

SAMUEL PEREIRA DE CARVALHO

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE
PROGENIES DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.)

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do **Curso** de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do grau de MESTRE.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS • MINAS GERAIS

1989

A Deus, **Autor** da vida

Aos meus pais, José e Luzia

Aos meus irmãos, Elvira e Marcos

A minha esposa, Cristina

Aos meus filhos, Joyce, Edwin e

Larissa

A quem este trabalho possa **ser**
útil,

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade concedida.

Ao Instituto Brasileiro do Café (IBC), pela Presteza no fornecimento dos dados necessários.

Ao professor Magno Antonio Patto Ramalho pela orientação e pelo estímulo à constante busca do aperfeiçoamento.

Aos professores João Bosco dos Santos e Pedro Castro Neto, pelas contribuições e sugestões apresentadas.

Aos pesquisadores Antonio Carlos de Oliveira (EMBRAPA), Antonio Nazareno Guimarães Mendes (EPAMIG), Armínio A.P. Kaiser e Saulo Roque de Almeida (IBC), e Geraldo Seoldo Rodrigues, pelas contribuições e estímulo concedidos.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida durante parte do curso.

A todos os professores do curso, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos colegas do curso de pós-graduação Renzo Garcia Von Pinho e Cláudio Takeda, pela participação na realização das análises estatísticas.

Aos demais colegas, pelo companheirismo.

Aos funcionários do Departamento de Biologia, pelo apoio

Aos funcionários da Biblioteca da ESAL, pelo atendimento e **corre**
ção das referências bibliográficas.

A todos aqueles que contribuíram de algum modo para o êxito des-
te trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

SAMUEL PEREIRA DE CARVALHO, filho de José Teixeira de Carvalho e Luzia Pereira de Carvalho, nasceu a 10 de agosto de 1947 em Macaia, município de Bom Sucesso, estado de Minas Gerais. Coursou o primário e o ginásial em Ribeirão Vermelho, realizando em seguida o curso científico em Colégio Estadual Or. João Batista Hermeto em Lavras, MG. Ingressou em 1969 na Escola Superior de Agricultura de Lavras, obtendo o diploma de engenheiro agrônomo em 1972. Admitido em 1973 no Instituto Brasileiro do Café - IBC, através de concurso público, atuou no serviço de assistência técnica daquele órgão no estado do Paraná. No IBC ocupou de 1975 a 1986 o cargo de chefe do Serviço Local de Assistência à Cafeicultura em Londrina-PR. Em 1986 passou ao setor de pesquisas da Divisão de Assistência à Cafeicultura do IBC em Varginha-MG. Em 1987, no cargo de engenheiro agrônomo, foi transferido por redistribuição para a Escola Superior de Agricultura de Lavras.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. A introdução e o melhoramento do café no Brasil	3
2.2. Avaliação do material	6
2.3. Estabilidade da produção	10
2.4. Seleção antecipada	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Material	14
3.2. Métodos	15
3.2.1. Condições do local	15
3.2.2. Delineamento experimental	15
3.2.3. Condução do ensaio	16
3.2.4. Dados coletados	16
3.2.5. Análises estatísticas	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Componentes da variância	23
4.2. Estabilidade fenotípica da produção	35
4.3. Seleção antecipada	45
5. CONCLUSÕES	49
6. RESUMO	51

7. SUMMARY	53
8. LITERATURA CITADA	55
APÉNDICE	64

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Esperança do quadrado médio, $E(QM)$, para as fontes de variação das análises da variância conforme esquema de parcelas subdivididas no tempo	19
2 Resumo da análise da variância para produção de café beneficiado em kg/parcela, obtida em ensaio de avaliação de progênies do cafeeiro, Varginha, MG, 1979-1988	24
3 Produtividade de café beneficiado conforme dados obtidos na avaliação de progenies. Varginha, MG, 1979-1988	26
4 Avaliação das progenies pelo método proposto por Fasoulas (33), aplicado às produções totais em kg de café beneficiado por parcela. Varginha, MG, 1979-1988	28
5 Resumo das análises da variância, para a produção de grãos de café beneficiado em kg/parcela, obtidas na avaliação de progênies. Varginha, MG, 1979-1988	29
6 Resumo das análises de variância e estimativas de seus componentes para produção de grãos de café beneficiado em kg/parcela, considerando produções anuais, bienais, trienais, quadrienais e quinquenais, obtidas na avaliação de progênies. Varginha, MG, 1979-1988	31

7	Produção média de cada progênie an sacas de cafe' beneficia- do por hectare e coeficientes de variação, CV (%), das produções em 10 colheitas sucessivas. Varginha, MG, 1979- 1988	35
8	Estimativas dos índices ambientais para produção de café te neficiado em kg/parcela, considerando 10 anos de colheitas obtidas na avaliação de progênies. Varginha, MG, 1979-1988	38
9	Estimativa dos parâmetros de estabilidade da produção de grãos de cafe' beneficiado an kg/parcela, segundo método pro posto por SILVA E BARRETO (55) e modificado por CRUZ et alii (26), considerando 10 anos de colheitas obtidas na ava liação de progênies. Varginha, MG, 1979-1988	39
10	Estimativas dos índices ambientais para produção de café beneficiado, pelas progênies, em kg/parcela, considerando as produções agrupadas por biênios de colheitas. Varginha, MG, 1979-1988	43
11	Estimativas dos parâmetros de estabilidade da produção de cafe' beneficiado em kg/parcela, segundo método proposto por SILVA C BARRETO (55) e modificado por CRUZ et alii (26), con siderando cinco biênios de colheitas obtidas na avaliação de progênies. Varginha, MG, 1979-1988	44
12	Coeficiente de correlação fenotípica entre as médias das produções anuais, bienais, trienais, quadriênais, quinq uais e acumuladas de 6 anos, 7 anos, 8 anos e 9 anos em re lação à média das produções do decênio, tomadas em kg de cafe' beneficiado por parcela em ensaio de avaliação de pro gênies. Varginha, MG, 1979-1988	46

Tabela

página

13	Progenies selecionadas a 25% de intensidade com base nas produções médias de 10 anos, do quarto ano e do primeiro quadriênio, em kg de café beneficiado por parcela. Varginha, MG, 1979-1988	48
1A	Relação de progenies dos cultivares de <u>Coffea arabica</u> L. que constituem o ensaio instalado na Estação Experimental do IBC em Varginha, MG	65
2A	Produção das progenies em quilogramas de café beneficiado por parcela. Varginha, MG, 1979-1988	66
3A	Dados mensais de precipitação (mm) e temperatura mínima (°C), ocorrido no período 1979-1988 em Varginha, MG. Fonte: IBC-DACAF - MG.3. Varginha, MG	68

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Representação das equações de regressão para quatro progê- nies, considerando-se anos e biênios de produção	42

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura no Sul de Minas Gerais, implantada durante o século XIX, tem assumido por todo esse tempo uma importância capital, tanto sob o ponto de vista econômico como social. Tanto assim que atualmente essa região contribui com 46% da produção de café do estado, sendo este o maior produtor do país.

Considerando a importância do cafeeiro nessa região, um aumento na produtividade traria reflexos à economia, inclusive a nível nacional. Esse aumento da produtividade pode ser obtido melhorando o ambiente e também utilizando cultivares mais eficientes. A melhoria do ambiente, pelo menos em parte, tem recebido a atenção dos pesquisadores já há algum tempo, especialmente no que se refere a recomendação de espaçamento, nível de adubação e manejo de pragas e doenças. Em relação à obtenção de cultivares melhorados a ênfase dada foi incipiente e o pouco que foi realizado visou a avaliação de algumas progênies provenientes do Instituto Agrônomo de Campinas, CARVALHO et alii (22 e 23) e SOUZA et alii (56).

Em se tratando de uma cultura perene, seria importante que os dados obtidos nessas avaliações fossem mais intensamente explorados, uma vez que nas comparações de progênies as observações se restringiram à avaliação da produtividade média ao longo das colheitas. Nessas análises seria importante verificar quais os materiais com menor flutuação de produção ao longo das co-

lheitas, tem como identificar alternativas para comparar as produtividades obtidas, de modo mais eficiente e também fornecer indicações sobre a possibilidade de se proceder a seleção com base em um pequeno número de colheitas.

Com o objetivo de se obter mais informações a partir de um ensaio de avaliação de progênies conduzido pelo Instituto Brasileiro do Café em Varginha, MG, durante 10 colheitas sucessivas, os dados obtidos foram submetidos a análise de variância envolvendo produções anuais, totais e agrupadas. Foi também avaliada a estabilidade dos materiais e a possibilidade de seleção com base em um menor número de colheitas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A introdução e o melhoramento do café no Brasil

O cafeeiro é uma planta perene, dicotiledônea, de porte arbustivo, Caule lenhoso, folhas persistentes e flores hermafroditas, pertencente ao gênero Coffea. As espécies desse gênero estão agrupadas nas seções Eucoffea, Mascarocoffea, Argocoffea e Paracoffea. A seção Eucoffea apresenta cinco sub-seções, sendo mais importante a sub-seção Erythrocoffea, dentro da qual são encontradas as espécies Coffea arabica L. e Coffea canephora Pierre ex Froehner. Coffea arabica é de maior importância econômica, pois proporciona bebida de melhor qualidade e representa 75% da produção mundial exportável de café. A espécie Coffea canephora representa 25% dessa produção e sua bebida é de qualidade inferior, CAMARGO & TELLES JUNIOR (10). Foram já descritas 80 espécies do gênero Coffea, destacando-se, além das citadas, as espécies C. congensis, C. dewewrei, C. eugenioides, C. salvatrix e C. stenophylla, IBC - GERCA (38) e KAISER et alii (41).

As primeiras sementes de café foram trazidas ao Brasil em 1927 por Francisco de Mello Palheta, sendo então plantadas em Belém do Pará. Porém seu cultivo só veio a expandir-se depois de 1825 com os plantios realizados no estado do Rio de Janeiro. Daí o café alcançou Minas Gerais, São Paulo, Paraná e outros estados, e em 1845 o Brasil já colhia 10% da produção mundial. Essas primeiras lavouras eram provenientes, por autofecundações sucessivas, de

uma única planta de Coffea arabica, cultivada no Jardim Botânico de Amsterdam, no início do século XVIII. A origem desta planta, da variedade arabica, remonta possivelmente ao século XV, quando o café foi levado da Abissínia, seu centro de origem e diversidade, ao Iêmem e à Índia, chegando finalmente a Java. Daí, algumas sementes foram levadas a Amsterdam e Paris em 1714, onde alguns cafeeiros foram cultivados em jardim de inverno. Sementes produzidas por essas plantas foram enviadas à América Central e à Guiana Francesa, de onde o café foi trazido ao Brasil. Em todas as etapas desse processo de dispersão foram utilizadas pequenas quantidades de sementes, levando o café a um estreitamento de sua base genética. Assim, as primeiras lavouras cafeeiras formadas no Brasil caracterizavam-se pela limitada variabilidade genética para os caracteres de interesse. Como esse fato impedisse qualquer tentativa de seleção visando o melhoramento do material aqui existente, o que já se fazia necessário em face de um declínio da produtividade dos cafezais brasileiros, promoveu-se a introdução de novos materiais. Em 1859, por iniciativa do governo imperial, foi introduzido o cultivar Bourbon Vermelho, proveniente da ilha de Reunião. Seguiram-se introduções realizadas por particulares, destacando-se a introdução da cultivar Sumatra, proveniente da ilha do mesmo nome. Além destas foram trazidas outras variedades de Coffea arabica, e também outras espécies do gênero Coffea, CARVALHO (12).

Ao mesmo tempo em que essas introduções eram feitas, procurou-se aproveitar mutantes que surgiam. No início deste século, foi encontrado em plantações de Bourbon, entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, um mutante de pequeno porte, rústico e produtivo. Cafeeiros com essas características foram denominados Caturra, tomando-se mais tarde um cultivar de grande aceitação entre os produtores, KRUG (43) e KRUG et alii (45).

A partir do início da década de 1930 o melhoramento do cafeeiro no Brasil passou a ser conduzido de maneira mais científica, sendo este importante trabalho iniciado pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), o qual passava por reformas, sob a direção de Theodureto de Camargo. Iniciou-se assim conjuntamente pela Seção de Genética e pela Seção de Café daquele instituí-

to, em 1933, o desenvolvimento de um projeto de melhoramento do cafeeiro, elaborado por Carlos Krug. Esse projeto, que abrangia pesquisas básicas de taxonomia, evolução, citologia, biologia de reprodução, anatomia, análise genética e morfologia, passou a ser conduzido posteriormente por Alcides Carvalho e outros pesquisadores. Durante as décadas que se seguiram esse trabalho resultou na obtenção de cultivares de café com potencial de produção quase 240% superior aos cultivares primitivos, (38, 41 e 42).

O plano de melhoramento do cafeeiro desenvolvido pelo Instituto Agrônomo de Campinas foi conduzido através de seleção de progênies e hibridações, CARVALHO (11). Em relação à seleção destacaram-se as obtenções de linhagens a partir dos cultivares Bourbon e Mundo Now, durante as décadas de 1940 e 1950, respectivamente. Já o trabalho de hibridação culminou em meados da década de 1960 com a obtenção do cultivar Catuaí, pela transferência do alelo que determina o porte baixo em cafeeiros Caturra, para o cultivar Mundo Novo, (11, 13, 18 e 48).

Em outra linha de pesquisa procurou-se dar ênfase à obtenção de cafeeiros resistentes ao agente causador da ferrugem. Esse trabalho teve início em 1953, quase 20 anos antes do aparecimento da ferrugem no Brasil, BETTEMCOURT e CARVALHO (9), quando o Instituto Agrônomo de Campinas recebeu 67 conjuntos de cafeeiros supostamente resistentes à ferrugem (Hemileia vastatrix Berk et Br.), procedentes da África. Esse material foi utilizado em hibridações, CARVALHO et alii (21), SYLVAIN (60). Procurou-se também transferir genes de resistência encontrados em cafeeiros do grupo Híbrido do Timor para cultivares já em uso. Destaca-se aí o trabalho com o material conhecido como Catimor, obtido pelo cruzamento entre cafeeiros pertencentes ao grupo Híbrido do Timor e o cultivar Caturra Vermelho. São denominados Híbridos do Timor os cafeeiros selecionados na Ilha do Timor Português, possivelmente resultantes do cruzamento natural de Coffea canephora e Coffea arabica, retrocruzados com C. arabica, MEDINA-FILHO et alii (47). Outro material promissor em relação a resistência à ferrugem do cafeeiro foi obtido no IAC pelo cruzamento de plantas de Coffea canephora com os principais cultivares de Coffea arabica. Os cafeeiros

ros assim obtidos foram denominados 'Icatú' e caracterizam-se por apresentar **resistência** incompleta ao agente da ferrugem. Esta resistência **pode** ser específica ou de natureza **poligênica**, (17, 30, 31 e 34).

2.2. Avaliação do material

O melhoramento de qualquer **cultura** envolve duas fases distintas. A primeira corresponde à criação de **variabilidade** e a segunda à **utilização** dessa variabilidade. Na fase inicial do melhoramento do cafeeiro no Brasil, como já mencionado, ocorreram dificuldades em **termos** de **variabilidade**, uma vez que o material **introduzido** tinha **uma** base genética muito estreita. **Porém**, a **intro**dução de novos materiais, os programas de **hibridação** e o **próprio** cultivo do **cafeeiro** em extensas **áreas** por mais de dois séculos **contribuíram** para a **amplia**ção da variabilidade à disposição do melhorista.

A segunda etapa do melhoramento **é** a que exige maior **habilidade** e conhecimento científico. Especialmente por ser o cafeeiro **uma** planta perene, o resultado da seleção deve, necessariamente, ser o mais eficiente possível, pois reflete o resultado do trabalho de vários anos. Assim, no **planejamento** do **programa** de melhoramento, **além** da escolha **criteriosa** do **método** de condução da população, o melhorista deve dispensar especial atenção à escolha do local para instalação do ensaio, pois esse local deve ser representativo da região onde se deseja utilizar o material. Atenção especial deve **também** ser dada **à** **téc**nica experimental, isto **é**, à escolha do delineamento, tamanho da parcela e ao **manejo** da cultura. **Assim procedendo**, a precisão experimental será a maior **pos**sível, e **conseqüentemente** o melhorista alcançará sucesso com a seleção.

Os métodos de melhoramento do cafeeiro que **têm** sido utilizados são basicamente dois. O **primeiro** **é** a seleção de **linhas** puras em populações **se**gregantes originadas a partir de cruzamentos naturais. Foi esse o processo que permitiu a obtenção dos cultivares Caturra e Mundo **Novo**, sendo este **último** o

material mais usado no Brasil, (14, 44 e 45). O segundo método envolve a hibridação seguida da condução da população segregante pelo método do "pedigree" ou genealógico. Nesse caso, já a partir da geração F_2 , inicia-se o processo de avaliação das plantas. As melhores plantas passam a constituir as matrizes, as quais terão suas progênies avaliadas, visando comprovar o bom desempenho das matrizes e também permitir a seleção de novas plantas matrizes dentro das melhores progênies. A seleção de matrizes na geração F_2 é realizada através de seleção baseada no comportamento da planta, observando-se seu aspecto vegetativo e produtividade em ano de produção alta, CASTILLO G QUICENO (25) e FAZUOLI G CARVALHO (35).

Uma das primeiras questões a serem consideradas é que nem sempre ocorre correlação positiva alta entre o desempenho de uma planta e o de sua progênie. Assim, é dada ênfase à avaliação de progênies, uma vez que estas podem ser avaliadas em ensaios com delineamento e repetições, o que é feito por um período de quatro a sete colheitas, CARVALHO (11) e FAZUOLI G CARVALHO (35).

Para se ter idéia de como era feita a condução de um programa de melhoramento antes da década de 50, torna-se interessante a transcrição de um trecho de um dos primeiros trabalhos publicados pelo melhorista que há mais tempo trabalhou e contribuiu para o melhoramento do café no Brasil, Dr. Alcides Carvalho: - "Ao iniciar o plano de melhoramento do cafeeiro do Instituto Agrônomo, em 1932, dois setores de investigações foram considerados, isto é, o isolamento de progênies produtivas e uniformes e a síntese, por meio de cruzamentos, de novas formas de café.

O isolamento de progênies, a partir de cafeeiros matrizes selecionados em cafezais paulistas, é dificultado pelo fato de cada "\$" de café ser formado por três ou mais plantas. Apesar disso, cafeeiros representativos das variedades comerciais, sem conhecimento prévio de sua produção e apenas baseando-se na quantidade de frutos existentes no ano de seleção e na produção provável do ano seguinte, a julgar pelo seu aspecto vegetativo, vêm sendo selecionados desde 1932. As suas progênies são plantadas, em número de 20 plantas cada uma, em lotes especiais de seleção.

A fim de estudar o comportamento do cafeeiro a uma planta por ~~co~~va ~~em~~ nosso meio, a Seção de Café deste Instituto plantou, de 1930 a 1932, ~~em~~ Campinas, três lotes, ~~com~~ 1107 plantas cada um (1 hectare), com uma só planta por cova, das variedades bourbon, Coffea arabica L. var. bourbon (B. Rodr.) Choussy, maragogipe, Coffea arabica L. var. maragogipe Hort. ex Froehner e typica, Coffea arabica L. var. typica Cramer. As plantas têm sido colhidas ~~in~~dividualmente, desde a primeira produção e essas produções e outras características são registradas ~~em~~ fichas especiais pela Seção de Café. O lote da variedade bourbon já conta com dados de produção de 19 anos sucessivos. Várias séries de seleções das melhores plantas matrizes já foram realizadas nesse lote, baseando-se nos dados de produção e caracteres vegetativos.

Há anos, pois, já se vêm adotando em Campinas as duas modalidades de seleção das plantas matrizes para derivação de progênies, isto é, com e ~~sem~~ prévio conhecimento da sua produção.

Nos lotes de progênies, todas as plantas são colhidas ~~individual~~mente durante 6 a 8 anos, quando se efetua a primeira seleção, baseando-se na média da produção das progênies, no aspecto vegetativo das plantas e ~~em~~ vários caracteres do produto. Das melhores progênies, todas as plantas são selecionadas e continuam a ser colhidas, planta por planta, até 12 a 15 anos. Das progênies de produção regular, escolhem-se apenas as plantas mais produtivas e de melhor aspecto vegetativo que continuam a ser colhidas individualmente. As outras plantas da progênie não são arrancadas, mas as suas produções não são mais anotadas, tal como todas as plantas das progênies inferiores. Adotaram-se períodos de, respectivamente, 6 a 8 e 12 a 13 anos para efetuar as seleções preliminar e definitiva, ~~sem~~ que se possuíssem dados experimentais que aconselhassem estes ou outros prazos.

Para a seleção definitiva, as progênies são novamente examinadas quanto à produção total e sua variabilidade, aspecto vegetativo, tipos e tamanho das sementes produzidas, a fim de se escolherem as melhores.

Os cafeeiros mais promissores têm sido autofecundados para conse-

tituição de novas progênies que são introduzidas em ensaios de competição e utilizadas para a formação de campos de produção de sementes. As sementes produzidas nesses campos são distribuídas aos lavradores:' CARVALHO (11).

Como se observa, nos primeiros trabalhos foram utilizadas 20 plantas de cada progênie, sem repetições. Isso evidentemente diminuiu a eficiência da seleção, (5, 14 e 19). Posteriormente muitos experimentos para avaliação de progenies foram conduzidos através de uma técnica experimental mais adequada. É comum, por exemplo, citações de avaliações de progênies utilizando látices ou outros tipos de blocos incompletos. Quase sempre a eficiência dos blocos incompletos foi baixa, sendo as análises realizadas em blocos casualizados, CARVALHO et alii (20) e KAISER (40). Utilizou-se ainda o quadrado latino e também blocos completos casualizados com repetições colocadas em localidades diferentes, ARAÚJO NETTO et alii (6) e CARVALHO & MONACO (15).

Em ensaios mais recentes outras formas de avaliação de progênies têm sido empregadas. SERA (53), trabalhando com 100 progênies de Coffea arabica e dados de produção de frutos obtidos em seis colheitas, realizou a análise da variância considerando as colheitas como parcelas subdivididas no tempo, concluindo ser esse esquema adequado para estimar os componentes da variância da produção de grãos do cafeeiro. Esse autor verificou ainda que em decorrência da oscilação bienal da produção de grãos do cafeeiro os dados devem ser agrupados por biênios de colheitas, permitindo a detecção de maior variação genética entre as progênies.

Entre os primeiros trabalhos de avaliação de progênies na região sul do estado de Minas Gerais destacam-se os ensaios conduzidos por CARVALHO et alii (22 e 23). Em um desses trabalhos foram avaliadas 25 progênies do cultivar Mundo Now, em blocos casualizados, com parcelas de quatro covas, espaçadas de 4,00m x 2,00m, com três plantas por cova e seis repetições, considerando-se dados de cinco colheitas. No outro ensaio foram avaliadas seis progênies do cultivar Catuaí em comparação com uma progênie de Caturra Amarelo, em blocos casualizados, com parcelas de nove covas, espaçadas de 3,50m x 2,00m, com três plantas por cova e 10 repetições.

Deve-se ressaltar que apesar da importância representada pela região sul do estado de Minas Gerais no âmbito da cafeicultura nacional, até recentemente poucos eram os trabalhos de melhoramento do cafeeiro voltados para a seleção de progênies adaptadas às condições edafoclimáticas aí existentes. Pesquisas mais efetivas nesse sentido tiveram início a partir da década de 70, com a criação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG e também com o estabelecimento de um programa de pesquisa pelo Instituto Brasileiro do Café - IBC, a nível regional, objetivando principalmente a introdução e o estudo da adaptação de progênies de Mundo Novo e Catuaí no sul do estado de Minas Gerais (28, 29 e 39).

2.3. Estabilidade da produção

O cafeeiro apresenta alternância de produção de ano a ano, com tendência a produções maiores a cada dois anos, CARVALHO (11), devendo esse fato ser considerado na análise estatística, STEVENS (59). Assim, uma das características da planta que se reveste da maior importância é a estabilidade da produção ao longo das sucessivas colheitas. Segundo VOSSEN (63), o conceito de estabilidade de produção do cafeeiro está relacionado a "alta produtividade sob amplas variações das condições ambientais, aliada à capacidade de superar a bienalidade de produção". Ainda segundo esse autor, apesar de ocorrência de interação entre genótipo e ano de colheita, pode-se selecionar genótipos produtivos que apresentem alta resposta linear à variação das condições ambientais entre anos de produção. Já CASTILLO-ZAPATA e MORENO-RUIZ (24) consideram estável uma progênie que não apresente interação com o ambiente, a qual pode ainda ser bem adaptada se sua produção média é elevada. Estudando dados de produções de três anos, relativos a sete progênies e quatro cultivares tomadas como testemunhas em três localidades diferentes na Colômbia, esses autores analisaram a estabilidade da produção através do método de Wricke, o qual é ba

seado na contribuição de cada genótipo para a soma de quadrados das interações destes com os ambientes, e verificaram que os materiais mais estáveis, com menor ecovalência, foram também os mais produtivos.

Avaliando a estabilidade da produção de 16 progênies F_4 do cruzamento entre Caturra e Híbrido do Timor e de três cultivares de porte baixo, MORENO-RUIZ et alii (49) analisaram dados de três colheitas, obtidos em cinco localidades diferentes também na Colombia. Foi utilizado o método de Wricke e também o método de EBERHART & RUSSEL (27) baseado na regressão de cada genótipo com um índice ambiental comum. Verificou-se uma correlação alta entre a ecovalência obtida pelo método de Wricke e os desvios da regressão de Eberhart & Russel. A dispersão dos coeficientes de estabilidade, cujos valores dependem da ecovalência, possibilitou a separação dos materiais em dois grupos. No primeiro desses grupos encontram-se 10 genótipos cujas variâncias não atingiram níveis de significância, sendo portanto estáveis. No segundo grupo encontram-se os genótipos não estáveis.

Trabalhando com dados de produção de 72 progênies de Coffea arabica, obtidos m oito colheitas, SEW (54), utilizou o método de EBERHART & RUSSEL (27) para análise da estabilidade fenotípica, considerando anos de produção como ambientes. Os resultados mostraram que as progênies em estudo apresentavam diferenças quanto à estabilidade.

2.4. Seleção antecipada

Sabe-se que cafeeiros de Coffea arabica iniciam sua fase de produção no terceiro ou quarto ano após o plantio. Essa fase prolonga-se normalmente por mais de 20 anos, porém as produções máximas ocorrem entre o 11^o e 14^o ano de produção, MEDINA-FILHO et alii (47). Estudos têm mostrado que avaliações seguras do desempenho produtivo de um material só podem ser obtidas depois de muitos anos de observações. Assim o tempo gasto na avaliação de pro-

gênes vem dificultar a execução de um programa de melhoramento. Em vista disso seria conveniente a seleção antecipada com base no estudo das correlações entre características agronômicas da planta, inclusive produções iniciais, e a produção total durante sua vida Útil. A expressão "seleção antecipada" tem sido usada para designar a realização da seleção durante a fase correspondente aos três anos de crescimento vegetativo e os três anos iniciais de produção, podendo referir a plantas em qualquer nível de endogamia. Difere nesse aspecto de seleção precoce, sendo esta expressão utilizada para designar a seleção nas primeiras gerações após a hibridação, SERA (54).

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos objetivando o estabelecimento de métodos seguros para a realização da seleção antecipada. SRINIVASAN & VISHESVHWARA (57), trabalhando com 246 genótipos de C. arabica na Índia, estimaram as correlações entre vários caracteres e a produção de frutos obtidos em quatro colheitas, encontrando $r = 0,73^{**}$ para diâmetro da copa, $r = 0,65^{**}$ para ângulo de inserção de ramos plagiotrópicos, $r = 0,60^{**}$ para comprimento internodal, $r = 0,40^{**}$ para número de flores por inflorescências e $r = 0,24^{**}$ para tamanho da folha. WALYARD & VOSSEN (64) estudando o comportamento de 16 variedades de Coffea arabica, no Quênia, encontraram também correlações altas entre as primeiras produções e outros caracteres tomados em relação ao total da produção obtida em 10 colheitas sucessivas. Considerando a seleção baseada nos 10 anos de produção como equivalente a uma eficiência de 100%, esses autores estimaram a eficiência relativa das seleções com base nos demais caracteres. Assim, a eficiência relativa seria de 64% para seleção baseada no diâmetro do tronco e para a porcentagem de ramos plagiotrópicos primários, 50% para o raio da copa e 89% para a produtividade média de frutos durante o primeiro biênio de produção. Observou-se também que se a seleção fosse feita com base em dois ou mais caracteres a eficiência relativa seria 88% para diâmetro do tronco e porcentagem de ramos plagiotrópicos primários, 94% para diâmetro do tronco e Produtividade do primeiro biênio, podendo chegar a 97% se os caracte-

** Significativo a 1% de probabilidade

res diâmetro do tronco, porcentagem de ramos plagiotrópicos primários e produtividade do primeiro biênio fossem tomados conjuntamente. Desse modo, a seleção poderia ser realizada com eficiência equivalente a 10 anos de colheitas com **base** apenas no primeiro biênio de produção e mais um ou dois caracteres.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram utilizados dados de produção de grãos de café, provenientes de um ensaio de competição de progênies, instalado em 1977 na Fazenda Experimental do Instituto Brasileiro do Café - IBC, em Varginha - MG. Esse ensaio é constituído por onze progenies de Mundo Novo, sete de Catuaí Vermelho, sete de Catuaí Amarelo, seis de Mundo Novo-Acaiaí, duas de Bourbon Amarelo, duas de Catimor e uma de Catindú, as quais encontram-se relacionadas na Tabela 1A. Os dados de produção média e produção total das progênies, em quilogramas de café beneficiado, obtidos em 10 anos de colheitas, de 1979 a 1988 são apresentados na Tabela 2A. Resultados parciais desse ensaio, relativos à comparação entre as médias das progênies, com dados de três a oito colheitas, foram já apresentados (1, 2 e 3).

Os prefixos C, J, L, M, P e RP usados na identificação das progênies de Mundo Novo, Acaiaí e Bourbon indicam que essas seleções foram obtidas nas regiões de Campinas, Jaú, Limeira, Mococa, Pindorama e Ribeirão Preto, respectivamente, no estado de São Paulo. O prefixo H indica a origem híbrida do cultivar Catuaí. Já UFV, que antecede a identificação das progênies de Catimor e Catindú, indica a origem destas na Universidade Federal de Viçosa. Catindú é um material proveniente do cruzamento entre Caturra Vermelho e S. 795 de origem indiana. As progênies de Catimor e Catindú, são portadoras de alelos

de resistência ao agente causador da ferrugem do cafeeiro, ALMEIDA et alii (3)

As sementes usadas na instalação do ensaio foram fornecidas em parte pela Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), e parte pela Fazenda Experimental do IBC de Caratinga. As sementes da progênie H 2077-2-5-81 de Catuaí Vermelho considerada como padrão para comparações, foram obtidas na própria região de instalação do ensaio. Sementes dessa progênie foram também incluídas no material fornecido pelo IAC. Assim, a progênie H 2077-2-5-81 esteve representada duas vezes no ensaio.

3.2. Métodos

3.2.1. Condições do local

O ensaio foi instalado em solo sob vegetação de cerrado, a 1020m de altitude, em local situado a latitude de $21^{\circ}33'S$ e longitude de $46^{\circ}26'W$. Os dados climáticos de temperaturas e precipitações pluviométricas ocorridas no período são apresentados na Tabela 3A.

3.2.2. Delineamento experimental

O ensaio foi instalado em blocos casualizados, com três repetições e parcelas de seis covas, com duas plantas por cova e espaçamento de 4m entre ruas por 2m entre covas.

3.2.3. Condução do ensaio

Antes do plantio foi aplicado calcário em toda a área destinada ao ensaio, na dosagem de 2000 kg por hectare. A adubação por ocasião do plantio constou de 200 g de Superfosfato Simples e 20 g de Cloreto de Potássio, por cova. Após o plantio foram aplicadas 20g de Sulfato de Amônio por cova. Durante os anos subsequentes foram realizadas adubações regularmente, à base de NPK e micronutrientes, conforme preconizado para a cultura, INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ (38). O controle fitossanitário visou basicamente o controle à ferrugem do cafeeiro (Hemileia vastatrix Berk & Br.) e ao bicho mineiro (Perileucop-
tera coffeella Guérin-Meneville, 1942). O controle à ferrugem foi feito preventivamente usando-se fungicidas à base de cobre.

3.2.4. Dados coletados

Coletaram-se os dados das produções anuais em quilogramas de café cereja por parcela. Posteriormente foi feita a transformação para peso de café beneficiado, dividindo-se os dados originais pelo fator 5 obtido por aproximação de valores encontrados por MENDES (48) e também considerado por ALMEIDA et alii (3) e ALMEIDA C CARVALHO (4). Os dados foram também transformados para sacas de café beneficiado por hectare, visando à comparação do desempenho geral das progênies com resultados obtidos em outros trabalhos.

3.2.5. Análises estatísticas

Inicialmente foi feita a análise da variância dos dados de produ

ção total de café beneficiado após os 10 anos de colheita, para verificação do efeito das progênes, isoladamente e dentro dos respectivos cultivares, e também entre os cultivares, conforme o seguinte modelo matemático:

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

onde,

m: média geral

t: tratamento, correspondendo a progênie

e_{ij} : erro experimental

Ao se comparar os totais de produção das progênies foi utilizado o método proposto por FASOULAS (33). Este método baseia-se no Índice de desempenho (P), dado pela relação $P = 100 a / (t-1)$, sendo "a" o número de médias do qual uma progênie difere significativamente e "t" o número total de médias.

Posteriormente procedeu-se a análise conjunta considerando os dados em anos (1^o, 2^o, 3^o, 4^o, 5^o, 6^o, 7^o, 8^o, 9^o e 10^o), e depois agrupados em biênios (1^o + 2^o, 3^o + 4^o, 5^o + 6^o, 7^o + 8^o e 9^o + 10^o), triênios (1^o + 2^o + 3^o, 4^o + 5^o + 6^o e 7^o + 8^o + 9^o), quadriênios (1^o + 2^o + 3^o + 4^o e 5^o + 6^o + 7^o + 8^o) e quinquênios (1^o + 2^o + 3^o + 4^o + 5^o e 6^o + 7^o + 8^o + 9^o + 10^o), com o objetivo de determinar a influência desses agrupamentos sobre os componentes de variância. Para isso adotou-se o esquema de parcelas subdivididas no tempo, sugerido por STEEL & TORRIE (58), segundo o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = m + P_i + B_j + PB_{(ij)} + C_k + (PC)_{ik} + CB_{(kj)} + e_{(ijk)}$$

onde:

m: média geral

P_i : efeito de progênies ($i = 1, 2, \dots, 36$)

B_j : efeito de blocos ($j = 1, 2, 3$)

$PB_{(ij)}$: efeito da interação da progênie "i" com o bloco "j"

- C_k : efeito de colheita. $k = 1, 2, \dots, 10$, para dados anuais
 $k = 1, 2, \dots, 5$, para dados bienais
 $k = 1, 2, 3$ para dados trienais
 $k = 1, 2$, para dados quadrienais e quinquenais
- $(PC)_{ik}$: efeito da interação entre a progênie "i" e a colheita "k"
- $CB(kj)$: efeito da interação entre a colheita "k" e o bloco "j"
- $e_{(ijk)}$: erro experimental a nível de sub-parcelas.

As esperanças dos quadrados médios, $E(QM)$, apresentadas na Tabela 1, foram obtidas considerando-se fixo o efeito de progênes, pois estas não constituem amostras representativas em cada um dos cultivares em uso. Os demais efeitos foram considerados aleatórios,

Ao se aplicar o teste F ocorreram situações em que foram necessárias combinações de quadrados médios. Nesses casos o número de graus de liberdade associados ao efeito foi obtido pelo método de SATTERTHWAITÉ (52), utilizado por SERA (53 e 54). Por exemplo, o número aproximado (n) de graus de liberdade do denominador de F para progênes na análise anual foi obtido pela fórmula:

$$n = \frac{[Q_3 + Q_6 - Q_7]^2}{\frac{Q_3^2}{n_3} + \frac{Q_6^2}{n_6} + \frac{Q_7^2}{n_7}}$$

onde, n_3 , n_6 e n_7 correspondem aos graus de liberdade associados aos quadrados médios Q_3 , Q_6 e Q_7 , respectivamente, (Tabela 1).

TABELA 1 - Esperança do quadrado médio, $E(QM)$, para as fontes de variação das análises da variância conforme esquema de parcelas subdivididas no tempo.

FV	QM	$E(QM)$
Repetição (R)	Q ₁	$\sigma_e^2 + m\sigma_{CB}^2 + mn\sigma_B^2$
Progênie (P)	Q ₂	$\sigma_e^2 + r \left[\frac{m}{m-1} \right] \sigma_{PC}^2 + n \left[\frac{m}{m-1} \right] \sigma_{PB}^2 + n r V_p$
R x P (Erro a)	Q ₃	$\sigma_e^2 + n \left[\frac{m}{m-1} \right] \sigma_{PB}^2$
Colheita (C)	Q ₄	$\sigma_e^2 + ma\sigma_{CB}^2 + mr\sigma_C^2$
C x R	Q ₅	$\sigma_e^2 + m\sigma_{CB}^2$
C x P	Q ₆	$\sigma_e^2 + r \left[\frac{m}{m-1} \right] \sigma_{PC}^2$
Erro b	Q ₇	σ_e^2

onde:

m , n e r correspondem ao número de progênies, número de colheitas e número de repetições, respectivamente.

V_p é a variância de progênie, que por ser de efeito fixo é igual a $\frac{\sum_{i=1}^m P_i^2}{m-1}$

σ_C^2 , σ_B^2 , σ_e^2 , σ_{PC}^2 , σ_{PB}^2 , e σ_{CB}^2 correspondem às variâncias de colheitas, de repetição, do erro e das interações entre progênie e colheita, progênie e repetição, e colheita e repetição, respectivamente, todas consideradas aleatórias.

Estimou-se o coeficiente de determinação genotípica (b), equivalente ao coeficiente de herdabilidade no sentido amplo, e utilizado quando o efeito genético é considerado fixo, SERA (53 e 54).

Os valores de b correspondentes a anos de colheita tomados individualmente, e aos totais acumulados de 9 e 10 anos foram obtidos pela expressão $\hat{b} = \frac{\hat{V}_P}{\hat{\sigma}_F^2} = \frac{Q_2 - Q_3}{Q_2}$, com base nas respectivas análises de variância. Considerando as produções anuais e agrupadas como parcelas subdivididas no tempo, esse coeficiente foi estimado pela expressão $\hat{b} = \frac{\hat{V}_P}{\hat{\sigma}_F^2}$, sendo $\sigma_F^2 = \frac{Q_2}{rn}$.

No estudo de estabilidade da produção das progênies ao longo das colheitas foram utilizados dois métodos:

1. Estimativa do coeficiente de variação da produção ao longo das colheitas (CV_i), pela expressão sugerida por FRANCIS E KANNENBERG (36):

$$CV_i = \frac{\sigma_i}{B_{oi}} \cdot 100$$

onde:

σ_i : desvio padrão fenotípico da produção de grãos ao longo das colheitas da progênie i ($i = 1, 2, \dots, 36$).

B_{oi} : produtividade média da progênie i

2. Estimativa dos parâmetros de estabilidade segundo modelo proposto por SILVA & BARRETO (55), modificada por CRUZ et alii (26). Esta análise foi feita considerando as produções tomadas por anos e também agrupadas por biênios. O modelo adotado é o seguinte:

$$Y_{ij} = B_{oi} + B_{1i}I_j + B_{2i}T|I_j| + \delta_{ij}$$

onde:

Y_{ij} : produtividade média da progênie i ($i = 1, 2, \dots, 36$), no ano de colheita j ($j = 1, 2, \dots, 10$, e $j = 1, 2, \dots, 5$, quando se considerou anos e biênios de produção, respectivamente), resultante de r repetições do

ensaio ($r = 1, 2, 3$)

B_{0i} : produtividade média da progênie i

B_{1i} : resposta linear da progênie i à variação nos anos desfavoráveis

B_{2i} : inflexão da curva de regressão para a progênie i ajustada aos dados

I_j : índice ambiental, definido por:

$$I_j = \frac{Y \cdot j}{m} - \frac{Y}{mn}$$

considerando:

$$T [I_j] = 0, \quad \text{se } I_j \leq 0$$

$$T [I_j] = I_j - \bar{I}_p, \quad \text{se } I_j > 0, \quad \text{sendo } \bar{I}_p = \text{m\u00e9dia dos \u00edndices } I_p \text{ positivos}$$

δ_{ij} : desvio da regress\u00e3o

Tem-se que:

$B_{1i} + B_{2i}$: resposta linear \u00e0 variação nos ambientes favoráveis

A estimação dos par\u00e2metros foi feita utilizando-se o m\u00e9todo dos quadrados m\u00ednimos,

Para avaliar a possibilidade de realiza\u00e7\u00e3o da sele\u00e7\u00e3o antecipada, foram estimados os coeficientes de correla\u00e7\u00e3o fenot\u00edpica (r_F) entre as m\u00e9dias das produ\u00e7\u00f5es anuais, bienais, trienais, quadrienais, quinquenais e acumuladas de seis, sete, oito e nove anos de colheitas, em rela\u00e7\u00e3o \u00e0 m\u00e9dia das produ\u00e7\u00f5es do dec\u00eanio.

A efici\u00eancia dessa sele\u00e7\u00e3o foi avaliada atrav\u00e9s da seguinte express\u00e3o proposta por HAMBLIN & ZIMMERMANN (37):

$$E.S. = \frac{B - C}{A - C} \cdot 100$$

onde:

A: n\u00famero de prog\u00eancias selecionadas numa determinada etapa do programa de avalia\u00e7\u00e3o.

B: n\u00famero de prog\u00eancias que coincidem na sele\u00e7\u00e3o considerada e na sele\u00e7\u00e3o com base na m\u00e9dia dos 10 anos.

C: número esperado de progênies *em* comum nas duas situações, unicamente devido ao acaso, correspondendo a 10% de A.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Componentes da variância

A análise da **variância** dos dados de produção total de café beneficiado após os 10 anos de colheitas (Tabela 2A), é apresentada na Tabela 2. Encontrou-se para esses dados um coeficiente de variação (CV) de 12,40%. Ao se comparar a **precisão** desse ensaio com outras obtidas na avaliação de progênies, **verifica-se** que os menores valores de CV foram 9,63% e 10,50%, obtidos por CARVALHO et alii (22) e SERA (54), respectivamente. Em **outro** trabalho, SERA (53) encontrou um CV de 18,41%, comparando 100 **progênies** de cafeeiros **utilizando** os dados de seis colheitas. Já VENEZIANO (62) e CARVALHO et alii (23) **encontraram** 18,78% e 24,01% para o CV. Sendo assim, o CV obtido neste trabalho foi inferior à **média** dos CV's relatados na literatura, o que indica uma boa **precisão experimental**.

As progênies apresentaram-se com produções variáveis, o que pode ser **comprovado** pelo F significativo ao nível de 1% de **probabilidade**. Desde **quando** se esse efeito em relação à origem do material foi possível **constatar significância**, através do teste F, apenas entre as progênies de Mundo Novo-Acaia e Catimor + Catindú. Assim, apesar da boa precisão experimental, não foram detectadas variações significativas entre as progênies de Bourbon Amarelo, Catuaí Amarelo, Catuaí Vermelho e Mundo Novo. **Porém**, a existência de diferen-

TABELA 2 - Resumo da análise da **variância** para produção de café **beneficiado** em kg/parcela, obtida em ensaio de avaliação de progênes do **cafeeiro**, Varginha, MG, 1979-1988.

FV	GL	QM
Repetições	2	
Progênes	35	363,2700 **
Mundo Novo	10	37,4976
Catuaí Amarelo	6	72,0599
Catuaí Vermelho	6	64,4767
Mundo Novo - Acaia	5	173,8115 *
Catimor + Catindú	2	994,8629 **
Bourbon Amarelo	1	10,9350
Entre Grupos	5	1.730,6795 **
Erro	70	66,1960
Total	107	
CV		12,40

*, ** Significativo pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

ças significativas entre progênies obtidas pela seleção dentro dos cultivares Mundo Now e **Catuaí** tem sido relatada na literatura (22, 23, 50, 56 e 62). A não constatação dessas diferenças no presente trabalho, possivelmente seja devida a inclusão de progênies superiores, de um grupo de progênies previamente selecionadas no IAC.

Ao se comparar os desempenhos médios de cada grupo de materiais, observa-se que estes diferem significativamente entre si. As produtividades médias por grupo de progenies, segundo suas origens, considerando as 10 colheitas, em quilogramas de café beneficiado por parcela, estão apresentados na Tabela 3. Constata-se que as médias das progênies de **Catuaí**, Mundo Novo e **Acaia** não diferiram significativamente entre si.

Os materiais menos produtivos foram as progênies de **Catimor** e **Catindú**. Deve-se destacar porém, que a grande vantagem desses materiais em relação aos demais envolvidos no ensaio é advinda dos alelos de resistência ao agente causador da ferrugem do cafeeiro, dos quais são portadores. Como no experimento foi feito o controle preventivo da doença através de pulverização com fungicidas, essa vantagem potencial provavelmente não tenha se manifestado. Deve-se ressaltar também que esses cultivares foram obtidas, respectivamente, por cruzamentos de Caturra Vermelho com Híbrido do Timor e 5.795, ALMEIDA et alii (3) e INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ (38). Esses dois materiais foram introduzidos no Brasil há relativamente pouco tempo conforme MEDINA-FILM (47), e por esta razão mostram-se pouco adaptados. Assim é de se esperar que tanto o **Catimor** como o **Catindú** sejam portadores de pelo menos 50% de alelos que não apresentam boa adaptação. Nesse caso, uma das alternativas para melhorar o desempenho das respectivas progênies seria a realização de um ou mais retrocruzamentos com um material mais adaptado, aumentando assim a frequência de alelos desse progenitor e conseqüentemente a sua adaptação. Sugestão nesse sentido foi feita por RESENDE (51) ao considerar seleção de progênies de feijoeira. Em trabalho com Cultivar de soja, não adaptado, VELLO et alii (61) verificaram que a redução da percentagem de alelos não adaptados na população híbrida resultante, através de um ou dois retrocruzamentos com o material adaptado, pro-

TABELA 3 - Produtividade de café beneficiado conforme dados obtidos na avaliação de progênies. Varginha, MG, 1979 a 1988.

	Total de 10 anos em kg/parcela	Média Anual em sacas/ha	Produção Relativa ^{1/} (%)
Catuai Amarelo	71,847 a ^{2/}	24,95	106
Catuai Vermelho	68,150 a	23,66	101
Mundo Novo - Acaiaí	67,570 ab	23,46	100
Mundo Novo	65,515 ab	23,44	100
Bourbon Amarelo	56,430 b	19,59	84
Catimor e Catindú	37,707 c	13,09	56

1/ Produtividade relativa ao cultivar Mundo Novo.

2/ Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

OMS (Tukey - 5%) 11,66

porcionou maior eficiência na seleção. Seria oportuno aplicar esse procedimento ao cafeeiro, procurando entretanto manter nas populações obtidas os alelos que conferem resistência ao agente causador da ferrugem.

Observando-se as produtividades médias anuais dos cultivares, de preende-se que o desempenho do material no conjunto geral foi bom. Isso fica evidenciado por comparações com resultados obtidos em diferentes ensaios, pois ao avaliar 92 progênies de cafeeiros resistentes à ferrugem, considerando seis colheitas, na região de Caratinga-MG, ARAÚJO NETO et alii (7), encontraram produtividade entre 12,78 e 31,04 sacas de café beneficiado por hectare/ano, e em Varginha-MG, ALMEIDA & CARVALHO (4) analisando dados de três colheitas, obtidos em dois ensaios envolvendo 52 progênies, encontraram produtividades entre 16,7 e 35,6 sacas de café beneficiado por hectare/ano.

As produtividades das progênies, independentemente de suas origens, mostraram amplitude de variação entre 23,87 e 79,37 kg/parcela, ou 8,29 e 27,55 sacas de café beneficiado por hectare/ano, correspondendo esses valores as progênies UFV 421-769 e H 2077-2-5-74, respectivamente, como pode ser visto na Tabela 4. Observa-se porém, que grande parte das progênies não apresentam diferenças significativas entre si.

Para facilitar a identificação dos melhores materiais, sobretudo quando estes são avaliados em grande número, como na Tabela 4, FASOULAS, (33), propôs uma metodologia que leva em consideração a proporção de materiais que um dado cultivar ou progênie superou. No presente trabalho, mesmo não ocorrendo grande variação entre a maioria dos materiais avaliados, foi possível constatar, por exemplo, a superioridade da progênie H 2077-2-5-74, pelo seu melhor desempenho ao superar estatisticamente 31% dos materiais envolvidos no experimento. Já o segundo material pela ordem decrescente de produtividade, a progênie LCP 474-19, embora não diferindo significativamente da anterior, superou apenas 20% dos materiais envolvidos.

Na avaliação do desempenho de progênies de uma planta perene como o cafeeiro é importante constatar o que ocorreu ao longo de sucessivas colheitas. Para isso, as análises da variância correspondentes às produções anuais permitem algumas inferências (Tabela 5). Ressalta-se de início a grande amplitude nas estimativas do coeficiente de variação (CV). Observa-se na primeira colheita um CV de 63,90% e já na segunda esse valor foi reduzido para 20,10%. A baixa precisão obtida na primeira colheita pode ser atribuída a uma desuniformidade das mudas, o que é comum, e que evidentemente contribui para diminuir a precisão. Esse fato deve ser considerado em trabalhos dessa natureza e sempre que possível deve-se desprezar, nas análises, essa primeira avaliação. Vale ressaltar que ao se comparar a análise da variância do total de dez anos com a análise referente aos nove anos, isto é, desconsiderando-se a primeira colheita, verifica-se uma ligeira melhoria na precisão experimental. Também entre as demais avaliações, excetuando-se a primeira, houve variação apreciável em relação às estimativas do CV. Essa variação pode ser atribuída a di

TABELA 4 - Avaliação das progenies pelo método proposto por Fasoulas (33), aplicado às produções totais em kg de café beneficiado por parcela .
Varginha, MG, 1979-1988.

Progênie	Produção	a	P
H 2077-2-5-74	79,37	11	31 (24)
LCP 474-19	78,02	7	20 (27)
H 2077-2-5-144	75,49	6	17 (27)
RPP 474-18	74,71	6	17 (26)
H 2077-2-5-39	73,34	3	9 (28)
H 2077-2-5-30	73,28	3	9 (27)
H 2077-2-12-47	72,89	3	9 (26)
CP 441-5	72,81	3	9 (25)
LCP 33-17	72,27	3	9 (24)
H 2077-2-5-47	70,64	2	6 (24)
H 2077-2-5-86	70,47	2	6 (23)
H 2077-2-5-81	69,99	2	5 (22)
LCP 464-2	69,87	2	6 (21)
LCMP 388-6-4	69,19	2	6 (20)
H 2077-2-5-72	69,12	2	6 (19)
H 2077-2-5-24	68,83	2	6 (18)
LCMP 515-20	68,79	2	6 (17)
H 2077-2-5-51	68,46	2	6 (16)
RPP 474-16	67,92	2	6 (15)
CP 447-2	67,78	2	6 (14)
CP 501-2	67,13	2	6 (13)
LCP 386-2	64,91	2	6 (12)
LCMP 515-3	64,88	2	6 (11)
LCP 474-4	64,75	2	6 (10)
H 2077-2-5-141	64,56	2	6 (9)
H 2077-2-5-28	62,97	2	6 (8)
LCMP 376-4-3	62,91	2	6 (7)
LCP 382-14-13	62,11	2	5 (6)
LCP 474-7	61,86	2	6 (5)
H 2077-2-5-81 (padrão)	60,58	2	6 (4)
UFV 314-979	58,33	2	6 (3)
LCP 474-20	58,14	2	6 (2)
LCJ 3-18	57,79	2	6 (1)
LCJ 9-9-1	55,09	2	6
UFV 386-900	30,89	0	0
UFV 421-769	23,87	0	0

TABELA 5 - Resumo das análises da variância, para a produção de grãos de café beneficiado em kg/parcela, obtidas na avaliação de progênies. Varginha, MG, 1979 a 1988.

FV	GL/ Ano	QM											Total 10 Anos	Total 9 Anos
		1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988			
Progenie	35	2,63**	5,70*	3,53	16,95**	13,79	8,73**	28,36**	13,70**	6,30**	16,15**	363,27**	392,48**	
Erro	70	0,90	3,35	3,08	6,82	9,57	2,60	10,70	4,75	2,24	4,78	66,20	58,15	
\hat{m}		1,49	9,08	3,98	10,50	7,13	4,52	12,68	5,75	4,36	5,91	66,39	63,90	
CV (%)		63,91	20,14	44,16	24,86	43,41	35,68	25,81	37,89	34,36	36,96	12,44	11,93	
\hat{b}		0,66	0,41	0,13	0,60	0,31	0,71	0,62	0,66	0,64	0,70	0,82	0,85	

*, ** Significativo pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

ferenças de manejo entre os anos, porém, pelo que se depreende dos dados, o principal fator foi a flutuação em termos de Produtividade média. Isto é, ocorreu correlação negativa entre a produtividade média e o coeficiente de variação observado.

Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram em princípio que a seleção baseada no desempenho de apenas uma colheita, mesmo que seja um ano de alta produtividade, não alcança a mesma eficiência da seleção baseada em vários anos de colheitas. Isso pode ser comprovado através das estimativas do coeficiente de determinação "b", o qual fornece a proporção de variação genética em relação à variação fenotípica. Observa-se que as análises de dez e nove anos forneceram as maiores estimativas de "b" e consequentemente possibilitariam maior sucesso com a seleção.

Constata-se que ocorrem diferenças altamente significativas entre as progênes em todos os anos avaliados, exceto em 1981 e 1983. É oportuno salientar que esses foram os dois anos com menores coeficientes de determinação. Isso comprova que a diferença nas estimativas de "b" de um ano para o outro deve ser atribuída em grande parte à diferença na manifestação genotípica das progênes ao longo das colheitas, como já foi comentado.

Visando estimar o componente de variância devido à interação entre progênes e colheitas $[\sigma_{PC}^2]$, foi realizada a análise da variação como parcela subdividida no tempo, considerando colheitas como sendo o tratamento das sub-parcelas no tempo. Observa-se na Tabela 6 que para as colheitas anuais a variância de interação foi 58% superior à variância genética entre as progênes $[\hat{V}_p]$. Constata-se assim que o desempenho das progênes em termos de produtividade de grãos não foi coincidente nas diferentes colheitas. Evidentemente, esse é um fator que dificulta o trabalho do melhorista. Isso já foi constatado também por CARVALHO (11) ao verificar em ensaio de progênes, que a ordem de classificação das mesmas quanto à produção de grãos variava a cada colheita.

TABELA 6 - Resumo das análises de variância e estimativas de seus componentes para produção de grãos de café beneficiado em kg/parcela, considerando produções anuais, bienais, trienais, quadrienais e quinquenais, obtidas na avaliação de progênes. Varginha, MG, 1979 a 1988

FV	Anual		Bienal		Trienal		Quadrie- na1		Quinque- nal	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Rep (R)	2	0,42	2	0,21	2	4,45	2	0,50	2	0,08
Prog. (PI)	35	36,33	35	18,16	35	10,12	35	6,82	35	7,26
R x P (Erro a)	70	6,62	70	3,31	70	2,00	70	1,66	70	1,32
Colheita (C)	9	1225,64	4	315,58	2	251,77	1	84,78	1	2,29
C x R	18	72,11	8	12,91	4	13,86	2	21,42	2	0,33
C x P	315	8,84	140	3,75	70	4,00	35	3,85	35	3,47
Erro b	630	4,69	280	1,36	140	0,94	70	0,93	70	0,55
\hat{m}	6,54		6,54		6,61		6,89		6,54	
CV _a (%)	39,35		27,82		21,38		18,70		17,60	
CV _b (%)	33,10		17,81		14,64		14,01		11,37	
$\hat{V}_{P_1}^* = 0,85$	$\hat{V}_{P_2} = 0,83$		$\hat{V}_{P_3} = 0,56$		$\hat{V}_{P_4} = 0,37$		$\hat{V}_{P_5} = 0,50$			
$\hat{\sigma}_{PC_1}^2 = 1,34$	$\hat{\sigma}_{PC_2}^2 = 0,77$		$\hat{\sigma}_{PC_3}^2 = 0,99$		$\hat{\sigma}_{PC_4}^2 = 0,95$		$\hat{\sigma}_{PC_5}^2 = 0,95$			
$\hat{\sigma}_{a_1}^2 = 0,19$	$\hat{\sigma}_{a_2}^2 = 0,38$		$\hat{\sigma}_{a_3}^2 = 0,34$		$\hat{\sigma}_{a_4}^2 = 0,35$		$\hat{\sigma}_{a_5}^2 = 0,37$			
$\hat{\sigma}_{b_1}^2 = 4,69$	$\hat{\sigma}_{b_2}^2 = 1,36$		$\hat{\sigma}_{b_3}^2 = 0,94$		$\hat{\sigma}_{b_4}^2 = 0,93$		$\hat{\sigma}_{b_5}^2 = 0,55$			
$\hat{\sigma}_{F_1}^2 = 1,21$	$\hat{\sigma}_{F_2}^2 = 1,21$		$\hat{\sigma}_{F_3}^2 = 1,12$		$\hat{\sigma}_{F_4}^2 = 1,14$		$\hat{\sigma}_{F_5}^2 = 1,21$			
$\hat{b}_1 = 0,70$	$\hat{b}_2 = 0,69$		$\hat{b}_3 = 0,50$		$\hat{b}_4 = 0,33$		$\hat{b}_5 = 0,41$			
$\mu_1^{**} = 158$	$\mu_2 = 93$		$\mu_3 = 177$		$\mu_4 = 257$		$\mu_5 = 190$			

* 1, 2, 3, 4 e 5 correspondem às análises anuais, bienais, trienais, quadrienais e quinquenais, respectivamente.

** $\frac{\hat{\sigma}_{PC}^2}{\hat{V}_P} \cdot 100$

Considerando que no caso do cafeeiro alternam-se os anos de alta e baixa produtividade, isto é, há uma bienalidade de produção, CARVALHO & MONACO (16) e SERA (53), é de se supor que o agrupamento da produção de duas ou mais colheitas contribuisse para a redução na interação entre progênie e colheita, como foi mostrado por SERA (53). Esse autor afirma que na estimação dos componentes de variância para produção de grãos, ocorrendo ciclos bienais, os dados devem ser agrupados por biênios para aumentar a eficiência da seleção através do aumento da variação genética entre as progênies e a redução do efeito ambiental e da interação entre progênies e colheitas. Para verificar esse fato procedeu-se a análise da variância, considerando agrupamentos das produções de duas, três, quatro e cinco colheitas sucessivas. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 6. Ao serem consideradas as produções de dois anos consecutivos constatou-se variância genética entre as progênies, $[\hat{V}_P = 0,83]$, de magnitude semelhante à obtida na análise correspondente à produção anual. Contudo, o componente de interação $[\sigma_{PC}^2 = 0,77]$, foi bem inferior ao obtido na análise anual e de magnitude semelhante à variância genética $[V_P]$ entre as progênies. Esses resultados mostram que grande parte da interação entre progênies e colheitas nas análises anuais ocorre porque a bienalidade da produção não se manifesta com a mesma intensidade para as várias progênies. Assim, também nessa oportunidade, foi constatada a vantagem de se proceder a análise bienalmente para fins de seleção.

As análises realizadas com as colheitas de três, quatro e cinco anos, ao contrário da bienal, diminuíram a variação genética entre as progênies, aumentando proporcionalmente a variação da interação entre progênie e colheita, em relação à variação genética, isto é, a relação $\sigma_{PC}^2/V_P \times 100$, foi de 177%, 257% e 190% para a análise trienal, quadrienal e quinquenal, respectivamente. Com base nesses resultados é possível inferir em mais essa oportunidade, que grande parte da interação é devida à bienalidade de produção para cada progênie e que o agrupamento das produções só é vantajoso quando atenua esse fato, o que ocorre com maior intensidade apenas na análise bienal.

Com relação às estimativas do coeficiente de variação, (Tabela 6), observa-se que ocorreu redução nos valores obtidos e conseqüentemente melhoria na precisão experimental, com o aumento no número de colheitas abrangidas pela análise. Houve tendência de redução mais acentuada do CV quando se passou da análise anual para a bienal, reforçando o fato de que essa análise contribui para reduzir as flutuações de produção que podem ocorrer mesmo entre as plantas em uma mesma cova, o que evidentemente deve ser o principal fator a contribuir para a menor precisão nas análises anuais. Observa-se, por exemplo, que o CV_a (39,35%), obtido na análise com colheita anual, foi 2,23 vezes superior ao obtido na análise quinquenal, [$CV_a = 17,60\%$]. A estimativa do coeficiente de variação nas sub-parcelas - CV_b - foi sempre inferior ao CV_a , porém manteve a mesma tendência já comentada de redução com o aumento no número de colheitas agrupadas para as análises. Fato semelhante foi constatado por SERA (53), embora a precisão de seu ensaio tenha sido inferior à obtida neste trabalho.

Uma análise estatística adequada, sob o ponto de vista do melhorista, é aquela que aumenta a eficiência do processo seletivo, ou seja, que aumenta o ganho com a seleção, (GS). Este é obtido pela expressão: - $GS = h^2 \cdot ds$, FALCONER (32), onde " h^2 " é a herdabilidade na unidade de seleção que está sendo utilizada e " ds " é o diferencial de seleção obtido pela diferença entre a média das progênies selecionadas e a média geral. Assim sendo, pode-se comparar processos seletivos fixando um determinado " ds " e observando o que ocorre com a herdabilidade.

No presente trabalho não foi possível estimar " h^2 ", mas sim o coeficiente de determinação genotípica " b ", que em função semelhante à herdabilidade. De início pode-se verificar que quanto maior for o valor de " b " maior será o ganho com a seleção. A estimativa de " b " pode ser alterada em função de variações nos demais parâmetros envolvidos. No caso, " b " é fornecido pela expressão:

$$b = \frac{V_D}{V_p + \frac{\sigma_a^2}{r} + \frac{\sigma_{PC}^2}{n} + \frac{\sigma_b^2}{m}}$$

Ao observar esta expressão, pode-se constatar que quanto maior for a diferença genética entre as progênes, $[V_p]$, maior será "b". O valor deste pode ser também incrementado pela redução do erro experimental, tanto a nível de parcela - menor σ_a^2 - como a nível de sub-parcela - menor σ_b^2 e/ou reduzindo a interação entre progênes e colheitas. Além disso "b" é altamente dependente do número de repetições utilizadas e também do número de dados (n) tomados numa mesma parcela. No caso considerado tem-se $n = 10$ nas análises anuais, $n = 5$ nas bienais, $n = 3$ nas trienais e $n = 2$ quando os dados são tomados por quadriênios e quinquênios.

Constata-se pela Tabela 6 que a maior estimativa do coeficiente de determinação "b" foi obtida nas análises anuais, apesar da menor precisão, isto é, ocorrência de valores mais altos para σ_a^2 e σ_b^2 , como foi salientado, e também da maior estimativa da interação entre progênie e colheita. Isso aconteceu porque nas análises anuais, além de estarem envolvidas mais amostras, ($n = 10$), foi possível detectar maior variância genética $[V_p]$, entre as progênes.

Nas análises bienais estiveram envolvidas cinco amostras, e por essa razão o "b" encontrado foi de magnitude semelhante ao obtido na análise anual, apesar de nessa condição ser bem melhor a precisão experimental e menor a participação do componente de interação.

No caso das análises envolvendo os triênios, quadriênios e quinquênios, as estimativas de "b" foram inferiores às relatadas anteriormente, em função de um menor "n", e principalmente de uma menor variância genética entre as progênes,

Do exposto pode-se inferir que em termos de sucesso seletivo as análises anuais foram semelhantes às bienais. Ao fazer também inferências dessa natureza, SERA (53), constatou que as estimativas de "b" nas análises bienais foram em média 60,40% superiores aos valores obtidos nas análises anuais. Provavelmente a razão dessa não concordância seja porque no trabalho de SERA (53) a interação entre progênes e biênios, tenha sido praticamente nula e as

flutuações nas produções médias, também foram menores. Para a análise dos dados agrupados em triênios, SERA (53) obteve resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho.

4.2. Estabilidade fenotípica da produção

Como já salientado, o que se almeja para o cafeeiro ou qualquer cultura que é submetida a sucessivas colheitas, além de uma produtividade média alta, é a mínima oscilação na produção, isto é, deseja-se um material que seja o mais estável possível. Pelos dados apresentados na Tabela 5 pode-se verificar que houve efeito altamente significativo para as colheitas, evidenciando uma amplitude de variação muito grande ao longo das mesmas. Foi constatado e já realçado que a interação entre progênes e colheitas foi altamente significativa. Daí depreende-se que os desempenhos das progênes não foram coincidentes nos vários ambientes ou colheitas. A partir dessas informações torna-se possível inferir a existência de materiais que apresentem menor oscilação de produção nas colheitas. A avaliação da estabilidade nesse caso enquadra-se dentro do que se denomina estabilidade biológica, BECKER (8) e LIN et alii (46).

O modo mais simples e rápido de avaliar esse tipo de estabilidade é estimar o coeficiente de variação, (CV), relativo às produções de cada progênie ao longo das colheitas, como sugerido por FRANCIS & KANNENBERG (36). As estimativas do CV para cada progênie são apresentadas na Tabela 7. Consta-se que essas estimativas variaram de 47,63% a 127,50%, correspondendo esses valores às progênes H 2077-2-5-81 e UFV 421-769, respectivamente. A princípio, poder-se-ia argumentar que a progênie com menor CV fosse também a mais estável. Há que se ressaltar contudo, que a estimativa do CV é altamente dependente também da média e não apenas da variabilidade manifestada. Assim é que no presente caso a correlação entre a média e o CV foi alta e negativa (r

TABELA 7 - Produção média de cada progênie em sacas de café beneficiado por hectare e coeficientes de variação, CV (%), das produções em 10 colheitas sucessivas. Varginha, MG, 1979-1988

Progênie	Média	CV _i (%)
LCMP 388-6-4	24,03	52,15
LCMP 376-4-3	21,84	57,63
LCP 382-14-13	21,56	68,36
LCP 388-17	25,10	53,32
LCP 386-2	22,53	51,33
LCP 464-2	24,27	60,27
LCMP 515-3	22,53	53,14
LCMP 515-20	23,89	48,19
H 2077-2-5-47	24,51	54,44
H 2077-2-5-30	25,45	54,75
H 2077-2-5-74	27,57	51,52
H 2077-2-5-28	21,87	60,85
H 2077-2-5-39	25,45	57,95
H 2077-2-5-86	24,48	51,01
H 2077-2-12-47	21,31	51,36
H 2077-2-5-81	24,30	47,63
H 2077-2-5-144	26,22	54,33
H 2077-2-5-72	23,99	55,27
H 2077-2-5-24	23,89	52,44
H 2077-2-5-141	22,43	61,50
H 2077-2-5-51	23,78	52,34
LCP 474-19	27,08	53,67
LCP 474-7	23,92	62,74
LCP 474-20	20,17	63,39
LCP 474-4	22,47	51,37
RPP 474-18	25,94	51,25
RPP 474-16	23,58	66,92
LCJ 9-9-1	19,13	60,55
LCJ 2-18	20,07	51,63
CP 501-2	23,30	61,89
CP 441-5	25,28	50,33
CP 447-2	23,54	54,44
UFV 386-900	10,73	94,22
UFV 421-769	8,30	127,50
H 2077-2-5-81 (padrão)	21,04	72,74
UFV 314-979	20,24	66,83

= -0,87), realçando o que foi comentado. Portanto, a utilização do CV para avaliação da estabilidade da produção requer os devidos cuidados. Faz-se necessário mencionar que as progenies UFV 421-769 e UFV 386-900 apresentaram os CV's mais altos. Como já mencionado, cerca de 50% dos alelos destas progênies são originários de materiais introduzidos e não adaptados, o que deve ter refletido, sobretudo, numa grande oscilação da produção. A progênie H 2077-2-5-81 utilizada como testemunha por demonstrar bom desempenho em avaliações anteriores realizadas na região, apresentou média de produção que não diferiu estatisticamente das demais, porém mostrou maior oscilação de produção, (CV=72,70%), o que evidentemente a coloca em desvantagem.

Entre as várias metodologias que têm sido utilizadas para avaliar a estabilidade da produção para várias culturas destaca-se a de EBERHART & RUSSEL (27), a qual foi aplicada ao cafeeiro por SERA (53). Por essa metodologia, é considerado estável o material que apresenta coeficiente de regressão igual à unidade e desvio de regressão o menor possível.

Um outro enfoque em termos de estabilidade, que poderia ser útil, seria o de selecionar os materiais que apresentassem a menor oscilação possível nos ambientes - anos - desfavoráveis para a cultura, associada evidentemente a uma média alta, e que também respondessem com a maior intensidade possível à melhoria das condições ambientais. O enfoque relativo à seleção de materiais com menor oscilação nos ambientes desfavoráveis seria equivalente a aplicação do conceito anteriormente comentado de estabilidade biológica, porém aplicado apenas a esses ambientes. Para serem atendidos esses dois objetivos, a metodologia de SILVA C BARRETO (55) modificada por CRUZ et alii (26), permite que se façam inferências sobre os materiais mais promissores. A metodologia em questão foi aplicada, considerando primeiramente as produções anuais, estando os resultados apresentados nas Tabelas 8 e 9.

Constata-se na Tabela 8 que os anos para os quais o índice ambiental foi negativo constituem os anos com ambientes desfavoráveis, os quais correspondem à 1ª, 3ª, 6ª, 8ª, 9ª e 10ª colheitas. É interessante observar

que para o **cafeeiro** espera-se uma **biennialidade** de **produção**, como já comentado . Verifica-se que até a 7ª colheita isto ocorreu, mas nas três últimas colheitas houve tendência à não **diferenciação** entre as produções, com redução da oscilação. Nessas três colheitas a produtividade caiu a um nível abaixo da média, resultando daí o índice negativo.

TABELA 8 - Estimativas dos índices ambientais para produção de café beneficiado em kg/parcela, considerando 10 anos de colheitas obtidas na avaliação de progênies. Varginha, MG, 1979-1988.

Anos	Média	Índice (I)
1	1,489	-5,050
2	9,084	2,545
3	3,977	-2,562
4	10,504	3,965
5	7,126	0,588
6	4,516	-2,023
7	12,676	6,137
8	5,747	-0,792
9	4,358	-2,181
10	5,913	-0,626

Na Tabela 9 estão apresentados os três parâmetros de estabilidade. O primeiro parâmetro, B_0 , corresponde à produtividade média, cujos resultados foram já comentados anteriormente. O parâmetro B_1 é o coeficiente de regressão que mostra a resposta das progênies às condições ambientais desfavoráveis. Considerando o que foi exposto, o desejável é um material com B_1 semelhante a zero, que não responda às variações ambientais, e com média de produção alta. Observa-se que os materiais com menor B_1 foram as progênies UFV 386-900 e UFV 421-769, as quais apresentaram desempenho praticamente estável

TABELA 9 - Estimativa dos parâmetros de estabilidade da produção de grãos de café beneficiado em kg/parcela, segundo método proposto por SILVA & BARRETO (55) e modificado por CRUZ et alii (26), considerando 10 anos de colheitas obtidas na avaliação de progênies. Varginha, MG, 1979-1988.

Progênie	B ₀	B ₁	B ₂	B ₁ +B ₂	R ²
LCMP 388-6-4	6,920	1,021	-0,953	0,068	0,762
LCMP 376-4-3	6,291	0,984	0,357	1,341	0,951
LCP 382-14-13	6,212	1,041	0,826*	1,868	0,926
LCP 388-17	7,228	1,041	0,332	1,373	0,926
LCP 386-2	6,490	0,916	-0,255	0,662	0,791
LCP 464-2	6,987	1,055	0,756*	1,811	0,935
LCMP 515-3	5,488	0,946	0,276	1,222	0,945
LCMP 515-20	6,880	0,919	0,055	0,974	0,889
H 2077-2-5-47	7,062	1,197	-0,698	0,500	0,954
H 2077-2-5-30	7,329	1,218	-0,480	0,735	0,939
H 2077-2-5-74	7,937	0,958	0,397	1,365	0,737
H 2077-2-5-28	6,296	1,077	0,215	1,291	0,959
H 2077-2-5-39	7,335	1,233	-0,454	0,778	0,862
H 2077-2-5-86	7,046	1,110	-0,451	0,659	0,969
H 2077-2-12-47	7,288	1,120	-0,558	0,532	0,889
H 2077-2-5-81	6,998	1,005	-0,374	0,631	0,930
H 2077-2-5-144	7,548	1,174	0,123	1,297	0,964
H 2077-2-5-72	6,913	1,103	-0,002	1,101	0,945
H 2077-2-5-24	5,884	1,053	-0,242	0,811	0,902
H 2077-2-5-141	6,457	1,050	0,457	1,507	0,928
H 2077-2-5-51	6,846	1,051	-0,137	0,914	0,937
LCP 474-19	7,803	1,004	0,557	1,561	0,794
LCP 474-7	6,187	1,073	0,281	1,354	0,950
LCP 474-20	5,815	0,976	0,499	1,475	0,959
LCP 474-4	5,474	0,865	0,355	1,221	0,889
RPP 474-18	7,472	1,051	0,318	1,369	0,950
RPP 474-16	6,791	1,148	0,678	1,826	0,902
LCJ 9-9-1	5,508	0,905	-0,138	0,767	0,798
LCJ 3-18	5,778	0,864	-0,260	0,604	0,872
CP 501-2	5,712	1,144	0,060	1,204	0,874
CP 441-5	7,281	0,976	-0,051	0,925	0,791
CP 447-2	5, n e	0,919	0,552	1,471	0,880
UFV 386-900	3,090	0,240	-0,572	-0,331	0,088
UFV 421-769	2,358	0,485	-0,673	-0,188	0,248
H 2077-2-5-81 (padrão)	6,055	1,135	0,108	1,243	0,777
UFV 314-979	5,834	0,930	-0,875*	0,055	0,542

* Significativo a 5% de probabilidade

naquelas colheitas cujas médias foram as menores. Contudo, esses dois materiais apresentarem as menores médias e como visto anteriormente apresentaram também os CV's mais altos. E apesar disso, aqui foram considerados estáveis. Pode-se ver então que a instabilidade avaliada pelo CV foi em grande parte devida à média baixa. Isso ressalta mais uma vez que ao utilizar o CV como medida de estabilidade deve-se ter o cuidado de observar a média. Os demais valores assumidos por B_1 não diferiram significativamente da unidade, podendo-se então deduzir que as progênes correspondentes apresentarem resposta no sentido de acompanhar a melhoria das condições dentro do grupo de ambientes - ou anos - desfavoráveis. Considerando que as produtividades médias dessas progênes não diferem muito entre si, esse comportamento já era esperado. É provável que ocorresse maior discernimento entre os valores assumidos por B_1 , caso estivessem envolvidas progênes de produtividades mais variáveis.

Nos ambientes favoráveis, aqueles com índices ambientais positivos, o que se deseja é que o material responda intensamente à melhoria das condições ambientais. Isso pode ser avaliado pelo valor de $B_1 + B_2$, (Tabela 9). Quanto maior for esse valor, mais responsivo será o material. Observa-se que apesar de não ter sido grande a variação entre as progênes, algumas como LCP 382-14-13, LCP 464-2 e APP 474-16 foram as mais responsivas. As progênes UFV 386430 e UFV 421-769 apresentaram valor negativo para $B_1 + B_2$, indicando que proporcionalmente elas reduziram suas produtividades nos ambientes favoráveis, o que deve ser também um dos reflexos de má adaptação. Chama a atenção ainda o desempenho da progênie H 2077-2-5-74. Esta apresentou a maior média de produção e supem o maior número de materiais avaliados, porém não esteve entre os materiais mais responsivos.

A significância do coeficiente B_2 indica os materiais para os quais uma única equação de regressão não explica seus desempenhos ao longo das colheitas. Constata-se que para esse parâmetro houve significância em apenas quatro dentre os 36 casos estudados. Isso mostra que pelo menos para esses quatro casos a metodologia de EBERHART & RUSSEL (27) não seria eficiente.

O coeficiente de determinação [R^2] mostra a previsibilidade do comportamento do material em sucessivas colheitas, ou considerando o aspecto mais estatístico indica se os dados se ajustaram ou não à regressão obtida. Aqui o destaque é também para as progênies UFV 386-900 e UFV 421-769, as quais apresentaram valores baixos para R^2 , o que é uma mostra de comportamento imprevisível.

Na Figura 1 é mostrada a representação da equação de regressão para algumas das progênies. Constata-se que UFV 386-900 apresenta média baixa e é pouco responsiva, como já mencionado. Já a progênie LCP 382-14-13 além de apresentar média alta, mostrou-se muito responsiva, especialmente nos ambientes mais favoráveis. A progênie LCMP 388-6-4 foi responsiva nos anos de produtividade média baixa, porém menos responsiva que as demais nos anos mais favoráveis.

Considerando que alguns trabalhos têm mostrado que é aconselhável a avaliação de progênies de cafeeiros a partir das produções agrupadas por biênios, CARVALHO & MONAÇO (16) e SERA (53), foram estimados os parâmetros de estabilidade considerando também as produções bienais (Tabela 11). De um modo geral, os resultados foram semelhantes Aqueles obtidos considerando-se as colheitas anuais. Deve-se destacar nesse caso o desempenho da progênie LCMP 388-6-4, que foi estável ($B_1 \approx 0$) nos ambientes desfavoráveis, correspondentes aos biênios cuja produção esteve abaixo da média (Tabela 10), e muito responsiva nos biênios de alta produtividade. A progênie H 2077-2-5-74, com a maior produtividade média, apresentou B_1 acima de 1, mostrando ser exigente. Porém, deve-se mencionar que mesmo naqueles biênios de baixa produção, essa progênie apresentou desempenho acima da média das demais, como pode ser visto na Figura 1.

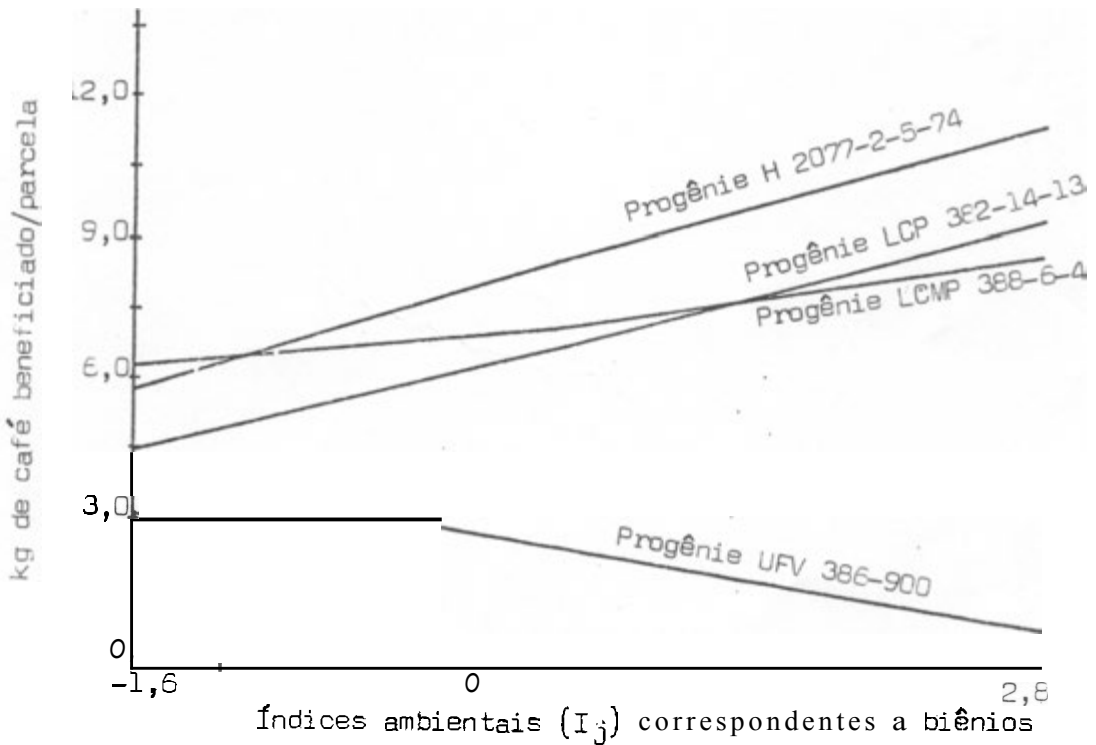
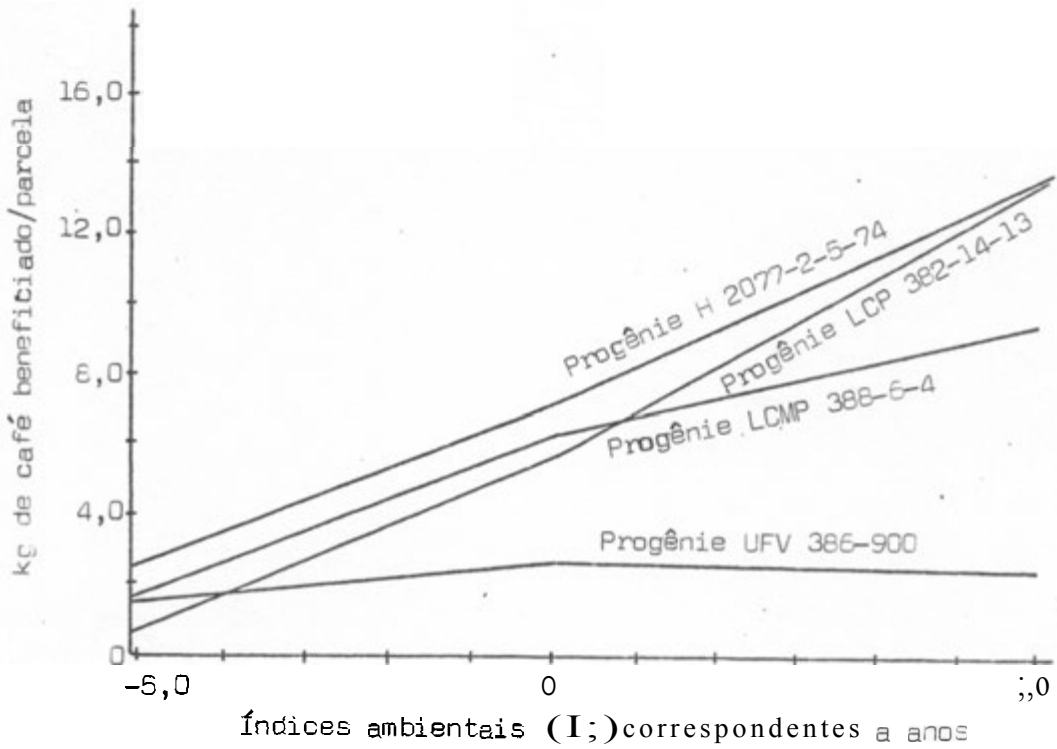


FIGURA 1 - Representação das equações de regressão para quatro progênies, considerando-se anos e biênios de produção.

TABELA 10 - Estimativas dos índices ambientais para produção de café beneficiado, pelas progênies, em kg/parcela, considerando as produções agrupadas por biênios de colheitas. Varginha, MG, 1979-1988.

Biênios	Média	Índice (I)
1	5,286	-1,253
2	7,241	0,701
3	5,821	-1,718
4	9,211	2,672
5	5,136	-1,403

TABELA 11 - Estimativas dos parâmetros de estabilidade da produção de café beneficiado em kg/parcela, segundo método proposto por SILVA & BARRETO (55) e modificado por CRUZ et alii (26), considerando cinco biênios de colheitas obtidas na avaliação de progênes. Varginha, MG, 1979-1988

Progênie	B ₀	B ₁	B ₂	B ₁ +B ₂	R ²
LCMP 388-6-4	6,920	0,368	1,030	1,399	0,545
LCMP 376-4-3	6,291	1,152	-0,450	0,702	0,968
LCP 382-14-13	6,212	1,101	0,439	1,540	0,860
LCP 388-17	7,228	0,975	0,755	1,729	0,884
LCP 386-2	6,490	0,927	0,191	1,119	0,918
LCP 464-2	6,987	0,917	0,736	1,652	0,847
LCMP 515-3	6,488	0,914	0,757	1,672	0,940
LCMP 515-20	6,880	1,163	0,324	1,487	0,968
H 2077-2-5-47	7,062	1,120	-0,920	0,199	0,893
H 2077-2-5-30	7,329	1,033	-0,719	0,314	0,961
H 2077-2-5-74	7,937	1,458	-0,241	1,217	0,991
H 2077-2-5-28	6,296	1,093	0,090	1,183	0,999
H 2077-2-5-39	7,335	1,155	-0,248	0,906	0,990
H 2077-2-5-86	7,046	0,990	-0,923	0,067	0,938
H 2077-2-12-47	7,288	0,856	-0,606	0,249	0,950
H 2077-2-5-81	6,998	0,928	0,201	1,129	0,992
H 2077-2-5-144	7,548	1,285	-0,434	0,851	0,973
H 2077-2-5-72	6,913	1,092	-0,342	0,749	0,948
H 2077-2-5-24	6,884	0,932	-0,480	0,452	0,861
H 2077-2-5141	6,456	1,142	0,590	1,732	0,992
H 2077-2-5-51	6,846	0,932	0,181	1,113	0,982
LCP 474-19	7,803	1,110	-0,730	0,380	0,873
LCP 474-7	6,187	1,043	0,506	1,549	0,975
LCP 474-20	5,815	1,369	0,518	1,887	0,997
LCP 474-4	6,474	1,122	-0,611	0,512	0,918
RPP 474-18	7,472	1,201	-0,476	0,725	0,993
RPP 474-16	6,791	1,219	1,150	2,369	0,969
LCJ 9-9-1	5,508	1,182	-0,165	1,017	0,981
LCJ 3-18	5,778	0,755	0,394	1,148	0,929
CP 501-2	6,712	1,401	0,504	1,905	0,936
CP 441-5	7,281	1,268	1,455	2,724	0,913
CP 447-2	6,778	1,173	0,094	1,079	0,844
UFV 386-900	3,090	-0,115	-1,635	-1,752	0,184
UFV 421-769	2,388	-0,132	-1,234	-1,366	0,154
H 2077-2-5-81 (padrão)	6,059	1,097	0,431	1,529	0,977
UFV 314-979	5,834	0,774	0,057	0,830	0,795

4.3. Seleção antecipada

A fase produtiva do **cafeeiro** **prolonga-se** por mais de 20 anos. Se o melhorista for esperar todo esse tempo para decidir sobre quais **progênes** **selec**cionar, a eficiência do processo seletivo considerando o tempo gasto na avaliação será muito **baixa**. Além do mais, durante sua vida profissional ele **est**aria realizando um **número** restrito de seleções. Considerando ainda a **diversida**de de ambientes e de **genótipos** à disposição do melhorista, este deve tornar **mais dinâmico** o seu trabalho, para alcançar o sucesso. A principal alternativa à disposição do melhorista é a seleção antecipada. Para isso é necessário que ele identifique o número mínimo de colheitas que lhe possibilite realizar com eficiência a seleção. Uma das alternativas para se chegar a esse **número mí**nimo de colheitas é estimar a correlação entre a **produtividade** média por colheita, ou combinações de colheitas, com a **produtividade** média ao longo de todas as colheitas. **As** estimativas do coeficiente de correlação fenotípica **ob**tidas neste trabalho são apresentadas na Tabela 12.

De início constata-se que a correlação entre a produtividade média da primeira colheita e a **produtividade** média dos dez anos foi negativa. **As** **sim**, evidentemente a primeira colheita não deve servir como indicador do **poten**cial da **progênie**. Essa correlação negativa possivelmente seja devida a **desu**riformidade das plantas em sua fase inicial. Ressalta-se que a não utilização da primeira colheita já foi discutida anteriormente sob outros aspectos.

Todas as outras correlações, **embora** diferindo em magnitude, foram sempre positivas. Quando se considera as produções de uma colheita, **cons**tata-se que os valores foram relativamente altos a partir do quarto ano. As **flutuações** a partir **daí** foram pequenas, **exceto** no quinto ano. Esses resultados estão mostrando que pelo menos para este ensaio as produções médias por colheita, a partir do quarto ano, possibilitariam ao melhorista identificar as **progênes** mais **promissoras**, com relativa segurança. Deve-se destacar que **quan**do se considera as **produtividades** médias dos dados agrupados em **biênios**, prin-

TABELA 12 – Coeficiente de correlação fenotípica entre as médias das produções anuais, bienais, trienais, quadrienais, quinquenais e acumuladas de 6 anos, 7 anos, 8 anos e 9 anos em relação à média das produções do decênio, tomadas em kg de café beneficiado por parcela em ensaio de avaliação de progênie. Varginha, MG, 1979-1988.

	Produções Médias Correspondentes a												
	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	6º Ano	7º Ano	8º Ano	9º Ano	10 Anos	1º Biên.	2º Biên.	3º Biên.
Coefic.													
r	-0,430	0,360	0,219	0,798	0,458	0,734	0,731	0,797	0,677	0,693	0,048	0,856	0,894
F													
Média	1,49	9,08	3,98	10,50	7,13	4,52	12,68	5,75	4,36	5,91	5,29	7,24	5,82
Continua.. .													

	Produções Médias Correspondentes a												
	4º Biên.	5º Biên.	1º Triên.	2º Triên.	3º Triên.	1º Quadri.	2º Quadri.	1º Quinq.	2º Quinq.	6 Anos	7 Anos	8 Anos	9 Anos
Coefic.													
r	0,897	0,882	0,144	0,957	0,894	0,610	0,937	0,727	0,932	0,857	0,957	0,987	0,985
F													
Média	9,21	5,14	4,85	7,38	7,59	6,26	7,52	6,44	6,64	6,12	7,05	6,89	6,61

principalmente, as correlações foram altas, exceto no caso do primeiro biênio e primeiro triênio. É provável que as correlações tenham sido baixas nesse caso em função do desempenho da primeira colheita.

Uma outra alternativa para se avaliar a eficiência da seleção antecipada seria a simulação de seleção em qualquer fase do trabalho de avaliação, verificando-se em seguida que percentagem desses materiais seria selecionada com base na produção média dos 10 anos. Utilizando como exemplo a seleção de 25% realizada com base nas produções médias do quarto ano e também do primeiro quadriênio, seriam selecionadas as progênies apresentadas na Tabela 13. Nesta mesma tabela são apresentadas as progênies selecionadas com base nas produções médias de 10 anos, utilizando-se a mesma intensidade de seleção. Aplicando-se a expressão de HAMBLEN & ZIMMERMANN, (37), obtém-se uma eficiência de 62,5% para a seleção com base nas médias do quarto ano, e 75,0% com base nas médias do primeiro quadriênio, em relação às produções médias dos 10 anos. Deve-se mencionar que mesmo utilizando uma intensidade de seleção menor, a eficiência da seleção nesse caso ainda seria grande.

Do exposto é possível inferir que a avaliação de progênies nesse caso poderia ter sido realizada com apenas quatro colheitas. Esses resultados até certo ponto estão em concordância com observações de SERA (53), o qual não constatou aumento da eficiência de seleção com um número de colheitas superior a seis. Esse fato deve merecer maior atenção dos melhoristas para que possam ter mais sucesso durante sua vida profissional.

Deve-se ressaltar que os dados analisados não permitem prever por quanto tempo prolonga a fase produtiva de cada progênie. Assim, seria conveniente a continuação das observações, após as 10 colheitas avaliadas, para que se possa determinar a longevidade dos materiais.

TABELA 13 - Progênies selecionadas a 25% de intensidade com base nas produções médias de 10 anos, do quarto ano e do primeiro quadriênio, em kg de café beneficiado por parcela. Varginha, MG, 1979 a 1988.

10 Anos		Quarto Ano		Primeiro Quadriênio	
Progênie	Média	Progênie	Média	Progênie	Média
H 2077-2-5-74	7,94	*H 2077-2-5-74	14,54	*LCP 474-19	8,16
LCP 474-19	7,80	*H 2077-2-5-39	14,41	*H 2077-2-5-74	7,63
H 2077-2-5-144	7,55	*LCP 474-19	14,17	*H 2077-2-5-144	7,63
RPP 474-18	7,47	*H 2077-2-5-30	13,77	*H 2077-2-5-30	7,62
H 2077-2-5-30	7,33	*H 2077-2-5-144	13,66	H 2077-2-5-47	7,56
H 2077-2-5-39	7,33	*RPP 474-16	12,79	*H 2077-2-12-47	7,43
H 2077-2-12-47	7,29	H 2077-2-5-47	12,45	H 2077-2-5-86	7,38
CP 44.1-5	7,28	H 2077-2-5-86	12,21	*RPP 474-18	7,31
LCP 388-17	7,23	H 2077-2-5-72	12,10	*H 2077-2-5-39	7,26

* Progênie que consta na seleção realizada com base na média de 10 anos.

5. CONCLUSÕES

1. A precisão das avaliações variou bastante, sendo muito baixa na primeira colheita, de onde se deduz que esta deve ser desprezada por ocasião da avaliação dos materiais. As análises com totais ou agrupadas em biênios, triênios, quadriênios e quinquênios contribuíram para melhorar a precisão.
2. De um modo geral as progênies dentro de cada cultivar mostraram pequena variação, o mesmo acontecendo entre a maioria dos grupos. Contudo, a progênie de Catuaí Amarelo H 2077-2-5-74 destacou-se como a mais produtiva.
3. Os materiais portadores de alelos que conferem resistência ao agente causador da ferrugem do cafeeiro mostraram-se pouco adaptados e em consequência a produtividade média foi baixa.
4. O efeito de interação entre progênies e colheitas foi de magnitude elevada na análise referente às colheitas anuais. O agrupamento em biênios contribuiu para reduzir essa interação.
5. O coeficiente de variação da produção das progênies ao longo das colheitas não deve ser utilizado como medida de estabilidade biológica, por estar muito associado à média.
6. Embora a variação entre as progênies não fosse acentuada, o método utilizado para avaliação da estabilidade considerando as produções tornadas por anos e também agrupadas por biênios permitiu discriminar alguns materiais. As

progenies UFV 386-900 e UFV 421-769 foram as menos estáveis, e a progênie H 2077-2-5-74, com a maior produtividade média, mostrou ser responsiva à melhoria das condições ambientais.

7. Observou-se que quatro colheitas já seriam suficientes para se ter informação sobre os melhores materiais, com eficiência de 62,5% para a seleção com base nas médias do quarto ano e 75,0% com base nas médias do primeiro quadriênio, em relação às produções médias dos 10 anos.

6. RESUMO

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE PROGENIES DO CAFEIEIRO
(Coffea arabica L.)

Autor: Samuel Pereira de Carvalho

Orientador: Prof. Dr. Magno Antonio Patto Ramalho

Visando obter alternativas para avaliação de progênies do cafeiro no que se refere a produtividade de grãos e estabilidade de produção; bem como verificar a possibilidade de se proceder a seleção com base em um menor número de colheitas, foram utilizados dados de competição de progênies obtidos pelo Instituto Brasileiro do Café em Varyinha. Nesse ensaio foram avaliadas em blocos casualizados, com três repetições, 36 progênies envolvendo os cultivares Mundo Novo, Catuaí Amarelo, Catuaí Vermelho, Mundo Novo-Acaia, Bourbon Amarelo, Catimor e Catindú. Os dados foram obtidos em 10 colheitas sucessivas, de 1979 a 1988. Foi realizada a análise de variância da produção total e também anual. Os dados de produção tomados em anos e também agrupados em biênios, triênios, quadriênios e quinquênios de colheitas foram analisados como parcelas subdivididas no tempo. Com base nessas análises foi estimado o coeficiente de determinação genotípica, "b". Foi também estudada a estabilidade fenotípica da produção e analisada a possibilidade de seleção com base em um menor número de colheitas. A precisão das avaliações variou bastante, sendo muito baixa na primeira colheita, de onde se deduz que esta deve ser despreza-

da por ocasião da avaliação dos materiais. As análises com totais ou agrupadas em biênios, triênios, quadriênios e quinquênios contribuíram para melhorar a precisão; de um modo geral as progenies dentro de cada cultivar mostraram pequena variação, o mesmo acontecendo entre a maioria dos grupos. Contudo, a progênie H 2077-2-5-74 destacou-se como a mais produtiva; os materiais portadores de alelos que conferem resistência ao agente causador da ferrugem do café mostraram-se pouco adaptados e em consequência a produtividade média foi baixa. O efeito de interação entre progênies e colheitas foi de magnitude elevada na análise referente às colheitas anuais. O agrupamento em biênios contribuiu para reduzir essa interação; a utilização do coeficiente de variação & produção das progênies ao longo das colheitas como medida de estabilidade biológica, mostrou não ser muito apropriada. Embora a variação entre as progênies não fosse acentuada, o método utilizado para avaliação da estabilidade, considerando produções anuais e bienais, permitiu discriminar alguns materiais. As progênies UFV 386-900 e UFV 421-768 foram as menos estáveis, enquanto a progênie H 2077-2-5-74 mostrou ser responsiva à melhoria das condições ambientais, apresentando ainda a maior média; observou-se que quatro colheitas já seriam suficientes para se ter informação segura sobre os melhores materiais.

7. SUMMARY

EVALUATION METHODOLOGIES OF COFFEE PLANT (Coffea arabica L.) PROGENIES

Author: Samuel Pereira de Carvalho

Adviser: Prof. Or. Magno Antonio Patto Ramalho

Aiming at alternatives for evaluation of coffee plant progenies concerning to grain yield and production stability as well as at the possibility to proceed with selection even when based on a small number of harvests, data generated by the Brazilian Coffee Institute - Varginha, MG - from progeny competition experiments were analysed. The experimental design was a randomized complete block with three replicates and 36 treatments - coffee progenies - which involved the following cultivars: Mundo Novo, Catuai Amarelo, Catuai Vermelho, Mundo Novo-Acaia, Bourbon Amarelo, Catimor, and Catindu. Analysed data referred to 10 successive harvest during 1979-1988 time period. A two way analysis of variance was run for both annual and total yields. Also a split-plot in time analysis of variance was performed having as subplots ten simple harvests, five groups of two harvests, three groups of three harvests, two groups of both four and five harvests. The genotypic coefficient of determination 'b' was estimated, the phenotypic yield stability was studied, and selection based on small number of harvests was evaluated. Results and conclusions can be summarized as:

- precision of the evaluation varied greatly. ■ was extremely low in the first harvest which should be ignored; however, analyses performed on totals or on groups of 2, 3, 4 and 5 harvests improved the precision;
- in general, progenies within cultivars and most of the groups showed a very small variations; H 2077-2-5-74 progeny was the most productive;
- rust resistant alleles - tearing progenies exhibited a low degree of adaptation; as a consequence, they had a low average mean yield overall;
- progeny x harvest interaction estimates were very high for harvests taken annually; they were reduced, however, when harvests were considered in groups of two;
- use of coefficient of variation related to progeny yield throughout the harvests as a biological stability measure was considered inappropriate;
- although the variation among progenies was not easily distinguishable, the method used to evaluate the stability detected differences in some of the materials tested; H 2077-2-5-74 on one side, and UFV 386-900 and UFV 421-769 on the other side were progenies which exhibited the highest and lowest' degree of stability, respectively;
- ■ was observed that four harvests suffice to gather fair amount of information in order to identify superior coffee materials.

8. LITERATURA CITADA

01. ALMEIDA, S.R.; ARAÚJO NETTO, K. G CARVALHO, A. Produtividade de linhagens Mundo Novo, Catuaí, Bourbon Amarelo, Catimor e Catindú no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Anais... Rio de Janeiro, IBC, 1983. p.366-7.
02. _____ E _____. Produtividade de linhagens de Mundo Novo, Catuaí, Bourbon Amarelo, Catimor e Catindú no Sul de Minas Gerais: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, Londrina, 1984. Resumos... Rio de Janeiro, IBC, 1984. p.177-8.
03. _____ E _____. Produtividade de linhagens de Mundo Novo, Catuaí, Bourbon Amarelo, Catimor e Catindú no Sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 13, São Lourenço, 1986. Trabalhos apresentados.. Rio de Janeiro, IBC, 1986. p.105-10.
04. _____ G CARVALHO, A. Competição de linhagens das variedades comerciais de cafe' arábica, Mundo Novo e Catuaí - resultados preliminares das três primeiras colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, Campinas, 1987. Trabalhos apresentados... Rio de Janeiro, IBC, 1987. p.205-7.

05. ANTUNES-FILHO, H. & CARVALHO, A. Análises de produção de progênies e híbridos de café bourbon. Bragantia, Campinas, 16:175-95, 1957.
06. ARAÚJO NETTO, K. de; OLIVEIRA, J.C. & FAZUOLI, L.C. Ensaio comparativo de produtividade de cafés de Costa Rica e cultivares nacionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 3, Curitiba, 1975. Resumos... Rio de Janeiro, IBC, 1975. p.32.
07. _____; PEREIRA, J.B.O.; KAISER, A.A.P.G. Seleção de progênies de Icatu, Catimor e outras - ensaio comparativo com linhagens de cultivares nacionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Anais... Rio de Janeiro, IBC, 1983. p.75-9.
08. BECKER, H.C. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. Euphytica, Wagening, 30(3):835-40, Dec. 1981.
09. BETTENCOURT, A. J. & CARVALHO, A. Melhoramento visando resistência do café à ferrugem. Bragantia, Campinas, 27(4):35-68, 1968.
10. CAMARGO, R. & TELLES JUNIOR, A.Q. O café no Brasil; sua aclimação e industrialização. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola - M.A., 1953. n.l. 535p.
11. CARVALHO, A. Melhoramento do café. VI-Estudo e interpretação, para fins de seleção, de produções individuais na variedade bourbon, Bragantia, Campinas, 12(4/6):179-200, abr./jun. 1952.
12. _____. Pesquisas sobre o melhoramento do café. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, J.A. Nutrição e adubação do café. Piracicaba, Instituto da Potassa e do Fosfato (EUA), 1981. p.11-26.

13. CARVALHO, A.; COSTA, W.M. & FAZUOLI, L.C. Hibridação no melhoramento de cafeeiros (Coffea arabica) de porte reduzido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEÉIRAS, 8, Campos do Jordão, 1980. Resumos... Rio de Janeiro, IBC, 1980. p.231-34.
14. _____; KRUG, C.A.; MENDES, J.E.T.; ANTUNES FILHO, H.; MORRIS, H. de; ALOISI SOBRINHO, J.; MORAIS, M.V. de & ROCHA, T.R. da. Melhoramento do cafeeiro, IV - Cafe' Mundo Novo. Bragantia, Campinas, 12(4/6):97-129, abr./jun. 1952.
15. _____ & MONACO, L.C. Melhoramento do cafeeiro XXXI. Ensaio de populações F₂ de híbridos entre cultivares de Coffea arabica. Bragantia, Campinas, 26(5):79-92, 1967.
16. _____ G _____. The breeding of arabica coffee. In: FERWERDA, F.P., ed. Outlines of perennial crop breeding in the tropic. Wageningen, Veenman, 1969. p.189-241.
17. _____ & _____. Melhoramento do cafeeiro visando a resistência à ferrugem alaranjada. Ciência e Cultura, São Paulo, 23(2):141-6, 1971.
18. _____ & _____. Transferência do fator caturra para o cultivar Mundo Novo de Coffea arabica. Bragantia, Campinas, 31(31):379-99, 1972.
19. _____ G ANTUNES FILHO, H. Melhoramento do cafeeiro, XV - Variabilidade observada em progênies de cafe'. Bragantia, Campinas, 18(26):373-86, 1959.
20. _____ G FAZUOLI, L.C. Melhoramento do cafeeiro. XXXIX - Produtividade e características de progênies S₂ e S₃ de Mundo Novo e Bourbon Amarelo e de híbridos entre esses cultivares. Bragantia, Campinas, 37(15):129-38, 1978.

21. CARVALHO, A.; MONACO, L.C. & SCARANARI, H.J. Variação na produtividade de cafeeiros importados, com referência especial ao material da Etiópia e do Sudão. Bragantia, Campinas, 21(13):215-39, 1962.
22. CARVALHO, M.M.; SOUZA, P. & OLIVEIRA, J.M. Comportamento de progênies do cultivar Catuaí (Coffea arabica, L.) em Lavras, Minas Gerais. Agros, Lavras, 5(1):3-14, 1975.
23. _____ & _____. Comportamento de 25 progênies do cultivar Mundo Novo (Coffea arabica, L.) em Lavras, Minas Gerais. Agros, Lavras, 4(2):40-51, 1974.
24. CASTILLO-ZAPATA, J. & MORENO-RUIZ, G. Selección de cruzamientos derivados del híbrido Timor en la obtención de variedades mejoradas de café para Colombia. Cenicafé, Chinchiná, 32(2):37-53, abr./jun. 1981.
25. _____ & QUICENO, G.H. Estudio de la producción de seis variedades comerciales de café. Cenicafé, Chinchiná, 19(1):18-39, 1968.
26. CRUZ, C.D.; TORRES, R.A. & VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 12(3):567-80, Sept. 1989.
27. EBERHART, S.A. & RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, Madison, 6(1):36-40, Jan./Feb. 1966.
26. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Melhoramento genético do cafeeiro; Relatório final apresentado ao Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica. Lavras, FIEPEC - Banco do Brasil S.A., 1987. 97p.

29. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Relatório técnico anual, 1983. Belo Horizonte, Secretaria de Estado da Agricultura, 1985. 268p.
30. ESKES, A.B. Incomplete resistance to coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*). Wageningen, Landbouwhogeschool de Wageningen, 1983. 140p. (Tese de Doutoramento).
31. _____ & LEVY, F.A. Análise genética, a nível diploide, da resistência encontrada no café Icatu à *Hemileia vastatrix*. Primeiros resultados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEÉIRAS, 14, Campinas, 1987, Trabalhos apresentados... Rio de Janeiro, IBC, 1987. p.97-9.
32. FALCONER, D.S. Introducción a la genética cuantitativa. Mexico, Companhia Editorial Continental, 1981. 430p.
33. FASOULAS, A.C. Rating cultivars and trials in applied plant breeding. Euphytica, Wageningen, 32(3):939-43, Nov. 1983.
34. FAZUOLI, L.C.; GALLO, P.B.; CARVALHO, A.; COSTA, W.M. da & ROCHA, T.R. da. Seleção do café Icatu em Mococa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEÉIRAS, 9, São Lourenço, 1981. Resumos... Rio de Janeiro, IBC, 1981. p.178-81.
- 35 _____ & CARVALHO, A. Estudo de avaliação precoce de progênies de café do cultivar Mundo Now. Ciência e Cultura, Campinas, 31(7):575-6, 1979. (Suplemento).
36. FRANCIS, T.R. & KANNENBERG, L.W. Yield stability studies in short-season maize. ■ A descriptive method for grouping genotypes, Canadian Journal Plant Science, Ottawa, 58:1029-34, 1978.

37. HAMBLIN, J. & ZIMMERMANN, M.J.O. Breeding common bean for yield in mixtures. Plant Breeding Reviews, Connecticut, 4:245-72, 1986.
38. INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Cultura do café no Brasil; manual de recomendações. 5.ed, Rio de Janeiro, 1985. 580p.
39. _____. Levantamento da realidade cafeeira do Sul de Minas/1985. Varigina, ARVAR-DACAF, 1985. 65p.
40. KAISER, A.A.P.G. Comparações entre seleções de Catimor e Icatu com Catuaí Amarelo e Mundo Novo em Cornélio Procópio, Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9, São Lourenço, 1981. Resumos... Rio de Janeiro, IBC, 1981. p.385-8.
41. _____; ARAÚJO NETTO, K. de; PAULINO, A.J.; REBEL, E.K. & PEREIRA, J.B. O. Melhoramento genético de Coffea arabica L. Londrina, IBC/DACAF, 1979. 30p.
42. KRUG, C.A. Genética de Coffea. Boletim Técnico. IAC, Campinas, 26:1-39, 1936.
43. _____. Mutações em Coffea arabica. Bragantia, Campinas, 9(1-4):1-10, 1949.
44. _____; MENDES, J.E.T. & CARVALHO, A. Taxonomia de Coffea arabica L. var. caturra. Ciência e Cultura, São Paulo, 2(1):33, 1950.
45. _____ G _____. Taxonomia de Coffea arabica L. var. Caturra e sua forma xanthocarpa. Bragantia, Campinas, 9(9/12):157-163, 1949.

46. LIN, C.S.; BINNS, M.R. & LEFKOVITCH, L. Stability analyses: where do we stand? Crop Science, Madison, 26(5):894-9, Sept./Oct. 1986.
47. MEDINA-FILHO, H.P.; CARVALHO, A.; SONDAHL, M.R.; FAZUOLI, L.C. & COSTA, W. M. Coffee breeding and related evolutionary aspects. In: JANICK, J.; ed. Plant breeding reviews. Westport, AVI, 1984. n.2, p.157-94.
48. MENDES, J.E.T. Melhoramento de Coffea arabica L. var. bourbon. Bragantia, Campinas, 1(1):3-35, 1941.
49. MORENO-RUIZ, G.; CARTILLO-ZAPATA, J. & OROZCO-GALLEGO, L. Estabilidad de la produccion de progenies de cruzamientos de Caturra por Hibrido de Timor. Cenicafé, 35(4):79-93, oct./dec. 1984.
50. PEREIRA, J.B.D. Avaliação de genótipos de café resistentes à ferrugem (Hemileia vastatrix, Berk et Br.). Viçosa, UFV, 1985. 60p. (Tese MS).
51. RESENDE, M.R.V. de. Seleção de progenies de feijoeiro resistentes a Colletotrichum lindemuthianum (Sacc et Magn) Scrib na população ESAL 501 x T0. Lavras, ESAL, 1989. 68p. (Tese MS).
52. SATTERTHWAITTE, F.E. An approximate distribution of estimates of variance components. Biometrics, 2:110-14, 1946.
53. SERA, T. Estimação dos componentes da variância e do coeficiente de determinação genotípica da produção de grãos de café (Coffea arabica L.). Piracicaba, ESALQ, 1980. 62p. (Tese MS).
54. . Possibilidade de emprego de seleção nas colheitas iniciais de café (Coffea arabica, L. cv. Acaiaí). Piracicaba, ESALQ, 1987. 147p. (Tese Doutorado).

55. SILVA, J.G. & BARRETO, J.N. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo por ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1, Piracicaba, 1985. Resumos... Piracicaba, Fundação Cargill, 1985. p.49-50.
56. SOUZA, S.P.; BARTHOLD, G.F. E MELLES, C.C.A. Competição de linhagens do cafeeiro Catuaí (Coffea arabica, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4, Caxambu, 1976. Resumos... Rio de Janeiro, IBC, 1976. p.262-3.
57. SRINIVASAN, C.S. & VISHVESHWARA, S. Variability and breeding value of some characters related to yield in a world collection of arabica coffee. Indian Coffee, Bangalore, 45(5):119-22, May 1981.
58. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.
59. STEVENS, W.L. Análise estatística de ensaio de variedades de café. Bragentia, Campinas, 9(5/8):103-23, 1949.
60. SYLVAIN, P.G. Observations on Coffea arabica L. in Ethiopia. Turrialba, Costa Rica, 5(1/2):37-53, 1955.
61. VELLO, N.A.; FEHR, W.R. & BAHRENFUS, J.B. Genetic variability and agronomic performance of soybean populations developed from plant introductions. Crop Science, Madison, 24(3):511-14, May/June 1984.
- 62 VENEZIANO, W. Comportamento de progênies de cafeeiros (Coffea arabica L.) em Ouro Preto D'Oeste - Rondonia. Lavras, ESAL, 1984. 41p. (Tese MS).

63. VOSSEN, H.A.M. van der. Coffee selection and breeding. In: CLIFFORD, M. N. E WILSON, K.C. Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage. Croom Helm, 1985. Cap.3, p.48-96.
64. WALYARO, D.J. & VOSSEN, H.A.M, van der. Early determination of yield potential in arabica *coffea* by applying index selection. Euphytica, Wageningen, 28(2):465-72, 1979.

APÉNDICE

TABELA 1A - Relação de progênies dos cultivares de Coffea arabica L. que constituem o ensaio instalado na Estação Experimental do IBC em Varginha, MG.

Cultivar	Progênies
Mundo Novo	LCMP 388-E-4 LCMP 3764-3 LCP 382-14-13 LCP 388-17 LCP 386-2 LCP 464-2 LCMP 515-3 LCMP 515-20 CP 501-2 CP 441-5 CP 447-2
Catuaí Amarelo	H 2077-2-5-47 H 2077-2-5-30 H 2077-2-5-74 H 2077-2-5-28 H 2077-2-5-39 H 2077-2-5-86 H 2077-2-12-47
Catuaí Vermelho	H 2077-2-5-81 H 2077-2-5-144 H 2077-2-5-72 H 2077-2-5-24 H 2077-2-5-141 H 2077-2-5-51 H 2077-2-5-81 (padrão)
Mundo Novo-Acaia	LCP 474-19 LCP 474-7 LCP 474-20 LCP 474-4 RPP 474-18 RPP 474-16
Bourbon Amarelo	LCJ 9-9-1 LCJ 3-18
Catimor	UFV 386-900 UFV 421-769
Catindú	UFV 314-979

TABELA 2A - Produção das progênies em quilogramas de café beneficiado por parcela. Varginha, MG, 1979 a 1988.

Progênies	Anos de Colheitas					
	Produções Médias					
	1979	1980	1981	1982	1983	1984
LCMP 388-6-4	1,21	8,41	3,07	9,15	10,87	4,11
LCMP 376-4-3	0,65	8,03	4,01	11,09	5,63	5,39
LCP 382-14-13	0,52	7,65	2,56	10,73	4,52	4,91
LCP 388-17	1,68	10,49	3,89	10,69	6,18	4,61
LCP 386-2	0,94	8,24	2,62	11,31	6,75	5,05
LCP 464-2	1,17	9,35	2,46	11,56	5,25	5,78
LCMP 515-3	0,97	8,28	2,55	10,22	6,24	5,70
LCMP 515-20	1,56	8,09	4,58	10,15	7,47	5,03
H 2077-2-5-47	1,49	11,32	4,97	12,45	9,15	3,91
H 2077-2-5-30	1,44	11,54	3,72	13,77	8,10	5,18
H 2077-2-5-74	1,73	10,31	3,93	14,54	5,33	7,82
H 2077-2-5-28	0,84	9,19	2,45	11,49	5,91	5,17
H 2077-2-5-39	1,04	11,26	2,35	14,41	7,81	5,26
H 2077-2-5-86	1,69	10,62	5,00	12,21	8,46	4,93
H 2077-2-12-47	2,33	10,49	5,70	11,19	10,41	3,66
H 2077-2-5-81	2,33	9,13	5,23	9,62	9,64	3,54
H 2077-2-5-144	2,00	10,82	4,05	13,66	7,26	6,16
H 2077-2-5-72	2,16	10,18	4,01	12,10	7,49	3,76
H 2077-2-5-24	2,62	10,20	4,64	11,27	8,57	4,52
H 2077-2-5-141	1,17	8,34	3,81	9,50	7,00	4,81
H 2077-2-5-51	1,29	9,88	3,14	11,57	7,36	4,41
LCP 474-19	2,56	11,27	4,65	14,17	4,70	7,00
LCP 474-7	1,15	7,78	3,13	9,63	7,28	4,51
LCP 474-20	0,70	7,15	3,60	8,89	5,93	4,13
LCP 474-4	0,66	7,77	4,25	11,43	5,37	6,79
RPP 474-18	1,18	10,48	4,81	12,79	6,16	6,76
RPP 474-16	0,65	8,50	3,95	9,08	7,25	4,87
LCJ 9-91	1,37	7,40	5,74	7,22	7,83	1,67
LCJ 3-18	1,52	7,67	4,25	7,71	7,72	1,83
CP 501-2	0,57	7,65	4,96	9,25	9,37	4,09
CP 441-5	0,58	8,11	4,50	8,87	9,01	5,25
CP 447-2	0,41	7,74	4,43	11,02	5,43	
UFV 386-900	5,42	9,19	4,39	4,88	2,81	1,48
UFV 421-769	2,70	9,69	1,59	5,59	1,49	0,42
H 2077-2-5-81 (padrão)	1,03	7,74	3,67	9,03	8,72	2,86
UFV 314-979	2,31	7,05	6,51	5,89	12,07	0,75

Continua. . .

TABELA 2A - Continuação

Progenies	Anos de Colheitas					
	Produções Médias					Prod. Total
	1985	1986	1987	1988	1979-88	1979-88
LCMP 388-6-4	11,00	6,73	4,00	10,64	6,92	69,19
LCMP 376-4-3	12,80	5,07	3,20	7,04	6,29	62,92
LCP 382-14-13	14,77	4,60	3,33	8,52	6,21	62,11
LCP 388-17	14,27	7,13	4,33	9,00	7,23	72,27
LCP 386-2	9,93	8,40	3,67	8,00	6,49	64,91
LCP 464-2	15,40	5,13	6,73	7,04	6,99	69,87
LCMP 515-3	12,96	6,40	5,40	6,16	6,49	64,88
LCMP 515-20	12,67	7,93	3,23	8,08	6,88	68,79
H 2077-2-5-47	11,87	6,33	4,27	4,88	7,06	70,64
H 2077-2-5-30	11,99	6,73	4,13	6,68	7,33	73,28
H 2077-2-5-74	12,47	10,80	4,60	7,84	7,94	79,37
H 2077-2-5-28	13,00	5,60	4,80	4,52	6,30	62,97
H 2077-2-5-39	11,73	8,60	5,40	5,48	7,33	73,34
H 2077-2-5-86	12,00	5,47	3,93	6,16	7,05	70,47
H 2077-2-12-47	13,33	4,53	6,33	4,92	7,29	72,89
H 2077-2-5-81	13,17	6,13	4,60	6,60	7,00	69,99
H 2077-2-5-144	14,27	6,80	4,27	6,20	7,55	75,49
H 2077-2-5-72	13,53	5,53	5,80	4,56	6,91	69,12
H 2077-2-5-24	13,09	4,60	5,60	3,72	6,88	68,83
H 2077-2-5-141	15,53	4,60	5,40	4,40	6,46	64,56
H 2077-2-5-51	12,37	6,73	6,47	5,24	6,85	68,46
LCP 474-19	13,33	7,00	3,13	10,20	7,80	78,02
LCP 474-7	14,73	4,13	4,00	5,52	6,19	61,86
LCP 474-20	14,13	5,80	3,33	4,48	5,81	58,14
LCP 474-4	11,69	6,00	4,07	6,72	6,47	64,75
RPP 474-18	13,73	6,73	5,07	7,00	7,47	74,71
RPP 474-16	17,77	4,60	5,53	5,72	6,79	67,92
LCJ 9-9-1	12,31	4,67	2,80	4,08	5,51	55,09
LCJ 3-18	11,21	5,27	4,13	6,48	5,78	57,79
CP 501-2	15,92	5,80	4,60	4,92	6,71	67,13
CP 441-5	14,17	9,93	5,47	6,92	7,28	72,81
CP 447-2	13,30	6,40	3,80	8,80	6,78	67,78
UFV 386-900	2,13	0,23	0,20	0,16	3,09	30,89
UFV 421-769	1,67	0,13	0,27	0,32	2,39	23,87
H 2077-2-5-81 (padrão)	15,60	3,13	6,60	2,20	6,06	60,58
UFV 314-979	12,47	3,20	4,40	3,68	5,83	58,33

TABELA 3A - Dados mensais de precipitação (mm) e temperatura mínima (°C), ocorrido no período 1979-1988 em Varginha, MG. Fonte: IBC-DACAF - MG.3. Varginha, MG.

Meses	Observação	Anos									
		1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Jan.	Precipitação	120,0	313,6	279,4	132,2	368,2	82,3	402,1	305,4	206,5	197,0
Fev.	Precipitação	234,0	152,2	36,6	171,6	228,4	30,1	244,6	278,8	168,5	284,0
Mar.	Precipitação	180,0	28,0	130,2	326,5	239,7	93,5	477,7	132,5	94,5	100,0
Abr.	precipitação	73,0	187,0	69,6	34,9	129,0	113,3	44,0	17,7	140,5	118,0
	Temp. min.	12,15	13,73	13,83	14,08	16,11	16,00	15,70	16,06	16,46	16,93
Mai.	Precipitação	59,0	19,4	20,2	33,8	102,6	58,4	24,2	135,1	85,0	86,0
	Temp. min.	11,50	14,41	13,68	12,07	15,13	15,01	12,26	13,96	14,22	13,8
Jun.	Precipitação	-	107,6	43,4	26,0	123,4	-	2,5	1,0	22,0	20,0
	Temp. min.	5,95	11,56	10,60	12,94	13,34	11,97	8,26	10,05	10,96	8,90
Jul.	Precipitação	57,0	-	-	22,0	47,6	1,0	-	53,5	15,0	-
	Temp. min.	6,50	11,48	9,22	11,67	12,46	11,52	8,32	9,54	10,70	8,20
Ago.	Precipitação	53,0	2,4	8,0	23,0	0,6	18,8	3,5	62,0	4,0	-
	Temp. min.	9,86	13,39	11,61	13,03	11,32	12,09	11,09	12,70	10,03	9,50
Set.	Precipitação	157,0	50,0	44,0	44,0	339,3	69,0	63,8	24,0	131,0	42,0
	Temp. min.	13,57	13,43	13,13	13,30	14,37	12,87	12,93	12,37	14,03	14,16
Out.	Precipitação	48,0	53,8	214,0	157,0	181,3	21,6	72,3	32,0	60,0	100,5
Nov.	Precipitação	152,8	192,6	145,2	88,0	211,0	209,3	215,7	66,0	130,0	98,0
Dez.	Precipitação	213,0	301,5	258,6	419,0	363,2	293,4	280,2	472,0	286,0	275,0