



**ESTABILIDADE FENOTÍPICA E
ADAPTABILIDADE DE PROGÊNIES DE
'MUNDO NOVO' NO ESTADO DE
MINAS GERAIS**

BRUNO DE SOUZA MONTE RASO

2009

BRUNO DE SOUZA MONTE RASO

**ESTABILIDADE FENOTÍPICA E ADAPTABILIDADE DE PROGÊNIES
DE ‘MUNDO NOVO’ NO ESTADO DE
MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, 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**

Monte Raso, Bruno de Souza.

Estabilidade fenotípica e adaptabilidade de progênies de ‘Mundo Novo’ no estado de Minas Gerais / Bruno de Souza Monte Raso. – Lavras : UFLA, 2009.

31 p.

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

Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes.

Bibliografia.

1. Café. 2. Progênies. 3. Melhoramento genético vegetal. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7323

BRUNO DE SOUZA MONTE RASO

**ESTABILIDADE FENOTÍPICA E ADAPTABILIDADE DE PROGÊNIES
DE ‘MUNDO NOVO’ NO ESTADO DE
MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 31 de julho de 2009

Dr. Cesar Elias Botelho

EPAMIG

Dra. Juliana Costa de Rezende

EPAMIG

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho

EPAMIG

Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus avós, Numas, Abílio, Judite e Francisca, pelo exemplo.

Aos meus pais, Reinaldo e Glaucia, pelo incentivo.

Aos meus irmãos, Fernando e Rafael, pela companhia.

Ao meu filho, Matheus, por tudo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais esta conquista.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura, por todos os anos de acolhida.

À FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos.

À Flávia, pelo apoio e companhia.

Aos meus tios, pelo apoio.

Ao professor e orientador Antônio Nazareno Guimarães Mendes e ao co-orientador Cesar Elias Botelho, pela confiança.

Aos pesquisadores e amigos Juliana Costa de Rezende e Gladyston Rodrigues Carvalho, pelo incentivo e disponibilidade.

Ao professor Rubens José Guimarães, pelos ensinamentos.

Aos colegas das Repúblicas Lobo Mau e Puleiro dos Anjos, pela receptividade.

Aos colegas da Corpal, principalmente Robertinho, pela paciência e compreensão.

A todos os colegas com os quais convivi no Setor de Cafeicultura, por contribuírem de alguma forma com a minha formação

A todos que, de alguma maneira, colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO	02
2.1 Melhoramento genético do Cafeeiro.....	05
2.2 Cultivar Mundo Novo.....	04
2.3 Bienalidade do cafeeiro	07
2.4 Interação Genótipo x Ambiente.....	08
2.5 Adaptabilidade e Estabilidade	09
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Locais de Instalação.....	11
3.2 Análises Estatísticas.....	13
3.3 Metodologia de Annicchiarico(1992).....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5 CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

RESUMO

MONTE RASO, Bruno de Souza. **Estabilidade fenotípica e adaptabilidade de progênies de ‘Mundo Novo’ no estado de Minas Gerais.** 2009. 31p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

Devido a sua rusticidade, alto potencial produtivo e boa qualidade do produto, a cultivar Mundo Novo é uma das mais preferidas para plantio pelos agricultores brasileiros. Com o objetivo de selecionar progênies de cafeeiro adaptadas para diferentes regiões cafeeiras do Estado de Minas Gerais, foram instalados e conduzidos experimentos em Três Pontas, Campos Altos e Capelinha. Foram avaliadas 33 progênies do grupo ‘Mundo Novo’ obtidas pelo Programa de Melhoramento Genético do cafeeiro conduzido pelo Instituto Agrônomo de Campinas. O delineamento foi o de blocos casualizados com quatro repetições, e seis plantas por parcela. Foi utilizado o espaçamento em renque mecanizado, de 3,80 m entre linhas x 0,80 m entre plantas. Foi analisada a produtividade em sacos.ha⁻¹ de seis colheitas (2002 a 2007). As colheitas foram agrupadas em biênios com o objetivo de eliminar o efeito da bienalidade do cafeeiro. Foi realizada análise conjunta dos três locais e no esquema subdividida no tempo tendo o conjunto de duas colheitas (biênio) considerado a subparcela. Foi verificada a significância a 5 % e 1% de probabilidade, pelo teste F e, detectando-se diferenças entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste Scott Knott. A adaptabilidade e estabilidade dos genótipos foi avaliada empregando a metodologia proposta por Annicchiarico (1992), estimando o índice de confiança (I_i) e definindo-se como ambiente a combinação entre cada biênio e cada local, ou seja, nove ambientes. Os resultados obtidos permitem verificar que entre as progênies estudadas destacaram como as mais promissoras as progênies IAC 2931, IAC 379-19, IAC 480, IAC 388-6-16 e IAC 379-19-2 porque aliaram maior estabilidade nos ambientes e ficaram entre as mais produtivas na média dos nove ambientes, obtendo maiores índices de confiança.

Comitê Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes – UFLA
(Orientador), Cesar Elias Botelho – EPAMIG

ABSTRACT

MONTE RASO, Bruno de Souza. **Fenoptical stability and adaptability of generations of “Mundo Novo” in the state of Minas Gerais.** 2009. 31p. Dissertation (Master in Agronomy/Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.

Due to its simplicity, high productive potential and good quality of the product, the “Mundo Novo” is one of the most preferred ones for planting by Brazilian farmers. With the aim of selecting generations of coffee plants adapted to different coffee regions of the state of Minas Gerais, experiments were installed and conducted in the cities of Três Pontas, Campos Altos and Capelinha. 33 generations from the “Mundo Novo” group were evaluated obtained by the Genetic Improving Program of the coffee plants led by the “IAC” in Campinas. The planning was the one of blocks grouped with four repetitions and six plants by parcel. It was used the space in mechanic rows, of 3,80 m between lines x 0,80 m between plants. It was analyzed the productivity in bags of six crops (2002 to 2007). The crops were joined two by two with the aim of eliminating the bienniality effect of the coffee plants. The analysis was conducted of the three places and in the subdivided scheme in a time having the set of two crops (biennial) considered the subparcel. The significance were verified to 5% and 1% of probability, by the treatments, the averages were compared by the scott knott test. The adaptability and stability of the individual features were evaluated applying the methodology proposed by Annicchiarico (1992), estimating the confidence index (1) and defining as environment the combination between each biennial and each place, that is, nine environments. The obtained results allow to verify that among the most promising the IAC 2931, IAC 379-19, IAC 480, IAC 388-6-16 and IAC 379-19-2 because allied higher stability in the environments and were among the most productive ones in the average of the nine environments, obtaining higher confidence indexes.

1 INTRODUÇÃO

O melhoramento de plantas surgiu junto com o início da Agricultura e foi responsável pela evolução nas espécies cultivadas e pelo grande desenvolvimento da Agricultura e conseqüentemente econômico de várias nações (Borém & Milach, 1999). A utilização de espécies melhoradas e adaptadas, aliadas a melhoria de práticas agrônômicas, possibilitou a produção de alimentos cada vez mais diversos e abundantes em áreas antes citadas como improdutivas e inaptas a práticas agrícolas.

Os primeiros plantios comerciais de café no Brasil se limitavam à variedade Typica, material pouco produtivo quando comparado com as variedades cultivadas atualmente. Segundo Carvalho et al. (1961) a característica agrônômica mais importante para uma cultivar é a produtividade. A utilização de cultivares melhoradas e adaptadas às condições ambientais das regiões produtoras exerce grande influência sobre a produtividade de cafeeiros (Bartholo, 2001).

Atualmente, várias cultivares são plantadas nas diversas regiões cafeeiras, destacando-se a cultivar Mundo Novo como cultivar preferida por diversos produtores. Esta preferência, aliada a grande diversidade do parque cafeeiro justifica a instalação de experimentos de adaptabilidade e estabilidade contendo progênies desse grupo de cultivares. Sendo assim este trabalho objetivou avaliar a produtividade de progênies de cafeeiros do grupo Mundo Novo bem como a sua adaptação para diferentes regiões do estado de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

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 cinquenta países em diversos continentes (Companhia Nacional de Abastecimento - Conab, 2009). 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).

Desenvolveu-se com total independência, ou seja, apenas com recursos nacionais, sendo, afinal, a primeira realização exclusivamente brasileira que visou à produção de riquezas. Contribuiu para o desenvolvimento das regiões cafeeiras com a construção de ferrovias, escolas, hospitais e mais tarde financiando a industrialização dessas regiões.

As exportações brasileiras de café no ano de 2008 atingiram volume de 29,5 milhões de sacas beneficiadas, com faturamento de US\$ 4,7 bilhões, atingindo assim, cerca de 30% do mercado mundial do grão (Anuário..., 2009). O Brasil atualmente é o maior produtor mundial produzindo na safra 2008/09 45,9 milhões de sacas de café beneficiado. Minas Gerais participa com 23,6

milhões de sacas, ou seja, 51,4% da produção nacional, sendo o principal estado produtor (Conab, 2009). O parque cafeeiro nacional é composto por cerca de 5,6 bilhões de cafeeiros plantados em 2,1 milhões de hectares (Anuário..., 2009) e distribuídos em 1700 municípios, criando aproximadamente 10 milhões de empregos diretos e indiretos em toda a cadeia do agronegócio (Mendes & Guimarães, 1998). Tal característica nos mostra a importância social e econômica que a cultura representa no cenário nacional.

2.1 Melhoramento genético do cafeeiro

A base genética do parque cafeeiro brasileiro era muito estreita sendo constituída de praticamente um único material, a cultivar Typica até por volta de 1896, quando foi introduzida a cultivar Sumatra. A partir daí iniciou-se a primeira fase da evolução das cultivares no Brasil. A seleção era feita de modo empírico, selecionando as plantas com maior produção em lavouras comerciais para coleta de sementes para formação de novas lavouras, aproveitando hibridações naturais e efetuando novas introduções de materiais (Carvalho et al., 1952).

A segunda fase da evolução das cultivares no Brasil começou em 1933 com a criação das seções de genética e de café do Instituto Agrônomo de Campinas (Krug, 1936). A partir daí, iniciou-se um complexo programa de investigações e estudos sobre o cafeeiro (Carvalho, 1985), utilizando metodologias científicas (Carvalho, 1981), com trabalhos focados em características de interesse econômico como o porte, arquitetura, desenvolvimento e, principalmente, produção (Mendes et al., 2002) e possibilitaram ganhos expressivos com a seleção em todas as áreas trabalhadas.

Atualmente, além do IAC, outros trabalhos de melhoramento são conduzidos por várias instituições, como a Fundação PROCAFÉ/MAPA que deu seqüência aos trabalhos do Instituto Brasileiro do Café (IBC), o Instituto

Agrônomo do Paraná (IAPAR), o Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) que conduz o programa de melhoramento genético em conjunto com a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV). Esses programas proporcionaram grandes avanços no melhoramento genético do cafeeiro no Brasil, obtendo cultivares/linhagens com excelente vigor, rusticidade, uniformidade de maturação, resistência a pragas e doenças e com elevado potencial produtivo.

2.2 A Cultivar Mundo Novo

Devido a sua rusticidade, alto potencial produtivo e boa qualidade do produto, a cultivar Mundo Novo é uma das mais preferidas para plantio pelos agricultores Brasileiros (Carvalho et al., 1993). Trata-se de um cultivar que apresenta porte alto, possuindo internódios longos, alcançando, quando adulta, entre 3 a 4 metros de altura (Carvalho et al., 1952). Apresenta frutos de coloração vermelha quando no estágio cereja, são graúdos, produzindo cerca de 90% de sementes do tipo chato e peneira média alta; a maturação dos frutos é uniforme, proporcionando um produto de alta qualidade (Pereira & Sakiyama, 1999).

Essa cultivar foi formada por sementes de plantas selecionadas de uma plantação em Urupês, SP, que havia sido formada por sementes de uma planta bem desenvolvida e com elevada produção, provavelmente oriunda do cruzamento natural entre as cultivares Sumatra e Bourbon vermelho (Carvalho et al., 1993). Experimentos formados simultaneamente em várias cidades mostraram, desde as primeiras produções, que o material selecionado era realmente de excepcional valor (Carvalho et al., 1952).

Em experimentos da Seção de Genética do IAC, as linhagens de ‘Mundo Novo’ apresentaram uma produção média anual de 2.000 kg.ha⁻¹, inclusive nas

primeiras produções após o plantio. Nos sistemas de plantios adensados, essas produções podem ser ampliadas, principalmente nas quatro primeiras colheitas, podendo atingir até 6.000 kg.ha⁻¹ de café beneficiado em anos de elevada produção (Instituto Agrônômico de Campinas - IAC, 1980).

Além de ser um material produtivo, trata-se de uma cultivar bastante vigorosa. Analisando a produção de progênies de 'Mundo Novo' por um período de 33 anos, Carvalho et al. (1979) puderam constatar a longevidade dos materiais, destacando as progênies IAC 376, IAC 387, IAC 386, IAC 379 e IAC 382 como as mais produtivas no período de 1947 a 1979.

Atualmente, diversas linhagens de 'Mundo Novo' são indicadas para plantio: IAC 376-4, IAC 379-19, IAC 388-17, IAC 388-17-1, IAC 388-6, IAC 464-12, IAC 515-20, IAC 501-5, IAC 502-19 e IAC 467-11. Várias outras linhagens encontram-se em estudo, tanto no estado de São Paulo quanto em outras regiões do Brasil. Os cafeeiros 'Mundo Novo' têm apresentado boas produções em quase todas as regiões cafeeiras do Brasil, com clima apropriado para *Coffea arabica* L., mostrando uma ampla capacidade de adaptação (Fazuoli, 1994). Essa grande adaptação das seleções de 'Mundo Novo', nas mais diversas condições de ambiente e a sua boa capacidade de combinação nas hibridações evidenciam o interesse da pesquisa para a obtenção de novas seleções dessa cultivar (Mônaco et al., 1974).

2.3 Bienalidade do Cafeeiro

A bienalidade do cafeeiro é um efeito fisiológico característico da cultura no qual a planta alterna anos de altas e baixas produções. Essa característica exerce grande influência no processo de seleção, diminuindo a precisão experimental (Carvalho et al., 1952) pois aumenta a interação entre genótipos e anos de produção e, evidentemente, reduz a eficiência do processo seletivo. Nesse caso, o agrupamento das colheitas em biênios e estes

considerados como sendo uma subparcela, permite uma redução dos efeitos dessa bienalidade da produção propiciando maior precisão (Sera, 1987; Carvalho et al., 1989; Mendes, 1994; Bonomo et al., 2004).

2.4 Interação Genótipo x Ambiente

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, entra uma terceira variável muito importante que é a interação Genótipo x Ambiente que pode ser caracterizada pelo comportamento das raças, linhagens ou cultivares não serem coincidentes nos diferentes ambientes aos quais esses indivíduos estão expostos sujeitos (Ramalho et al., 1990). Essa interação Genótipo x Ambiente se mostra como complicador importante em programas de melhoramento genético, pois a não coincidência de algumas características importantes, como produtividade, qualidade, resistência, nos vários ambientes é uma característica indesejada para genótipo que se pretende melhorar.

Assim, um indivíduo que tenha comportamento superior em um dado ambiente pode não apresentar comportamento satisfatório quando sujeito a outras condições, podendo gerar prejuízos na atividade a qual está inserido. Tal fato tem influência no ganho de seleção e dificulta a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade. Dada a sua importância, o melhorista deve avaliar sua magnitude e significância, quantificar seus efeitos sobre as técnicas de melhoramento e estratégias de difusão de tecnologia e fornecer subsídios que possibilitem adotar procedimentos para sua minimização e aproveitamento (Cruz & Regazzi, 2001).

Os componentes ambientais que influenciam essa interação Genótipo x Ambiente podem ser classificados em previsíveis, como o manejo e práticas agrônomicas, tipo de solo e não previsíveis como oscilações de temperatura,

ocorrência de pragas e doenças e intempéries climáticas (Vencovsky & Barriga, 1992). Existem algumas opções para minimizar o efeito da interação. A primeira seria identificar genótipos específicos para cada ambiente, sendo de difícil execução e dispendiosa; a segunda opção seria realizar o zoneamento ecológico, ou seja, estratificar uma região em outras de tamanho menor de modo que os genótipos dentro de cada microrregião não interajam significativamente com os ambientes (esta opção não controla a interação genótipo x anos); a terceira e a mais utilizada seria identificar genótipos de ampla estabilidade e adaptabilidade (Rosse, 1999; Cruz & Castoldi, 1991). Essa opção identifica indivíduos de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (Cruz & Regazzi, 2001).

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 seleção de plantas.

2.5 Adaptabilidade e estabilidade

A identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica tem sido uma alternativa muito utilizada para atenuar os efeitos da interação genótipo x ambiente e tornar o processo de recomendação de cultivares mais seguro. Denis & Gower (1996) advertiram para o risco de descarte de um genótipo não adaptado para o(s) ambiente(s) utilizado(s) na seleção, mas que poderia ser muito produtivo em outro. Da mesma forma, pode-se selecionar um genótipo que não apresente um bom desempenho em um ambiente de cultivo diferente daquele utilizado para a seleção.

Segundo Becker (1981), um genótipo é considerado estável quando apresenta interações mínimas com os ambientes. No caso do cafeeiro, Vossen & Vander (1985) conceitua a estabilidade da produção relacionando alta

produtividade, sob amplas variações de ambiente, com a capacidade de superar a bienalidade da produção. Segundo Verma et al. (1978), um genótipo ideal é aquele que apresenta alta produtividade associada, com alta estabilidade em ambientes desfavoráveis e é capaz de responder satisfatoriamente em ambientes favoráveis. Para Medina Filho 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 a melhora dos ambientes, mas que não tivesse comportamento insatisfatório em condições de stress, além de manter o comportamento ao longo dos anos de cultivo.

Existe uma série de metodologias para esse fim e constantemente surgem novas opções. Cada uma delas tem suas vantagens e desvantagens. Detalhes sobre elas podem ser encontrados em Lin et al. (1986). 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 & Wilkinson (1963) e Ebberhart & 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 se refere à probabilidade que esse material apresente desempenho abaixo do padrão considerado, ou seja, o índice de confiança possibilita a recomendação de uma cultivar considerando o risco desta apresentar desempenho abaixo de um padrão, como por exemplo, a média geral. A probabilidade de sucesso será tanto menor, quanto maior for o índice de confiança.

Segundo Cruz & Castoldi (1991) a adaptabilidade refere-se à capacidade dos genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente. Já a

estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente. Para isso são obtidas as estimativas de $\sigma^2_{\delta_i}$ e R^2 .

O método de Eberhart & Russell (1966) tem sido empregado quando se dispõe de um número de ambientes acima de três. Com ambientes em número igual ou maior que oito, pode-se adotar um modelo bissegmentado. De maneira geral, a análise da estabilidade, além das propriedades intrínsecas que possui, é uma maneira alternativa de estudar o fenômeno da interação genótipos x ambientes (Vencovsky & Barriga, 1992).

Corrêa (2004) avaliou a adaptabilidade e estabilidade de progênies de cafeeiro utilizando as seguintes metodologias: Eberhart & Russel (1966), Lin & Binns (1988); Annicchiarico (1992) e AMMI, proposta por Duarte (2003) e encontrou coerência de resultados entre essas metodologias.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 33 genótipos de cafeeiro do grupo 'Mundo Novo' obtidos no Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro conduzido pelo IAC (1980). Os experimentos foram instalados em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e o número de plantas adotado por parcela foi seis. O espaçamento utilizado 3,8 m (entre linhas) x 0,8 m (entre plantas).

3.1 Locais de instalação

Os experimentos foram instalados em novembro do ano 2000, na Fazenda Experimental da Epamig, situada no município de Três Pontas, na Fazenda Ouro Verde, situada em Campos Altos e na Fazenda Resplendor, em Capelinha, dessa forma, representando as principais regiões cafeeiras do estado: Sul de Minas, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha, respectivamente. As regiões escolhidas têm características ambientais definidas e distintas que influenciam sobremaneira no comportamento do cafeeiro (Mendes, 1994). As condições edafoclimáticas de cada local encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 Relação das condições edafoclimáticas dos locais de instalação dos experimentos

Característica	Municípios		
	Três Pontas	Campos Altos	Capelinha
Tipo de solo	L.Vermelho Distrófico	L.V. Amarelo Distrófico	L.V. Amarelo Húmico
Textura	Argilosa	Argilosa	Argilosa
Relevo	Ondulado	Plano	Ondulado
Altitude	900 m	1.230 m	820 m
Latitude	21°22'01" S	19°41'47" S	21°40' S
Longitude	45°30'45" W	46°10'17" W	45°55' W
Precip. Anual	1670 mm	1830 mm	1450 mm
Temp. anual	20,1°C	17,6°C	21,3°C

Os tratos culturais e condução do experimento, desde a implantação até as últimas colheitas, foram feitos de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro, tendo a fertilização sido realizada conforme a 5ª Aproximação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (Guimarães et al., 1999). O controle de pragas e doenças foi feito seguindo manejo integrado de pragas e doenças e foi variável para cada região, acompanhando a sazonalidade da ocorrência das pragas e doenças.

As avaliações foram efetuadas em seis colheitas, safras 2001/2002 a 2006/2007. As parcelas foram colhidas e a produção de litros de “café da roça” por parcela foi avaliada, anualmente, sendo a colheita realizada entre os meses de maio e julho de cada ano. Posteriormente, realizou-se a conversão do volume para sacas de 60 kg de café beneficiado.ha⁻¹ por aproximação de valores e consistiu em considerar um rendimento médio de 480 litros de “café da roça” para cada saca de 60 kg de café beneficiado, que corresponde ao rendimento médio adotado em todas as regiões.

3.2 Análises estatísticas

Foi realizada análise de variância com delineamento em blocos casualizados, no esquema conjunta dos três locais e subdividida no tempo (Steel & Torrie, 1980) tendo o conjunto de duas colheitas (biênio) considerado a subparcela. A análise foi realizada após a constatação da homogeneidade das variâncias, por meio do teste de Harttley, como sugerido por Ramalho et al. (2000). Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a de 5% de probabilidade.

Modelo para análise conjunta da variável produção no esquema de parcelas subdividida no tempo, considerando como fixo o efeito de progênes e os demais efeitos aleatórios:

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

onde:

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

m: é a média geral

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

a_l : efeito do local l, sendo $l = 1, 2, \dots, I$;

$(pa)_{il}$: 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 $k = 1, 2, \dots, k$;

$(ac)_{lk}$: 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.

TABELA 2 Esquema da análise de variância, esperança dos quadrados médios, E(QM), e expressões utilizadas para o teste F e estimadores dos componentes de variância, no esquema de parcelas subdivididas no tempo, conjunta de progênie x locais.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Blocos				
(B)/locais	9	Q1	$\sigma_e^2 + I \sigma_{pb}^2 + IK \sigma_b^2$	Q1/Q5
Cultivares (P)	32	Q2	$\sigma_e^2 + J(I/I-1) \sigma_{pca}^2 + JL(I/I-1) \sigma_{pc}^2 + K(I/I-1) \sigma_{pb}^2 + JK(I/I-1) \sigma_{pa}^2 + JKLVp$	Q2/(Q4+Q9-Q10)
Locais (L)	2	Q3	$\sigma_e^2 + I \sigma_{bc}^2 + IJ \sigma_{ac}^2 + IK \sigma_b^2 + IJK \sigma_a^2$	Q3/(Q1+Q7+Q8)
P x L	64	Q4	$\sigma_e^2 + J(I/I-1) \sigma_{pca}^2 + K(I/I-1) \sigma_{pb}^2 + IK(I/I-1) \sigma_{pa}^2$	Q4/(Q5+Q10-Q11)
Erro (1)	288	Q5	$\sigma_e^2 + K(I/I-1) \sigma_{pb}^2$	-

Continua...

Cont. TABELA 2

Biênios (C)

L x C	2	Q6	$\Sigma^2_e + I \sigma_{bc}^2 + IJ \sigma_e^2 + IJL \sigma_e^2$	Q6/Q7
Erro (2)	4	Q7	$\sigma_e^2 + I \sigma_{bc}^2 + IJ \sigma_{ac}^2$	Q7/Q11
P x C	18	Q8	$\sigma_e^2 + I \sigma_{bc}^2$	Q8/Q11
P x C x L	64	Q9	$\sigma_e^2 + J(I/I-1) \sigma_{pca}^2 + JL(I/I-1) \sigma_{pc}^2$	Q9/Q11
Erro (3)	128	Q10	$\sigma_e^2 + J(I/I-1) \sigma_{pca}^2$	Q10/Q11
	576	Q11	σ_e^2	-

$$V_p = (Q2 + Q10 - Q4 - Q9) / JKL$$

$$\sigma_{pa}^2 = (Q4 + Q11 - Q5 - Q10) / JK(I/I-1)$$

$$\sigma_{pc}^2 = (Q9 - Q10) / JL(I/I-1)$$

$$\sigma_{pca}^2 = (Q10 - Q11) / J(I/I-1)$$

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

Em que:

I, J, K e L: número de progênies, de blocos, biênios e de locais;

V_p : $\sigma_p = (\sum_i^1 = 1p_i^2) / (I-1)$: forma quadrática referente à variação dos efeitos fixos de progênies;

σ_{pa}^2 , σ_{pc}^2 e σ_{pca}^2 : variância de das progênie x locais, progênie x biênios e progênie x biênios x locais;

σ_F^2 = variância fenotípica média

Após a constatação da significância da interação progênies x biênio x local foi realizada análise da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos empregando a metodologia proposta por Annicchiarico (1992), definindo-se como ambiente cada biênio em cada local, totalizando nove ambientes.

3.3 Metodologia de Annicchiarico (1992)

A metodologia proposta por Annicchiarico (1992) propõe a adoção de um índice de Confiança (reliability index) que estima o risco de adoção

determinado genótipo. Os procedimentos para os cálculos pelo método proposto por esse método dão-se, inicialmente, com a transformação das médias de cada cultivar em cada ambiente, em porcentagem da média do ambiente. Posteriormente, estima-se a média (Y) e desvio padrão das porcentagens de cada cultivar. De posse dessas estimativas, obtém-se o índice de confiança I_i por meio do seguinte estimador:

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

Onde:

I_i : índice de confiança (%);

Y_i : média da cultivar i em porcentagem;

Z : valor na distribuição normal estandardizada no 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 obtidas utilizando o programa computacional “SISVAR” desenvolvido por Ferreira (2000). As análises de estabilidade e adaptabilidade foram obtidas utilizando o programa computacional “Estabilidade”.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para produtividade de café beneficiado, em sacas de 60 quilogramas por hectare é apresentado na Tabela 3. Observa-se que houve efeito significativo no nível indicado pelo teste “F” para as fontes de variação progênes, local, biênios e interações progênie x local, local x biênio, progênie x biênio e progênie x biênio x local. A existência da interação tripla evidencia diferença do desempenho das progênes em relação a produtividade ao longo dos anos nos diferentes locais estudados.

TABELA 3 Resumo da análise de variância conjunta e subdividida no tempo para produtividades médias em sacas.ha⁻¹ de progênes de cafeeiro ‘Mundo Novo’, em três locais do estado de Minas Gerais.

FV	GL	QM
Blocos	9	73,64 ^{NS}
Progênie	32	270,03 ^{**}
Local	2	37921,95 ^{**}
Progênie X Local	64	231,40 ^{**}
Erro 1	288	112,3972
Biênio	2	16528,13 ^{**}
Erro 2	18	32,38
Local X Biênio	4	4019,50 ^{**}
Progênie X Biênio	64	57,09 [*]
Progênie X Biênio X Local	128	69,89 ^{**}
Erro 3	576	38,95
CV (%)	1 = 29,61; 2 = 18,83; 3 = 20,65	

^{**}, ^{*}significativo a 1% 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Observa-se na Tabela 4 o desdobramento da interação Progênes x Locais. Por se tratar de uma cultura perene, que será explorada ao longo de diversos biênios, o desdobramento das interações contendo a variável “biênio” se mostra desnecessário, já que as progênes mais interessantes são aquelas que demonstram comportamento superior na média de todos os biênios.

TABELA 4 Resumo da análise de variância do desdobramento de progênies dentro de cada nível de local.

FV		GL	QM
Progênie	Local		
PROG	T.P	32	188,7036**
PROG	C.A	32	172,2024**
PROG	CP	32	371,9402**
Resíduo		288	80,1135

** significativo a 1% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 5 que o ranqueamento das progênies alterou nos locais estudados. No município de Três Pontas, nota-se a formação de dois grupos de progênies com produtividades diferentes. O grupo com produtividade superior, formado por 10 progênies, IAC 382-7, IAC 2897, IAC 403-1, IAC 2931, IAC 515-8, IAC 500-11, IAC 480, IAC 464-2, IAC 502-11 e IAC 501-5-801, obteve produtividade variando de 31,47 a 40,98 sacas.ha⁻¹. O segundo grupo, formado pelas demais progênies, obteve produtividade variando de 21,78 a 30,41 sacas.ha⁻¹.

TABELA 5 Médias de produtividade de 33 progênies de ‘Mundo novo’ em três regiões de Minas Gerais.

	Tratamento	Três Pontas	Campos Altos	Capelinha
1	IAC 382-7	34,67 a	38,92 b	14,96 b
2	IAC 471-11	25,57 b	36,41 b	19,66 b
3	IAC 2897	40,98 a	42,56 a	11,76 b
4	IAC 447	28,38 b	38,19 b	18,01 b
5	IAC 387 14-11	28,13 b	35,02 b	13,74 b
6	IAC 502-9	24,29 b	39,39 b	23,78 a
7	IAC 403-1	35,07 a	50,88 a	17,86 b
8	IAC 2931	33,71 a	46,49 a	20,82 b
9	IAC 515-8	32,38 a	44,18 a	19,99 b
10	IAC 501 12	28,39 b	35,69 b	20,18 b
11	IAC 475	28,96 b	36,58 b	17,37 b
12	IAC 379-19	30,35 b	43,83 a	38,71 a
13	IAC 376-14	29,24 b	44,32 a	15,33 b
14	IAC 500-11	33,78 a	36,02 b	18,21 b
15	IAC 464 15	29,98 b	39,18 b	18,27 b
16	IAC 379-19-1	30,08 b	42,47 a	18,39 b
17	IAC 480	32,20 a	39,49 b	26,32 a
18	IAC 376-4-26 C 807	28,60 b	39,51 b	28,40 a
19	IAC 388-6-16-2	22,64 b	37,89 b	21,00 b
20	IAC 464-1 E12-59	28,22 b	38,30 b	18,29 b
21	IAC 500-15 C 722	28,99 b	40,26 b	24,66 a
22	IAC 500-11 P 1	30,41 b	42,43 a	19,95 b
23	IAC 388-6 14	26,32 b	37,38 b	17,68 b
24	IAC 388-6-16	29,45 b	47,05 a	28,59 a
25	IAC 379-19-2	29,21 b	44,28 a	23,34 a
26	IAC 464-2	31,47 a	36,97 b	26,12 a
27	IAC 502-9 P 13	21,78 b	40,18 b	24,83 a
28	IAC 388-6-13	28,39 b	37,58 b	17,90 b
29	IAC 502-11	32,68 a	37,93 b	21,08 b
30	IAC 501-5-801	36,87 a	40,40 b	14,94 b
31	IAC 501	26,62 b	43,53 a	15,16 b
32	IAC 376-4-36	25,94 b	34,78 b	17,12 b
33	IAC 376-4-22	27,41 b	40,26 b	30,68 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

No município de Campos Altos também observamos a formação de dois grupos de progênies com produtividades diferentes. O grupo superior, com produtividades variando de 42,43 a 50,88 sacas.ha⁻¹, é formado por 11 progênies, IAC 379-19, IAC 376-14, IAC 379-19-1, IAC 500-11 P1, IAC 388-6-16, IAC 379-19-2, IAC 501, IAC 2897, IAC 403-1, IAC 2931 e IAC 515-8, sendo que as quatro últimas também estiveram presentes no grupo das progênies com produtividade superior em Três Pontas. O grupo formado pelas progênies com produtividade inferior é formado por 22 progênies com produtividade variando de 34,78 a 40,4 sacas.ha⁻¹.

Em Capelinha, a exemplo dos outros dois locais estudados, ocorreu a formação de dois grupos de progênies com produtividades diferentes. O grupo com produtividade superior é formado por dez progênies, IAC 502-9, IAC 379-19, IAC 480, IAC 376-4-26 C807, IAC 500-15 C722, IAC 388-6-16, IAC 379-19-2, IAC 464-2, IAC 502-9 P 13 e IAC 376-4-22, e tiveram produtividades variando de 23,34 a 38,71 sacas.ha⁻¹. Já o grupo com produtividade inferior é formado por 23 progênies que obtiveram produtividades variando de 11,76 a 21,08 sacas.ha⁻¹. Observa-se que as progênies IAC 480 e IAC 464-2 também apresentaram maiores médias em Três Pontas e as progênies IAC 379-19, IAC 388-6-16, IAC 379-19-2 destacaram-se também em Campos Altos. Da mesma forma, Begazo et al. (1977) observaram, no município de Viçosa, maior produtividade nas progênies IAC 2897, IAC 500-11, IAC 480, IAC 379-19 IAC 515-8 e IAC 502-9 na média de quatro safras.

Esses resultados corroboram os resultados de experimentos da Seção de Genética do IAC, ao quais as melhores linhagens de ‘Mundo Novo’ apresentaram uma produção média anual em torno de 33 sacas.ha⁻¹, inclusive nas primeiras produções após o plantio, com uma oscilação variando de 25 a 50 sacas.ha⁻¹ (IAC, 1980). No presente trabalho a produtividade das melhores progênies variou entre 23,3 e 50,8 sacas.ha⁻¹.

O bom desempenho em relação à produtividade desses materiais é justificado pelo potencial produtivo do parental 'Mundo Novo', conforme relatos encontrados na literatura. Carvalho et al. (1961), em ensaio de seleções regionais em Campinas, SP, verificaram que as melhores progênies de 'Mundo Novo' chegaram a produzir 80% mais que as melhores seleções de Bourbon Amarelo, 95% mais que as melhores de Bourbon Vermelho e 240% mais que as progênies da variedade Typica, destacando-se as progênies LCMP-376-4 e CP-379-19. Rocha et al. (1980), avaliando progênies 112 progênies dos cultivares Mundo Novo S1 e S2, Bourbon Amarelo, Bourbon Vermelho e Caturra Vermelho, no período de 1955 a 1971 constataram que as progênies de Mundo Novo em conjunto produziram 44% a mais do que as cultivares de Bourbon Amarelo, e estas 60% a mais que as cultivares de Bourbon Vermelho e Caturra Vermelho. No mesmo trabalho, o autor observa correlações positivas e altamente significativas entre altura média e diâmetro de copa de planta com a produção das progênies e cita a progênie MP388-6 como a melhor progênie avaliada no ensaio.

Podemos observar que o ranqueamento das progênies variou em função dos locais observados, demonstrando interação genótipos x ambientes. Tal fato justifica a avaliação de estabilidade das progênies e para tanto se utilizou a metodologia proposta por Annicchiarico (1992), e os resultados estão apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 Estimativa do índice de confiança (I_i), média (Y_i) e desvios (S_i) segundo o método proposto por Annicchiarico (1992), para produtividade de café beneficiado, em sacas de 60 kg.ha⁻¹.

	Progênie	Y_i	S_i	I_i^*
1	IAC 382-7	94,94	19,74	81,62
2	IAC 471-11	91,76	11,02	84,32
3	IAC 2897	99,99	36,65	75,26
4	IAC 447	93,90	12,55	85,43
5	IAC 387 14-11	83,79	16,48	72,66
6	IAC 502-9	98,36	14,92	88,29
7	IAC 403-1	109,25	15,57	96,04
8	IAC 2931	110,00	12,36	101,66
9	IAC 515-8	106,40	14,90	96,34
10	IAC 501 12	92,09	16,54	80,93
11	IAC 475	91,04	8,36	85,40
12	IAC 379-19	132,04	48,71	99,18
13	IAC 376-14	93,25	18,78	80,58
14	IAC 500-11	93,86	21,54	79,32
15	IAC 464 15	95,42	7,24	90,53
16	IAC 379-19 C38	99,16	12,99	90,39
17	IAC 480	111,30	17,68	99,36
18	IAC 376-4-26 C807	110,33	25,22	93,32
19	IAC 388-6-16-2	93,32	16,69	82,05
20	IAC 464-1 E12-59	92,52	7,81	87,24
21	IAC 500-15 C722	103,91	13,58	94,75
22	IAC 500-11 P 1	100,32	12,80	91,68
23	IAC 388-6 14	87,40	8,31	81,79
24	IAC 388-6-16	117,70	18,77	105,03
25	IAC 379-19-2	107,60	8,32	101,98
26	IAC 464-2	108,32	21,53	93,79
27	IAC 502-9 P 13	96,32	23,18	81,29
28	IAC 388-6-13	95,87	16,31	84,86
29	IAC 502-11	102,04	9,23	95,81
30	IAC 501-5-801	98,17	28,07	79,23
31	IAC 501	91,03	16,68	79,78
32	IAC 376-4-36	85,22	6,06	81,13
33	IAC 376-4-22	112,71	31,12	91,71

*Nível de significância adotado = 0,25

O índice de confiança (I_i) demonstra o desempenho da progênie em relação à média do ambiente. Este método estima a probabilidade de certa progênie apresentar desempenho abaixo da média do ambiente. Fato interessante ao analisarmos essa metodologia é que o Índice de confiança é interferido por 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 do material.

Neste experimento algumas progênies se destacam apresentando maiores valores desse índice como as progênies IAC 2931 (101,6), IAC 379-19 (99,18), IAC 480 (99,36), IAC 388-6-16 (105,03) e IAC 379-19-2 (101,98). Ou seja, a melhor progênie, IAC 388-6-16 será, com 75% de confiança, 5,03% mais produtiva que a média do ambiente na condição mais adversa.

Esses resultados concordam em parte com os resultados de Gallo et al. (1985) e Almeida & Carvalho (1987) que indicam a progênie IAC 388-6-17 e IAC 388-17-1 como a mais promissora para a Região de Mococa e Varginha que apresentam genealogia semelhante à progênie IAC 388-6-16, que se destaca no presente trabalho. Outro dado interessante é que as progênies do presente trabalho também apresentaram médias de produtividade relativa alta, acima de 107,59%.

Destaca-se a progênie IAC 379-19 com produção relativa média de 132,04%, que corresponde a 37,55 sacas de café beneficiado.ha⁻¹. Fazuoli, (1994) afirma em seu trabalho que as progênies 379-19, 388-17, 388-17-1, 388-6 têm apresentado boas produções em quase todas as regiões cafeeiras do Brasil, com clima apropriado para *Coffea arabica* L., mostrando uma ampla capacidade de adaptação e concordando, em parte com os resultados obtidos no presente trabalho.

Podemos observar diferenças dos índices observados por progênies com genealogia próxima. A progênie IAC 388-6-16, que apresentou o maior índice

do ensaio com índice de confiança 105,03, apresentou-se bem mais confiável que as progênies IAC 388-16-14, IAC 388-6-16-2, IAC 388-6-13, com índices de confiança 81,74, 82,05 e 84,86, respectivamente. Da mesma forma, as progênies IAC 379-19 e IAC 379-19-2, que obtiveram índices próximos a 100 (99,18 e 101,98, respectivamente), tiveram desempenho superior se comparadas a progênie 379-19 C38 (índice de confiança 90,38). Observamos diferenças também nas progênies 376-4-22 (91,71), IAC 376-4-36 (81,13), 376-4-26 C807 (93,32) e IAC 376-14 (80,58). Esses resultados concordam com os resultados de Carvalho (2004) que observou diferenças no comportamento das progênies IAC 379-19-2 SSP e IAC 379-19 P-19I, oriundas da progênie IAC 379-19, com variação na produtividade de 21,79 sacos.ha⁻¹. O mesmo autor afirma que deve ser levado em conta, na escolha de uma determinada cultivar, qual a linhagem da cultivar a ser plantada e isso, muitas vezes, não ocorre, causando prejuízos posteriormente para o cafeicultor.

O material IAC 2897, apesar de ter obtido destaque no município de Três Pontas e Campos Altos obteve Índice de Confiança (I_i) baixo de acordo com a metodologia de Annicchiarico (1992). Ao analisarmos os resultados, podemos constatar que o material obteve alto desvio padrão, principalmente ocasionado pelo baixo desempenho da progênie em Capelinha. Tal fato é um indicativo de baixa adaptabilidade do material ao ambiente de Capelinha.

Analisando a progênie IAC 388-6-16 que alcançou índice de 105,03 (índice máximo no experimento), em relação à progênie IAC 387-14-11, que obteve o menor índice do ensaio, com índice de 72,66, nota-se que houve um aumento em na confiabilidade de 32,37, ou seja, se compararmos os desempenhos das duas progênies nos ambientes mais desfavoráveis para cada uma, a progênie IAC 388-6-16 produzirá 32,37% a mais que a IAC 387-14-11, comparados com a média ambiental. Considerando-se a média de produtividade

brasileira em torno de 20 sacas.ha⁻¹ teríamos um aumento de 6,47 sacas.ha⁻¹ com a escolha correta de um cultivar.

Carvalho (2004) observou diferença de até 54,37% entre as progênies do grupo “Mundo Novo” estudadas. Resultados como este, aliados a características agronômicas favoráveis que geram preferência por parte dos agricultores pelo plantio de cultivares do grupo “Mundo Novo” reforçam a necessidade e importância da instalação de experimentos de adaptabilidade para possibilitar indicação mais segura de cultivares desse grupo.

5 CONCLUSÕES

Existe variabilidade Genética dentro do grupo de progênes estudadas.

As progênes exibem comportamentos distintos dentro dos ambientes estudados, observando diferenças no ranqueamento das progênes nos três locais estudados (Três Pontas, Campos Altos e Capelinha).

As progênes mais promissoras quanto à adaptabilidade foram IAC 2931, IAC 379-19, IAC 480, IAC 388-6-16 e IAC 379-19-2, apresentando maiores índices de confiança de acordo com a metodologia proposta por Annicchiarico (1992).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. R.; CARVALHO, A. Competição de linhagens das variedades comerciais de café arábica Mundo Novo e Catuaí: resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14., 1987, Campinas. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1986. p. 67-68.
- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal Genetic and Breeding**, Lodi, v. 46, n. 3, p. 269-278, Sept. 1992.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DO CAFÉ = BRAZILIAN COFFEE YEARBOOK 2009. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2006. 136 p.
- BARTHOLO, G. F. **Desenvolvimento fenológico e produtividade de cultivares de Coffea arabica L. sob parcelamentos da adubação.** 2001. 56 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- 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 statistical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, Wageningen, v. 30, n. 3, p. 835-840, Dec. 1981.
- BEGAZO, J. C. E. O.; VIEIRA, J. M.; PAULA, J. F. de. Competição de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapari. **Resumos...** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café/GERCA, 1977. p. 142-143.
- BONOMO, P.; CRUZ, C. D.; VIANA, J. M. S.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, V. R. de.; CARNEIRO, P. C. S. Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes do Híbrido de Timor com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí amarelo. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 207-219, jul. 2004.
- BOREM, A.; MILACH, S. K. O melhoramento de plantas na virada do milênio. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Viçosa, MG, n. 7, p. 68-72, jan./fev. 1999.
- 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 Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 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, jun. 1989.

CARVALHO, A.; KRUG, C. A.; MENDES, A. N. G.; ANTUNES FILHO, H.; MORAIS, H. de; ALOISI SOBRINHO, J.; MORAIS, M. V. de; ROCHA, T. R. Melhoramento do cafeeiro. IV: café Mundo Novo. **Bragantia**, Campinas, v. 12, n. 4/6, p. 97-129, abr./jun. 1952.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do cafeeiro XXII: resultados obtidos nos ensaios de seleção de Campinas. **Bragantia**, Campinas, v. 20, p. 711-740, jun. 1961.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do café XL: estudos de progênes e híbridos de café Catuaí. **Bragantia**, Campinas, v. 38, p. 202-216, jun. 1979.

CARVALHO, G. R. **Seleção de progênes de *Coffea arabica* L., cultivar Mundo Novo e resultante do cruzamento entre 'Mundo Novo' e 'Catuaí' em Minas Gerais**. 2004. 69 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Primeiro levantamento de café safra 2009** – janeiro 2009. Disponível em: <www.conab.br>. Acesso em: 24 mar. 2009.

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

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

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

DENIS, J. B.; GOWER, J. C. Asymptotic confidence regions for biadditive models: interpreting genotype-environment interactions. **Journal of the Royal Statistical Society. Series C. Applied statistics**, London, v. 45, n. 4, p. 479-493, Oct. 1996.

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

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.

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

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 87-113.

FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M. B.; MEDINA FILHO, H. P. Avaliação das cultivares Mundo Novo, Bourbon Amarelo e Bourbon Vermelho de *Coffea arabica* em Campinas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos...** Brasília: Embrapa Café/MINASPLAN, 2000. p. 451-458.

FAZUOLI, L. C.; MEDINA FILHO, H. P.; GONÇALVES, W.; GUEREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M. B. Melhoramento do cafeeiro: variedades tipo arábica obtidas no Instituto Agrônomo de Campinas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2002. cap. 5, p. 163-215.

FAZUOLI, L. C.; MEDINA FILHO, H. P.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA M. M. A.; SILVAROLLA, M. B. Cultivares e linhagens de café lançados pelo Instituto Agrônomo de Campinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAA/Decaf, 1996. p. 147-149.

FAZUOLI, L. C.; SILVAROLLA, M. B.; SALVA, T. J. G.; GUERREIRO FILHO, O.; MEDINA FILHO, H. P.; GONÇALVES, W. Cultivares de café arábica do IAC, um patrimônio da cafeicultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 33., 2007, Lavras. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2007. p. 361-362.

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

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.

GALLO, P. B.; CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C.; COSTA, W. M. Experimento de seleções regionais de café Mundo Novo na região de Mococa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., 1985, Caxambu. **Resumos...** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café/GERCA, 1985. p. 165-166.

GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ, V. H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; NOGUEIRA, F. D.; MONTEIRO, A. V. C. Cafeeiro. In: Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 289-302.

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

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Cultivares lançados pelo IAC no período 1968-1979. **O Agrônomo**, Campinas, n. 32, p. 39-168, jun. 1980.

KRUG, G. A. **Genética de Coffea**: plano de estudos, em execução no Departamento de Genética do Instituto Agrônomo. Campinas: Instituto Agrônomo, 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, n. 3, p. 425-430, Sept. 1988.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. Cultura de café no Brasil novo: manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2005. 438 p.

MEDINA FILHO, H. P.; CARVALHO, A.; SONDHAL, M.; FAZUOLI, L. C.; COSTA, W. N. 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, n. 2, p. 128-132, Aug. 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.

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

MENDES, A. N. G. Métodos de melhoramento aplicados na cultura do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 1999, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1999. p. 18-35.

MENDES, A. N. G.; BARTHOLO, G. F.; PEREIRA, A. A.; LOPES, R. R. D. Comportamento de progênies elites de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos...** Embrapa Café. 2000. p. 437-437.

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, J. E. T. Melhoramento de *Coffea arabica* L. var. Bourbon. **Bragantia**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 3-35, jan. 1943.

MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Espaçamento e condução do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 308-322.

MÔNACO, L. C.; CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. Germoplasma do café Icatú e seu potencial no melhoramento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 2., 1974, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1974. p. 103.

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

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

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. São Paulo: Globo, 1990. 359 p.

ROCHA, T. R.; CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do cafeeiro: XXXVIII: observações sobre progênies cultivar "Mundo Novo" de *Coffea arabica* na Estação Experimental de Mococa. **Bragantia**, Campinas, v. 39, p. 148-160, jun. 1980.

ROSSE, L. N. **Modelo de regressão não-linear aplicado na avaliação da estabilidade fenotípica em plantas**. 1999. 179 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

SERA, T. Desafios no melhoramento genético do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 1998, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, 1998. p. 105-122.

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

SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. Aplicação de regressão linear segmentada em estudo da interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1., 1985, Piracicaba. **Resumos...** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 49-50.

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.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; EGAS, G. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ, 1987. p. 122-195.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica aplicada 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. 2, p. 89-91, Sept. 1978.

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