

**COMPORTAMENTO INICIAL DE
NOVAS CULTIVARES DE CAFEEIRO
EM MINAS GERAIS**

ALEX MENDONÇA DE CARVALHO

2009

ALEX MENDONÇA DE CARVALHO

**COMPORTAMENTO INICIAL DE NOVAS CULTIVARES DE
CAFEIRO EM MINAS GERAIS**

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

Orientador

Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

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

Carvalho, Alex Mendonça de.

Comportamento inicial de novas cultivares de cafeeiro
em Minas Gerais / Alex Mendonça de Carvalho. – Lavras : UFLA,
2009.

47 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes.

Bibliografia.

1. Cultivares. 2. Café. 3. Correlação. 4. Produção. 5. Crescimento
vegetativo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7389

ALEX MENDONÇA DE CARVALHO

**COMPORTAMENTO INICIAL DE NOVAS CULTIVARES DE
CAFEIRO EM MINAS GERAIS**

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

APROVADA em 28 de julho de 2009

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho

EPAMIG

Profa. Flávia Maria Avelar Gonçalves

UFLA

Prof. Rubens José Guimarães

UFLA

Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

A Deus,

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

AGRADEÇO.

Aos meus avós, Lazarina e Joaquim (*in memoriam*), pelas orações e carinho;

Aos meus irmãos, Elisângela, Crislaine e André Gustavo;

A minha namorada, Pâmela, pelo incentivo e compreensão;

Aos meus tios, Francisco, Vilma, Augusto, Oliveiro e Éder (*in memoriam*);

As minhas queridas sobrinhas, Mylena e Mirela;

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 que,
além do respeito, proporcionou-me carinho, compreensão e
constante estímulo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, por meio de seus professores e funcionários, pela oportunidade de cursar o mestrado.

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

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

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pelo financiamento desta pesquisa.

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

Aos professores Rubens José Guimarães e Flavia Maria Avelar Gonçalves, pelo apoio e amizade, além de sugestões que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos professores Élberis Pereira Botrel, Fábio Pereira Dias (Fabinho) e Haroldo Silva Vallone, pela amizade, apoio e ensinamentos.

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

Aos pesquisadores Antonio Alves Pereira (Tônico), Rodrigo Luz da Cunha, Vicente Luiz de Carvalho, Elifas Nunes de Alcântara e Sergio Parreira Pereira (Sergião), pelas sugestões e amizade;

Aos senhores Alexandrino e Valter, chefes das fazendas experimentais da Epamig de Patrocínio e Lavras, respectivamente, pela oportunidade de realizar este trabalho.

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

Aos funcionários do Setor de Cafeicultura da UFLA: José Maurício, José Avelino e Marcinho, pela contribuição na montagem, condução e avaliação dos experimentos e pelo convívio, além dos conhecimentos transmitidos.

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

Aos amigos e colegas de curso Marcelinho, Renato (pacote), Ramiro, Ângela, Vinícius, Bruno, Thamires, Kaio, Tiago, Guilherme, Cynthia, Joyce, Danielle, Luiza, José Geraldo, Anderson, Diego, Luís Paulo, Noemia, Éder, Nélia, João Paulo e muitos outros que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 O cafeeiro.....	03
2.2 A ferrugem alaranjada do cafeeiro.....	04
2.3 Melhoramento genético do cafeeiro no Brasil.....	06
2.4 Interação genótipos x ambientes.....	08
2.5 Caracteres vegetativos.....	09
2.6 Correlação.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1 Crescimento vegetativo e produção.....	17
4.2 Correlações genéticas e fenotípicas.....	33
5 CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Região, caracterização geográfica e relevo dos locais de instalação dos experimentos no estado de Minas Gerais..	13
TABELA 2	Relação das cultivares de cafeeiro utilizadas.....	15
TABELA 3	Resumo da análise de variância conjunta, para diâmetro de caule, em mm (Diam); altura de planta, em cm (Alt); número de nós (NN); número de ramos plagiotrópicos (NPL); comprimento de ramos plagiotrópicos, em cm (CPL) e produtividade de café beneficiado em sacos.ha ⁻¹ . Lavras (1), Santo Antônio do Amparo (2), Campos Altos (3), Patrocínio (4) e Turmalina (5), MG, safra 2008/2009.....	18
TABELA 4	Diâmetro de caule (mm) de 25 cultivares de cafeeiro, em Lavras (LAV), Santo Antônio do Amparo (SAA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PTC) e Turmalina (TUR), em Minas Gerais.....	20
TABELA 5	Altura de planta (cm) de 25 cultivares de cafeeiro, em Lavras (LAV), Santo Antônio do Amparo (SAA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PTC) e Turmalina (TUR), em Minas Gerais.....	22
TABELA 6	Número de nós vegetativos de 25 cultivares de cafeeiro, em Lavras (LAV), Santo Antônio do Amparo (SAA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PTC) e Turmalina (TUR), em Minas Gerais.....	24
TABELA 7	Número de ramos plagiotrópicos primários de 25 cultivares de cafeeiro, em Lavras (LAV), Santo Antônio do Amparo (SAA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PTC) e Turmalina (TUR), em Minas Gerais.....	26
TABELA 8	Comprimento do primeiro ramo plagiotrópico (cm) primário de 25 cultivares de cafeeiro, em Lavras (LAV), Santo Antônio do Amparo (SAA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PTC) e Turmalina (TUR), em Minas Gerais...	28

TABELA 9	Média dos cinco locais para diâmetro de caule em mm (Diam), altura de planta em cm (Alt), número de nós (NN), número de ramos plagiotrópicos (NPL) e comprimento de ramos plagiotrópicos em cm (CPL).....	30
TABELA 10	Produção inicial (sacas.ha ⁻¹) de 25 cultivares de cafeeiro, em Lavras (LAV), Santo Antônio do Amparo (SAA), Campos Altos (CA), e Patrocínio (PTC), em Minas Gerais.....	32
TABELA 11	Correlação genotípica (R _G) (acima da diagonal) e fenotípica (R _F) (abaixo da diagonal) entre as características diâmetro de caule, em mm; altura de planta, em cm; número de nós (NN); número de ramos plagiotrópicos (NPL); comprimento de ramos plagiotrópicos, em cm (CPL) e produtividade de café beneficiado, em sacas.ha ⁻¹	34

RESUMO

CARVALHO, Alex Mendonça de. **Comportamento inicial de novas cultivares de cafeeiro em Minas Gerais**. 2009. 47p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Com o objetivo de avaliar o crescimento nos estágios iniciais de desenvolvimento de cafeeiros e correlacioná-las com a primeira produção de cultivares resistentes à ferrugem, em diferentes ambientes de cultivo, conduziu-se o presente trabalho. O experimento foi instalado em 2005, em três regiões de cultivo, adotando o sistema de manejo usualmente empregado em cada região, no espaçamento de 3,50 x 0,70m. O delineamento experimental utilizado em todos os locais foi o de blocos casualizados, com três repetições, e parcelas de 10 plantas, sendo considerada como parcela útil apenas as seis plantas centrais. Foram avaliadas as características: diâmetro de caule, número de ramos plagiotrópicos, altura de plantas, número de nós, comprimento de ramo plagiotrópico aos 12 meses e produtividade inicial. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Sisvar (Ferreira 2000). Estimaram-se também as correlações genotípicas e fenotípicas entre todas as características avaliadas, por meio do programa Selegen-REML/BLUP (Resende, 2007). Os resultados obtidos permitiram concluir que: o desenvolvimento inicial de cultivares resistentes à ferrugem se assemelha ao de cultivares suscetíveis; as correlações entre características vegetativas aos 12 meses após o plantio são de alta magnitude, com destaque para comprimento de ramos plagiotrópicos primários com diâmetro, altura de planta e número de ramos plagiotrópicos e as cultivares Pau Brasil MG1 e Catuaí Amarelo IAC 62 destacam-se com superioridade em pelo menos quatro das cinco características avaliadas em cinco locais de cultivo.

Comitê orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes-UFLA (Orientador), Gladyston Rodrigues Carvalho-EPAMIG e César Elias Botelho-EPAMIG.

ABSTRACT

CARVALHO, Alex Mendonça de. **Initial performance of the new coffee cultivars at MG state.** 2009. 47p. Dissertation (Master in Fitotecnia) – Federal University of Lavras, Lavras.

This work was carried out with the objective of evaluating coffee trees growth characteristics in the initial stages of development and correlating them to the first yield of cultivars resistant to rust in different cultivation environments. The experiment was installed in 2005 in five cultivation areas. The management system was the same usually used in each region, in a 3,50x0,70m spacing. A randomized –block design with three replications and 10-plant plots was used in all regions. Only the 6 central plants were considered in each parcel. The following were the characteristics evaluated: stem diameter, plagiotropic branches number, plant height, nodes number, plagiotropic branch length at the 12th month and initial productivity. Statistical analyses were done by using the Sisvar program (Ferreira 2000). The Selegen-REML/BLUP program (Resende, 2007) was used in order to estimate both the genotypic and the phenotypical correlations among all the characteristics evaluated. The results have led the following conclusions: The initial development of the cultivars resistant to rust is similar to that of the susceptible ones; the correlations among the vegetative characteristics at the 12th month after planting are high specially for the primary plagiotropic branches length to diameter, plant height and number of plagiotropic branches; both Pau Brasil MG1 and Catuaí Amarelo IAC 62 cultivars outstood in at least four out of the five characteristics evaluated in each cultivation area.

Guidance Committee: Antônio Nazareno Guimarães Mendes-UFLA (Major Professor), Gladyston Rodrigues Carvalho-EPAMIG and César Elias Botelho-EPAMIG.

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 nesse processo, aumentando a capacidade produtiva das plantas, reduzindo o porte e adequando a arquitetura, incorporando a resistência às doenças e pragas e melhorando as características ligadas à qualidade, como uniformidade de maturação, tamanho dos frutos e bebida superior.

A disponibilização de cultivares resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.) tem sido um constante desafio para os melhoristas. 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 dos ramos, que resultam na redução da capacidade produtiva e da vida útil da lavoura, tornando-a gradativamente antieconômica (Zambolim et al., 1997). Os prejuízos econômicos são variáveis, podendo ser de mais de 50% da produção dos cafezais, dependendo das condições climáticas (Zambolim et al., 1999).

Segundo Brasil (2008), existem 104 cultivares no Registro Nacional de Cultivares, colocadas à disposição dos produtores, das quais aproximadamente 50% são resistentes à ferrugem. Entretanto, pouco se conhece sobre o desempenho delas para que possam ser recomendadas para as mais diversas regiões cafeeiras do país.

Dessa forma, a avaliação de progênies ou cultivares em vários locais é uma etapa importante em um programa de melhoramento. Com a avaliação das cultivares em um maior número de locais, é possível detectar a interação genótipos/ambientes. Nesse sentido, na presença da interação, os resultados das avaliações podem mudar de um ambiente para outro, ocasionando mudanças na classificação dos genótipos ou, mesmo, na magnitude das suas diferenças (Falconer & Mackay, 1996; Nunes et al., 2004).

Por um longo período de tempo, a produção de grãos foi utilizada como o principal critério de seleção de cultivares de café (Carvalho, 1961; Srinivasan, 1982), mas a utilização de outras características agronômicas, como aquelas relacionadas ao crescimento vegetativo, na avaliação do potencial produtivo de café, tem sido investigada por diversos autores, visando antecipar e aumentar a eficiência na seleção de forma indireta (Severino et al., 2002).

Com base no exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar características vegetativas nos estágios iniciais de desenvolvimento do cafeeiro e correlacioná-las com a primeira produção de cultivares resistentes à ferrugem, em três regiões de cultivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Cafeeiro

Segundo os historiadores, os primeiros povos a fazer uso do café foram os árabes, em meados do século XV. Todavia, os holandeses foram os primeiros europeus que o cultivaram na Indonésia, a partir de 1690. Em 1706, foi enviado ao Jardim Botânico de Amsterdã um exemplar desse cafeeiro. Da Holanda, sementes e mudas foram enviadas, em 1718, para o Suriname, de onde outras sementes foram levadas, em 1722, para a Guiana e de onde vieram as primeiras sementes e mudas para o estado do Pará, pelas mãos de Francisco de Melo Palheta, em 1727 (Carvalho & Fazuolli, 1993).

Mudas e sementes do Pará foram enviadas ao Rio de Janeiro e, de um único cafeeiro que sobreviveu, originaram-se os primeiros cafezais daquele estado e, posteriormente, de lavouras dos estados de São Paulo e Minas Gerais (Carvalho & Fazuolli, 1993).

As duas espécies de café exploradas comercialmente no Brasil são *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora*, representando, respectivamente, 70% e 30% da produção nacional (Matiello, 1991). Historicamente, o Brasil ocupa a posição de maior produtor e exportador de café no mercado internacional. Em 2008, a produção brasileira atingiu 45,99 milhões de sacas de café beneficiadas, representando cerca de 30% da produção mundial (Companhia Nacional de Abastecimento - Conab, 2009).

A espécie mais importante no mundo é *Coffea arabica*, sendo o Brasil o seu maior produtor e Minas Gerais o responsável por, aproximadamente, 51% da produção nacional (Conab, 2009). A principal vantagem do cultivo da espécie *Coffea arabica* é a superioridade, mundialmente conhecida, na qualidade de sua bebida, comparada às de outras espécies do gênero *Coffea*. Porém, a susceptibilidade dessa espécie a doenças representa uma grande desvantagem. Dentre as doenças que infectam o *Coffea arabica*, a ferrugem, desde a sua

constatação no Brasil, em 1970, é a principal (Zambolim et al., 1999; Kushalappa & Eskes, 1998).

2.2 A ferrugem-alaranjada do cafeeiro

Entre os diversos obstáculos encontrados pelos cafeicultores no processo de produção, destaca-se a ocorrência de diversas doenças e pragas, responsáveis por prejuízos econômicos, devido à diminuição da longevidade das lavouras, da qualidade dos frutos e, principalmente, da produtividade (Carvalho & Chalfoun, 1998).

A ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., é a principal doença do cafeeiro no Brasil e ocorre em plantações em todas as regiões do mundo, onde o café é cultivado. Nas regiões cafeeiras do Brasil, o prejuízo causado pela doença atinge, em média, 35% (Zambolim et al., 1999). Sob condições de estiagem prolongada nos períodos de maior severidade da doença, as perdas na produção podem chegar a mais de 50% (Zambolim et al., 1999).

A doença foi constatada, pela primeira vez, em 1861, em cafeeiros silvestres, na região do lago Victoria-Nyanza, em Quênia, no continente africano. Já em 1869 citava-se sua gravidade na cafeicultura do Ceilão (atualmente Sri-Lanka), país que, por efeito da ferrugem, deixou de ser produtor de café e passou a cultivar chá (Matiello & Almeida, 2006).

No Brasil, a primeira observação da ferrugem do cafeeiro foi feita em 17 de janeiro de 1970, no município de Aurelino Leal, Sul da Bahia, pelo fitopatologista Arnaldo Medeiros, quando examinava cafeeiros junto a plantações de cacau. Apesar das várias medidas tomadas, naquela época, para conter a disseminação do patógeno, hoje sua ocorrência é verificada em todas as regiões cafeeiras do país (Correa Júnior, 1990).

Em lavouras adultas, essa doença causa desfolha das plantas, resultando em redução da área fotossinteticamente ativa, ocasionando a morte dos ramos laterais, afetando o florescimento, o pegamento de frutos e, conseqüentemente, a produção no ano seguinte (Chalfoun & Zambolim, 1985).

As condições ambientais influenciam a taxa de desenvolvimento do patógeno; temperatura entre 20° e 25°C e umidade relativa alta favorecem o desenvolvimento do fungo. Chuvas frequentes, espaçamentos mais adensados e tratos culturais inadequados também favorecem a epidemiologia da doença (Matiello, 1991). A carga pendente é de suma importância para o progresso da ferrugem; maior incidência é relacionada às lavouras que apresentam alta carga pendente (Carvalho & Chalfoun, 1998).

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

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

característica. Dessa forma, uma linha de pesquisa que vem merecendo muita ênfase nos programas de melhoramento do cafeeiro é a resistência à ferrugem.

2.3 Melhoramento genético do cafeeiro no Brasil

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

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

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

A segunda fase do melhoramento genético do cafeeiro no Brasil teve início no começo da década de 1930, mais precisamente no ano de 1933, quando foi criada a Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). 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 dar ênfase aos estudos de características de maior interesse econômico, como o porte, a arquitetura e o desenvolvimento dos cafeeiros e, principalmente, a produção de grãos (Mendes et al., 2002).

Os trabalhos atuais de melhoramento do cafeeiro visam avaliar a adaptação das cultivares à região produtora, devendo-se conhecer as condições e os problemas que a região e a propriedade apresentam, desatacando-se o clima, o solo, a topografia e o nível de tecnologia empregado pelo produtor (Mendes et al., 2008).

Atualmente, além do IAC, destacam-se os trabalhos de melhoramento realizados por várias Instituições de pesquisa, como o Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), a Fundação Procafé/MAPA, o Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (Incaper) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) que, juntamente com a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV), já desenvolveram cultivares com ótimo potencial produtivo e resistência à ferrugem (Pereira et al., 2002).

Em qualquer programa de melhoramento genético, as condições básicas para se ter sucesso é a existência de variabilidade genética na população,

associada à média alta, permitindo a seleção de genótipos superiores e possibilitando o incremento da frequência de genes favoráveis (Ramalho et al., 1993). Atualmente, os grandes desafios para os melhoristas são, portanto, superar as produtividades das melhores cultivares atuais e fazer com que as mesmas apresentem um bom desempenho vegetativo e reprodutivo, em diversos locais de cultivo do cafeeiro.

No entanto, a avaliação de progênies em vários locais é uma etapa importante na fase final de seleção, uma vez que, para se obter e indicar uma cultivar com segurança, é preciso que a mesma tenha um bom desempenho em diferentes ambientes, tornando possível a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais em condições específicas ou amplas (Cruz & Regazzi, 2001).

2.4 Interação genótipos x ambientes

A existência de interação genótipos por ambientes exige que as avaliações das cultivares sejam realizadas no maior número de ambientes possível. Nesses experimentos, é obtido um grande número 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).

O primeiro passo para estudar o comportamento de cultivares ou progênies em vários locais é a condução de experimentos nesses locais. Em seguida, estimar a interação por meio da realização da análise conjunta desses experimentos (Ramalho et al., 2000).

Em trabalho com progênies de Icatu em duas localidades do sul de Minas Gerais, Machado e São Sebastião do Paraíso, por oito colheitas consecutivas, Correa (2004) não encontrou significância para a interação progênies x locais, mas a interação tripla progênies x locais x colheitas foi

altamente significativa, mostrando a importância do estudo em mais de um local e também por várias colheitas.

2.5 Caracteres vegetativos

As cultivares de *Coffea arabica* são muito aparentadas e a grande maioria deriva das cultivares Típica, originalmente introduzida no Brasil em 1727 e Bourbon Vermelho, da ilha de mesmo nome (Anthony et al., 2001). Embora a base genética da espécie seja bastante estreita, as cultivares comercializadas apresentam grande variabilidade botânica oriunda de uma série de mutações e de cruzamentos naturais e artificiais realizados (Krug et al., 1938). Nos últimos anos, com a difusão da técnica do plantio adensado e da colheita mecanizada, a arquitetura ganhou importância na seleção de cafeeiros.

Os híbridos obtidos do cruzamento de Vila Sarchi com Híbrido Timor (sarchimor), como a IAPAR-59, desenvolvida pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Tupi e Obatã, cultivares desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), apresentam características de vigor, produção e resistência à ferrugem muito semelhantes entre si (Dias, 2003). Possuem porte baixo e arquitetura de copa mais compacta, sendo recomendadas para plantios adensados (Dias, 2003).

Visando obter informações relacionadas ao crescimento vegetativo de 25 cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), em Lavras, MG, para nove caracteres, Dias et al. (2005) observaram ampla variação para os caracteres estudados, destacando a cultivar Acaiá Cerrado MG 1474 como a única de porte alto e menor diâmetro de caule. Para os caracteres de incremento percentual relativo ao crescimento dos ramos ortotrópicos, diâmetro de copa e número de ramos plagiotrópicos, não foi verificada diferença significativa para as cultivares estudadas. Apenas as cultivares Icatu Amarelo IAC 2944, Icatu Vermelho IAC 4045, Icatu Vermelho IAC 4040, Catuaí Vermelho IAC 99, Rubi MG 1192 e

Topázio MG 1190 apresentaram maiores valores para número de internódios e maior incremento percentual do número de internódios, sendo estes dois caracteres importantes no potencial produtivo da planta.

Aguiar (1999) caracterizou, em vários ambientes, inúmeras linhagens das cultivares comerciais de café selecionadas pelo IAC, sob parâmetros morfológicos e agrônômicos e concluiu que as cultivares de *Coffea arabica* estudadas apresentaram baixa variabilidade genotípica por meio das características vegetativas e reprodutivas avaliadas.

Melo et al. (2002), avaliando as características altura de planta, diâmetro de caule e número de internódios aos 18 meses após o plantio, em Uberlândia, MG, revelaram que a cultivar Acaiá Cerrado MG 1474 apresentou comportamento diferenciado em relação aos demais materiais, seguida pela cultivar Mundo Novo IAC 379-19. Dentre as cultivares do germoplasma Catuaí, a ‘Catuaí Vermelho IAC-144’ apresentou maior altura, visto que, para diâmetro de copa, as linhagens do germoplasma Topázio apresentaram valores inferiores aos das demais cultivares. Nesse trabalho, não houve diferença significativa entre as cultivares estudadas para a característica número de internódios do ramo ortotrópico.

Estudando a variabilidade e as associações entre os caracteres quantitativos relacionados com o crescimento vegetativo em cultivares de cafeeiro de porte baixo, Freitas et al. (2007) identificaram, na população estudada, diferenças significativas para altura de planta e comprimento de ramos plagiotrópicos, indicando possibilidades de sucesso na seleção juvenil aos 12 meses, baseada em determinismo genético para altura das plantas, comprimento de ramos plagiotrópicos e diâmetro de caule. Os autores também afirmam que as cultivares Topázio MG1189, Catucaí Amarelo, Obatã IAC 1669-20 e Topázio MG1190 foram as melhores em desenvolvimento, nos 12 primeiros meses de crescimento.

2.6 Correlação

O conhecimento das correlações entre caracteres é de fundamental importância em um programa de melhoramento genético, quando se deseja selecionar para um caráter de baixa herdabilidade, de difícil avaliação ou que possua associação com vários caracteres (Ramalho et al., 1993). A correlação é estimada para permitir que o melhorista conheça as mudanças que ocorrem em um determinado caráter, em função da seleção praticada em outro caráter, que é correlacionado com ele. A existência de associações entre caracteres depende de fatores genéticos e ambientais (Ramalho et al., 1993).

A correlação fenotípica é aquela mensurada diretamente a partir de dois caracteres, em certo número de indivíduos e possui causas tanto genéticas como ambientais. Porém, só as genéticas envolvem uma associação de natureza herdável, podendo, por conseguinte, ser utilizadas na orientação de programas de melhoramento (Cruz & Regazzi, 1997). A correlação ambiental acontece quando dois caracteres são influenciados pelas mesmas diferenças de condições de ambiente; o efeito total de todos esses fatores torna-se a causa da correlação de ambiente (Falconer, 1987).

A avaliação do potencial produtivo do café de forma indireta tem sido estudada por diversos autores, visando aumentar a eficiência na seleção e a posterior indicação das cultivares nos diversos ambientes. Correlações positivas com produtividade foram observadas com, por exemplo, diâmetro da copa (Dhaliwal, 1968; Silvarolla et al., 1997) e altura da planta (Walyaro & Vossen, 1979).

Avaliando 42 cultivares de cafeeiro na fase adulta, em Lavras, MG, Adão (2002) observou correlação genotípica significativa entre altura da planta e o diâmetro da copa ($r_G = 0,774$). Dias (2003), avaliando o crescimento vegetativo de café arábica, em Lavras, MG, encontrou resultados similares.

Estudando os coeficientes de correlação entre alguns caracteres vegetativos de plantas com 12 meses de idade, Freitas et al. (2007) detectou correlação negativa entre crescimento de ramo plagiotrópico e número de ramos plagiotrópicos ($r_G = -0,6724$), porém, observou que o comprimento de ramos plagiotrópicos correlacionou-se geneticamente positivo e significativo com número de internódios dos ramos plagiotrópicos ($r_G = 0,4838$).

Avaliando cinco caracteres fenológicos de dezenove cultivares de café arábica no município de Brejão, PE, Freitas (2004) verificou alta correlação genotípica entre o diâmetro de caule e os caracteres altura da planta, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramos plagiotrópicos e número de internódios. Também observou correlações genotípicas entre as características altura da planta, comprimento dos ramos plagiotrópicos, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramos plagiotrópicos e número de nós dos ramos plagiotrópicos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos, de dezembro de 2005 a junho de 2008, em três diferentes regiões do estado de Minas Gerais. Dos cinco ensaios realizados, um foi conduzido na fazenda da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), em Patrocínio (PTC); outro conduzido no câmpus experimental da Universidade Federal de Lavras, em Lavras (LAV) e três foram conduzidos em propriedades particulares nos municípios de Santo Antônio do Amparo (SAA), fazenda Taquaril, de Campos Altos (CA), fazenda Ouro Verde e de Turmalina (TUR), fazenda Capão da Estiva (Tabela 1).

TABELA 1 Região, caracterização geográfica e relevo dos locais de instalação dos experimentos no estado de Minas Gerais.

Município	LAV	SAA	CA	PAT	TUR
Região	Sul	Campo das Vertentes	Alto Paranaíba	Alto Paranaíba	Jequitinhonha
Altitude	919 m	960 m	1230 m	966 m	820 m
Temperatura média	19,3°C	19,8°C	17,6°C	22°C	21,3°C
Precipitação média anual	1529 mm	1670 mm	1830 mm	1620 mm	1450 mm
Latitude/ longitude	21°14'43"S 44°59'59"O	20°56'47"S 44°55'08"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 de cafeeira	Sul de Minas	Sul de Minas	Cerrado de Minas	Cerrado de Minas	Matas de Minas

Foram avaliadas 25 cultivares de *Coffea arabica* L., desenvolvidas pelos principais programas de melhoramento genético do país, lançadas nos últimos dez anos (Tabela 2). Em todos os locais, foram avaliadas as 25 cultivares, sendo 22 resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e 3 suscetíveis ('Catuaí Vermelho IAC 144', 'Catuaí Amarelo IAC 62' e 'Topázio MG 1190').

O delineamento experimental utilizado em todos os locais foi o de blocos casualizados, com três repetições, com parcelas de dez plantas, sendo considerada como parcela útil apenas as seis plantas centrais, no espaçamento de 3,5m entre linhas x 0,70 m entre plantas.

Os caracteres de crescimento vegetativo foram avaliados após 12 meses de implantação e a produção após 30 meses. As características avaliadas foram as seguintes:

- diâmetro de caule: medido em milímetros, na região do colo da planta, com auxílio de um paquímetro;
- número de ramos plagiotrópicos: avaliado por meio da contagem de todos os ramos laterais primários que apresentaram comprimento superior a 5 cm;
- altura de plantas: medida em centímetros, do colo da planta até a gema apical do caule, com auxílio de uma régua graduada;
- número de nós dos ramos plagiotrópicos: avaliado por meio da contagem de todos os nós dos ramos plagiotrópicos;
- comprimento do primeiro ramo plagiotrópico: avaliado por meio da medição do primeiro ramo plagiotrópico acima do colo da planta, com auxílio de uma régua graduada;
- produção de café beneficiado: produção de grãos, em quilogramas de café cereja por parcela, entre os meses de maio a julho de 2008. Posteriormente, foi realizada a conversão para sacas de 60 kg de beneficiado/ha, de acordo com o rendimento real de cada parcela.

TABELA 2 Relação das cultivares de cafeeiro utilizadas.

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	Sábia 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
17	Obatã	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	Catuá Vermelho IAC 144	IAC
25	Catuá Amarelo IAC 62	IAC

A implantação e a condução dos experimentos foram realizadas de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro, tendo a fertilização realizada conforme a 5ª Aproximação do Estado de Minas Gerais (Guimarães et al., 1999). Foram adotadas todas as práticas de manejo usualmente empregadas na cultura para cada região, com exceção do controle químico da ferrugem. Os ensaios instalados nos locais denominados Patrocínio e Turmalina foram conduzidos sob irrigação por gotejamento

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2000). Foi verificada a significância, a 5% de probabilidade, pelo teste F. A partir da detecção de diferenças significativas

entre tratamentos e suas interações, foram feitos os desdobramentos e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Scott Knott. O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

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

em que

Y_{ij} : valor observado na cultivar i no bloco j ;

m : média geral

c_i : efeito da cultivar, sendo $i = 1, 2, \dots, I$;

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

$e_{(ij)}$: erro experimental.

Posteriormente, realizou-se uma análise conjunta dos locais, para cada característica, utilizando-se o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2000).

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ijl} = m + c_i + a_l + b_{j(l)} + (ca)_{il} + \bar{e}_{(l)ij}$$

em que

Y_{ijl} : valor médio da cultivar i no bloco j dentro do local l ;

m : média geral

c_i : efeito da cultivar i ($i = 1, 2, \dots, I$);

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

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

$(ca)_{il}$: efeito da interação da cultivares i com o locais l ;

$\bar{e}_{(l)ij}$: efeito do erro experimental médio.

Estimaram-se também as correlações genéticas e fenotípicas entre todas as características avaliadas, obtidas por meio do programa Selegen-REML/BLUP (Resende, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Crescimento vegetativo e produção

Na análise de variância conjunta, detectou-se efeito significativo para cultivares, locais e para interação cultivares x locais, para todas as características de crescimento e também produção (Tabela 3). Vale destacar que apenas para produção a análise conjunta foi em quatro locais, visto que em Turmalina não houve produção no ano de avaliação.

A significância da interação demonstra que o comportamento das cultivares não é coincidente nos ambientes avaliados, 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 dos genótipos nos vários ambientes, isto é, reflete as diferentes sensibilidades dos genótipos às mudanças do ambiente, sendo, portanto, um agravante nos programas de melhoramento.

Os coeficientes de variação obtidos para os diferentes locais indicam boa precisão experimental, considerando, assim, que os ensaios foram instalados em locais de ambiente homogêneo e que os mesmos foram bem conduzidos (Tabela 3).

Na análise de desdobramento de cultivares dentro de cada local, observou-se efeito significativo para cultivares ($P \leq 0,01$) em todas as variáveis em pelo menos um local (Tabela 3). Nota-se que houve efeito significativo para produção em todos locais, exceto em Turmalina, onde não houve produção no presente ano.

No entanto, é importante frisar que existe variabilidade para produção entre as cultivares avaliadas, visto que, pela tabela, observa-se efeito altamente significativo ($P \leq 0,01$) para todos os locais avaliados.

Nota-se também que, para número de nós, houve efeito significativo apenas para o local Turmalina ($P \leq 0,05$), enquanto que em outros locais não houve diferença significativa para este caráter (Tabela 3).

A variável número de nós dos ramos plagiotrópicos é um dos caracteres de grande importância no componente de produtividade (Bonomo et al., 2004; Miranda et al., 2005). Segundo Dean (1939), citado por Rena & Maestri (1986), as inflorescências são formadas nas axilas das folhas opostas dos ramos laterais ou plagiotrópicos, crescidos na fase vegetativa anterior. As gemas nos internódios dos ramos plagiotrópicos (axila das folhas), denominadas seriadas, originarão ramos e frutos, enquanto as gemas cabeça de série originarão apenas ramos secundários, o que influenciará diretamente o potencial produtivo da planta (Dedecca, 1957 citado por Rena & Maestri, 1986).

TABELA 3 Resumo da análise de variância conjunta, para diâmetro de caule, em mm (Diam); altura de planta, em cm (Alt); número de nós (NN); número de ramos plagiotrópicos (NPL); comprimento de ramos plagiotrópicos, em cm (CPL) e produtividade de café beneficiado em sacos.ha⁻¹. Lavras (1), Santo Antônio do Amparo (2), Campos Altos (3), Patrocínio (4) e Turmalina (5), MG, safra 2008/2009.

	Quadrado médio						Produtividade	
	GL	Diam	Alt	NN	NPL	CPL	GL	QM
Blocos/local	10	10,83**	87,14	1786,29**	10,03*	81,17*	8	7,01
Cultivares (C)	24	12,71**	390,78**	2163,23**	10,48**	134,02**	24	309,00**
Locais (L)	4	275,97**	10766,42**	70965,19**	726,48**	5358,35**	3	25427,46**
C x L	96	10,03**	131,40**	1194,86**	6,37*	64,17**	72	171,79**
Cultivar/1	24	4,44	78,51*	654,57	6,72	37,04	24	46,39**
Cultivar/2	24	4,32	42,09	251,26	3,71	31,63	24	49,58**
Cultivar/3	24	7,74*	174,58**	494,08	5,87	87,55**	24	624,19**
Cultivar/4	24	14,54**	332,71**	340,94	12,64**	125,45**	24	624,19**
Cultivar/5	24	21,79**	289,49**	5201,8**	7,02*	109,02**	-	-
Resíduo	239	4,39	50,98	584,15	4,47	34,59	192	9,81
CV %		14,94	14,59	28,05	14,37	19,40		17,27

** , ***: significativo, a 1% e a 5%, pelo teste t, respectivamente

Na variável diâmetro de caule, observa-se que na região do Alto Paranaíba (Campos Altos e Patrocínio), houve diferenças significativas nos dois locais, formando dois grupos de cultivares. As cultivares IPR 99 (20), Palma II (7), Catuaí Vermelho IAC 144 (24), Catucaí Vermelho 785/15 (4), Sabiá 398 (6), Topázio MG 1190 (23) e Catucaí Vermelho 20/15 cv 476 (5) foram as que apresentaram médias superiores em ambos os locais (Tabela 4). Melo et al. (2002) observaram superioridade para diâmetro de caule para a cultivar Topázio 1190, resultado este semelhante ao encontrado neste trabalho, para a região do Alto Paranaíba.

Ainda pela tabela, pode-se observar que em Turmalina, houve a formação de quatro grupos de materiais, com destaque para as cultivares Catuaí Amarelo IAC 62 (25) e IPR 99 (20), que apresentaram médias superiores, tendo a cultivar Paraíso H 419-1 (14) apresentado menor média.

Plantas com maior diâmetro de caule podem provocar maior acúmulo de carboidratos, resultando em um maior desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (Livramento et al., 2002). As plantas jovens de diâmetro de caule maior, segundo Freitas et al. (2007), implicam em plantas com maior comprimento de ramos plagiotrópicos e, conseqüentemente, maior diâmetro de copa. Os autores ainda ressaltam que plantas com maior comprimento de ramos plagiotrópicos têm, proporcionalmente, mais nós produtivos, sendo um fator decisivo para produtividade por planta.

Observa-se, ainda, que os maiores diâmetros de caule obtidos para os ensaios, apresentam a seguinte ordem: Patrocínio = Turmalina > Campos Altos = Lavras > Santo Antônio do Amparo (Tabela 4). Em ambas as regiões, em que se observou maior valor para esta característica, as temperaturas mínimas são maiores, quando comparadas com as demais regiões, além do uso de irrigação o que, possivelmente, contribui para o maior acúmulo de fotoassimilados no caule.

TABELA 4 Diâmetro de caule (mm) de 25 cultivares de cafeeiro, em Lavras (LAV), Santo Antônio do Amparo (SAA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PTC) e Turmalina (TUR), em Minas Gerais.

Cultivares	LAV	SAA	CA	PTC	TUR
25	16,15 a	12,71 a	13,55 a	15,25 b	22,67 a
20	13,51 a	11,98 a	14,28 a	18,83 a	20,17 a
7	12,74 a	13,19 a	14,00 a	17,16 a	17,86 b
24	15,21 a	11,93 a	14,67 a	16,83 a	15,45 c
15	12,82 a	13,58 a	13,67 a	14,95 b	18,46 b
1	12,80 a	12,82 a	13,45 a	15,94 b	18,24 b
4	14,28 a	11,31 a	16,55 a	16,55 a	13,89 c
22	13,64 a	13,04 a	11,72 b	14,67 b	19,05 b
6	13,57 a	11,74 a	13,56 a	17,39 a	14,93 c
3	12,50 a	11,99 a	14,72 a	13,39 b	18,11 b
16	12,25 a	12,65 a	9,11 b	20,78 a	15,45 c
23	13,09 a	10,72 a	13,44 a	19,17 a	13,44 c
17	12,23 a	11,86 a	13,16 a	15,55 b	17,04 b
11	10,70 a	12,35 a	12,67 b	15,95 b	17,06 b
2	14,12 a	12,36 a	11,94 b	14,05 b	16,12 c
13	11,85 a	11,21 a	11,89 b	15,61 b	17,68 b
10	11,95 a	11,41 a	12,22 b	15,83 b	16,46 b
5	13,29 a	8,17 a	14,89 a	17,28 a	14,30 c
18	12,69 a	13,20 a	11,05 b	13,22 b	17,46 b
12	11,31 a	12,83 a	14,28 a	12,50 b	15,65 c
19	12,30 a	12,84 a	11,56 b	14,28 b	15,57 c
21	12,33 a	9,70 a	11,83 b	18,00 a	13,72 c
8	11,83 a	12,58 a	10,83 b	12,56 b	17,37 b
9	11,76 a	12,50 a	11,39 b	15,33 b	14,07 c
14	11,79 a	13,15 a	12,59 a	11,78 b	8,70 d
Média	12,83 B	12,07 C	12,94 B	15,71 A	16,36 A
CV(%)	17,06	14,27	16,68	15,66	14,49

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

Analisando a característica altura de planta (Tabela 5), nota-se que, nos ensaios conduzidos na região sul de Minas, as cultivares Catucaí Vermelho 20/15 cv 476 (5), Catucaí Amarelo 2SL (1), Catucaí Amarelo IAC 62 (25), Catucaí Amarelo 24/137 (2), Catucaí Vermelho 785/15 (4), Catucaí Vermelho IAC 144 (24) e Sabiá 398 (6) mostraram-se superiores às demais. Em trabalho conduzido no Planalto da Conquista, no estado da Bahia, Lopes et al. (2003) encontraram resultados semelhantes a esses ao estudarem mudas de diferentes genótipos de cafeeiros e verificaram maior altura para a cultivar Catucaí Vermelho IAC 144 e menor para a cultivar Tupi. Resultados semelhantes foram encontrados por Freitas et al. (2007).

Nos ensaios conduzidos na região Alto Paranaíba, apenas a cultivar Topázio MG 1190 (23) apresentou média superior às demais, tendo as cultivares Acauã (8), IPR 98 (19), Iapar 59 (18), Paraíso MG H419-1 (14) e IPR 104 (22) sido as que apresentaram médias inferiores (Tabela 5).

Em Turmalina, houve formação de quatro grupos de cultivares, sendo ‘Catucaí Vermelho 20/15 cv 476’ (5), ‘Catucaí Amarelo 2SL’ (1), ‘Topázio MG 1190’ (23), ‘Catucaí Amarelo IAC 62’ (25), ‘Palma II’ (7), ‘Catucaí Amarelo 24/137’ (2), ‘Pau Brasil MG 1’ (15), ‘Sabiá 398’ (6), ‘Catucaí Amarelo 20/15 cv 479’ (3), ‘IPR 99’ (20), ‘Sacramento MG 1’ (11) e ‘Acauã’ (8) com valores de médias superiores e, mais uma vez, a ‘Paraíso MG H419-1 (14)’ com o menor valor de média para altura de planta. Vale ressaltar que plantas com maior altura indicam um melhor desenvolvimento, favorecendo o aparecimento de mais ramos plagiotrópicos e, conseqüentemente, acarretando um maior potencial produtivo da planta.

TABELA 5 Altura de planta (cm) de 25 cultivares de cafeeiro, em Lavras (LAV), Santo Antônio do Amparo (SAA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PTC) e Turmalina (TUR), em Minas Gerais.

Cultivares	LAV	SAA	CA	PTC	TUR
5	49,00 a	42,50 a	58,00 a	75,78 b	75,28 a
1	46,83 a	45,57 a	52,28 a	71,72 b	76,50 a
23	39,67 b	34,43 a	44,78 a	94,44 a	66,22 a
25	52,17 a	47,07 a	40,22 a	56,48 c	74,83 a
7	39,39 b	47,20 a	46,56 a	65,56 b	68,00 a
2	46,45 a	38,22 a	41,89 a	63,28 b	72,50 a
15	40,56 b	43,27 a	41,78 a	57,94 c	78,61 a
6	45,17 a	36,27 a	44,50 a	70,72 b	64,72 a
3	39,53 b	38,93 a	46,00 a	59,94 c	72,28 a
20	38,17 b	43,09 a	37,72 b	67,72 b	66,28 a
4	43,50 a	36,85 a	49,78 a	61,89 c	58,94 b
24	43,22 a	45,88 a	47,11 a	64,67 b	48,89 c
11	34,61 b	40,70 a	35,22 b	59,33 c	68,11 a
21	38,56 b	37,68 a	34,50 b	65,28 b	55,00 b
13	34,89 b	37,68 a	36,28 b	58,72 c	62,17 b
17	35,33 b	37,82 a	39,55 a	55,00 c	61,33 b
16	36,50 b	41,43 a	27,11 b	71,55 b	51,89 c
12	35,55 b	39,87 a	41,28 a	49,11 d	62,44 b
22	38,39 b	47,87 a	30,17 b	51,61 d	58,50 b
10	34,22 b	37,33 a	33,05 b	59,50 c	59,44 b
9	35,66 b	38,79 a	41,06 a	56,84 c	50,17 c
8	34,33 b	39,88 a	31,61 b	50,72 d	64,11 a
19	36,06 b	42,33 a	30,89 b	48,67 d	56,05 b
18	33,78 b	43,12 a	29,89 b	45,61 d	57,89 b
14	36,78 b	43,25 a	37,72 b	51,78 d	37,28 d
Média	39,53 B	39,96 B	41,09 B	61,36 A	62,70 A
CV(%)	39,58	18,56	16,51	14,29	10,22

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

Para a variável número de nós (Tabela 6), observa-se que houve variabilidade apenas no ensaio conduzido em Turmalina, no qual houve a formação de quatro grupos de cultivares, tendo a cultivar Catuaí Amarelo IAC 62 (25) sido a que apresentou maior média e as cultivares Topázio MG 1190 (23), Catucaí Vermelho 785/15 (4), Paraíso MG 1 (14), Oeiras MG 6851 (9) e IPR 103 (21), os menores valores.

A ausência de diferenças significativas no caráter número de nós neste trabalho, para a maioria dos locais, pode ser explicada pelo porte e arquitetura das plantas, visto que as mesmas são de porte baixo e com ramificações secundárias abundantes. Espera-se que, nas futuras avaliações, com o desenvolvimento das plantas, maiores diferenças possam ser detectadas.

Avaliando o crescimento vegetativo de progênies de cafeeiro em Minas Gerais, Dias et al. (2005) detectaram diferença entre as progênies para número de internódios do ramo plagiotrópico. Segundo eles, onze cultivares, dentre elas, ‘Catuaí Vermelho IAC 99’ e ‘Topázio’ se destacaram para esta característica, enquanto que outro grupo de materiais, entre eles, ‘Catucaí Amarelo 2SL’, ‘Catucaí Vermelho’ e ‘Obatã’ tiveram os menores valores para tal característica. Já Pinotti et al. (2002) e Freitas et al. (2007) avaliaram o crescimento inicial de cultivares de *Coffea arabica* L. e não observaram diferença significativa entre as cultivares para número de nós nos ramos plagiotrópicos, resultados semelhantes ao encontrado neste trabalho.

TABELA 6 Número de nós vegetativos de 25 cultivares de cafeeiro, em Lavras (LAV), Santo Antônio do Amparo (SAA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PTC) e Turmalina (TUR), em Minas Gerais.

Cultivares	LAV	SAA	CA	PTC	TUR
25	86,04 a	67,20 a	78,22 a	80,64 a	253,33 a
15	85,56 a	88,00 a	77,78 a	105,60 a	196,78 b
7	87,88 a	69,73 a	79,89 a	83,68 a	181,11 b
3	84,21 a	66,93 a	76,56 a	80,32 a	180,56 b
13	78,19 a	71,23 a	71,89 a	85,48 a	180,89 b
20	82,64 a	59,42 a	74,50 a	71,31 a	170,45 b
5	98,92 a	71,33 a	90,00 a	85,60 a	116,44 c
2	78,10 a	71,00 a	70,17 a	85,21 a	151,56 c
11	70,32 a	69,57 a	63,22 a	83,48 a	162,00 b
24	100,28 a	55,70 a	91,17 a	71,24 a	123,61 c
17	71,01 a	72,54 a	64,56 a	87,05 a	146,00 c
1	82,56 a	63,82 a	75,06 a	76,59 a	141,11 c
6	81,71 a	63,40 a	72,67 a	76,08 a	141,00 c
12	80,67 a	66,40 a	73,33 a	79,68 a	121,66 c
8	57,07 a	70,70 a	52,05 a	84,87 a	145,22 c
22	60,50 a	73,11 a	55,00 a	64,64 a	151,67 c
19	61,81 a	72,00 a	55,06 a	86,40 a	128,67 c
18	56,71 a	77,23 a	52,05 a	92,68 a	124,11 c
23	82,50 a	52,27 a	75,00 a	87,74 a	95,33 d
10	54,34 a	63,16 a	48,50 a	75,80 a	133,22 c
16	39,70 a	77,00 a	41,67 a	92,40 a	120,22 c
4	84,94 a	56,43 a	77,22 a	67,72 a	82,78 d
14	75,53 a	75,33 a	72,00 a	90,40 a	52,22 d
9	51,12 a	60,05 a	53,39 a	72,06 a	94,11 d
21	64,62 a	44,17 a	61,78 a	53,00 a	105,56 d
Média	74,52 B	67,11 C	68,11 C	80,79 A	140,30 A
CV(%)	27,20	24,83	26,92	27,28	26,70

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

Para a característica número de ramos plagiotrópicos primários (Tabela 7), apenas em Patrocínio detectou-se diferença entre as cultivares, sendo verificada superioridade das cultivares Pau Brasil MG 1 (15), Palma II (7), Catucaí Vermelho 20/15 cv 476 (5), Sabiá 398 (6), IPR 99 (20), Catuaí Vermelho IAC 144 (24), Catucaí Amarelo 20/15 cv 479 (3), Araponga MG 1 (13), Topázio MG 1190 (23), IPR 103 (21), Catiguá MG 1 (10), Tupi (16) e Sacramento MG 1 (11).

Em experimento conduzido por Dias et al. (2005), visando obter informações relacionadas ao crescimento vegetativo de 25 cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), em Lavras, não foi verificada diferença entre as cultivares estudadas. Também Freitas et al. (2003), estudando cultivares de café robusta em Roraima, aos seis e aos doze meses após o plantio, não encontraram diferenças significativas entre as cultivares.

TABELA 7 Número de ramos plagiotrópicos primários de 25 cultivares de cafeeiro, em Lavras (LAV), Santo Antônio do Amparo (SAA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PTC) e Turmalina (TUR), em Minas Gerais.

Cultivares	LAV	SAA	CA	PTC	TUR
15	16,17 a	15,47 a	14,55 a	20,83 a	13,94 a
7	15,22 a	14,27 a	15,45 a	21,56 a	14,28 a
5	15,39 a	13,60 a	16,28 a	21,89 a	11,50 a
25	18,11 a	13,60 a	14,78 a	16,32 b	15,39 a
6	15,39 a	12,57 a	13,11 a	24,11 a	12,39 a
20	14,20 a	12,40 a	14,50 a	22,67 a	13,39 a
24	17,33 a	11,63 a	15,33 a	22,33 a	10,28 a
3	15,11 a	13,00 a	14,78 a	19,11 a	14,00 a
13	13,78 a	13,63 a	13,78 a	21,17 a	13,50 a
22	15,11 a	15,33 a	12,28 a	19,83 b	12,83 a
23	15,72 a	11,85 a	13,78 a	22,55 a	11,22 a
2	15,11 a	13,92 a	13,00 a	19,67 b	12,22 a
19	15,17 a	14,40 a	13,06 a	19,33 b	11,94 a
1	14,45 a	13,40 a	13,89 a	19,78 b	11,72 a
21	15,11 a	11,27 a	12,67 a	21,78 a	11,00 a
10	14,28 a	12,70 a	11,33 a	20,89 a	12,22 a
16	13,56 a	14,42 a	10,56 a	20,33 a	11,83 a
11	11,17 a	13,48 a	12,45 a	21,00 a	12,56 a
17	12,61 a	12,99 a	13,33 a	19,11 b	12,22 a
18	14,17 a	14,93 a	11,95 a	17,22 b	11,28 a
12	13,28 a	13,40 a	14,33 a	16,56 b	11,95 a
4	14,22 a	12,13 a	12,89 a	19,00 b	9,83 a
8	13,89 a	14,43 a	11,45 a	16,89 b	11,16 a
14	13,94 a	14,27 a	13,39 a	17,61 b	8,33 a
9	12,05 a	12,95 a	12,22 a	19,44 b	10,56 a
Média	14,58 B	13,44 C	13,40 C	20,04 A	12,06 D
CV(%)	15,25	15,06	15,79	13,17	11,70

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

Os dados da Tabela 8 referem-se ao comportamento das cultivares para comprimento do primeiro ramo plagiotrópico primário. Nos ensaios instalados em Campos Altos, Patrocínio e Turmalina, houve a formação de dois grupos de cultivares, indicando que as mesmas se comportam de forma diferente nos três ambientes.

Para a região do Alto Paranaíba, as cultivares Catucaí Vermelho 20/15 cv 476 (5), Catucaí Amarelo 2SL (1), Palma II (7), Topázio MG 1190 (23), IPR 99 (20), Sabiá 398 (6) e IPR 103 (21) apresentaram médias superiores às demais. Já no ensaio de Turmalina, foram as cultivares Catucaí Amarelo 2SL (1), Catucaí Amarelo IAC 62 (25), Palma II (7), Topázio MG 1190 (23), IPR 99 (20), Catucaí Amarelo 20/15 cv 479 (3), Catucaí Vermelho IAC 144 (24), Pau Brasil MG 1 (15), Catucaí Amarelo 24/137 (2), Araçuaia MG 1 (13), Catiguá MG 2 (12), Sacramento MG 1 (11), IPR 104 (22) e Catiguá MG 1 (10) que exibiram maior desempenho quanto a essa característica de crescimento vegetativo (Tabela 8).

Alguns autores não encontraram diferença significativa para essa característica entre as cultivares de porte baixo estudadas (Freitas et al., 2007 e Dias, 2003). No entanto, resultados distintos foram encontrados por Freitas (2004) que, avaliando 19 cultivares elites de *Coffea arabica* aos 6 meses de idade, identificou dois grupos para o caráter comprimento dos ramos plagiotrópicos.

TABELA 8 Comprimento do primeiro ramo plagiotrópico (cm) primário de 25 cultivares de cafeeiro, em Lavras (LAV), Santo Antônio do Amparo (SAA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PTC) e Turmalina (TUR), em Minas Gerais.

Cultivares	LAV	SAA	CA	PTC	TUR
5	30,33 a	26,63 a	31,22 a	55,28 a	33,11 b
1	25,77 a	36,55 a	28,50 a	45,00 a	38,05 a
25	32,94 a	29,07 a	23,94 a	34,88 b	50,39 a
7	26,84 a	27,27 a	25,28 a	48,28 a	42,22 a
23	25,39 a	22,40 a	23,28 a	57,67 a	37,39 a
20	25,22 a	24,73 a	24,61 a	49,72 a	39,22 a
3	23,61 a	27,22 a	31,94 a	37,83 b	42,50 a
24	27,94 a	26,13 a	28,06 a	43,83 b	37,11 a
6	26,89 a	23,09 a	26,67 a	50,28 a	32,50 b
15	24,50 a	27,47 a	24,22 a	40,78 b	41,17 a
2	27,78 a	25,65 a	21,33 b	40,89 b	36,39 a
4	29,28 a	21,87 a	30,67 a	43,22 b	26,17 b
16	24,78 a	28,40 a	15,28 b	47,00 a	33,89 b
13	23,56 a	23,13 a	21,22 b	42,28 b	37,67 a
12	21,72 a	25,80 a	27,56 a	34,67 b	37,45 a
11	18,33 a	25,52 a	20,94 b	43,50 a	37,78 a
21	24,22 a	18,41 a	24,67 a	48,33 a	28,78 b
22	24,17 a	28,46 a	17,17 b	36,94 b	37,50 a
10	21,55 a	23,97 a	18,11 b	44,44 b	35,28 a
17	19,89 a	24,95 a	20,45 b	39,72 b	34,33 b
18	21,17 a	25,87 a	16,61 b	39,50 b	31,06 b
14	23,67 a	26,85 a	25,11 a	35,33 b	22,22 b
9	19,11 a	24,28 a	17,89 b	40,50 b	26,89 b
19	24,17 a	26,40 a	10,67 b	36,33 b	29,89 b
8	20,89 a	25,72 a	17,22 b	32,00 b	30,06 b
Média	24,55 C	25,83 C	22,90 D	42,73 A	35,16 B
CV(%)	22,82	17,96	24,82	17,20	17,83

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

Na média dos locais frente a essas características vegetativas (Tabela 9), observa-se ampla variabilidade fenotípica entre cultivares, com destaque para as cultivares Pau Brasil MG1 (15) e Catuaí Amarelo IAC 62 (25), que apresentaram melhor desempenho em quatro das cinco características na média dos cinco locais.

No entanto, os resultados deste trabalho são distintos daqueles encontrados por Aguiar (1999). Este autor caracterizou, em vários ambientes, cultivares comerciais de café selecionadas pelo IAC, de acordo com características morfológicas e agronômicas, e concluíram que as cultivares de *Coffea arabica* estudadas apresentaram baixa variabilidade genotípica, por meio das características vegetativas e reprodutivas avaliadas.

TABELA 9 Média dos cinco locais para diâmetro de caule em mm (Diam), altura de planta em cm (Alt), número de nós (NN), número de ramos plagiotrópicos (NPL) e comprimento de ramos plagiotrópicos em cm (CPL).

Cultivares	Diam	Alt	NN	NPL	CPL
1	14,65 a	58,58 a	87,23 b	14,65 b	34,77 a
2	13,72 b	52,47 b	91,21 b	14,78 a	30,40 b
3	14,14 b	51,34 b	97,72 b	15,20 a	32,62 a
4	14,52 b	50,19 b	73,82 c	13,62 b	30,24 b
5	13,57 b	60,11 a	92,46 b	15,73 a	35,32 a
6	14,24 a	52,28 b	86,97 b	15,51 a	31,89 a
7	14,99 a	52,34 b	100,46 b	16,15 a	33,98 a
8	13,04 b	44,13 c	81,98 c	13,56 b	25,18 b
9	13,01 b	44,50 c	67,35 c	13,45 b	25,73 b
10	13,58 b	44,71 c	75,01 c	14,28 b	28,67 b
11	13,75 b	47,60 c	89,72 b	14,13 b	29,22 b
12	13,31 b	45,65 c	84,35 c	13,90 b	29,44 b
13	13,65 b	45,99 c	97,54 b	15,17 a	29,57 b
14	11,67 b	41,36 c	73,10 c	13,51 b	26,64 b
15	14,70 a	52,43 b	110,74 a	16,19 a	31,63 a
16	14,05 b	45,70 c	74,20 c	14,14 b	29,87 b
17	13,97 b	45,81 c	88,23 b	14,05 b	27,87 b
18	13,53 b	42,06 c	80,56 c	13,91 b	26,84 b
19	13,31 b	42,80 c	80,79 c	14,78 a	25,49 b
20	15,75 a	50,60 b	93,26 b	15,45 a	32,70 a
21	13,12 b	46,20 c	65,82 c	14,36 b	28,88 b
22	14,42 a	45,31 c	80,98 c	15,08 a	28,85 b
23	13,97 b	55,91 a	78,57 c	15,03 a	32,22 a
24	14,82 a	49,95 b	88,40 b	15,38 a	32,62 a
25	16,07 a	54,15 b	113,09 a	15,64 a	34,24 a
Média	14,01	48,93	86,17	14,71	30,31

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

Analisando a produção inicial das cultivares, observa-se baixa produtividade para todos locais, visto que esta é a produção de primeira colheita, exceto para Patrocínio, onde a produtividade média foi, pelo menos, 26,5% superior às médias dos demais locais (Tabela 10). Também nota-se uma variabilidade significativa para produção em todos os locais, principalmente em Patrocínio, no qual se formaram sete grupos de cultivares.

Este resultado mostra um comportamento não coincidente das cultivares nos diversos locais, o que, segundo Ramalho et al. (1993), reflete as diferentes sensibilidades dos genótipos às mudanças do ambiente, sendo, portanto, um agravante nos programas de melhoramento.

Também vale destacar o desempenho superior das plantas não só para produção, mas também para as características vegetativas, nos locais de Patrocínio e Turmalina. Esse resultado pode ter sido encontrado devido ao fato de serem locais com temperaturas médias mais elevadas e, também, pelo emprego no uso de irrigação nos correspondentes ensaios.

Vários autores têm relatado a importância da irrigação no cultivo do cafeeiro, tanto em regiões de déficit hídrico elevado (Triângulo Mineiro e Norte de Minas) quanto em regiões consideradas aptas para o cultivo. A irrigação da cultura do cafeeiro permite aumentar a produtividade em até 220% (Santinato & Fernandes, 2005). Os resultados deste trabalho demonstraram elevada resposta das plantas à irrigação, já que, quanto maior o desenvolvimento das plantas maior o potencial produtivo, conforme se observa nos dados da Tabela 10.

TABELA 10 Produção inicial (sacas.ha⁻¹) de 25 cultivares de cafeeiro, em Lavras (LAV), Santo Antônio do Amparo (SAA), Campos Altos (CA), e Patrocínio (PTC), em Minas Gerais.

Cultivares	LAV	SAA	CA	PTC
23	1,36 c	8,25 c	18,36 b	34,01 f
1	1,36 c	4,08 c	8,33 d	52,37 c
4	1,70 c	10,31 b	9,52 c	34,69 f
21	2,72 c	13,91 b	10,88 c	53,73 c
5	3,06 c	7,34 c	7,48 d	45,91 d
9	3,74 c	13,13 b	6,80 d	34,69 f
11	4,08 c	12,20 b	4,76 d	35,37 f
12	4,42 c	4,08 c	8,50 d	32,99 f
3	4,42 c	11,19 b	11,22 c	48,63 d
10	5,10 c	10,61 b	4,42 d	30,61 g
14	5,10 c	7,71 c	22,79 a	27,21 g
15	5,10 c	2,83 c	22,79 a	41,15 e
20	5,10 c	6,41 c	16,66 b	65,64 a
19	5,10 c	9,37 c	8,50 d	31,97 g
13	5,44 c	7,48 c	9,86 c	45,23 d
16	5,44 c	9,07 c	9,18 c	66,32 a
22	6,46 c	3,73 c	14,96 b	37,41 f
8	6,80 c	7,41 c	7,14 d	38,09 f
18	7,14 c	5,44 c	6,12 d	30,95 g
17	7,48 c	14,81 a	24,49 a	63,94 b
7	9,18 b	9,52 c	13,60 c	60,19 b
24	10,20 b	15,82 a	21,43 a	68,70 a
6	10,54 b	18,98 a	12,58 c	70,74 a
2	11,56 b	6,95 c	12,58 c	61,55 b
25	19,73 a	6,12 c	9,18 c	27,46 g
Média	6,09 D	9,07 C	12,09 B	45,58 A
CV(%)	23,40	25,39	25,01	12,41

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

4.2 Correlações genéticas e fenotípicas

A correlação é uma medida do grau com que duas variáveis variam juntas ou da intensidade de associação entre essas variáveis. O conhecimento da associação entre caracteres agronômicos e morfológicos pode ser primordial quando há a necessidade de ser feita seleção simultânea de caracteres (Santos & Vencovsky, 1986).

Na Tabela 11 são apresentados os valores de correlação genotípica e fenotípica entre todas as características estudadas. Vale frisar que esses valores foram resultados de correlação conjunta de quatro locais, visto que se retirou o local de Turmalina, uma vez que as plantas não apresentaram produção no referido ano de avaliação.

Verifica-se que houve grande tendência de os coeficientes de correlação fenotípica superarem os de correlação genotípica, com exceção aos valores referentes à correlação de número de nós com altura, número de ramos plagiotrópicos e comprimento de ramos plagiotrópicos, que apresentaram resultado inverso, com valores de correlação genotípica maiores que os de correlação fenotípica. Esse comportamento, provavelmente, deve-se às influências do ambiente sobre o fenótipo, de modo que a correlação fenotípica é afetada pelo ambiente a ponto de reduzir essa correlação (Tabela 11).

TABELA 11 Correlação genotípica (R_G) (acima da diagonal) e fenotípica (R_F) (abaixo da diagonal) entre as características diâmetro de caule, em mm; altura de planta, em cm; número de nós (NN); número de ramos plagiotrópicos (NPL); comprimento de ramos plagiotrópicos, em cm (CPL) e produtividade de café beneficiado, em sacas.ha⁻¹.

Variáveis	Diâmetro	Altura	NN	NPL	CPL	Produtividade
Diâmetro	1,00	0,78**	0,41*	0,66**	0,84**	0,44*
Altura	0,83**	1,00	0,51**	0,66**	0,92**	0,31
NN	0,41*	0,41*	1,00	0,62**	0,54**	0,18
NPL	0,83**	0,85**	0,46*	1,00	0,73**	0,42*
CPL	0,84**	0,92**	0,41*	0,90**	1,00	0,33
Produção	0,54**	0,69**	0,18	0,72**	0,73**	1,00

** , * : significativo, a 1% e 5%, pelo teste t, respectivamente

Estudando correlação entre caracteres em café Conilon, em Marilândia, ES, Fonseca et al. (2003) verificaram que as magnitudes das correlações genotípicas tenderam a superar as das correlações fenotípicas, mostrando que os fatores genéticos tiveram maior influência que os de ambiente em mais de 60% dos casos.

Vale ressaltar que houve significância na correlação para todos os casos, entre as características de crescimento vegetativo. Nota-se, pelos dados da Tabela 11, que a maioria das correlações pode ser considerada de magnitude alta, entre elas, comprimento de ramos plagiotrópicos com diâmetro, altura e número de ramos plagiotrópicos, com valores de 0,84; 0,92 e 0,90, respectivamente, para correlação fenotípica e 0,84; 0,92 e 0,73, respectivamente, para correlação genotípica.

Diante desses resultados, existe um indício de que plantas com maior crescimento de ramo plagiotrópico estão associadas a um maior diâmetro de caule, altura e número de ramos e, conseqüentemente, a um maior diâmetro de copa. Com relação ao diâmetro de caule, essa alta correlação com crescimento do ramo plagiotrópico, provavelmente, está relacionada com a maior

necessidade do sistema de transporte de seiva para sustentar um crescimento maior com diâmetro da copa da planta também maior.

Resultados semelhantes foram encontrados por Freitas (2004), quando avaliaram cultivares elites de *Coffea arabica* aos 6 meses de idade. As correlações associadas ao comprimento de ramos com altura, diâmetro e número de ramos foram altas, 0,78; 0,78 e 0,75, respectivamente, para correlação fenotípica e, para correlação genotípica, de 0,79; 0,79 e 0,76, respectivamente.

Porém, resultados distintos foram encontrados por Freitas et al. (2007) que, estudando os coeficientes de correlação entre alguns caracteres vegetativos de plantas com 12 meses de idade, detectaram correlação negativa entre crescimento de ramo plagiotrópico e número de ramos plagiotrópicos ($R_G = -0,67^{**}$). Segundo os autores, esse resultado implica em afirmar que plantas com maior número de ramos plagiotrópicos tendem a um menor crescimento de ramos e vice-versa. Portanto, segundo este estudo, a seleção de plantas com maior número de ramos, em parte poderá resultar, indiretamente, na seleção de plantas com menor crescimento de ramos e, conseqüentemente, com menor diâmetro de copa, o que poderá ser desejado para plantio adensado. Já para as características diâmetro de caule e comprimento de ramos, os autores afirmam existir alta correlação genética, sendo a mesma positiva e de 0,84.

Analisando ainda o crescimento de ramos plagiotrópicos, observa-se correlação de magnitude menor com número de nós dos ramos plagiotrópicos, com valores de $R_G = 0,54$ e $R_F = 0,41$. Contudo, o crescimento de ramo plagiotrópico não é um bom indicador de número de nós produtivos, visto que o mesmo não apresentou alta correlação com número de nós.

Resultados semelhantes foram encontrados por Miranda et al. (2005) que, avaliando progênies F_5 oriundas do cruzamento de Catuaí Amarelo com Híbrido de Timor, observaram correlações fenotípicas positivas de comprimento de ramos plagiotrópicos com número de internódios (0,37) e com diâmetro

(0,56). Freitas et al. (2007) também observaram que o comprimento de ramos plagiotrópicos correlacionou-se geneticamente positiva e significativamente (0,48) com número de internódios dos ramos plagiotrópicos. No entanto, segundo os autores, o crescimento de ramos plagiotrópicos é um bom indicador de número de nós produtivos. Resultados semelhantes foram encontrados por Freitas (2004), que observou correlação fenotípica de 0,81 e genotípica de 0,83, entre as características crescimento de ramo e número de nós.

É importante frisar que, dentre as características vegetativas, a única que apresentou correlação baixa com todas as demais, inclusive com produção de grãos, foi número de nós dos ramos plagiotrópicos.

No entanto, diante dos resultados, pode-se afirmar que essa característica afeta pouco a expressão das demais variáveis, não influenciando o desempenho delas. A causa da baixa correlação de número de nós com as demais variáveis, principalmente produção, pode ser explicada pela idade das plantas, visto que as avaliações de crescimento foram realizadas em plantas com doze meses pós-plantio. Esse período de tempo pode não ter sido suficiente para que o número de nós apresentasse alta correlação, principalmente com produção, o que poderá se alterar em futuras avaliações.

Segundo Silvarolla et al. (1997) e Bonomo et al. (2004), a característica número de nós é um bom indicador de gemas produtivas da planta, haja vista que essa característica é considerada um dos principais componentes de produtividade da planta. Sera (1987) afirma que a característica vegetativa que mais frequentemente apresenta associação com a produção é o porte da planta, expresso pela altura e diâmetro da copa.

Resultados semelhantes podem ser observados no presente trabalho, no qual as características que apresentaram maior correlação com produção foram número de ramos plagiotrópicos, altura de planta e comprimento do ramo plagiotrópico, com valores de 0,72; 0,69 e 0,73, respectivamente, para

correlação fenotípica e correlação genotípica, com valores de 0,42; 0,31 e 0,33, respectivamente.

Observa-se (Tabela 11) que não houve efeito significativo para correlação genotípica entre produção e altura de planta e produção com comprimento de ramo, evidenciando, no entanto, um maior efeito ambiental sobre a altura da planta e o crescimento de ramo na expressão da produção. O mesmo pode ser observado na correlação entre número de ramos plagiotrópicos com produção em que sua correlação genotípica foi bem abaixo da correlação fenotípica, com valor de 0,42 contra 0,72.

Esses resultados evidenciam que as características altura, número de ramos plagiotrópicos e comprimento de ramos plagiotrópicos têm um forte componente ambiental, podendo ser bastante influenciadas por variações de temperatura, luminosidade, umidade e tratos culturais, entre outros. Dessa forma, o ambiente pode interferir de forma significativa nessas características vegetativas, influenciando a produção.

Avaliando progênies derivadas do Híbrido de Timor com resistência à ferrugem, Silvarolla et al. (1997) encontraram resultados semelhantes na correlação entre produção e caracteres vegetativos. Na média de quatro colheitas, os autores obtiveram alta correlação fenotípica da produção acumulada com altura da planta e diâmetro de copa, com valores de 0,84 e 0,89, respectivamente. Martinez et al. (2007) encontraram correlação entre o crescimento vegetativo e a produção e também alta correlação fenotípica (0,97) entre altura de planta e produção de primeira colheita.

Resultados contraditórios foram encontrados por Severino et al. (2002) que, avaliando as três primeiras colheitas de linhagens de Catimor, encontraram correlação genotípica de baixa magnitude e negativa (-0,27) entre produção e altura de planta. Os autores afirmam que a produtividade das linhagens não foi influenciada pelo diâmetro de copa, altura de planta ou curvatura dos ramos

plagiotrópicos. Miranda et al. (2005), também avaliando as três primeiras colheitas de progênies F₅ de Catuaí Amarelo com Híbrido de Timor, verificaram correlações fenotípicas da média de produção com caracteres vegetativos, afirmando que os atributos vegetativos que mais contribuíram para o aumento da produção foram comprimento dos ramos plagiotrópicos (0,60), altura de planta (0,28) e diâmetro de caule (0,33).

Observa-se que o diâmetro de caule teve média correlação fenotípica (0,54) e genotípica (0,44) com produção, embora ambas as correlações tenham apresentado significância (Tabela 11). Vale ressaltar que, na associação dessas características, o fator ambiental teve baixo efeito no diâmetro de caule, influenciando pouco a produção, diferentemente de altura de planta, número de ramos plagiotrópicos e comprimento de ramo, que foram altamente influenciados pelo ambiente.

Resultados semelhantes foram encontrados por Bonomo et al. (2004) que, avaliando progênies de Híbrido de Timor, encontraram correlações genotípicas e fenotípicas entre produção e diâmetro de caule de média magnitude, com valores de 0,56 e 0,44, respectivamente. Dhaliwal (1968) encontrou correlação genotípica de 0,20 entre produção e diâmetro de caule de cafeeiros de primeira safra.

Estudando a fenologia e a produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Catuaí com 2,5 anos de idade, Nacif (1997) verificou que a produtividade correlacionou-se positivamente com diâmetro da base do caule e negativamente com a altura de planta e com o diâmetro da copa. Segundo este autor, os frutos constituem-se no dreno mais forte, seguido pelas folhas novas, indicando que o crescimento em altura e em diâmetro de copa teria força semelhante como dreno, sendo o diâmetro do caule o dreno mais fraco.

Alta correlação fenotípica (0,84) entre diâmetro de caule e primeira produção foi verificada por Martinez et al. (2007), resultados diferentes dos encontrados no presente trabalho.

5 CONCLUSÕES

- O desenvolvimento inicial de cultivares resistentes à ferrugem se assemelha ao de cultivares suscetíveis.
- As correlações entre características vegetativas aos doze meses após o plantio são de alta magnitude, com destaque para comprimento de ramos plagiotrópicos primários com diâmetro, altura de planta e número de ramos plagiotrópicos.
- As cultivares Pau Brasil MG 1 e Catuaí Amarelo IAC 62 destacam-se com superioridade em pelo menos quatro das cinco características avaliadas em cinco locais de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÃO, W.A. **Análise de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) por meio de características morfológicas e agronômicas.** 2002. 59p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

ANTHONY, F.; BERTRAND, B.; QUIROS, O.; WILCHES, A.; LASHERMES, P.; BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. Genetic diversity of wild coffee (*Coffea arabica* L.) using molecular markers. **Euphytica**, Dordrecht, v.118, n.1, p.53-65, 2001.

BONOMO, P.; CRUZ, C.D.; VIANA, J.M.S.; PEREIRA, A.A.; OLIVEIRA, V.R.; CARNEIRO, P.C.S. Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes do Híbrido de Timor com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.2, p.207-219, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro nacional de cultivares.** Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 30 jul. 2008.

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

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

CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro: 22 resultados obtidos no ensaio de seleções regionais de Campinas. **Bragantia**, Campinas, v.20, n.30, p.711-740, 1961.

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.P. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo.** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1993. p.29-76.

CARVALHO, A.; KRUG, C.A. Melhoramento do cafeeiro: IV café mundo novo. **Bragantia**, Campinas, v.12, n.4/6, p.97-129, abr./jun. 1952.

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

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 06 abr. 2009.

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

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

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

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

DHALIWAL, T.S. Correlations between yield morphological characters in Puerto Rican and columnaris varieties *Coffea arabica* L. **Journal of the Agricultural University of Porto Rico**, Puerto Rico, v.52, p.29-37, 1968.

DIAS, F.P. **Caracterização de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) por meio de técnicas multivariadas**. 2003. 62p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DIAS, F.P.; MENDES, A.N.G.; SOUZA, C.A.S.; CARVALHO, S.P.; BOTELHO, C.E.; RASO, B.S.M. 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.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 297p.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. Harlow: Longman, 1996. 464p.

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.

FONSECA, A.F.A. da; SEDIYAMA, T.; FERRÃO, R.G.; FERRÃO, M.A.G.; CRUZ, C.D.; SAKIYAMA, N.S. Correlação entre caracteres no café Conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café, 2003. p.231-232.

FREITAS, F.N.; DUARTE, O.R.; JÚNIOR, M.M.; COSTA, P. Cultivares de café promissoras em Roraima. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café, 2003. p.232-233.

FREITAS, Z.M.T.S. **Características fenológicas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em pós-plantio no agreste de Pernambuco**. 2004. 52f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FREITAS, Z.M.T.S.; OLIVEIRA, F.J.; CARVALHO, S.P.; SANTOS, V.F.; SANTOS, J.P.O. Avaliação de caracteres quantitativos relacionados com o crescimento vegetativo entre cultivares de café arábica de porte baixo. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2 p.267-275, 2007.

GUIMARAES, P.T.G.; GARCIA, A.W.R.; ALVAREZ, V.H.; PREZOTTI, L.C.; VIANA, A.S.; MIGUEL, A.E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J.B.; LOPES, A.S.; NOGUEIRA, F.D.; MONTEIRO, A.V.C.; OLIVEIRA, J.A. 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.

KRUG, C.A.; MENDES, J.E.T.; CARVALHO, A. **Taxonomia de *Coffea arabica* L descrição das variedades e formas encontradas no estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1938. 57p. (Boletim Técnico, 62).

KUSHALAPPA, A.C.; ESKES, A.B. **Coffee rust: epidemiology, resistance and management**. Boca Roton: CRC, 1989. 345p.

LIVRAMENTO, D.E. do.; ALVES, J.D.; BARTHOLO, G.F.; GUIMARÃES, T.G.; MAGALHÃES, M.M.; FRIES, D.D.; PEREIRA, T.A. Influência da produção nos teores de carboidratos e na recuperação de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) após “colheita”. In: ENCONTRO SUL MINEIRO DE CAFEICULTURA, 8.; SIMPÓSIO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS DO SUL DE MINAS, 3., 2002, Lavras. **Trabalhos apresentados...** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p.156-160.

LOPES, S.C.; VIANA, A.E.S.; SANTOS, P.R.P.; MOREIRA, M.A.; CARVALHO, G.S. Avaliação de variedades de café (*Coffea arabica* L.) no planalto da Conquista, estado da Bahia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café, 2003. p.223-224.

MARTINEZ, H.E.P.; AUGUSTO, H.S.; CRUZ, C.D.; PEDROSA, A.W.; SAMPAIO, N.F. Crescimento vegetativo de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e sua correlação com a produção em espaçamentos adensados. **Acta Scientia Agronomy**, Maringá, v.29, n.4, p.481-489, 2007.

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

MATIELLO, J.B; ALMEIDA, S.R. **A ferrugem do cafeeiro no Brasil e seu controle**. Varginha: Bom Pastor, 2006. 106p.

MELO, B. de; TEODORO, R.E.F.; CARVALHO, H. de P.; MARCUZZO, K.V.; SHINCARIOL JUNIOR, O. Avaliação de linhagens de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) nas condições de cerrado do município de Uberlândia, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p.320-322.

MENDES, A.N.G.; CARVALHO, G.R.; BOTELHO, C.E.; FAZUOLI, L.C.; SILVAROLLA, M.B. História das primeiras cultivares de café planadas no Brasil. In: CARVALHO, C.H.S. (Org.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. v.1, p.69-75.

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

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

NACIF, A.P. **Fenologia e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. catuaí, sob diferentes densidades de plantio e doses de fertilizantes no cerrado de Patrocínio, MG**. 1997. 124p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG .

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.

PEREIRA, A.A.; MOURA, W.M.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N.S.; CHAVES, G.M. 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.

PINOTTI, G.M.; FURLANI JUNIOR, E.; MOREIRA, R.C.; GUILLAUMAN, J.G.; NAKAYAMA, F.T. Avaliação do desenvolvimento de cultivares de café na região de Ilha Solteira, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p.371.

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. 271p.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEEIRO, 1986, Poços de Caldas. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.13-85.

RESENDE, M.D.V. **O software Selegen Reml/Blup**. Campo Grande: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 299p.

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

SANTOS, J.; VENCOVSKY, R. Correlação fenotípica e genética entre alguns caracteres agronômicos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.10, n.3, p.265-272, 1986.

SERA, T. **Possibilidade de emprego de seleção nas colheitas iniciais de café (Coffea arabica L. cv. Acaiá)**. 1987. 147p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SEVERINO, L.S.; SAKIYAMA, N.S.; PEREIRA, A.A.; MIRANDA, G.V.; ZAMBOLIM, L.; BARROS, U.V. Associações da produtividade com outras características agronômicas da café (*Coffea arabica* L. “Catimor”). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p.1467-1471, 2002.

SILVAROLLA, M.B.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA, M.A.L.; FAZUOLI, L.C. Avaliação de progênies derivadas do híbrido de timor com resistência ao agente da ferrugem. **Bragantia**, Campinas, v.56, n.1, p.47-58, 1997.

SRINIVASAN, C.S. Pré-selection for yield in coffee. **Indian Journal of Genetics**, Avenue Bangalore, v.42, p.15-19, 1982.

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

WALYARO, D.J.; VOSSEN, H.A.M. van der. Early determination of yield potential in arabic coffee by applying index selection. **Euphytica**, Dordrecht, v.28, p.465-472, 1979.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. 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.; VALE, F.X.R.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. 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.