cultivares desenvolvidas e lançadas nos últimos anos, com fatores de resistência à ferrugem, deve ser feita de forma gradual, observando seu comportamento agrônomo, bem como sua adaptabilidade à região de cultivo. Neste contexto, além da ferrugem, nota-se a importância de se verificar a incidência de outras doenças como, por exemplo, a cercosporiose, visando conciliar cultivares que expressam elevada capacidade produtiva, resistência à ferrugem e menor incidência de cercosporiose.

A cercosporiose é uma doença que tem aumentado sua incidência e severidade no cafeeiro nos últimos anos. Além das mudanças climáticas previstas, a cafeicultura em áreas de cerrado e o alto potencial produtivo das plantas são fatores que favorecem a ocorrência dessa doença, que tem estreita relação com a nutrição das plantas.

A doença é causada pelo fungo *Cercospora coffeicola* (Berk. e Cooke) e encontra-se disseminada em todas as regiões cafeeiras do mundo. Chamada de

mancha do Olho Pardo, de Olho de Pomba ou Cercosporiose, esta doença tem larga distribuição geográfica e, atualmente, vem demonstrando grande agressividade em cafezais (ZAMBOLIM et al., 2005).

Os sintomas nas folhas são manchas, em geral, circulares ou de formato ligeiramente oval e de cor marrom-escuro, com a zona central de cor acinzentada, sendo as manchas geralmente envolvidas por um halo amarelado (ZAMBOLIM et al., 2005). As lesões aparecem geralmente nos frutos maduros. Na maioria dos casos, têm início nas regiões dos frutos expostas ao sol, com depressão de tamanho variável, sem necrose aparente. Posteriormente, adquire coloração café-escuro, resultando na necrose total dos tecidos da área lesionada (ZAMBOLIM et al., 2005).

2.5 Qualidade de bebida

Outra tecnologia que visa aumentar a competitividade dos cafeicultores, além da resistência às pragas e doenças, é a capacidade da planta produzir café de bebida superior.

Produzir cafés de qualidade superior e a baixo custo é primordial para a sobrevivência do cafeicultor nos períodos de preços baixos e para aumentar sua rentabilidade em períodos de preços altos, melhorando a qualidade de vida dos cafeicultores, além de aumentar a competitividade dos “Cafés do Brasil” no mercado internacional (PETEK et al., 2005).

A qualidade da bebida do café está associada a diversos fatores, destacando-se entre eles a composição química e física do grão, determinada por fatores genéticos e ambientais; (CHAGAS, 2003).

O tamanho dos grãos determinado pela peneira é característica importante para a avaliação da qualidade do café (TEIXEIRA, 1999). O alto valor na peneira média pode ser a expressão de uma característica varietal ou

indicação de que o cafeeiro estava em boas condições de nutrição e sanidade durante o desenvolvimento do fruto (ALVARENGA, 1991)

Outra forma de se melhorar a qualidade do café é através da tecnologia de escalonamento da colheita, utilizando cultivares com épocas diferenciadas de maturação, visando diminuir o custo da colheita, além de colher maior quantidade de frutos no ponto ideal, ou seja, frutos cereja (GARÇON et al., 2001; MATIELLO; ALMEIDA, 2001; PEREIRA et al., 2002; SERA et al., 2002). Entretanto, apesar de a maturação dos frutos ser controlada geneticamente, ela também é influenciada por condições edafoclimáticas regionais e/ou microclimáticas, afetando a qualidade final do produto (FAZUOLI et al., 2002). Dessa forma, no período da colheita, regiões de clima mais quente e/ou úmido proporcionam um ciclo de maturação mais curto, no qual, os frutos passam rapidamente do estágio de cereja para passa. Ainda podem ocorrer as duas fases finais da fermentação dos grãos (propionica e butírica), prejudiciais à qualidade da bebida (SOUZA, 1996). Nesse contexto, os cafeeiros podem apresentar maturação dos frutos precoce, média ou tardia, influenciando a época e, em certos casos, também o custo da colheita. Portanto, a época e uniformidade de maturação dos frutos podem influenciar na qualidade do café, principalmente em determinadas regiões onde os cafeeiros apresentaram a maturação dos frutos coincidindo com o período chuvoso. Com a utilização de cultivares de maturação precoce ou tardia, pode-se fugir desse período, evitando as fermentações indesejáveis.

Principalmente por meio de cruzamentos entre diferentes genótipos, as pesquisas em melhoramento genético buscam a obtenção de novas cultivares com resistência a pragas e doenças, assim como características vegetativas associadas ao máximo vigor e produtividade. O componente genético das diferentes cultivares e suas interações em condições edafoclimáticas têm sido considerados os fatores mais importantes e determinantes do perfil sensorial da

bebida do café. Contudo, estudos para verificar as possíveis diferenças entre a qualidade de tais cultivares são relativamente escassos (MENDONÇA et al., 2007)

Alguns estudos já foram feitos visando correlacionar o efeito genético de cultivares de café arábica com a qualidade de bebida, porém os resultados são pouco conclusivos. A cultivar Bourbon tem apresentado potencial de qualidade superior de bebida nas regiões de maior aptidão climática para a cultura do café arábica, sendo por isso altamente valorizada nos mercados de cafés especiais. Porém, as plantas desta cultivar são altamente suscetíveis à ferrugem alaranjada (*Hemileia vastatrix* Berk et Br), menos vigorosas e produtivas que a cultivar Mundo Novo, cerca de 30 a 50% menos. A peneira média é em torno de 16 e a porcentagem de grãos do tipo chato é de aproximadamente 95% (FAZUOLLI et al., 2008).

Por apresentarem menor produtividade em relação à maioria das demais cultivares comerciais, as seleções de Bourbon têm sido indicadas para o plantio por cafeicultores que desejam obter um produto diferenciado em relação à qualidade de bebida, já que esta característica é fator de grande destaque nessas cultivares (PEREIRA et al., 2010)

Lopes (2000) ressalta a importância de se conhecer a qualidade de frutos e grãos de diferentes cultivares por meio da avaliação da composição química e física dos grãos e por características agronômicas como uniformidade de maturação, em razão do elevado potencial que esses materiais genéticos possuem, capacitando-os a contribuir para a produção de cafés especiais.

2.6 Interação genótipos x ambientes

Sabe-se que a expressão do fenótipo de um indivíduo é função direta de seu genótipo e das características dos diversos ambientes aos quais está sujeito. Nesse contexto, há uma terceira variável muito importante que é a interação entre o genótipo e o ambiente que pode ser caracterizada pelos diferentes comportamentos das cultivares em relação aos diferentes ambientes aos quais esses indivíduos estão expostos (RAMALHO, 2000).

Essa interação se mostra como um complicador de alta relevância para os programas de melhoramento genético, pois, nos vários ambientes, a não coincidência de algumas características importantes, como produtividade, qualidade, resistência é um efeito indesejável para o genótipo que se pretende melhorar.

Em termos genéticos, a interação ocorre quando a contribuição dos genes que controlam o caráter ou o nível de expressão dos mesmos difere entre os ambientes. Isso ocorre porque a expressão dos genes é influenciada e ou regulada pelo ambiente (KANG, 1998).

A resposta relativa dos genótipos em relação às variações dos ambientes pode ser dividida em dois tipos: previsível e imprevisível (ALLARD; BRADSHAW, 1964). O primeiro tipo inclui todos os fatores permanentes do ambiente, como as características gerais do clima e tipo de solo, além das características do ambiente que variam de uma maneira sistemática, como o comprimento do dia. Incluem, ainda, os aspectos do ambiente que são determinados pelo homem, como data de plantio, densidade, método de preparo do solo e colheita, entre outros (CRUZ; CARNEIRO, 2006). As variações previsíveis podem ser avaliadas individualmente ou de forma conjunta em relação à sua interação com os genótipos (FEHR, 1987).

As variações do tipo imprevisível incluem as flutuações variáveis do ambiente, como quantidade e distribuição de chuvas, variações na temperatura, dentre outras (CRUZ; CARNEIRO, 2006). Essas flutuações são as que mais contribuem para as interações dos genótipos x anos ou, mesmo, genótipos x locais, bem como para interações de ordem maiores, como a interação tripla genótipos x locais x anos (FEHR, 1987).

Para a detecção da interação genótipos x ambientes, é preciso que diferentes genótipos sejam avaliados em dois ou mais ambientes contrastantes. Nesse sentido, o ambiente pode ser um local, ano, sistema de manejo, época de plantio ou, até mesmo, a ação de todos esses fatores simultaneamente (RAMALHO, 2000).

Vale ressaltar que não basta apenas detectar a presença da interação; deve-se também considerar a sua natureza, que pode ser simples ou complexa. No primeiro caso, a classificação dos genótipos não se altera nos ambientes nos quais os mesmos são avaliados. No segundo, há falta ou reduzida correlação genética entre os comportamentos dos genótipos nos ambientes. Geralmente, quando essa correlação é baixa, ocorrem mudanças na classificação dos genótipos, isto é, há genótipos que apresentam desempenho superior em alguns ambientes, mas não em outros (VENCOSKY; BARRIGA, 1992). 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 maior número de ambientes. Portanto, a interação genótipos x ambientes tem importante papel no contexto do melhoramento genético vegetal, pois implica a identificação de cultivares específicas aos ambientes de cultivo ou, então, que possuam ampla adaptação e com maior estabilidade possível.

No entanto, os trabalhos de melhoramento genético do cafeeiro, principalmente aqueles referentes à fase final de seleção ou indicação de cultivares, exigem que as avaliações das cultivares sejam realizadas no maior número de ambientes possível. Nesses experimentos, são obtidos grandes acervos de dados, sendo necessário que o melhorista identifique não só as cultivares mais produtivas, isto é, adaptadas, como também as mais estáveis (NUNES et al., 2004).

Um primeiro passo para estudar o comportamento de cultivares ou progênies em vários locais é a condução de experimentos nesses locais e, em seguida, estimar a interação para procurar alternativas que atenuem seu efeito. Para isso, a realização da análise conjunta desses experimentos se faz necessária (RAMALHO et al., 2000).

Para Medina (1992), a interação genótipo x ambientes é de suma importância em programas de melhoramento genético, pois a ordem dos genótipos em uma série de ambientes pode diferir estatisticamente, gerando problemas para a indicação de cultivares.

Segundo Matiello et al. (2008) a indicação de novas cultivares de cafeeiros deve ser acompanhada de ensaios de avaliação das suas características de produtividade, especialmente sua capacidade produtiva a médio prazo, por maior número de safras e com estudos em nível regional, buscando os melhores materiais adaptados às diversas regiões cafeeiras.

Lopes (1999) concluiu que, de uma forma geral, as cultivares de Catuaí Amarelo IAC 62, Topázio MG-1189, Catuaí Vermelho IAC 15, Rubi MG-1192, Catuaí Vermelho IAC 99 e Catuaí Vermelho IAC 144 apresentaram maior potencial de produção de grãos, associado ao bom aspecto vegetativo. Quando estas cultivares foram estudadas em diferentes locais, houve diferenciação entre as progênies (interação genótipo x ambiente), considerando três regiões distintas (Sul, Sudoeste e Alto Paranaíba de Minas Gerais).

Em vários ambientes, Aguiar (1999) caracterizou os aspectos morfológicos e agronômicos de várias linhagens das cultivares comerciais de café selecionadas pelo IAC e concluiu que as cultivares de *Coffea arabica* estudadas apresentaram baixa variabilidade genotípica por meio das características vegetativas e reprodutivas avaliadas.

Trabalhos realizados por Carvalho et al. (1989) evidenciaram que os resultados das primeiras colheitas não são confiáveis para caracterizar o potencial produtivo de uma progênie. Porém, de um modo geral, as progênies dentro de cada cultivar apresentaram pequena variação, mostrando comportamento semelhante quando se analisou a produtividade.

Em trabalho com progênies de Icatu em duas localidades do Sul de Minas Gerais, municípios de Machado e São Sebastião do Paraíso, por oito colheitas consecutivas, Correa (2004) não encontrou significância para a interação progênies x locais, mas a interação tripla progênies x locais x colheitas foi altamente significativa, mostrando a importância do estudo em mais de um local e também por várias colheitas.

Uma vez ressaltada a importância de ensaios regionais de cultivares de cafeeiro, avaliando-as em diferentes ambientes, deve-se atentar que ambientes não se referem apenas a locais, mas a diferentes sistemas de cultivo como, por exemplo, o sistema de irrigação, que também interferem no desempenho das plantas, intensificando a interação entre genótipos e ambientes (RAMALHO et al., 2000).

A irrigação é uma prática de manejo de alta tecnologia muito utilizada, que está em expansão em regiões promissoras, limitadas por baixas precipitações pluviométricas anuais ou chuvas mal distribuídas. Mesmo em regiões aptas para o cultivo do café, como o Sul de Minas, há necessidade de irrigação suplementar devido ao efeito de estiagens prolongada nos períodos

críticos de demanda hídrica, comprometendo a produtividade (FARIA; REZENDE, 1997).

Segundo Santiago e Fernandes (2005), a irrigação da cultura do cafeeiro permite aumentar a produção em até 220%. Sorice (1999) relata que a irrigação por gotejamento propiciou aumento na ordem de 95 a 120%, quando comparada com a testemunha, obtendo produtividade de 24,6 sacas.ha⁻¹ de café beneficiado.

Na safra de 1999/2000, Faria et al. (2001) realizaram um trabalho de irrigação na região de Lavras-MG com a cultivar Acaiá Cerrado MG1474, densidade populacional de 5.555 plantas.ha⁻¹, no espaçamento de 3,0 m x 0,6 m. Os autores testaram cinco diferentes lâminas de irrigação, sendo L1 (100% ECA), L2 (80% ECA), L3 (60%ECA) e L4 (40%ECA) e três parcelamentos de adubação de N e K (3, 6 e 9), concluindo que as lâminas de irrigação L1, L2, L3 e L4 proporcionaram um incremento de produção de 148,61; 136,55; 109,69 e 77,38%, respectivamente, em relação à testemunha L0(0%ECA) e as parcelas que receberam 3 parcelamentos de adubação apresentaram os melhores resultados.

2.7 Adaptabilidade e estabilidade

Dentre as alternativas para minimizar o efeito da interação genótipo x ambiente, a mais utilizada é a identificação de genótipos de ampla estabilidade e adaptabilidade, pela qual torna-se possível a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais, tornando o processo de recomendação de cultivares mais seguro (CRUZ; REGAZZI, 2001).

Um genótipo é considerado adaptado quando assimila vantajosamente o estímulo ambiental, do ponto de vista da produtividade (MARIOTTI et al.,

1976). Por outro lado, um genótipo é considerado estável, quando apresenta interações mínimas com os ambientes (BECKER,1981).

No caso do cafeeiro, Van der 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 et al. (1978), um genótipo ideal é aquele que apresenta alta produtividade associada à alta estabilidade em ambientes desfavoráveis e é capaz de responder satisfatoriamente em ambientes favoráveis.

Para Medina et al. (1984), uma cultivar bem sucedida deve começar a produzir cedo e manter produções altas nos anos subsequentes. De uma maneira prática, o genótipo ideal seria aquele que apresentasse precocidade de produção, ou seja, alcançasse o potencial produtivo mais jovem, respondesse à melhoria de ambientes, mas que não tivesse comportamento insatisfatório em condições de stress, além de manter boa performance produtiva ao longo dos anos de cultivo.

Existe uma série de metodologias para avaliação de estabilidade e adaptabilidade de cultivares e, constantemente, surgem novas opções. Cada uma delas tem suas vantagens e desvantagens. A regressão é um processo muito utilizado no estudo da adaptabilidade e estabilidade de cultivares. Ela foi inicialmente proposta por alguns pesquisadores, porém recebeu mais notoriedade através de trabalhos de Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russell (1966).

Annicchiarico (1992) propôs outra metodologia conhecida como Índice de Confiança, na qual se estima o risco de adoção de determinado genótipo. O resultado obtido para cada genótipo refere-se à probabilidade de determinado genótipo apresentar desempenho abaixo do padrão considerado, ou seja, quanto maior o índice de confiança menor o risco de adoção de determinada cultivar.

Corrêa (2004) avaliou a adaptabilidade e estabilidade de progênies de cafeeiro utilizando as seguintes metodologias: Eberhart e Russel (1966), Lin e

Binns (1988); Annicchiarico (1992) e AMMI, proposta por Duarte (2003) e encontrou coerência de resultados entre essas metodologias.

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

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Os experimentos foram conduzidos de dezembro de 2005 a julho de 2011, em três diferentes regiões do estado de Minas Gerais. Foram conduzidos quatro ensaios, sendo dois em áreas experimentais públicas, um na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), em Patrocínio (PTC) e outro no campus experimental da Universidade Federal de Lavras, em Lavras (LAV). Outros dois ensaios foram conduzidos em propriedades particulares nos municípios de Campos Altos (CA), na Fazenda Ouro Verde e de Turmalina (TUR), na Fazenda Capão da Estiva (Tabela 1).

Tabela 1 Regiões geográficas, variáveis climáticas e caracterização dos locais de instalação dos experimentos no Estado de Minas Gerais.

Município	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	Turmalina
Região	Sul	Alto Paranaíba	Alto Paranaíba	Jequitinhonha
Altitude (m)	919	1230	966	820
Temperatura média (°C)	19,3	17,6	22,0	21,3
Precipitação média anual (mm)	1529	1830	1620	1450
Latitude/ longitude	21°14'43"S 44°59'59"O	19°41'46"S 46°10'17"O	18°56'38"S 46°59'33"N	17°17'08"S 42°43'40"O
Região cafeeira	Sul de Minas	Cerrado de Minas	Cerrado de Minas	Chapada de Minas

Foram avaliadas quanto a várias características agronômicas 24 cultivares de *Coffea arabica* L., desenvolvidas pelos principais programas de melhoramento genético do país, lançadas nos últimos dez anos (Tabela 2). Dessas cultivares, 22 são consideradas resistentes à ferrugem (*Hemileia*

vastatrix) e duas, suscetíveis à doença (Bourbon Amarelo LCJ10 e Topázio MG 1190).

Tabela 2 Relação das cultivares de cafeeiro estudadas para as características agronômicas

Ordem	Cultivares	Instituição de origem
01	Catucaí Amarelo 2 SL	PROCAFÉ
02	Catucaí Amarelo 24/137	PROCAFÉ
03	Catucaí Amarelo 20/15 cv 479	PROCAFÉ
04	Catucaí Vermelho 785/15	PROCAFÉ
05	Catucaí Vermelho 20/15 cv 476	PROCAFÉ
06	Sabiá 398	PROCAFÉ
07	Palma II	PROCAFÉ
08	Acauã	PROCAFÉ
09	Oeiras MG 6851	EPAMIG
10	Catiguá MG 1	EPAMIG
11	Sacramento MG 1	EPAMIG
12	Catiguá MG 2	EPAMIG
13	Araponga MG 1	EPAMIG
14	Paraíso H419-1	EPAMIG
15	Pau Brasil MG 1	EPAMIG
16	Tupi IAC 1669-33	IAC
17	Obatã IAC 1669-20	IAC
18	Iapar 59	IAPAR
19	IPR 98	IAPAR
20	IPR 99	IAPAR
21	IPR 103	IAPAR
22	IPR 104	IAPAR
23	Topázio MG 1190	EPAMIG
24	Bourbon Amarelo LCJ10	IAC

Desse grupo, foram selecionadas nove cultivares, acrescidas pela cultivar Catiguá MG3, resistente à ferrugem, nos ensaios de Turmalina, Patrocínio e Lavras, para avaliação da qualidade de bebida e resistência às doenças ferrugem e cercosporiose (Tabela 3).

Tabela 3 Relação das cultivares de cafeeiro estudadas para análise sensorial e avaliação de ferrugem e cercosporiose

Ordem	Cultivares	Instituição de origem
01	Oeiras MG 6851	EPAMIG
02	Catiguá MG1	EPAMIG
03	Sacramento MG1	EPAMIG
04	Catiguá MG2	EPAMIG
05	Araponga MG1	EPAMIG
06	Paraíso H419-1	EPAMIG
07	Pau Brasil MG1	EPAMIG
08	Catiguá MG3	EPAMIG
09	Topázio MG1190	EPAMIG
10	Bourbon Amarelo LCJ10	IAC

3.2 Métodos

3.2.1 Condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados no mês de dezembro de 2005 e conduzidos até julho de 2011. A implantação e condução dos ensaios foram realizadas de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro em Minas Gerais, sendo a fertilização realizada conforme a 5ª Aproximação do Estado de Minas Gerais (GUIMARÃES et al., 1999).

O manejo fitossanitário não foi realizado por meio de produtos químicos, visando à identificação de cultivares resistentes à ferrugem e cercosporiose. O ensaio instalado na Fazenda Capão da Estiva foi conduzido sob irrigação por gotejamento.

3.2.2 Delineamento experimental

Em todos os locais, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, com parcelas de dez plantas,

espaçamento de 3,5m entre linhas x 0,70 m entre plantas, sendo que apenas as seis plantas centrais constituíram a parcela útil.

3.2.3 Características avaliadas

As características agronômicas foram avaliadas nas quatro primeiras colheitas, safras 2008/2009 a 2011/2012.

Produtividade (sacas de café beneficiado. ha⁻¹): a produção de frutos, em litros de “café da roça” por parcela foi avaliada anualmente. As colheitas foram realizadas entre os meses de maio e julho de cada ano, considerando um rendimento médio de 480 litros de “café da roça” para cada saca de 60 Kg de café beneficiado.

Uniformidade de maturação: expressa pela percentagem de frutos cerejas, verdes e passas/secos, amostrados das seis plantas centrais de cada parcela (500ml por parcela), em ramos plagiotrópicos localizados nos quatro quadrantes, procurando-se realizar esta avaliação quando a maioria dos frutos da parcela se encontrava no estágio denominado “cereja”.

Percentagem de frutos chochos: foi utilizada a metodologia proposta por Antunes e Carvalho (1954) em que 100 frutos cereja são colocados em água, sendo considerados chochos aqueles que permaneceram na superfície.

Classificação do café por peneira: essa análise foi realizada por profissionais qualificados da EPAMIG, segundo a Instrução Normativa N° 08 (BRASIL, 2003). A classificação por peneira foi feita após o beneficiamento, passando-se uma amostra de 300 gramas pelo conjunto de peneiras (16/64 a 19/64). Os grãos retidos em cada peneira foram pesados determinando-se a porcentagem retida em cada peneira, sendo esta característica expressa pela

porcentagem de grãos chatos e mocos retidos nas peneiras 16/64, 17/64, 18/64 e 19/64 chamada, então, de grãos peneira 16 acima.

Vigor vegetativo: foi avaliado ao se atribuírem notas conforme uma escala arbitrária de 10 pontos, sendo a nota 1 conferida às piores plantas, com o vigor vegetativo muito reduzido e acentuado sintoma de depauperamento e a nota 10, às plantas com excelente vigor, mais enfolhadas e com acentuado crescimento vegetativo dos ramos produtivos, conforme sugerido por Carvalho et al. (1979).

Incidência de cercosporiose nas folhas: para a avaliação da cercosporiose nas folhas, foram coletadas, ao acaso, 10 folhas do 3º par, por planta, no terço superior, totalizando 60 folhas por parcela útil. As coletas foram mensais, a partir de janeiro, até agosto de cada ano. As folhas foram levadas para o Laboratório de Fitopatologia do EcoCentro/EPAMIG - Lavras - MG, onde foram registradas as porcentagens de folhas com cercosporiose. Os percentuais de incidência da doença foram transformados em área abaixo da curva de progresso da incidência da cercosporiose (AACPIC) de acordo com critérios estabelecidos por Campbell e Madden (1990).

Incidência e severidade da ferrugem: as avaliações da incidência e severidade da ferrugem foram realizadas mensalmente, nos meses de janeiro a agosto de cada ano, coletando-se 10 folhas do 3º ou 4º par de folhas por planta, dos ramos localizados no terço médio, totalizando 60 folhas por parcela. As folhas foram levadas para determinação, em laboratório, da incidência e da severidade da ferrugem. A incidência foi determinada em porcentagem, contando-se o número de folhas de café com pústulas esporuladas nas 60 folhas coletadas. A severidade foi avaliada pela escala diagramática adaptada por Cunha et al. (2001), atribuindo-se notas conforme uma escala arbitrária de 5 pontos, sendo a nota 1 conferida às folhas com menor área ocupada pelas lesões (<3%) e a nota 5, às folhas com maior área ocupada pelas lesões (25 a 50%). Os

percentuais de incidência da doença foram transformados em área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade da ferrugem (AACPIF, AACPSF) de acordo com critérios estabelecidos por Campbell e Madden (1990).

Avaliação dos atributos sensoriais de bebida: essa avaliação foi realizada com amostras oriundas da última colheita, ano safra 2011/2012. A análise sensorial foi realizada por dois provadores pertencentes à Associação Brasileira de Cafês Especiais (BSCA), de acordo com a metodologia proposta pela BSCA. Segundo esta metodologia, cada atributo avaliado (bebida, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente, balanço ou equilíbrio e aspecto) recebeu nota de 0 a 8, conforme a intensidade apresentada nas amostras, sendo por isso mais objetiva que a “prova de xícara” convencional. A somatória das notas correspondeu à classificação final da bebida. Cada amostra começa com uma pontuação pré-estabelecida de 36 pontos, aos quais vão ser incorporadas as notas de cada atributo, sendo aquelas com pontuação superior a 80 classificadas como café especial (BSCA, 2007).

3.2.4 Preparo e processamento das amostras para análise sensorial

Logo após a colheita do último ano, realizou-se a separação dos frutos no estádio cereja e boia, por diferença de densidade, utilizando-se uma caixa de água adaptada a um peneirão, confeccionado com tela de arame com malha de 3,00 x 3,00 mm. Após a separação de cada amostra, foi realizada a limpeza dos instrumentos, evitando a contaminação dos diferentes materiais.

Após a separação hidráulica, as amostras foram descascadas em um descascador de café de motor elétrico da marca Pinhalense, modelo DPM 02, separando, por fim, algum fruto verde que eventualmente tenha permanecido na amostra, obtendo, dessa forma, 7 litros de café cereja descascado. Essas amostras foram distribuídas uniformemente em peneiras de 1m², confeccionadas

com telas de fios de polietileno, de malhas de 2,0 x 1,0 mm, esticadas em molduras de madeira. Durante o período de secagem, as peneiras foram colocadas sobre terreiro pavimentado até os grãos atingirem cerca de 11 a 12% de umidade (b.u).

Após a secagem, as amostras foram beneficiadas em descascador elétrico Pinhalense modelo DRC 2 e preparadas para a realização da análise sensorial.

3.2.5 Análises estatísticas

3.2.5.1 Análise de variância em esquema de parcela subdivida no tempo

As análises foram realizadas considerando-se cada local separadamente e também conjuntamente. Para as características produtividade de café beneficiado e incidência de doenças, as análises locais foram realizadas em esquema de parcelas subdividas no tempo (STEEL; TORRIE, 1980), considerando-se o conjunto de dois biênios de colheita e duas épocas de avaliação das doenças como subparcelas.

Na análise conjunta das demais características agronômicas, considerou-se a média das quatro colheitas. A análise foi realizada após a constatação da homogeneidade das variâncias para os locais por meio do teste de Hartley, como sugerido por Ramalho et al. (2000).

Adotou-se o seguinte modelo para análise conjunta das variáveis, no esquema de parcelas subdividas no tempo, considerando o efeito do erro experimental, aleatório e os demais efeitos, fixos.

$$Y_{ijk} = m + p_i + a_l + (pa)_{il} + b_{j(l)} + (pb)_{ij(l)} + c_k + (ac)_{lk} + (bc)_{jk(l)} + (pc)_{ik} + (pca)_{ikl} + e_{(ijkl)}$$

onde:

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

m: média geral

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

a_l : efeito do local l, sendo l = 1, 2, ..., l

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

$b_{j(l)}$: o efeito do bloco j dentro do local l

$(pb)_{ij(l)}$: efeito da interação do bloco j com a progênie i, dentro do local l
(erro experimental ao nível de parcelas)

c_k : efeito do biênio k, sendo k = 1, 2, ..., k

$(ac)_{lk}$: efeito da interação do local l com o biênio k, dentro do local l

$(bc)_{jk(l)}$: efeito da interação do bloco j com o biênio k, dentro do local l

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

$(pca)_{ikl}$: efeito da interação da progênie i com o biênio k e com o local l

$e_{(ijkl)}$: efeito do erro experimental ao nível de subparcelas

Para as análises de variâncias dos dados, foram adotadas significâncias de 5% e de 1% de probabilidade para o teste F. As análises foram feitas utilizando-se o programa computacional 'Sisvar', (FERREIRA, 2000) e o programa computacional GENES (CRUZ, 2001). Quando diferenças significativas foram detectadas, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 1% de probabilidade.

Após a constatação da significância da interação progênie x biênios x locais, foram realizadas a análise da adaptabilidade e a estabilidade das cultivares, empregando a metodologia proposta por Annichiarico (1992),

definindo-se como ambiente cada biênio em cada local, totalizando oito ambientes.

3.2.5.2 Metodologia de Annicchiarico (1992)

A metodologia proposta por Annicchiarico (1992) adota um Índice de Confiança que estima o risco de adoção de determinado genótipo. Os procedimentos para os cálculos têm início com a transformação das médias de cada cultivar em cada ambiente, em porcentagem da média do ambiente. Posteriormente, estima-se a média (Y) e o desvio padrão das porcentagens de cada cultivar. De posse dessas estimativas, obtém-se o índice de confiança I_i por meio do seguinte estimador:

$$I_i = Y_i - Z(1-\alpha). S_i$$

onde:

I_i : índice de confiança (%);

Y_i : média da cultivar i em porcentagem;

Z : valor na distribuição normal estandardizada na qual a função de distribuição acumulada atinge o valor percentil $(1-\alpha)$.

S_i : desvio padrão dos valores percentuais.

Quanto maior esse índice, menor o risco de adoção da cultivar.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional “SISVAR” (FERREIRA, 2000). As análises de estabilidade e adaptabilidade foram realizadas utilizando-se o programa computacional “Estabilidade”(FERREIRA, 2000).

3.2.5.3 Análise estatística das variáveis sensoriais

Foi realizada a análise de variância conjunta dos três locais da nota final da bebida, relativa à somatória das notas dos atributos sensoriais avaliados (bebida, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente, balanço e geral).

A análise foi realizada após a constatação da homogeneidade das variâncias, por meio do teste de Hartley, como sugerido por Ramalho, Ferreira e Oliveira (2000). Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 1% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características agronômicas

4.1.1 Análise conjunta e estabilidade de produção

O resumo da análise de variância para as características agronômicas representadas por produtividade; percentagem de frutos cereja, verde e passa/seco; percentagem de frutos chochos; percentagem de grãos com peneira 16 acima e vigor vegetativo é apresentado na Tabela 4.

Observa-se que houve efeito significativo no nível indicado pelo teste F para as fontes de variação tratamento, local, biênio e interações tratamentos x locais, locais x biênios, tratamentos x biênios e tratamentos x biênios x locais para todas as características analisadas. A detecção de significância para a interação tripla evidencia diferença do desempenho das cultivares em relação às características agronômicas, principalmente para produtividade ao longo dos anos, nos diferentes locais estudados.

Esse resultado demonstra que o comportamento das cultivares não é coincidente nos ambientes avaliados (locais e anos), refletindo um comportamento diferenciado das cultivares frente às mudanças do ambiente. Segundo Ramalho et al. (1993), essa interação ocorre devido a não coincidência de comportamento das cultivares nos vários ambientes, isto é, reflete as diferentes sensibilidades dos genótipos às mudanças do ambiente, sendo, portanto, um agravante para os programas de melhoramento.

As análises de variância para a produtividade de grãos foram realizadas utilizando-se o esquema de parcelas subdivididas no tempo, como proposto por Steel e Torrie (1980). Em lugar da realização de uma análise simples que considere a produtividade média de todas as colheitas, a justificativa para esse

procedimento é a possibilidade de se estudar a interação cultivares x biênios e também estudar o comportamento das cultivares ao longo dos biênios nos diferentes locais, com possibilidade de identificar cultivares mais ou menos precoces em relação à produção.

Tabela 4 Resumo da análise de variância para produtividade de grãos (sacas de café beneficiado.ha⁻¹), percentagem de fruto cereja, percentagem de fruto verde, percentagem de fruto passa e seco, porcentagem de frutos chochos, porcentagem de grãos com peneira 16 acima e vigor vegetativo de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais.Safras 2008/2009 a 2011/2012

FV	GL	Quadrado Médio						
		Produtividade	%Cereja	%Verde	%Passa/Seco	%Chocho	%Peneira	Vigor
Tratamento(T)	23	845,5626**	686,0475**	934,2726**	2346,6920**	94,9448**	687,9552**	7,5532**
Bloco(Local)	8	40,0680 ^{ns}	65,3435 ^{ns}	135,4194*	169,2948 ^{ns}	3,5480 ^{ns}	35,2039 ^{ns}	3,9518**
Local(L)	3	4368,8269**	13563,2390**	2995,4548**	13474,8128**	640,2386**	6255,5911**	45,8164**
T x L	69	180,4932**	208,3039**	192,7801**	348,1169**	29,0714**	106,3165**	1,6956**
Erro a	184	25,4724	70,4263	54,4151	110,0436	3,0582	19,1466	0,8508
Biênio (C)	1	47216,0305**	45980,9396**	10768,6452**	12028,1486**	348,1800**	1140,4691**	38,2851**
Erro b	8	14,2119	178,6631	73,6396	127,6306	2,6443	52,2710	0,3146
L x C	3	12389,4619**	2047,9596**	7211,8631**	1759,1664**	65,7753**	1030,5335**	25,9529**
T x C	23	83,0878**	105,3959**	112,2238**	219,3398**	20,0487**	61,1906**	2,0206**
T x C x L	69	171,0899**	97,1659**	54,3626*	87,9457**	13,5091**	61,0582**	0,7295**
Erro c	184	18,4692	50,5945	37,2744	54,9992	2,4949	20,2041	0,2752
Média		36,48	48,71	19,34	31,94	8,57	62,62	6,90
CV a (%)		13,84	17,23	38,14	32,83	20,39	6,99	13,35
CV b (%)		10,33	27,44	44,37	35,36	18,96	11,54	8,12
CV c (%)		11,78	14,60	31,57	23,21	18,42	7,18	7,59

^{ns}: não significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

** : significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F

* : significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

A produtividade média em sacas de café beneficiado. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}$ foi obtida pela média aritmética de produtividade de duas colheitas consecutivas combinadas (biênio). Alguns autores relatam que a combinação das colheitas em biênios melhora a precisão experimental por reduzir os efeitos da bienalidade da produção (BONOMO et al., 2004; MENDES, 1994).

A literatura indica a necessidade de avaliação da produção por pelo menos quatro safras consecutivas, ou dois biênios, para que a seleção de uma progênie ou indicação de cultivar seja bem sucedida, por se tratar de uma cultura perene cuja estabilidade de produção é alcançada na quarta colheita (CARVALHO, 1989). Portanto, o ciclo de avaliação utilizado nesse estudo foi suficiente para discriminar, com eficiência, o potencial produtivo das cultivares.

Na Tabela 5, são apresentados os dados de produtividade das cultivares em cada biênio nos quatro locais de avaliação.

Conforme relatado anteriormente, verifica-se a possibilidade de identificação de cultivares com desempenho satisfatório em produtividade nos primeiros anos, indicando precocidade na produção. Essa informação é relevante para a indicação de cultivares para diferentes sistemas de plantio como, por exemplo, sistema adensado, em que se busca produtividades elevadas nas primeiras colheitas (Tabela 5).

Desse modo, destaque deve ser dado aos locais Lavras e Patrocínio, nos quais é possível identificar cultivares com alto potencial produtivo inicial.

As cultivares Catucaí Amarelo 24/137, Sabiá 398, Palma II, Pau Brasil MG1, Obatã IAC 1669-20, IPR 99, IPR 103 e Topázio MG1190 apresentaram produtividades acima de 34 sc.ha^{-1} e 42 sc.ha^{-1} no primeiro biênio para os locais de Lavras e Patrocínio, respectivamente, com destaque para a cultivar Sabiá 398 que apresentou a maior produtividade média no primeiro biênio, alcançando valores de $39,2 \text{ sc.ha}^{-1}$ e $61,3 \text{ sc.ha}^{-1}$ para os locais Lavras e Patrocínio, respectivamente. Este resultado corrobora aqueles obtidos por Carvalho et al.

(2008), em que os autores concluíram que a cultivar Sabiá tem como principal característica a altíssima produtividade, principalmente nas três primeiras safras.

A cafeicultura mineira é muito heterogênea e apresenta-se com vários sistemas de cultivo, exigindo ampliação na base do conhecimento a fim de gerar informações para atender as diferentes necessidades dos cafeicultores. Com base nos resultados obtidos, nota-se que as cultivares que apresentaram produtividade inicial elevada poderiam ser indicadas para plantios adensados em regiões sujeitas a geadas; plantios adensados com enfoque para eliminação posterior de fileiras ou, ainda, áreas arrendadas visando ao retorno mais rápido do capital investido.

Segundo Fazuoli (1994), a utilização de plantios no sistema adensado associado a cultivares adaptadas possibilita um aumento na produção por área em níveis bem mais elevados que o plantio convencional.

No entanto, vale destacar que para todos os locais, exceto Patrocínio, as cultivares apresentaram incrementos na produtividade com o passar das colheitas, observando claramente uma evolução da produtividade média, conforme pode ser observado na média de cada biênio (Tabela 5).

Esses resultados podem indicar que a maioria das cultivares atinge o potencial produtivo após a segunda colheita, o que confirma os resultados obtidos por Carvalho (1989) que encontrou baixa correlação entre a produtividade das primeiras colheitas com o potencial produtivo da progênie.

Carvalho et al.(2009) também encontraram resultados semelhantes avaliando o comportamento de progênies F4 obtidas a partir do cruzamento Icatu x Catimor e observaram evolução na produtividade das progênies após o primeiro biênio, evidenciando que a seleção antes dessa época não seria eficiente e ainda que os anos de maior produtividade são mais favoráveis para a seleção (BONOMO et al., 2004; FAZUOLI et al., 2000).

Tabela 5 Produtividade média por biênio (biênio 1= colheitas 2008 e 2009; biênio 2= colheitas 2010 e 2011), em sacas de 60 Kg de café beneficiado.ha⁻¹ de 24 cultivares comerciais de cafeeiro, nas regiões do Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha de Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012

Cultivares	Lavras		Campos Altos		Patrocínio		Turmalina	
	Biênio 1	Biênio 2	Biênio 1	Biênio 2	Biênio 1	Biênio 2	Biênio 1	Biênio 2
Catucaí Amarelo 2 SL	28,5 b	36,9 d	23,9 a	42,8 b	43,8 c	44,9 a	17,2 b	81,3 b
Catucaí Amarelo 24/137	37,7 a	48,0 b	23,4 a	40,1 b	50,7 b	45,0 a	20,2 b	90,4 a
Catucaí Amarelo 20/15 cv 479	35,4 a	54,3 a	20,4 a	40,0 b	37,6 c	35,1 c	19,0 b	74,1 c
Catucaí Vermelho 785/15	24,0 b	22,2 e	13,8 b	29,3 c	22,2 d	23,0 d	20,3 b	51,7 f
Catucaí Vermelho 20/15 cv 476	24,6 b	28,7 e	14,3 b	28,8 c	29,2 d	30,2 c	23,2 a	63,9 d
Sabiá 398	39,2 a	44,0 c	25,7 a	49,3 a	61,3 a	52,6 a	18,1 b	84,8 b
Palma II	36,0 a	40,3 c	29,9 a	46,9 a	43,7 c	32,7 c	26,1 a	61,7 d
Acauã	30,1 a	34,7 d	14,2 b	31,8 c	42,0 c	47,4 a	21,2 b	72,2 c
Oeiras MG6851	20,7 b	36,2 d	20,4 a	46,9 a	28,4 d	31,2 c	21,8 b	62,6 d
Catiguá MG1	28,1 b	43,0 c	12,9 b	35,0 c	25,7 d	37,8 b	17,8 b	50,2 f
Sacramento MG1	21,7 b	41,4 c	15,1 b	45,3 a	39,6 c	40,2 b	25,5 a	47,9 f
Catiguá MG2	21,3 b	61,2 a	23,0 a	39,0 b	30,7 d	40,0 b	23,7 a	40,4 g
Araponga MG1	24,8 b	37,4 d	22,3 a	41,3 b	33,8 d	33,4 c	19,9 a	47,8 f
Paraíso H419-1	22,6 b	36,3 d	26,3 a	39,7 b	24,2 d	37,8 b	23,4 a	45,5 g
Pau Brasil MG1	35,0 a	56,4 a	30,0 a	47,5 a	42,0 c	34,9 c	24,9 a	67,7 c
Tupi	26,1 b	45,8 b	16,6 b	31,7 c	52,1 b	44,4 a	17,5 b	66,4 c
Obatã IAC 1669-20	36,5 a	62,5 a	29,3 a	33,4 c	47,9 b	44,2 a	26,3 a	79,8 b
Iapar 59	23,8 b	33,5 d	12,8 b	34,1 c	26,2 d	20,7 d	22,6 a	56,4 e
IPR 98	25,2 b	26,0 e	14,9 b	35,0 c	29,6 d	30,6 c	20,8 b	70,6 c
IPR 99	37,5 a	56,8 a	25,9 a	34,8 c	48,4 b	34,6 c	16,7 b	76,3 c
IPR 103	34,2 a	52,1 b	21,7 a	44,2 b	50,7 b	41,8 b	28,7 a	81,2 b
IPR 104	18,0 b	24,1 e	22,1 a	48,1 a	27,5 d	23,2 d	23,1 a	70,4 c
Topázio MG 1190	35,7 a	39,2 c	27,4 a	56,0 a	42,8 c	44,3 a	24,8 a	62,0 d
Bourbon Amarelo LCJ10	36,6 a	32,1 d	11,3 b	27,2 c	23,8 d	21,5 d	25,0 a	56,7 f
Média	29,3 B	41,4 A	20,7 B	39,5 A	37,7 A	36,3 A	22,0 B	64,5 A
CV (%)	11,78							

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com nível de significância de 1 %.

A produtividade média nas quatro colheitas é apresentada na Tabela 6. A produtividade média do ensaio de Turmalina foi superior à dos demais locais, superando 30,8% em relação ao ensaio de Campos Altos. Essa superioridade de produtividade ocorreu possivelmente em razão do alto nível tecnológico adotado no manejo do ensaio, com o emprego de irrigação e fertirrigação.

Vários autores têm relatado a importância da irrigação no cultivo do cafeeiro, tanto em regiões com déficit hídrico elevado (Triângulo Mineiro e Norte de Minas), quanto em regiões consideradas aptas ao cultivo do cafeeiro, com menor restrição hídrica. Segundo Santinato e Fernandes (2005), com a irrigação do cafeeiro, pode-se aumentar a produtividade em até 220%.

Vários trabalhos realizados na região de Lavras e Viçosa demonstram que o aumento de produtividade média com o uso da irrigação (médias de pelo menos três safras) foi de 50% quando comparada às lavouras de sequeiro, implantadas em regiões consideradas aptas climaticamente ao cultivo do cafeeiro, sem a necessidade de irrigação (DRUMOND; FERNANDES, 2004).

Observa-se na Tabela 6 que a produtividade média das cultivares se alterou em relação aos locais avaliados. Os resultados evidenciam a necessidade de se avaliar o comportamento regional das cultivares, pois a interação genótipos por ambientes é expressiva. Ramalho, Santos e Zimmermam (1993) explicam que essa interação ocorre devido à não coincidência de comportamento dos genótipos nos vários ambientes, isto é, reflete as diferentes sensibilidades dos genótipos às mudanças do ambiente.

No município de Lavras, houve a formação de quatro grupos de cultivares em relação às produtividades. O grupo com produtividade superior, formado pelas cultivares: Catucaí Amarelo 20/15 cv 479, Pau Brasil MG1, Obatã IAC 1669-20 e IPR 99, apresentou produtividades variando entre 44,8 e 49,5 sacos de café beneficiado.ha⁻¹. O grupo constituído pelas cultivares com

produtividade inferior foi formado pelas cultivares IPR 104 e Catucaí Vermelho 785/15, com produtividades de 21,0 e 23,1 sc.ha⁻¹, respectivamente(Tabela 6).

Tabela 6 Médias de produtividade, em sacas de 60 kg de café beneficiado.ha⁻¹, de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2099 a 2011/2012

Cultivares	Local				Média Geral
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	Turmalina	
CA 2 SL	32,7 c B	33,3 b B	44,3 c A	49,3 a A	39,9 b
CA 24/137	42,8 b B	31,7 b C	47,9 b B	55,3 a A	44,4 a
CA 20/15 cv 479	44,8 a A	30,2 b C	36,4 d B	46,5 b A	39,5 b
CV 785/15	23,1 e B	21,5 c B	22,6 e B	36,0 c A	25,8 g
CV 20/15 cv 476	26,7 d B	21,6 c C	29,7 d B	43,6 b A	30,4 f
Sabiá 398	41,6 b B	37,5 a B	56,9 a A	51,5 a A	46,9 a
Palma II	38,2 b A	38,4 a A	38,2 c A	43,9 b A	39,7 b
Acauã	32,4 c B	23,0 c C	44,7 c A	46,7 b A	36,7 c
Oeiras MG6851	28,4 d B	33,6 b B	29,8 d B	42,2 b A	33,5 d
Catiguá MG 1	35,5 c A	23,9 c B	31,7 d A	34,0 c A	31,3 e
Sacramento MG1	31,6 c B	30,2 b B	39,9 c A	36,7 c A	34,6 d
Catiguá MG 2	41,3 b A	31,0 b B	35,3 d B	32,0 c B	34,9 d
Araponga MG1	31,1 c A	31,8 b A	33,6 d A	33,8 c A	32,6 e
Paraíso H419-1	29,5 d A	33,0 b A	31,0 d A	34,5 c A	32,0 e
Pau Brasil MG1	45,7 a A	38,8 a B	38,5 c B	46,3 b A	42,3 a
Tupi	36,0 c C	24,2 c D	48,2 b A	41,9 b B	37,6 c
Obatã IAC 1669-20	49,5 a A	31,4 b B	46,0 b A	53,1 a A	45,0 a
Iapar 59	28,6 d B	23,5 c B	23,4 e B	39,5 c A	28,8 f
IPR 98	25,6 d B	25,0 c B	30,1 d B	45,7 b A	31,6 e
IPR 99	47,2 a A	30,3 b B	41,5 c A	46,5 b A	41,4 b
IPR 103	43,2 b B	33,0 b C	46,3 b B	54,9 a A	44,3 a
IPR 104	21,0 e C	35,1 b B	25,4 e C	46,8 b A	32,1 e
Topázio MG1190	37,4 b A	41,7 a A	43,6 c A	43,4 b A	41,5 b
Bourbon AM. LCJ10	34,4 c A	19,2 c B	22,7 e B	39,3 c A	28,9 f
Média	35,3 C	30,1 D	37,0 B	43,5 A	36,5
CV (%)	11,78				

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com nível de significância de 1 %.

Em Campos Altos, formaram-se três grupos de cultivares em relação à produtividade média. O grupo com produtividade superior incluiu as cultivares, Sabiá 398, Palma II, Pau Brasil MG1 e Topázio MG1190. As produtividades

variaram de 37,5 à 41,7 sc.ha⁻¹. Já o grupo formado por oito cultivares com produtividade inferior, a produtividade variou entre 19,2 e 24,2 sc.ha⁻¹ (Tabela 6).

Em Patrocínio, ocorreu a formação de cinco grupos. O grupo com produtividade superior foi formado por apenas uma cultivar, Sabiá 398, com produtividade de 56,9 sc. ha⁻¹, enquanto no grupo formado por quatro cultivares com produtividade inferior, a produtividade variou entre 22,6 e 25,4 sc. ha⁻¹.

Finalmente, em Turmalina, a exemplo de Campos Altos, ocorreu a formação de três grupos de cultivares com produtividades diferentes. O grupo com produtividade superior foi formado por cinco cultivares, Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí Amarelo 24/137, Sabiá 398, Obatã IAC 1669-20 e IPR 103, com produtividade variando entre 49,3 e 55,3 sc. ha⁻¹. No grupo formado por oito cultivares com produtividade inferior, a produtividade variou entre 32 e 39,5 sc. ha⁻¹(Tabela 6).

Em estudo com progênies com resistência à ferrugem no Sul de Minas Gerais e após cinco colheitas, Matiello et al.(2007) também verificaram que as cultivares Sabiá 398 e Catucaí Vermelho 24/137 destacaram-se entre as mais produtivas, com produtividades de 39,6 e 31,8 sc. ha⁻¹, respectivamente.

De maneira geral, a produtividade média das cultivares avaliadas foi de magnitude satisfatória. No entanto, algumas considerações podem ser feitas a respeito do desempenho de algumas cultivares nos diferentes ambientes. Com base nos dados de produtividade média geral de quatro colheitas, as cultivares Sabiá 398, Pau Brasil MG1, Obatã IAC 1669-20, Catucaí Amarelo 24/137 e IPR103 sobressaíram-se em relação às demais (Tabela 6).

Em contrapartida, a cultivar Catucaí Vermelho 785/15 apresentou desempenho inferior em relação às demais cultivares em todos os locais avaliados, sendo que, na média, essa cultivar apresentou um decréscimo de até 44,9% na produtividade em comparação com a média da melhor cultivar.

Também vale destacar o baixo desempenho em produtividade das cultivares Iapar 59 e Bourbon Amarelo LCJ10 em todos os locais, principalmente em Campos Altos, Patrocínio e Turmalina. É interessante destacar que as cultivares testemunhas (Bourbon Amarelo LCJ10 e Topázio MG 1190) não expressaram seu máximo potencial produtivo, uma vez que não receberam o controle de ferrugem em nenhuma das parcelas experimentais. Sabe-se que a ferrugem pode ocasionar um decréscimo de até 50% na produtividade devido ao alto grau de desfolha provocado na planta (ZAMBOLIM et al., 2005).

Os resultados do trabalho são semelhantes àqueles apresentados por Botelho et. al. (2010), que avaliaram a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de café arábica em Minas Gerais e evidenciaram que a cultivar Iapar 59 também apresentou baixo desempenho em produtividade em Três Pontas, Campos Altos e Capelinha.

Resultados apresentados por Paiva (2009) em Varginha-MG também destacam a cultivar Iapar 59 como a menos produtiva, com média de 25,8 sc.ha⁻¹ em seis colheitas e a cultivar Sabiá 398 como a mais produtiva, com média de 40,8 sc.ha⁻¹.

Ao avaliar as características agronômicas de 20 genótipos de Bourbon, dentre as quais a produtividade, Ferreira (2010) também identificou o baixo desempenho em produtividade da cultivar Bourbon Amarelo LCJ10 nos diferentes ambientes avaliados, representados pelas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais.

É importante ressaltar as cultivares que se destacaram no ensaio de Turmalina. Conforme mencionado, foram identificadas cultivares responsivas ao alto nível tecnológico empregado, atingindo produtividade média de 55,3 sc.ha⁻¹. Portanto, existem cultivares que são mais ou menos responsivas à melhoria do ambiente de cultivo, por meio da adoção de elevado nível tecnológico, como por exemplo, a fertirrigação.

Diante dos resultados, nota-se claramente uma resposta diferenciada das cultivares frente às mudanças de ambiente. Desse modo, embora sejam cultivares tradicionais, há a necessidade de verificar a influência do ambiente sobre o seu desempenho nas diferentes regiões de cultivo, oferecendo subsídios ao produtor na adoção de determinada cultivar.

Dessa forma, os resultados obtidos neste trabalho corroboram as afirmações de Bartholo e Chebabi (1985) que realçam a necessidade de se instalar um mesmo experimento em mais de um local, quando se deseja selecionar cultivares de cafeeiros adaptados às diferentes regiões de plantio.

Em relação à principal característica de produtividade nos diferentes locais de cultivo, o comportamento distinto das cultivares estudadas confirma a ocorrência da interação genótipos por ambientes, fato que justifica a avaliação de estabilidade e adaptabilidade das cultivares feita, no presente trabalho, por meio da metodologia proposta por Annicchiarico (1992). Os resultados são apresentados na Tabela 7.

O índice de confiança (I_i) demonstra o desempenho da cultivar em relação à média do ambiente. Esse método estima o risco de adoção de determinada cultivar em diferentes regiões, ou seja, estima a probabilidade de certo genótipo apresentar desempenho abaixo da média do ambiente (Ferreira, 2010).

Na metodologia de Annicchiarico (1992), o índice de confiança sofre a interferência de duas variáveis distintas, uma relacionada à produtividade e outra relativa à estabilidade, ou seja, o desvio padrão. A primeira, a média relativa, é função do potencial produtivo da cultivar. Assim, será considerada ideal a cultivar que apresentar o menor risco de ser adotada, isto é, aquela que apresentar o maior índice de confiança (CORREA; MENDES; BARTHOLO, 2006).

No presente trabalho algumas cultivares destacaram-se apresentando maiores valores desse índice como as cultivares Catucaí Amarelo 24/137 (97,62), Sabiá 398 (95,22), Pau Brasil MG1 (97,71), Obatã IAC 1669-20 (99,36), IPR 103 (107,62) e Topázio MG1190 (95,75). Essas cultivares mostraram-se promissoras porque além da maior estabilidade nos ambientes, ficaram entre as mais produtivas na média dos ambientes, ou seja, aliam estabilidade com alta média de produtividade.

Ao avaliarem a estabilidade e adaptabilidade fenotípica de cultivares de café arábica em Minas Gerais Botelho et al. (2010) também encontraram resultados favoráveis para a cultivar Topázio MG1190, que apresentou elevada estabilidade aliada a alta produtividade em ambientes favoráveis e, principalmente, em ambientes desfavoráveis.

Na análise da cultivar IPR103 em relação à Bourbon Amarelo LCJ10, que obteve o menor índice de confiança do ensaio ($I_i=47,49$), nota-se que houve um aumento na confiabilidade de 60,13% (Tabela 7).

Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Ferreira (2010), que trabalhou com seleção de genótipos de cafeeiros Bourbon para a produção de cafés especiais nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais. O autor também identificou a cultivar Bourbon Amarelo LCJ10 com baixo índice de confiança, confirmando sua baixa estabilidade e adaptabilidade nos diferentes ambientes estudados.

Tabela 7 Estimativa da média (Yi), desvios (Si) e do índice de confiança (Ii), segundo o método proposto por Annicchiarico (1992), para produtividade de café beneficiado, em sacas de 60 Kg.ha⁻¹ de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012

Cultivares	Yi	Si	Ii *
Catucaí Amarelo 2 SL	106,68	16,92	84,99
Catucaí Amarelo 24/137	118,55	16,32	97,62
Catucaí Amarelo 20/15 cv 479	106,06	14,67	87,25
Catucaí Vermelho 785/15	71,22	12,93	54,65
Catucaí Vermelho 20/15 cv 476	82,54	13,33	65,45
Sabiá 398	126,15	24,14	95,22
Palma II	112,87	17,83	90,01
Acauã	98,17	20,08	72,43
Oeiras MG 6851	91,48	15,18	72,02
Catiguá MG 1	85,11	15,75	64,92
Sacramento MG 1	95,91	19,19	71,31
Catiguá MG 2	98,97	26,97	64,40
Araponga MG 1	91,58	10,69	77,87
Paraíso H419-1	92,10	21,10	65,05
Pau Brasil MG 1	118,26	16,03	97,71
Tupi	100,30	22,00	72,10
Obatã IAC 1669-20	124,10	19,30	99,36
Iapar 59	78,29	14,90	59,20
IPR 98	84,41	13,99	66,47
IPR 99	111,94	22,37	83,26
IPR 103	120,56	10,09	107,62
IPR 104	87,30	25,60	54,49
Topázio MG 1190	116,81	16,43	95,75
Bourbon Amarelo LCJ10	80,53	25,77	47,49

*Nível de significância adotado = 0,10

Ainda na Tabela 7, podem ser destacadas algumas cultivares que apresentaram baixo índice de confiança. São elas: Catucaí Vermelho 785/15, Iapar 59 e Bourbon Amarelo LCJ10. Esse resultado é confirmado com os dados da tabela 6, em que as mesmas cultivares apresentaram os menores valores de produtividade em todos os ambientes avaliados, mostrando serem pouco responsivas quanto à produtividade nas variações de ambiente.

As diferenças na adaptabilidade e estabilidade das cultivares podem ser atribuídas às variações edafoclimáticas dos locais e climáticas dos biênios, utilizados para a formação dos ambientes (BOTELHO et al., 2010; GICHIMU; OMONDI, 2010).

4.1.2 Uniformidade de maturação

Nas Tabelas 8, 9 e 10, são apresentados valores percentuais de frutos nos estádios cereja, verde e passa/seco.

Sabe-se que um dos grandes problemas encontrados na maioria das cultivares de cafeeiro é a baixa uniformidade de maturação dos frutos (NOGUEIRA et al., 2005). O café, por apresentar mais de uma florada, proporciona, em uma mesma planta, frutos em diferentes fases de maturação: verde, cereja, passa e seco. Em razão dessa característica, é importante que a colheita seja efetuada quando a maioria dos frutos se encontra no estágio cereja, que compreende o período no qual os constituintes químicos atingem teores que conferem características peculiares da maturação completa, sendo, então, considerado o ponto ideal de colheita (CARVALHO; CHALFOUN, 2000; PIMENTA, 1995).

A uniformidade de maturação dos frutos das cultivares foi determinada avaliando-se o percentual de frutos no estágio cereja, verde e passa/seco no momento da colheita (Tabelas 8, 9 e 10).

Tabela 8 Percentagem média de frutos no estágio cereja de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012.

Cultivares	Local			
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	Turmalina
CA 2 SL	49,9 b	48,5 a	29,4 c	66,6 a
CA 24/137	49,2 b	50,6 a	47,8 a	55,2 b
CA 20/15 cv 479	51,2 b	47,2 a	41,4 b	56,2 b
CV 785/15	36,5 c	33,8 c	25,2 c	55,4 b
CV 20/15 cv 476	35,9 c	33,3 c	15,2 d	49,9 b
Sabiá 398	47,7 b	43,7 b	39,6 b	58,2 b
Palma II	40,5 c	42,1 b	38,2 b	66,5 a
Acauã	44,4 b	44,9 b	40,5 b	52,9 b
Oeiras MG 6851	46,8 b	49,4 a	35,2 b	64,5 a
Catiguá MG 1	51,6 b	50,8 a	42,8 b	62,7 a
Sacramento MG 1	52,0 b	53,4 a	42,9 b	60,3 a
Catiguá MG 2	50,6 b	53,1 a	50,4 a	70,2 a
Araponga MG 1	52,2 b	52,8 a	40,0 b	55,2 b
Paraíso H419-1	61,0 a	47,7 a	50,1 a	62,1 a
Pau Brasil MG 1	62,7 a	48,9 a	37,6 b	63,0 a
Tupi	49,5 b	52,1 a	40,9 b	65,6 a
Obatã IAC 1669-20	60,2 a	56,1 a	46,2 a	60,7 a
Iapar 59	44,7 b	42,8 b	26,7 c	60,1 a
IPR 98	48,9 b	44,9 b	34,2 b	61,6 a
IPR 99	55,6 b	51,0 a	41,5 b	55,2 b
IPR 103	49,1 b	45,4 b	36,3 b	64,3 a
IPR 104	44,9 b	40,9 b	21,3 d	61,6 a
Topázio MG 1190	67,4 a	51,8 a	17,1 d	71,3 a
Bourbon Am. LCJ10	48,8 b	52,8 a	44,5 a	52,4 b
Média	50,0 B	47,4 C	36,9 D	60,5 A
CV(%)	14,6			

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com nível de significância de 1 %.

Houve diferença significativa na maturação dos frutos entre as cultivares em todos os locais avaliados e, também, entre médias de locais (Tabelas 8, 9 e 10).

Em Lavras, o menor percentual de frutos verdes foi observado em 12 cultivares: Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí Vermelho 785/15, Catucaí Vermelho

20/15 cv 476, Pau Brasil MG1, Tupi IAC 1669-33, Obatã IAC 1669-20, Iapar 59, IPR98, IPR104, Topázio MG 1190 e Bourbon Amarelo LCJ10, com amplitude entre 4,7 e 19,8% de frutos verdes, o que evidencia cultivares que apresentam maturação mais uniforme. Nesse local, verificou-se alto percentual de frutos verdes para a cultivar Palma II (52,6%), indicativo de uma cultivar tardia quanto à época de maturação dos frutos.

Em Campos Altos, foram identificadas 10 cultivares com baixo percentual de frutos verdes: Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí Amarelo. 24/137, Catucaí Vermelho 785/15, Catucaí Vermelho 20/15 cv476, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Iapar 59, IPR 98, IPR 104 e Bourbon Amarelo LCJ10, com amplitude entre 6,1 e 18,7%.

Em Patrocínio, a grande maioria das cultivares apresentou baixo percentual de frutos verdes, exceto as cultivares Sabiá 398, PalmaII, Acauã, Catiguá MG1, Pau Brasil MG1 e Tupi IAC 1669-33, que apresentaram alto percentual de frutos verdes, com amplitude entre 20,9 e 29,5%.

Turmalina foi o local em que todas as cultivares apresentaram baixo percentual de frutos verdes, exceto a cultivar IPR103, que apresentou 22,7% de frutos nesse estádio. Esse fato se deve, provavelmente, ao uso de irrigação, que proporcionou floradas uniformes.

Sabe-se que a uniformidade de maturação é diretamente influenciada pela disponibilidade de água no início da terceira fase fenológica do cafeeiro, que sucede a fase de indução de gemas foliares, formadas na primeira fase, para gemas florais que entram em relativo repouso até o aumento de seu potencial hídrico (CAMARGO; CAMARGO, 2001; CAMARGO; FRANCO, 1985; GOUVEIA, 1984).

Tabela 9 Percentagem média de frutos no estágio verde de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012

Tratamento	Local			
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	Turmalina
CA 2 SL	15,8 c	16,4 b	18,0 a	8,9 b
CA 24/137	34,2 b	18,7 b	17,9 a	18,1 a
CA 20/15 cv 479	31,2 b	20,2 b	17,1 a	18,1 a
CV 785/15	4,7 d	6,1 c	14,0 b	12,0 b
CV 20/15 cv 476	5,7 d	8,7 c	7,9 b	11,3 b
Sabiá 398	35,3 b	31,3 a	20,9 a	18,2 a
Palma II	52,6 a	30,0 a	29,5 a	18,3 a
Acauã	37,6 b	33,4 a	26,2 a	19,3 a
Oeiras MG 6851	25,4 c	16,6 b	15,1 b	12,2 b
Catiguá MG 1	35,9 b	28,2 a	21,8 a	15,3 a
Sacramento MG 1	22,2 c	30,0 a	16,0 a	11,3 b
Catiguá MG 2	34,3 b	31,3 a	18,0 a	12,2 b
Araponga MG 1	27,4 c	21,5 b	17,1 a	10,1 b
Paraíso H419-1	22,4 c	33,3 a	18,4 a	15,3 b
Pau Brasil MG 1	17,8 c	24,6 a	21,4 a	12,7 b
Tupi	19,8 c	24,1 a	21,7 a	17,8 a
Obatã IAC 1669-20	19,0 c	18,2 b	19,1 a	19,3 a
Iapar 59	17,2 c	16,4 b	11,0 b	12,0 b
IPR 98	11,0 d	18,7 b	12,7 b	10,1 b
IPR 99	25,4 c	28,6 a	17,3 a	15,8 a
IPR 103	38,7 b	34,4 a	12,1 b	22,7 a
IPR 104	10,0 d	14,8 b	9,4 b	14,2 b
Topázio MG 1190	17,2 c	22,7 a	6,9 b	6,5 b
Bourbon Am. LCJ10	15,0 c	8,0 c	18,1 a	10,3 b
Média	23,9 A	22,3 A	16,9 B	14,1 C
CV(%)	31,6			

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com nível de significância de 1 %.

Tabela 10 Percentagem média de frutos no estágio passa e seco de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012

Tratamento	Local			
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	Turmalina
CA 2 SL	34,3 b	35,1 c	52,5 b	24,4 b
CA 24/137	16,8 c	30,9 c	34,7 c	26,6 a
CA 20/15 cv 479	19,2 c	32,5 c	41,4 c	25,8 b
CV 785/15	58,7 a	60,0 a	60,8 b	32,3 a
CV 20/15 cv 476	58,4 a	57,9 a	76,8 a	38,8 a
Sabiá 398	17,0 c	25,7 d	39,0 c	24,1 b
Palma II	6,9 c	28,0 c	32,3 c	15,7 b
Acauã	17,9 c	21,7 d	33,2 c	28,4 a
Oeiras MG 6851	28,5 c	33,9 c	49,6 c	23,2 b
Catiguá MG 1	12,4 c	21,0 d	35,4 c	21,9 b
Sacramento MG 1	25,5 c	16,6 d	41,0 c	28,9 a
Catiguá MG 2	15,1 c	15,6 d	31,9 c	18,0 b
Araponga MG 1	20,3 c	25,6 d	42,8 c	34,4 a
Paraíso H419-1	17,5 c	18,9 d	31,9 c	23,3 b
Pau Brasil MG 1	19,5 c	26,5 d	41,5 c	24,1 b
Tupi	30,6 c	23,7 d	37,4 c	17,4 b
Obatã IAC 1669-20	20,8 c	25,6 d	34,6 c	19,9 b
Iapar 59	38,8 b	41,4 b	62,2 b	27,9 a
IPR 98	40,2 b	36,3 c	53,0 b	27,9 a
IPR 99	18,9 c	20,3 d	41,1 c	28,9 a
IPR 103	12,1 c	20,1 d	51,6 b	12,9 b
IPR 104	45,1 b	44,1 b	68,4 a	24,4 b
Topázio MG 1190	15,4 c	25,4 d	75,9 a	22,1 b
Bourbon Am. LCJ10	35,7 b	39,1 b	37,1 c	37,1 a
Média	26,1 C	30,3 B	46,1 A	25,4 C
CV(%)	23,2			

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com nível de significância de 1 %.

Ainda analisando as tabelas 8, 9 e 10, verifica-se que, de acordo com as condições climáticas de cada região, as cultivares Catucaí Vermelho 785/15 e Catucaí Vermelho 20/15 cv476 mostraram ser cultivares precoces na maturação dos frutos, visto que apresentaram altos percentuais de frutos no estágio passa/seco em todos os locais, exceto em Turmalina (Tabela 10). Em Patrocínio, além das duas cultivares mencionadas, as cultivares Iapar59, IPR104, IPR103,

IPR98, Catucaí Amarelo 2SL e Topázio MG1190 também apresentaram maturação precoce de frutos (Tabela 10).

Esses resultados são semelhantes aos do trabalho de Petek, Sera e Fonseca (2009) ao afirmarem que a uniformidade de maturação é bastante influenciada pelas condições edafoclimáticas regionais, microclimáticas e pelo sistemas de cultivo.

4.1.3 Percentagem de frutos chochos

Uma das anomalias ocorrentes nos frutos de café é a ausência de semente em pelo menos um dos locos desses frutos. Tais anomalias podem estar relacionadas a fatores ambientais, fisiológicos e ou genéticos. Entretanto, alguns cafeeiros apresentam elevada quantidade desse defeito, indicando um possível controle genético (FERREIRA, 2010).

Sabe-se que essa característica tem influência direta sobre o rendimento, obtido pela razão entre o peso ou litros de café da roça e pelo peso de café beneficiado, ou seja, quanto maior a percentagem de frutos chochos, menor será o rendimento.

Na Tabela 11, são apresentados os dados de percentagem de frutos chochos. Verifica-se pela tabela que houve uma maior percentagem de frutos normais do que chochos para todas as cultivares, com uma amplitude de variação para frutos chochos entre 2,1 e 15,5%, com média geral de 8,6%.

Segundo Carvalho et al. (2006), uma cultivar é considerada satisfatória para o melhorista quando apresenta valor igual ou superior a 90,0% de frutos normais, explicando por que grande parte das cultivares comerciais tem porcentagem de frutos normais próximo a este valor. Portanto, a grande maioria das cultivares estudadas no presente trabalho apresenta-se na faixa considerada

ideal para frutos normais, visto que a média geral para essa característica foi de 92,4%.

Tabela 11 Percentagem média de frutos chochos de 24 cultivares comerciais de café avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012

Cultivares	Local			
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	Turmalina
CA 2 SL	10,1 b	7,1 b	6,3 e	12,1 b
CA 24/137	11,3 b	5,3 c	5,1 e	16,1 a
CA 20/15 cv 479	6,3 d	5,8 c	7,6 d	11,0 c
CV 785/15	7,5 c	5,0 c	5,3 e	11,6 b
CV 20/15 cv 476	11,6 b	10,6 a	9,3 d	12,1 b
Sabiá 398	13,5 a	5,8 c	12,1 c	15,5 a
Palma II	7,5 c	7,3 b	3,6 f	9,0 d
Acauã	8,8 c	6,3 b	10,0 c	8,6 d
Oeiras MG 6851	5,1 d	5,3 c	6,3 e	11,0 c
Catiguá MG 1	14,8 a	9,0 a	14,1 b	10,8 c
Sacramento MG 1	10,3 b	7,3 b	17,5 a	14,8 a
Catiguá MG 2	8,8 c	7,1 b	6,1 e	8,3 d
Araponga MG 1	12,5 a	8,0 b	6,1 e	10,1 c
Paraíso H419-1	14,8 a	10,6 a	9,3 d	12,1 b
Pau Brasil MG 1	6,0 d	4,6 c	2,1 f	10,1 c
Tupi	10,8 b	8,0 b	5,6 e	11,8 b
Obatã IAC 1669-20	7,1 c	4,0 c	6,1 e	11,1 c
Iapar 59	10,3 b	6,7 b	7,1 d	7,1 d
IPR 98	10,8 b	4,1 c	5,3 e	12,1 b
IPR 99	10,8 b	7,1 b	11,6 c	9,8 c
IPR 103	5,6 d	3,1 c	8,1 d	8,3 d
IPR 104	11,1 b	2,1 c	6,3 e	10,0 c
Topázio MG 1190	5,1 d	4,0 c	6,1 e	10,6 c
Bourbon AM. LCJ10	8,8 c	6,3 c	5,6 e	9,0 d
Media	9,6 B	6,2 D	7,6 C	10,9 A
CV(%)	18,4			

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com nível de significância de 1 %.

Ainda na Tabela 11, é possível verificar a influência de fatores genéticos e ambientais sobre a incidência de frutos chochos, pois houve variação entre as cultivares e, ainda, entre os locais estudados. Observa-se, de forma geral, que a cultivar Sabiá 398 apresentou a maior média para percentagem de frutos chochos em todos os locais, exceto em Campos Altos. É comum ocorrer variabilidade para a característica percentual de frutos chochos, nos ensaios de melhoramento genético do cafeeiro. Avaliando progênies de Catimor e Catuaí, Severino et al. (2002) encontraram percentual de frutos chochos variando entre 12 e 48%. Aguiar et al. (1999) observaram que linhagens de Icatu Vermelho apresentaram alto percentual de frutos chochos e sugeriram que o problema seja de origem genética, pelo fato de a cultivar ter sido avaliada em diferentes condições ambientais, mantendo a característica.

4.1.4 Classificação dos grãos por peneiras

A classificação por peneiras é indicada por ser uma característica relacionada aos padrões de qualidade do produto (FONSECA,1999).

Pelos dados da Tabela 12, é possível notar a influência genética sobre a formação de grãos classificados em peneira alta, uma vez que foi detectada diferença significativa entre as cultivares dentro de cada ambiente estudado.

Verifica-se que todas as cultivares, de forma geral, apresentaram percentagens elevadas de grãos de peneira 16 acima, tendo ocorrido a formação de três grupos em cada local de avaliação.

Tabela 12 Percentagem de grãos classificados em peneira 16 e acima de 24 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 a 2011/2012

Cultivares	Local			
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	Turmalina
CA 2 SL	75,1 a	63,4 a	61,7 a	66,7 b
CA 24/137	74,3 a	62,5 a	65,2 a	71,2 a
CA 20/15 cv 479	70,9 b	50,4 c	51,8 c	60,6 c
CV 785/15	69,9 b	62,6 a	59,3 b	76,8 a
CV 20/15 cv 476	69,9 b	56,0 b	60,8 b	74,6 a
Sabiá 398	76,3 a	57,2 b	56,9 b	69,4 b
Palma II	65,3 c	58,4 b	56,5 b	60,8 c
Acauã	51,6 e	49,2 c	45,6 d	58,2 d
Oeiras MG 6851	66,1 c	52,9 c	57,9 b	64,6 c
Catiguá MG 1	67,7 b	63,9 a	47,4 d	55,3 d
Sacramento MG 1	57,2 d	47,1 d	44,7 d	67,3 b
Catiguá MG 2	67,7 b	46,5 d	47,2 d	55,9 d
Araponga MG 1	68,0 b	58,4 b	47,1 d	60,8 c
Paraíso H419-1	63,2 c	42,9 d	50,4 c	63,3 c
Pau Brasil MG 1	75,2 a	62,5 a	65,5 a	72,2 a
Tupi	74,6 a	62,8 a	66,6 a	66,8 b
Obatã IAC 1669-20	76,1 a	61,1 a	63,2 a	69,3 b
Iapar 59	75,2 a	61,5 a	63,1 a	73,0 a
IPR 98	64,4 c	54,4 c	56,0 b	66,3 b
IPR 99	74,3a	65,6 a	59,3 b	69,7 b
IPR 103	73,9 a	59,1 b	67,8 a	69,4 b
IPR 104	74,3 a	52,9 c	62,7 a	74,3 a
Topázio MG 1190	68,7 b	59,8 b	51,9 c	69,8 b
Bourbon Am. LCJ10	71,9 b	66,7 a	51,3 c	67,1 b
Media	69,6 A	57,4 C	56,6 C	66,8 B
CV(%)	7,18			

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível de significância de 1 %.

Vale ressaltar que as cultivares Catucaí Amarelo 24/137, Obatã IAC 1669-20 e Pau Brasil MG1, além de apresentarem valores de peneira alta em todos os locais, também se destacaram em produtividade, ou seja, aliaram alta produtividade com elevado percentual de grãos de peneira alta, características muito desejáveis pelos produtores (Tabela 12). Essas cultivares apresentaram ainda alta estabilidade e adaptabilidade conforme comentado anteriormente.

Em seu trabalho com cultivares de cafeeiro, Maluf et al. (2000) encontraram resultados semelhantes, destacando-se, entre elas, a cultivar Obatã com alta porcentagem de grãos com peneira alta.

Da mesma forma, ao estudarem várias progênies de cafeeiro selecionadas em Minas Gerais, Dias et al. (2005) encontraram um valor de 76,5% de grãos retidos em peneira 16 acima para Obatã IAC 1669-20. Caracterizando progênies de cafeeiro resistentes à ferrugem em Varginha-MG, Costa (2009) também destacou a cultivar Obatã IAC 1669-20, com 69,5% dos grãos retidos nas peneiras 16 acima.

4.1.5 Vigor vegetativo

O vigor vegetativo está relacionado à capacidade de adaptação das cultivares nas diferentes condições edafoclimáticas em que são cultivadas. Elevado vigor está correlacionado positivamente à boa adaptação da cultivar ao ambiente de cultivo, o que se reflete num cafeeiro com menor depauperamento, consequentemente maior tolerância às pragas e doenças e maior produtividade.

Avaliou-se o aspecto vegetativo atribuindo-se notas de modo subjetivo e classificando as cultivares em grupos, segundo o teste de Scott-Knott, a 1% de probabilidade (Tabela 13). Houve diferença significativa para essa característica em todos os locais, exceto Turmalina, onde todas as cultivares apresentaram bom aspecto vegetativo.

Tabela 13 Vigor vegetativo de 24 cultivares comerciais de café avaliadas em experimentos conduzidos por seis anos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2008/2009 à 2011/2012

Cultivares	Local			
	Lavras	Campos Altos	Patrocínio	Turmalina
CA 2 SL	7,8a	6,6 d	5,9 b	6,7 a
CA 24/137	7,2 b	5,9 d	6,4 a	6,3 a
CA 20/15 cv 479	7,3 b	6,8 c	6,9 a	6,7 a
CV 785/15	6,0 c	5,8 d	5,3 c	5,9 a
CV 20/15 cv 476	7,5a	6,1 d	5,8 b	6,4 a
Sabiá 398	7,8a	7,5 b	6,9 a	7,0 a
Palma II	8,1a	7,2 c	6,1 b	6,8 a
Acauã	8,5a	7,3 c	7,4 a	6,8 a
Oeiras MG 6851	6,4c	6,2 d	5,3 c	7,5 a
Catiguá MG 1	7,9a	7,1 c	7,1 a	6,7 a
Sacramento MG 1	8,1a	8,8 a	7,1 a	7,1 a
Catiguá MG 2	8,6a	8,9 a	7,3 a	7,2 a
Araponga MG 1	8,1a	8,0 b	7,1 a	7,3 a
Paraíso H419-1	8,7a	7,9 b	6,5 a	7,1 a
Pau Brasil MG 1	7,8a	7,3 c	6,3 a	6,3 a
Tupi	7,6a	6,4 d	6,0 b	6,8 a
Obatã IAC 1669-20	7,3 b	6,9 c	6,1 b	6,1 a
Iapar 59	7,5a	6,8 c	4,7 c	6,2 a
IPR 98	8,3a	7,3 c	5,9 b	6,7 a
IPR 99	7,9a	6,6 d	6,9 a	6,9 a
IPR 103	8,2a	7,3 c	7,5 a	7,2 a
IPR 104	7,3 b	6,4 d	4,5 c	6,4 a
Topázio MG 1190	7,0 b	6,9 c	4,9 c	7,3 a
Bourbon Am. LCJ10	6,3 c	5,8 d	6,5 a	7,3 a
Media	7,6 A	6,9 B	6,2 D	6,7 C
CV(%)	7,6			

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível de significância de 1%.

Em Lavras e Patrocínio, houve a formação de três grupos de cultivares. Já em Campos Altos, houve a formação de quatro grupos. Nesses locais, as notas tiveram uma variação com amplitude entre 4,5 e 8,9.

Observando-se a Tabela 13, é interessante destacar o comportamento de quatro cultivares em relação ao vigor vegetativo. As cultivares Sabiá 398 e Pau Brasil MG1 tiveram destaque positivo quanto ao aspecto vegetativo nos três locais onde se identificou um comportamento diferenciado entre as cultivares. É importante salientar que essas cultivares aliaram alto vigor vegetativo a alta produtividade, por terem sido cultivares que também se destacaram na produtividade nos referidos locais de avaliação. Esta é uma característica desejável que, de certa forma, faz com que a característica de bienalidade do cafeeiro seja amenizada. Já as cultivares Catucaí Vermelho 785/15 e Oeiras MG 6851 tiveram resultado inverso, apresentando alto grau de depauperamento devido ao baixo vigor vegetativo em três locais: Lavras, Campos Altos e Patrocínio. Esse resultado confirma o baixo desempenho dessas cultivares nos diferentes locais, visto que além de apresentarem menor produtividade, também apresentaram baixa estabilidade e adaptabilidade nos ambientes estudados.

4.2 Ferrugem e Cercosporiose

A Tabela 14 apresenta o resumo da análise de variância para área abaixo da curva de progresso da incidência de cercosporiose e ferrugem, além da área abaixo da curva de severidade da ferrugem. A avaliação da severidade, além da incidência da ferrugem, se justifica em função de sua importância na identificação de cultivares resistentes ou não ao patógeno, pois as que apresentarem menor severidade, provavelmente resistem mais à doença devido à menor desfolha.

Observa-se efeito significativo, com 1% de significância, para todas as fontes de variação nas características da área abaixo da curva de progresso de incidência de ferrugem e de cercosporiose. Para área abaixo da curva de progresso de severidade da ferrugem, houve efeito significativo para todas as

fontes de variação, exceto para anos e para a interação tratamentos x anos (Tabela 14).

A existência da interação tripla tratamentos x anos x locais evidencia, mais uma vez, a diferença no desempenho das cultivares em relação à resistência à ferrugem e à cercosporiose ao longo dos anos, nos diferentes locais estudados.

Na Tabela 15, é apresentado o comportamento das cultivares frente aos sintomas da ferrugem em relação à incidência e severidade do patógeno, nos locais de Lavras e Patrocínio, em dois anos de avaliação.

De acordo com a tabela, verifica-se que as cultivares utilizadas como testemunhas confirmaram sua alta suscetibilidade ao patógeno, apresentando uma alta incidência e severidade.

No entanto, vale destacar que dentre às cultivares lançadas como resistentes à ferrugem, a cultivar Oeiras MG 6851 se mostrou altamente suscetível ao patógeno, apresentando valores próximos às testemunhas. Essa suscetibilidade ao patógeno provavelmente foi uma das causas do seu alto grau de depauperamento, apresentando os menores valores de vigor vegetativo, principalmente em Lavras e Patrocínio.

Tabela 14 Resumo da análise de variância para Área Abaixo da Curva de Progresso de Incidência de Cercosporiose (AACPIC), Área Abaixo da Curva de Progresso de Incidência de Ferrugem (AACPIF) e Área Abaixo da Curva de Progresso de Severidade da Ferrugem (AACPSF) de 10 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos nas regiões Sul, Alto Paranaíba, e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safras 2010/2011 e 2011/2012

FV	GL	Quadrado Médio		Quadrado Médio	
		AACPIC	GL	AACPIF	AACPSF
Tratamento(T)	9	10262760,5555**	9	76307867,5000**	187052,5333**
Bloco(Local)	6	163495,0000 ^{ns}	4	28042,5000 ^{ns}	292,6500 ^{ns}
Local (L)	2	64379120,0000**	1	59178607,5000**	27361,2000**
T x L	18	5721975,5555**	9	11428274,1666**	7038,0333**
Erro a	54	153083,8888	36	88925,8333	804,2333
Ano (A)	1	106860645,0000**	1	31303867,5000**	24538,8000 ^{ns}
Erro b	6	71335,0000	4	218872,5000	5085,3000
L x A	2	317998320,0000**	1	31242607,5000**	62654,7000*
T x A	9	12797733,8888**	9	6188467,5000**	2194,6333 ^{ns}
T x A x L	18	5024642,2222**	9	9070807,5000**	8732,2000**
Erro c	54	146746,1111	36	163922,5000	2527,2166
Média		3364,83		1556,75	106,35
CV a (%)		11,63		19,16	26,67
CV b (%)		7,94		30,05	67,05
CV c (%)		11,38		26,01	47,27

* significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F. ^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

Ainda na tabela 15, verifica-se que as cultivares Catiguá MG1, Sacramento MG1, Araçuaia MG1, Paraíso H419-1, Pau Brasil MG1 e Catiguá MG3 se mostraram tolerantes ao patógeno da ferrugem, ou seja, apresentaram incidência e, principalmente, severidade em índices intermediários. Esse resultado comprova, até o momento, a resistência dessas cultivares à ferrugem e, possibilita sua indicação como uma alternativa para o controle dessa doença.

Porém, verifica-se que essa incidência intermediária da ferrugem ficou evidente nos anos de 2010 e 2011 nos locais de Patrocínio e Lavras, respectivamente. Esses anos foram representados por altas safras nos respectivos ensaios, mostrando claramente que a carga pendente tem alta correlação com a incidência do patógeno. Portanto, em anos de alta carga pendente, deve-se ter maior atenção quanto ao controle da ferrugem.

Outro aspecto de relevância é que uma menor severidade pode indicar resistência horizontal (ABREU, 1978) e, segundo Ribeiro et al. (1981), em condições naturais de epidemia, a severidade é o componente que melhor discrimina níveis de resistência horizontal.

Segundo Botelho et al. (2010), a incidência intermediária de ferrugem de uma progênie é importante, considerando-se que não é possível selecionar progênies com resistência horizontal em progênies que não apresentam incidência da doença, pois essas, provavelmente, apresentam resistência do tipo vertical ou específica, que impede a manifestação da resistência horizontal.

A única cultivar que apresentou imunidade ao fungo causador da ferrugem do cafeeiro foi a cultivar Catiguá MG 2 com índice zero de infecção para todos os locais, durante todo período de avaliação, comprovando, até o momento, sua imunidade ao patógeno (Tabela 15).

Esse resultado é de grande importância na possível indicação dessa cultivar em áreas montanhosas, onde o controle químico da ferrugem é difícil. Nesse caso, o uso de cultivares resistentes á ferrugem possibilitará um maior ganho econômico para o produtor, no controle da doença.

Tabela 15 Área Abaixo da Curva de Progresso de Incidência da Ferrugem (AACPIF) e Área Abaixo da Curva de Progresso de Severidade da Ferrugem (AACPSF) de dez cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. Safras 2010/2011 e 2011/2012

Cultivares	AACPIF				AACPSF			
	Lavras		Patrocínio		Lavras		Patrocínio	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Oeiras	980 c	7360 c	1420 c	910 b	126 b	311 b	304 a	205 b
Catiguá MG1	40 d	220 e	20 d	0 c	30 c	45 d	10 b	0 c
Sacramento	40 d	140 e	40 d	0 c	20 c	50 d	25 b	0 c
Catiguá MG 2	0 d	0 e	0 d	0 c	0 c	0 d	0 b	0 c
Araponga MG 1	40 d	980 d	40 d	0 c	10 c	125 c	20 b	0 c
Paraíso H419-1	40 d	480 d	0 d	0 c	10 c	80 d	0 b	0 c
Pau Brasil MG1	480 c	280 e	80 d	0 c	134 b	145 c	23 b	0 c
Catiguá MG 3	40 d	820 d	20 d	0 c	20 c	117 c	20 b	0 c
Topázio 1190	3160 b	11720 a	2880 b	1440 b	188 b	393 a	306 a	250 b
Bourbon Am.LCJ10	7660 a	10800 b	4040 a	6200 a	305 a	320 b	310 a	372 a
CV(%)	15,83		42,96		39,08		41,57	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, com 1% de significância.

A cercosporiose é uma doença que vem ganhando importância devido ao dano econômico causado à cultura do cafeeiro. A maior severidade dessa doença está relacionada às plantas nutricionalmente mais deficientes (FERNANDES, 1988).

Nota-se diferença significativa entre as cultivares nos diferentes locais (Lavras, Patrocínio e Turmalina) e anos (2010 e 2011) de avaliação. No entanto, os valores são insuficientes para apontar alguma cultivar como resistente ao patógeno (Tabela 16).

Dentre as cultivares com melhores resultados quanto à reação à doença, a cultivar Catiguá MG3 se mostrou mais resistente à cercosporiose, ocupando os

menores valores nos municípios de Lavras e Patrocínio. Já a cultivar Bourbon Amarelo LCJ10 se mostrou a mais suscetível ao ataque do fungo, apresentando os maiores índices de incidência em todos os locais de avaliação.

Cultivares do grupo Bourbon têm sido indicadas para plantio somente para os cafeicultores que desejam obter um produto diferenciado em relação à qualidade de bebida, visto que essa cultivar apresenta menor produtividade, além de ser mais exigente em nutrição e mais suscetível às principais doenças do cafeeiro, inclusive a cercosporiose (PEREIRA et al., 2010).

Em Turmalina, não houve diferença significativa nos anos de 2010 e 2011. De forma geral, todas as cultivares apresentaram altos valores de incidência de cercosporiose (Tabela 16).

Esses resultados de alta incidência da doença em Turmalina, principalmente em 2011, provavelmente se justificam pela alta produção obtida no ano. Essa alta produção pode ter provocado uma intensa força de dreno dos frutos sobre as plantas, provocando seu esgotamento nutricional e, conseqüentemente, deixando-as mais suscetíveis ao ataque do patógeno, pois, como relatado, a cercosporiose apresenta uma elevada correlação com o estado nutricional das plantas.

Tabela 16 Área Abaixo da Curva de Progresso de Incidência de Cercosporiose, (AACPIC) em dois anos de avaliação e três locais. Safras 2010/2011 e 2011/2012

Cultivares	Lavras-MG		Patrocínio-MG		Turmalina-MG	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Oeiras MG 6851	700 d	3040 b	5880 d	2380 d	250 a	6380 d
Catiguá MG 1	1300 c	3120 b	6300 c	2300 d	500 a	3600 e
Sacramento MG 1	820 d	3360 b	6700 c	3000 c	460 a	4080 e
Catiguá MG 2	1420 c	3260 b	5600 d	2240 d	760 a	2760 f
Araponga MG 1	1840 b	2280 c	6740 c	2180 d	380 a	6400 d
Paraíso H 419-1	1600 c	2720 b	7380 b	1700 e	780 a	3180 f
Pau Brasil MG 1	1200 c	4460 a	8080 a	3860 b	460 a	7720 c
Catiguá MG 3	850 d	1720 c	2750 f	1140 e	640 a	8820 b
Topázio MG 1190	880 d	3940 a	6260 c	3020 c	280 a	9040 b
Bourbon Am. LCJ10	2780 a	4460 a	4000 e	5560 a	240 a	12340 a
CV(%)	11,44		9,18		13,24	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, com 1% de significância.

4.3 Análise Sensorial da Bebida

Na Tabela 17, é apresentada a análise de variância conjunta para análise sensorial da bebida de dez cultivares de cafeeiro. Detectou-se efeito significativo para tratamentos, locais e para a interação tratamentos x locais.

Na análise de desdobramento de tratamentos dentro de cada local, observou-se efeito significativo para tratamentos ($P < 0,01$) em todos os locais. O coeficiente de variação obtido indica boa precisão experimental, (Tabela 17).

Tabela 17 Resumo da análise de variância da nota final da análise sensorial de bebida de 10 cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos conduzidos nas regiões Sul, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Safra 2011/2012

FV	GL	Nota final
		Quadrado Médio
Tratamento (T)	9	20,2913**
Bloco (Local)	6	1,8333
Local (L)	2	20,2777**
T x L	18	16,4876**
Tratamento/1	9	13,2740**
Tratamento/2	9	15,4407**
Tratamento/3	9	24,5518**
Erro	54	54
CV(%)		2,26
Média Geral		81,97

^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

* significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Verifica-se que todas as cultivares, com exceção da Catiguá MG3, obtiveram notas iguais ou superiores a 80 em todos os locais, o que as caracteriza como cultivares com potencial para produção de cafés especiais segundo a metodologia utilizada pela BSCA (Tabela 18).

Apesar de a grande maioria das cultivares ter apresentado notas finais que as classificam como produtoras de cafés especiais, as cultivares Oeiras MG6851, Sacramento MG 1, Catiguá MG 2, Araponga MG 1, Paraíso H 419-1 e Bourbon Amarelo LCJ10 apresentaram superioridade em relação às demais cultivares na média dos três locais, podendo, possivelmente, ser classificadas como cafés de excepcional qualidade (Tabela 18).

Em seu trabalho com seleção de genótipos de cafeeiros Bourbon para a produção de cafés especiais nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais, Ferreira (2010) também identificou a cultivar Bourbon Amarelo LCJ10 com nota média de 85,87, credenciando-a como uma cultivar com bebida de café especial.

Avaliando as características químicas, físico-químicas e sensoriais de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) em Patrocínio-MG, Pereira (2008) destacou as cultivares Bourbon Vermelho Daterra e Catiguá MG1 como cafés especiais e em cuja avaliação atingiram notas finais de 82.

Ainda pela tabela 18, pode-se observar que, em média, todos os locais avaliados alcançaram valores acima de 80, evidenciando que o ambiente não afetou a produção de bebida de qualidade.

Porém, Figueiredo (2010) detectou uma estratificação na qualidade final do café, em função do ambiente de cultivo, permitindo encontrar um ambiente com maior aptidão para a produção de cafés especiais.

Tabela 18 Notas finais da análise sensorial de bebida de dez cultivares em três ambientes de cultivo, segundo critérios da BSCA Safra 2011/2012

Cultivares	Lavras	Patrocínio	Turmalina	Média
Oeiras MG 6851	82,3 a	83,3 a	83,3 a	83,0 a
Catiguá MG 1	82,7 a	80,0 b	80,7 a	81,1 b
Sacramento MG 1	83,3 a	81,3 b	82,0 a	82,2 a
Catiguá MG 2	81,3 b	85,0 a	84,3 a	83,6 a
Araponga MG 1	84,7 a	85,0 a	82,0 a	83,9 a
Paraíso H 419-1	84,0 a	83,3 a	80,0 a	82,4 a
Pau Brasil MG 1	80,7 b	80,3 b	82,7 a	81,2 b
Bourbon Am. LCJ10	85,7 a	81,7 b	81,7 a	83,0 a
Topázio MG 1190	82,3 a	80,7 b	80,0 a	81,0 b
Catiguá MG 3	78,3 b	85,0 a	74,0 b	79,1 b
Média	82,5 A	82,5 A	81,0 B	82,0

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, com 1% de significância.

5 CONCLUSÕES

- As cultivares avaliadas apresentam variabilidade para as características agronômicas estudadas, bem como uma forte interação com o ambiente;
- As cultivares apresentam elevado potencial produtivo com destaque para a Sabiá 398, Pau Brasil MG1, Obatã IAC 1669-20, Catucaí Amarelo 24/137 e IPR 103;
- As cultivares Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí Amarelo 24/137, Sabiá 398, Obatã IAC 1669-20 e IPR 103 são responsivas à produtividade em um manejo de alto nível tecnológico;
- As cultivares Catucaí Vermelho 785/15, Iapar 59 e Bourbon Amarelo LCJ10 apresentam baixo desempenho agrônômico e também baixa adaptabilidade nos ambientes avaliados;
- As cultivares resistentes à ferrugem apresentam potencial de qualidade de bebida semelhantes à cultivar Bourbon Amarelo LCJ10;
- As cultivares Catiguá MG1, Sacramento MG1, Araponga MG1, Paraíso H419-1 e Catiguá MG3 apresentam resistência à ferrugem, com destaque para a cultivar Catiguá MG2, que apresenta imunidade ao patógeno da ferrugem.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. S. de. **Resistência horizontal a *Hemileia vastatrix* Berk. & Br em cafeeiros descendentes do Híbrido de Timor**. 1978. 68 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1978.

AGUIAR, A. T. E. Caracterização de linhagens de cultivares comerciais de café selecionados pelo IAC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25., 1999, Franca. **Anais...** Franca: Ministério da Agricultura, 1999. p. 79-82.

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-by-environment interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 5, p. 503-508, Sept./Oct. 1964.

ALMEIDA, S. R. de; MATIELLO, J. B.; FERREIRA, R. A. Bom potencial de novos germoplasmas de café com resistência a ferrugem do cafeeiro no Sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25., 1999, Franca. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC, 1999. p. 180-181.

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

ALVES, J. D. et al. Morfologia do cafeeiro. In: **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. v.1, p. 157-226.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfafa trials in Northern Italy. **Journal Genetic and Breeding**, Lodi, v. 46, n. 3, p. 269-278, Sept. 1992.

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, jul. 1954.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Indicadores da indústria de café no Brasil**. 2010. Disponível em: <<http://www.abic.com.br>>. Acesso em: 15 ago. 2011.

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.

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

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

BOTELHO, C. E. **Seleção de progênies de cafeeiros (*Coffea arabica* x *Coffea racemosa*) resistentes ao bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* (Guerin-Meneville & Perrottet, 1842)**. 2003. 40 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 8, de 11 de junho de 2003**. Aprova o regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado Grão Cru. Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/abi_nm_ald_inst_normativa0.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2011.

BRASIL SPECIALITY COFFEE ASSOCIATION. **Cafés especiais**. Varginha, 2007. Disponível em: <<http://bsca.com.br>>. Acesso em: 12 dez. 2008.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.

CAMARGO, A. P.; FRANCO, C. F. Clima e fenologia do cafeeiro. In: _____. **Cultura do café no Brasil**: manual de recomendações. 5. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Indústria e Comércio; Instituto Brasileiro do Café, 1985. p. 19-50.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990. 655 p.

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

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

CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. Café. In: FURLANI, A. M. C.; VIEGAS, G.A. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico**. Campinas: Instituto Agronômico, 1993. cap. 2, p. 29-76.

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

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

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

CARVALHO, G. R. et al. Comportamento de progênies F4 x obtidas por cruzamento de Icatu com Catimor. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 47-52, jan./fev. 2009.

CARVALHO, G. R. et al. Seleção de progênies oriundas do cruzamento entre “Catuaí” e “Mundo Novo” em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 583-590, 2006.

CARVALHO, V. D. de; CHALFOUN, S. M. **Colheita e preparo de café**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 36 p.

CHAGAS, S. J. de R. **Potencial da região sul de Minas Gerais para produção de cafés especiais**. 2003. 91 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Quarto levantamento de café safra 2010 – dezembro 2010**. Disponível em <www.conab.br>. Acesso em: 15 ago. 2011.

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

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

COSTA, J. C. **Caracterização de progênies de cafeeiro (*Coffea arábica* L.) resistentes à ferrugem avaliadas em Varginha-MG**. 2009. 38 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2006. v. 2, 585 p.

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

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

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

CUNHA, R. L. et al. Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para avaliar a severidade da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/CNP&D-Café, 2001. p. 1101-1108.

DIAS, F.P. et al. Caracterização de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) selecionadas em Minas Gerais: I caracteres relacionados ao crescimento vegetativo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52, n. 299, p. 73-83, 2005.

DRUMOND, L. C. D.; FERNANDEZ, A. L. T. **Utilização da aspersão em malha na cafeicultura familiar**. Uberaba: UNIUBE, 2004. 88 p.

DUARTE, J. B. AMMI: uma abordagem multivariada para interpretação das interações genótipos x ambientes. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 10., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. p. 20-23.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, Jan. 1966.

EIRA, M. T. S. et al. Aumento da variabilidade genética do café. **Informativo da Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Garça**, Garça, v. 8, n. 89, set. 2003.

EMPRESA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS.
Consórcio brasileiro de pesquisas e desenvolvimento de café. **Catiguá MG 1 e Catiguá MG 2**: cultivares de café resistentes á ferrugem. [S. l.], [2004a]. Folder.

_____. Consórcio brasileiro de pesquisas e desenvolvimento de café. **Pau Brasil MG 1**: cultivares de café resistentes á ferrugem. [S. l.], [2004b]. Folder.

_____. Consórcio brasileiro de pesquisas e desenvolvimento de café.
Sacramento MG 1: cultivares de café resistentes á ferrugem. [S. l.], [2004c]. Folder.

_____. Consórcio brasileiro de pesquisas e desenvolvimento de café.
Araponga MG 1: cultivares de café resistentes á ferrugem. [S. l.], [2004d]. Folder.

FARIA, M. A. et al. Influência das lâminas de irrigação e da fertirrigação na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica L.*) 2ª colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 4., 2001, Araguari. **Resumos...** Uberlândia: UFU/DEAGRO, 2001. p. 11-14.

FARIA, M. A.; REZENDE, F. C. **Irrigação na cafeicultura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 110 p.

FAZUOLI, L. C. Contribuição da pesquisa para a obtenção de cafeeiros adaptados ao plantio adensado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, Londrina, 1994. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1994. p. 3-43.

FAZUOLI, L. C. et al. Cultivares de café arábica de porte alto. In: CARVALHO, C. H. S. de (Ed.). **Cultivares de café**: origem, características e recomendações. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. p. 227-254.

FAZUOLI, L. C. et al. Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos em progenies do café Icatu. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DE BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Belo Horizonte: Minasplan, 2000. p. 494-499.

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

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987. 487 p.

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

FERREIRA, A. D. **Seleção de genótipos de cafeeiros Bourbon para a produção de cafés especiais**. 2010. 95 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

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.

FERENADEZ-BORRERO, O.; MESTRE, A. M.; DUQUE, S. L. Efecto de La fertilization em La incidência de La mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) em frutos de café. **Cenicafé**, Chinchiná, v. 17, n. 1, p. 5-16, ene/mar. 1996.

FIGUEIREDO, L. P. **Perfil sensorial e químico de genótipos de cafeeiro Bourbon de diferentes origens geográficas**. 2010. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 14, n. 6, p. 742-754, 1963.

FONSECA, A. F. A. **Análises biométricas em café conillon (*Coffea canephora* Pierre)**. 1999. 115 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

FREIRE, A. C. F.; MIGUEL, A. C. **Rendimento e qualidade do café colhido nos diversos estádios de maturação em Varginha-MG**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., 1985, Caxambu. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1985. p. 210-214.

FUNDAÇÃO PROCAFÉ. **Novas variedades de café: mais produtivas e resistentes**. Varginha, 2002. 14 p. Folheto.

GARÇON, C. L. P.; BARROS, U. V.; MATIELLO, J. B. Diferenças na maturação dos frutos entre variedades e linhagens de *Coffea arabica*, na região da Zona da Mata de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/CNP&D-Café, 2001. p. 100-108.

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

GOUVEIA, N. M. **Estudo da diferenciação e crescimento das gemas florais de *Coffea arabica* L.:** observações sobre antese e maturação dos frutos. 1984. 237 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1984.

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

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. (Ed.). **Cafeicultura.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 317 p.

KANG, S. K. Using genotype-by-environment interaction for crop cultivar development. **Advances in Agronomy**, New York, v. 62, p. 199-252, 1998.

KIST, B. B. et al. **Anuário brasileiro do café 2011.** Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2011. 128 p.

KRUG, C. A. **Genética de coffea:** plano de estudos, em execução no Departamento de Genética do Instituto Agronomico. Campinas: Instituto Agrônômico, 1936. 39 p. (IAC. Boletim Técnico, 26).

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A method of analysing cultivars x location x year experiments: new stability parameter. **Theoretical Applied Genetics**, Berlim, v. 76, p. 425-430, 1988.

LOPES, L. M. V. **Avaliação da qualidade de grãos crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.).** 2000. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

LOPES, R. R. D. **Comportamento de progênies do cafeeiro (Coffea arabica L.) nas regiões Sul, Sudoeste e Alto Paranaíba de Minas Gerais**. 1999. 55 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

MALUF, M. P. et al. Caracterização agrônômica 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.

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

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

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Indicação de variedades resistentes à ferrugem, desenvolvidas pelo IBC e MAPA/PROCAFÉ de acordo com a época de maturação dos frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba. **Anais...** Rio de Janeiro: PROCAFÉ/CNP&D-Café, 2001. p. 12-13.

MATIELLO, J. B. et al. Comportamento de progênies de café com resistência a ferrugem-do-cafeeiro no sul do Estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília: Embrapa/MINASPLAN, 2007. 1 CD-ROM.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro; Varginha: Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento-SARC; PROCAFÉ-SPAE; DECAF, 2005. 438 p.

MEDINA FILHO, H. P. et al. Coffee breeding related evolutionary aspects. In: JANICK, H. (Ed.). **Plant breeding reviews**. Connecticut: Avi, 1984. v. 2, p. 157-160.

MEDINA, R. C. Some exact conditional tests for the multiplicative model to explain genotype-environment interaction. **Heredity**, London, v. 69, p. 128-132, 1992.

MENDES, A. N. G. **Avaliação de metodologias empregadas na seleção de progênies do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no estado de Minas Gerais**. 1994. 167 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

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

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

MENDES, F. F. et al. Índice de seleção para escolha de populações segregantes do feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 1312-1318, out. 2009.

MENDONÇA, L. M. V. L. et al. Composição química de grãos crus de cultivares de *Coffea arabica* L. suscetíveis e resistentes à *Hemileia vastatrix* Berk et Br. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 413-419, mar./abr. 2007.

NOGUEIRA, A. M. et al. Avaliação da maturação dos frutos de linhagens das cultivares Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho (*Coffea arabica* L.) plantadas individualmente e em combinações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 18-26, jan./fev. 2005.

NUNES, J. A. R.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Método gráfico no estudo da adaptabilidade e estabilidade de cultivares. In: REUNIÃO DA RBRAS. Uberlândia: UFU, 2004. p. 398-403.

PAIVA, R. N. **Comportamento agrônomo de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Varginha-MG**. 2009. 36 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

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

PEREIRA, A. A. et al. Melhoramento genético do cafeeiro no Estado de Minas Gerais: cultivares lançadas e em fase de obtenção. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 253-287.

PEREIRA, M. C. **Características químicas, físico-químicas e sensorial de genótipos de grãos de café (*Coffea arabica* L.)**. 2008. 101 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

PETEK, M. R. et al. Interação genótipo ambiente na maturação dos frutos em variedades e cultivares de *Coffea arabica* no Paraná. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/CNP&D-Café, 2005. 1 CD-ROM.

PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. de. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 169-181, 2009.

PIMENTA, C. J. **Época de colheita e tempo de permanência dos frutos à espera da secagem, na qualidade do café (*Coffea arabica* L.)**. 2001. 145 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

_____. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação**. 1995. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

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

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

RASO, B. S. M. **Estabilidade fenotípica e adaptabilidade de progênies de Mundo Novo no Estado de Minas Gerais**. 2009. 31 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

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

RIBEIRO, M. T. F. et al. Tradição e moderno se combinam na definição de uma nova trajetória em busca da competitividade: o caso da cadeia agroalimentar do café no sul de Minas Gerais. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Desafios e potencialidades da agricultura no sul de Minas**. Lavras, 1998. p. 1-17.

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

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T. **Cultivo do cafeeiro irrigado por gotejamento**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. 358 p.

SERA, T.; ALTEIA, M. Z.; PETEK, M. R. Melhoramento do cafeeiro: variedades melhoradas no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 217-252.

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

SORICE, L. S. D. **Irrigação e fertirrigação de cafeeiros em produção**. Lavras: UFLA, 1999. 59 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

SOUZA, S. M. C. de. **O café (Coffea arabica L.) na Região Sul de Minas Gerais: relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos**. 1996. 171 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

SREENATH, H. L. Biotechnology for genetic improvement of Indian coffee. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON BIOTECHNOLOGY IN THE COFFEE AGROINDUSTRY, 3., 1999, Londrina. **Proceedings...** Londrina: IAPAR/IRD, 2000. p. 247-250.

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

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

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**. 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, 1978.

VOSSSEN, H. A. M.; VANDER, A. G. Coffee Selection and breeding. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. **Coffe: botany, biochemistry and of beans and beverage**. London: Croom Helm, 1985. p. 48-96.

WAMATU, J. N.; THOMAS, E.; PIEPHO, H. P. Responses of different arabica coffee (*Coffea arabica* L.) clones to varied environmental conditions. **Euphytica**, Netherlands, v. 129, n. 2, p. 175-182, Jan. 2003.

ZAMBOLIM, L. et al. Café (*Coffea arabica* L.), controle de doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 1997. p. 83-179.

ZAMBOLIM, L. et al. Manejo integrado das doenças do cafeeiro. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1., 1999, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 134-215.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, E. M. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H. et al. (Ed). **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 165-180.