

ADÉSIO FERREIRA

**ÍNDICE DE SELEÇÃO E ANÁLISE DE FATORES NA PREDIÇÃO  
DE GANHOS GENÉTICOS EM *Coffea canephora* var. *Conilon***

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA,  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2003

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

F383i  
2003

Ferreira, Adésio, 1971-

Índice de seleção e análise de fatores na predição de  
ganhos genéticos em *Coffea canephora* var. *Conilon* /  
Adésio Ferreira. – Viçosa : UFV, 2003.  
132p. : il.

Orientador: Paulo Roberto Cecon

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de

Viçosa

1. Café - Seleção - Critérios. 2. Genética quantitativa.  
3. Seleção de plantas - Melhoramento genético. 4. Café -  
Seleção - Predição de ganhos. I. Universidade Federal de  
Viçosa. II. Título.

CDD. 19 ed. 633.733

CDD. 20 ed. 633.733

ADÉSIO FERREIRA

**ÍNDICE DE SELEÇÃO E ANÁLISE DE FATORES NA PREDIÇÃO  
DE GANHOS GENÉTICOS EM *Coffea canephora* var. *Conilon***

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 29 de julho de 2003

---

Prof. Cosme Damião Cruz  
(Conselheiro)

---

Prof. Sebastião Martins Filho  
(Conselheiro)

---

Prof. Luiz Alexandre Peternelli

---

Pesq. Aymbiré Francisco A. da Fonseca

---

Prof. Paulo Roberto Cecon  
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais, Sebastião e Glória Marlene.

Aos meus irmãos, Adenílson, Denize e Deizimar.

A minha noiva Marcia.

Aos meus sobrinhos e afilhado.

Às minhas tias Augusta e Alzira.

Ao meu primo Ciro e minhas primas Solange, Sônia e Luíza.

À minha amiga Janete.

A toda a minha família

Aos meus queridos, que não estão mais comigo nesta vida:

Avô Joaquim, tio Ciro, tio Roberto e prima Rita.

## AGRADECIMENTO

A Deus, pela constante proteção e graça concedida.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar o Curso de Mestrado em Genética e Melhoramento.

Ao CNPq e a CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), por ter permitido a utilização de dados obtidos em seu programa de melhoramento e confiado a nós, a utilização dos mesmos, visando o desenvolvimento científico e tecnológico.

Ao professor Paulo Roberto Cecon, pela orientação, ensinamentos, apoio, amizade e carinho.

Ao professor Cosme Damião Cruz, pela cooperação, ensinamentos, amizade e apoio na conclusão deste trabalho.

Ao professor Sebastião Martins Filho, pela amizade, apoio e ensinamentos, desde a graduação.

Ao pesquisador Aymbiré Francisco A. da Fonseca e aos Professores Luiz Alexandre Peternelli, José Ivo Ribeiro Júnior e Carlos Henrique Osório da Silva, pelas críticas e sugestões, que permitiram a conclusão deste trabalho.

Ao pesquisador Romário Gava Ferrão pela amizade, apoio, ensinamentos, sugestões e compreensão.

Ao professor Edvaldo Fialho dos Reis, pelo apoio, confiança, incentivo, amizade, estímulo e carinho.

Aos meus familiares, pelo carinho e compreensão.

À minha noiva, pelo apoio, sugestões, carinho, paciência e companheirismo.

Aos funcionários da genética, Rita, Conceição e Sr. Paulo, pelo carinho e amizade.

Aos colegas da república, Adriano, Cristiano e Giovanni e aos do curso, pelo convívio maravilhoso.

A todos que contribuíram, direta e indiretamente, para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

Adésio Ferreira, filho de Sebastião Dias Ferreira e de Glória Marlene Ferreira, nasceu em Mimoso do Sul, Espírito Santo, em 12 de outubro de 1971.

Formou-se como Técnico em Agropecuária, pela Escola Agrotécnica Federal de Alegre, em dezembro de 1990.

Em 29 de julho de 1992, foi contratado pela Empresa Florestas Rio Doce S/A, do grupo Companhia Vale do Rio Doce S/A, na área de reflorestamento e florestamento, no setor de manutenção, como Gerente de Reflorestamento.

Em agosto de 1997, iniciou o curso de graduação em Engenharia Agrônômica, pela Universidade Federal do Espírito Santo, onde em abril de 2002, graduou-se como Engenheiro Agrônomo.

Em abril de 2002, iniciou curso de Mestrado em Genética e Melhoramento

na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se aos exames finais de defesa de tese, no dia 29 de julho de 2003.

## CONTEÚDO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	04
2.1. Importância Econômica.....	04
2.2. Origem e Caracterização da Espécie.....	06
2.3. Histórico no Brasil do <i>Coffea canephora</i> var. <i>conilon</i> .....	07
2.4. Estratégias e Melhoramento.....	08

### CAPÍTULO 1

#### COMPORTAMENTO “*PER SE*” DOS GENÓTIPOS DE *Coffea canephora*.



1. INTRODUÇÃO.....	13
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.1. Experimento e materiais genéticos.....	17
2.2. Delineamento Experimental.....	18
2.3. Características avaliadas.....	19
2.4. Análise de variância.....	19
2.5. Estimação de parâmetros genéticos e ambientais.....	20
2.5.1. Variabilidade genotípica.....	20
2.5.2. Variância fenotípica.....	21
2.5.3. Variância ambiental entre médias.....	21
2.5.4. Coeficiente de determinação genotípico.....	21
2.5.5. Coeficiente de variação genética.....	21
2.5.6. Coeficiente de variação experimental.....	21
2.5.7. Índice de variação.....	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
3.1. Análise de variância.....	23
3.2. Parâmetros genéticos e ambientais.....	26
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	31

## **CAPÍTULO 2**

### **PREDIÇÃO DE GANHOS EM CARACTERES DE *Coffea canephora* PELA SELEÇÃO DIRETA E INDIRETA.**

1. INTRODUÇÃO.....	34
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1. Experimento e materiais genéticos.....	37
2.2. Delineamento Experimental.....	37
2.3. Características avaliadas.....	37
2.4. Seleção direta.....	37
2.5. Seleção indireta.....	38
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40

3.1. Seleção direta e indireta.....	40
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	54

### **CAPÍTULO 3**

#### **PREDIÇÃO DE GANHOS PELA SELEÇÃO BASEADA EM ESCORES FATORIAIS EM CARACTERES AVALIADOS EM *Coffea canephora* var. *conilon*.**

1. INTRODUÇÃO.....	56
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	59
2.1. Experimento e materiais genéticos.....	59
2.2. Delineamento Experimental.....	59
2.3. Características avaliadas.....	59
2.4. Análise de fatores.....	59
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
3.1. Análise de Fatores.....	63
3.2. Predição de ganhos por seleção.....	66
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	84

### **CAPÍTULO 4**

#### **PREDIÇÃO DE GANHOS POR SELEÇÃO SIMULTÂNEO, DE CARACTERES AVALIADOS EM *Coffea canephora* var. *conilon*.**

1. INTRODUÇÃO.....	86
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	89
2.1. Experimento e materiais genéticos.....	89
2.2. Delineamento Experimental.....	89
2.3. Características avaliadas.....	89
2.4. Índices de Seleção.....	89

2.4.1. Índice Clássico de Seleção.....	90
2.4.2. Índice de Pesek e Baker (1969).....	92
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	94
3.1. Predição de ganhos por seleção Marilândia e Sooretama.....	95
3.1.1. Predição de ganhos por sel. para aumento da Produção e de PENEIRA (Fator1) em Marilândia e Sooretama.....	95
3.1.2. Predição de ganhos por sel. para aumento da produção e de BENEF/CICLO (Fator2) em Marilândia.....	100
3.1.3. Predição de ganhos por sel. para aumento da produção e de QUALIDADE1 (Fator3) em Marilândia e Sooretama.....	103
3.1.4. Predição de ganhos por sel. para aumento da produção e de QUALIDADE2 (Fator4) em Marilândia.....	108
3.1.5. Predição de ganhos por sel. para aumento da produção e de BENEF/CHOCHO (Fator2) em Sooretama.....	111
3.1.6. Predição de ganhos por sel. para aumento da Produção e de PENEIRA (Fator1), BENEF/CICLO (Fator2), QUALIDADE1 (Fator3), QUALIDADE2 (Fator4), Ciclo e Umidade em Marilândia.....	114
3.1.7. Predição de ganhos por sel. para aumento da Produção e de PENEIRA (Fator1), BENEF/CHOCHO (Fator2), QUALIDADE 1 (Fator3), Ciclo e Umidade em Sooretama.....	116
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	118
5.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	122

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>124</b>
--	------------

## RESUMO

FERREIRA, Adésio, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2003.  
**Índice de seleção e análise de fatores na predição de ganhos genéticos em *Coffea canephora* var. *conilon*.** Orientador: Paulo Roberto Cecon. Conselheiros: Cosme Damião Cruz e Sebastião Martins Filho.

O café é um dos produtos primários de maior valor no mercado mundial. O Brasil é o terceiro maior produtor de *Coffea canephora* do mundo e acordo com os dados da CONAB (2003), o estado do Espírito Santo é o maior produtor brasileiro com 65,56% da produção total. Neste trabalho, foi realizado o estudo do comportamento de 40 genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon* em dois locais, Marilândia e Sooretama, no Espírito Santo, tendo como objetivo, a orientação de estratégias no programa de melhoramento para se identificar genótipos superiores, a serem utilizados “per se” ou em programas de hibridação, que reúnem simultaneamente uma série de atributos favoráveis. O comportamento “per se” dos 40 genótipos foi avaliado com base na estimação de parâmetros genéticos e ambientais. Verificou-se condição favorável à realização do melhoramento. As estratégias de seleção direta e indireta nas 14 características avaliadas não foram eficazes pois o objetivo de o programa de melhoramento da espécie objetiva obter materiais com caracteres simultâneos, em busca de ganhos racionais. Desta forma, utilizou-se a técnica de análise de

fatores, da qual foram obtidas as “supercaracterísticas” PENEIRA (Fator1), BENEFCICLO (Fator2), QUALIDADE 1(Fator3) e QUALIDADE 2 (Fator4) em Marilândia, e PENEIRA (Fator1), BENEFCHOCHO (Fator2) e QUALIDADE 1(Fator3) em Sooretama. A utilização da técnica, nos dois locais não mostrou-se eficiente para a seleção simultânea em produção e nas “supercaracterísticas”. Diante dos resultados, trabalhou-se com a teoria de índices de seleção nas características Produção, Ciclo e Umidade e nas “supercaracterísticas,” obtidas pela análise de fatores, resultando em ganhos preditos equilibrados, em todas as características e “supercaracterísticas”.

## ABSTRACT

FERREIRA, Adésio, M.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2003.  
**Selection index and factor analysis for the prediction of genetic gains in *Coffea canephora* var. *conilon*.** Adviser: Paulo Roberto Cecon.  
Committee members: Cosme Damião Cruz and Sebastião Martins Filho.

Coffee is one of the most pricey raw products on the world market. Brazil is worldwide the third greatest producer of *Coffea canephora* and according to data of CONAB (2003), the nation's top producer is the State of Espírito Santo with 65,56% of the total output.. In this study, the behavior of 40 *Coffea canephora* var. *conilon* genotypes was studied at two production sites, Marilândia and Sooretama, in Espírito Santo. Our objective was to outline strategies of a breeding program that identifies superior genotypes which combine a set of favorable attributes, to be used “per se” or in hybridization programs. Based on the estimation of genetic and environmental parameters, the 40 genotypes were evaluated in relation to the “per se” behavior. Favorable conditions for breeding were found. Direct and indirect selection strategies were

not efficient for the 14 evaluated characteristics since this species improvement program aimed to obtain materials with simultaneous characters in search of rational gains. In this sense, “supercharacteristics” were obtained by the factor analysis technique: SIEVE (Factor1), BENEFCYCLE (Factor2), QUALITY 1(Factor3) and QUALITY 2 (Factor4) in Marilândia; and SIEVE (Factor1), BENEFCHOCHO (Factor2) and QUALITY 1 (Factor3) in Sooretama. At both sites, the use of the technique turned out to be inefficient for a simultaneous selection of yield and “supercharacteristics”. In view of the results, the selection index theory was used to work with the characteristics Yield, Cycle, and Moisture, and with the “supercharacteristics” obtained by factor analysis. This brought forth well-balanced forecast gains for all characteristics and “supercharacteristics”.

## 1. INTRODUÇÃO

O café é uma espécie dicotiledônea perene, de porte arbustivo ou arbóreo, com folhas persistentes e flores hermafroditas. Pertence ao gênero *Coffea* e à família Rubiaceae. As espécies do gênero *Coffea* estão agrupadas em diferentes seções. A seção *Eucoffea* apresenta as espécies mais cultivadas. Essa seção é subdividida nas seguintes subseções: *Erythrocoffea*, que inclui as espécies *C. arabica*, *C. canephora* e *C. congensis*; *Pachycoffea*, que engloba *C. liberica* e *C. excelsa*; *Mozambicoffea*, em que estão as espécies *C. racemosa* e *C. salvatrix*; *Melanocoffea*, representada por *C. stenophylla* e *Nanocoffea*, em que se encontra *C. montana* (Campos *et al.*, 1990).

Embora a introdução do café no Brasil tenha ocorrido em 1727, a cafeicultura só se expandiu após 1825, com plantios realizados no estado do Rio de Janeiro, em seguida Minas Gerais, São Paulo, Paraná, além de outros estados. Neste período, eram cultivadas apenas variedades da espécie *C. arabica*. Em 1945, o Brasil já colhia 45% da produção mundial (Carvalho, 1993). A espécie *C. canephora* só começou a ser explorada expressivamente a partir de 1960, principalmente no estado do Espírito Santo, seguido de Rondônia e Bahia (Matiello e Almeida, 1997).



No Brasil, os cultivos tradicionais da espécie *Coffea canephora* se estabeleceram a partir da utilização de materiais genéticos provenientes do continente africano, selecionados e multiplicados ao longo dos anos pelos próprios agricultores pioneiros, sem qualquer respaldo da pesquisa científica. A espécie não foi contemplada nos programas governamentais de apoio ao restabelecimento da lavoura cafeeira no País, implantados a partir do final da década de 60, por ser indevidamente considerada, por alguns incautos, como um produto de qualidade inferior (Fonseca, 1999).

O aumento da produção é obtido, aumentando-se a área cultivada e/ou, a produtividade. Para que o agronegócio café seja competitivo, é necessário, além de políticas agrícolas adequadas e *marketing* eficiente, uma alta produtividade associada a boa qualidade do produto, que se consegue por meio da melhoria dos fatores de ambiente e de variedades melhoradas (Bonomo, 2002).

Os programas de melhoramento com *C. canephora* visam primordialmente, alta produtividade, precocidade da primeira colheita, estabilidade temporal de produção (menor variação bienal), longevidade da lavoura, maior tamanho dos frutos e uniformidade de maturação, menor percentual de grãos moca, formato de frutos semelhantes ao do *C. arabica*, maior teor de sólidos solúveis totais, menor teor de cafeína, resistência à broca e ferrugem, arquitetura favorável à colheita mecânica e ao adensamento, resistência à seca e adaptação e estabilidade a ambientes variados (Fonseca, 1999).

O objetivo geral deste trabalho foi contribuir para a solução de alguns problemas existentes no programa de melhoramento de *Coffea canephora*; avaliar a utilização da técnica de análises de fatores, seleções direta, indireta e simultânea de caracteres, baseado na teoria de índices de seleção e comparar os ganhos preditos com seleção nos métodos empregados em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, em experimentos conduzidos nas fazendas experimentais do INCAPER, nos municípios de Marilândia e Sooretama, no do Estado do Espírito Santo. O objetivo específico é identificar materiais genéticos superiores, que reúnam simultaneamente, uma série de atributos favoráveis, que lhes confirmem rendimento comparativamente mais elevado e satisfaça tanto

as exigências do consumidor como do produtor, para serem utilizados “per se” ou em outras etapas dos programas de melhoramento. Proporcionando assim suporte para planejamento, redirecionamento e execução de programas de melhoramento genético do café *conilon*.

Diante deste propósito, num primeiro momento, foram estimadas as correlações genóticas, fenotípicas e de ambiente, entre caracteres, buscando conhecer com maior profundidade, a estrutura genética das populações estudadas e o potencial das mesmas para melhoramento.

Posteriormente, procedeu-se à seleção direta sobre os caracteres e à seleção indireta, visando estimar os ganhos preditos sobre as características, conforme as metodologias.

Como critério de seleção empregaram-se informações obtidas pela análise de fatores, procurando explicar o máximo da variação em um conjunto de caracteres com o menor número de fatores e a teoria de índices de seleção, fundamentada no Índice clássico de Smith (1936) e Hazel (1943) e no Índice de Pesek e Baker (1969).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Importância Econômica

O café é um dos produtos primários de maior valor no mercado mundial e a espécie *Coffea canephora* e a *C. arabica* representam quase a totalidade do café comercializado no mundo. A *C. arabica* é responsável por 70-80% do café comercializado no mundo, e a *C. canephora*, por 20-30%. Outras espécies são cultivadas em escala muito menor, como *C. congensis*, *C. liberica* e *C. racemosa*, na África. Essas e outras espécies, muitas delas silvestres, são úteis em projetos de melhoramento genético, para incorporação de boas características nas espécies cultivadas, através de cruzamentos (Instituto Brasileiro do Café/GERCA, 1985).

No Brasil a cultura do café, teve grande influência na colonização e no seu desenvolvimento, assumindo ainda hoje, um importante papel econômico e social o Brasil ocupou sempre a posição de maior produtor e exportador de café no mundo, sendo também o segundo consumidor. Os Estados Unidos são o maior consumidor.

Seu cultivo, processamento, comercialização, transporte e marketing propiciam empregos para milhões de pessoas, além de ser um produto importante para a economia e política de muitos países em desenvolvimento.

Para estes, a exportação do café representa parte substancial de suas divisas no mercado externo, chegando em alguns casos, a ultrapassar 70% de sua receita (Ronchi et al.,2001). No caso particular do Brasil, o café já chegou a representar cerca de 75% da receita cambial do país (Fonseca, 1999).

A América do Sul é a região do mundo que produz mais café. O Brasil e a Colômbia sozinhos produziram em torno de 40% do total mundial, nas duas últimas décadas (Leite e Silva, 2000).

A safra brasileira de café, temporada 2002/2003, foi de 48,48 milhões de sacas. Os estados de MG com 25,14 milhões de sacas (51,86%), ES com 9,325 milhões de sacas (19,23%), SP com 5,80 milhões de sacas (11,96%), PR com 2,34 milhões de sacas (4,83%), BA com 2,30 milhões de sacas (4,74%), RO com 2,10 milhões de sacas (4,33%), MT com 0,49 milhões de sacas (1,01%), PA com 0,31 milhões de sacas (0,64%), RJ com 0,255 milhões de sacas (0,53%), e outros estados, com 0,420 milhões de sacas (0,87%) (CONAB, 2003).

A partir de 1969, o estado de Minas Gerais consolidou sua participação no contexto cafeeiro nacional com o Plano de Renovação da Lavoura, plantando 1,28 bilhões de covas, quintuplicando sua população cafeeira, que passou de 332 milhões em 1969, para 1,7 bilhões em 1998. Em 2000, o número de plantas atingiu aproximadamente, 2,87 bilhões (EMBRAPA, 2002). De acordo com a CONAB (2003), o estado tem hoje, 2,30 bilhões de covas.

Segundo Tristão (1995), a cafeicultura é a atividade agrícola que mais gera empregos no Brasil, sendo um importante fator de distribuição de renda. O autor relata também que o agronegócio café, em toda a cadeia de atividade que envolve, como produção, transporte, armazenamento, comunicação, rede bancária, serviços financeiros, corretagem, bolsas, portos, embalagens, publicidade, processamento, industrialização e comercialização, emprega cerca de três milhões de pessoas no país, aproximadamente 6% da população economicamente ativa.

No estado do Espírito Santo, a cafeicultura é a principal atividade agropecuária, gerando uma receita anual de R\$ 520 milhões e empregando diretamente, 300 mil pessoas (ESPÍRITO SANTO, 1999). Nesse estado, são cultivadas as espécies de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* var. Conilon,

tendo sobressaído a produção desta última, que se expandiu principalmente nas regiões baixas, de temperaturas elevadas. A produção de conilon no ES coloca o Brasil como terceiro maior produtor mundial de Robusta. O ES, de acordo com as estimativas, respondeu por 66,56% da produção brasileira da variedade, na safra 2002/2003 (CONAB, 2003).

## 2.2 Origem e Caracterização da Espécie

A espécie *C. canephora* é originária do continente africano, de florestas tropicais úmidas, de baixas altitudes, que se estendem desde a costa oeste até a região central do continente, especialmente República da Guiné, Uganda e Angola (Charrier e Berthaud, 1985). Esta espécie possui ampla distribuição geográfica (Carvalho e Monaco, 1969). A África Central e especialmente o Congo são centros ricos de diversidade genética da espécie. Há duas coleções básicas do gênero *Coffea*, diplóides: uma é mantida em Madagascar e outra, na Costa do Marfim (Ivory Coast), para os cafés originários do continente africano (Charrier e Berthaud, 1988). Há no INCAPER, um Banco de Germoplasma da variedade conilon.

O *C. canephora* é uma espécie alógama e diplóide, com  $2n = 22$  cromossomos. As populações dessa espécie expressam grande variabilidade, com indivíduos altamente heterozigotos, de acordo com Conagin e Mendes (1961) e Berthaud, (1980), citados por Fonseca, (1999).

A espécie *C. canephora* é autoincompatível, multiplicando-se na natureza exclusivamente por fecundação cruzada. Esta autoincompatibilidade foi citada como sendo do tipo gametofítico, sendo controlada por um único gene com vários alelos (série alélica S: S1, S2, S3). Nesse tipo de incompatibilidade, um grão de pólen portador de um determinado alelo (S1, por exemplo) é incapaz de se desenvolver no estigma e fertilizar qualquer oosfera portadora do mesmo alelo, por exemplo plantas S12 e S13), pela formação de um dímero de glicoproteína, principal causa. É um mecanismo altamente eficiente de controle de cruzamentos em plantas, impedindo a ocorrência de autofecundação e de cruzamentos entre indivíduos aparentados, portadores de

um dos mesmos alelos de incompatibilidade. É um mecanismo presente em milhares de espécies vegetais (Conagim e Mendes, 1961).

### **2.3. Histórico no Brasil do *Coffea canephora* var. *conilon***

No Brasil, a espécie *C. canephora* foi introduzida por volta de 1920 no Espírito Santo, segundo consta, pelas mãos de Jerônimo Monteiro, ex-governador do estado. As primeiras sementes foram plantadas em Cachoeiro do Itapemirim e, posteriormente, levadas para a região norte do estado (BANCO DE DESENVOLVIMENTO DO ESPÍRITO SANTO - BANDES, 1987). O objetivo inicial do cultivo foi ocupar as áreas consideradas marginais para o arábica (Silva e Costa, 1995).

A espécie *C. canephora* começou a ser explorada comercialmente no Brasil a partir dos anos 50, com o surgimento do café solúvel, e de seu emprego nos "blends" de café torrado e moído com *Coffea arabica* (Malta, 1986). Por suas notáveis propriedades na produção desses "blends," proporciona uma capacidade de competição no mercado, tendo em vista o maior rendimento industrial e os menores preços médios praticados na sua comercialização (Fonseca, 1999).

O Estado do Espírito Santo é o principal produtor brasileiro de *C. canephora*, produzindo exclusivamente materiais genéticos do grupo conilon. Na safra brasileira de 2002/2003, o estado participou com 64,82% da produção nacional, seguido pelos estados de Rondônia, com 19,94%, da Bahia, com 5,22%, do Mato Grosso, com 4,09%, do Para, com 2,94%, de MG, com 0,38%, do RJ, com 0,14% e dos outros estados, com 2,47% (CONAB, 2003).

No meio rural, a cafeicultura é a principal atividade econômico-social no Espírito Santo, onde, das 86 mil propriedades agrícolas, 56 mil cultivam o café. Estima-se que cerca de 500 mil, dos 2,7 milhões de habitantes deste estado, dependam direta ou indiretamente desta atividade, que chegou em determinados anos, a ser responsável por 85% da arrecadação do setor primário estadual. Atualmente, dos 526 mil hectares, 950 milhões de covas,

60% são da variedade conilon, concentrado 77% na região norte e nordeste do Estado. Desses plantios, 80% são realizados em pequenas propriedades de base familiar, com áreas de até 10 ha (Fonseca, 1999).

Apesar de o Estado do Espírito Santo ser o segundo maior produtor de café e o maior produtor de robusta do país, a produtividade média do estado é baixa, de 17,73 sacas beneficiadas por hectare (CONAB, 2003). Um dos fatores que tem levado a essa condição é o uso de cultivares inadequadas. O uso de novas tecnologias vem mudando o perfil da cafeicultura capixaba e brasileira. A moderna agricultura exige cultivares cada vez mais produtivas, adaptadas aos diferentes sistemas de cultivos empregados pelos produtores, de modo a minimizar os riscos do processo de produção (Ferrão et al., 2000).

#### **2.4. Estratégias e Melhoramento**

Os programas de melhoramento do cafeeiro procuram obter variedades adaptadas a diferentes regiões e aos diferentes sistemas de cultivo. As principais metas nos programas de melhoramento são: alta produtividade, boa qualidade de bebida, maturação uniforme dos frutos, diferentes épocas de maturação, resistência e/ou, tolerância a doenças, pragas e a condições adversas de ambiente, segundo Carvalho (1988), citado por Bonomo (2002).

Os primeiros cultivos e trabalhos de melhoramento com *C. canephora* foram realizados em Java, por volta de 1900, buscando estabelecer as bases biológicas fundamentais para o melhoramento da espécie. Seu cultivo expandiu-se posteriormente para outras regiões da África, América e Ásia (Charrier e Berthaud, 1988).

No Brasil, os cultivos tradicionais se estabeleceram a partir da utilização de materiais genéticos provenientes do continente africano, selecionados e multiplicados ao longo dos anos pelos próprios agricultores pioneiros, sem qualquer respaldo da pesquisa científica. A introdução de plantas teve grande importância no início do cultivo do café no Brasil, por ser uma espécie de exótica (Bonomo, 2002).

De acordo com Mendes (1999), todos os métodos aplicáveis às espécies alógamas podem também ser empregados em *Coffea canephora*, à exceção daqueles métodos que exigem o uso de autofecundação, em alguma etapa de sua execução.

Em geral, estratégias racionais de melhoramento de plantas requerem profundo conhecimento da estrutura genética da espécie em questão, bem como da herdabilidade das características, que se deseja melhorar. Informações sobre a biologia de reprodução são fundamentais para a técnica e o planejamento das polinizações e hibridações artificiais, necessárias para as análises genéticas (Carvalho, 1985; Carvalho et al., 1991).

A espécie *Coffea canephora* é alógama e possui ampla variabilidade genética. Devido a essa variabilidade, a facilidade de clonagem e a grande produção de sementes são possíveis. É recomendável conduzir de forma paralela, trabalhos de melhoramento genético, visando tanto a obtenção de variedades clonais como de variedades sintéticas, estas últimas multiplicadas por via sexuada (Ferrão et al., 2000).

Em virtude da forma de fertilização natural cruzada, que limita a fixação de características de um determinado material, quando propagado via sexuada, as populações naturais existentes mostram-se altamente heterozigotas, com ampla variabilidade genética para praticamente todas as características de interesse (Vossen, 1985; Carvalho et al., 1991; Fonseca, 1996), citados por Fonseca (1999).

Os programas de melhoramento genético com *C. canephora* têm voltado atenção especial para obtenção de variedades produtivas e que proporcionem produto de melhor qualidade (Charrier e Berthaud, 1988). Estes programas têm contribuído para o aumento da produtividade e melhoria da qualidade da produção, em muitos países do mundo. No Brasil, principalmente no Estado do Espírito Santo, desde 1985 a EMCAPA, hoje INCAPER, iniciou o programa de melhoramento genético de *C. canephora*, var. Conilon. Os primeiros trabalhos de melhoramento genético com a espécie realizados pelo INCAPER contemplaram a seleção de plantas individuais, bem como o agrupamento destas, de acordo com certas características morfoagronômicas de interesse e sua posterior multiplicação assexuada. Como resultado, foram recomendadas



quatro variedades clonais: ENCAPA 8111 – maturação precoce, ENCAPA 8121 – ciclo intermediário de maturação, ENCAPA 8131 – maturação tardia. (Bragança et al. (1993) e ENCAPA 8141 – ROBUSTÃO CAPIXABA, (Ferrão et al., 1999). Foi recomendada também uma variedade propagada por semente, ENCAPER 8151 – ROBUSTA TROPICAL (Ferrão et al., 2000).

As estratégias tradicionalmente utilizadas nos programas de melhoramento para *C. canephora* são a seleção clonal, a obtenção de híbridos e variedades sintéticas, de acordo com (Berthaud, 1986), citado por Fonseca (1999). Também, descreveram as mesmas estratégias, Charrier e Berthaud (1988). Mais recentemente, a seleção recorrente interpopulacional e haplodiploidização têm também sido empregadas com sucesso em muitos trabalhos (Leroy et al., 1991; Leroy et al., 1993; Lashermes et al., 1994a, b; Leroy et al., 1994; Paillard et al., 1996; Leroy et al., 1997) citados por Fonseca (1999).

De acordo com Dublin, 1967; Ferwerda, 1969; Vossen, 1985 e Bouharmont et al., 1986, citados por Fonseca (1999), em vários países, variedades clonais e híbridos sintéticos têm se constituído no material básico para produção desta espécie de café. A multiplicação vegetativa de plantas-elite permite a manutenção das características selecionadas (Charrier e Berthaud, 1988). Variedades clonais originam-se da seleção e multiplicação assexuada de plantas individuais. A seleção clonal consiste na avaliação fenotípica de indivíduos considerados superiores em campos oriundos de polinização aberta, de sua multiplicação assexuada e posterior avaliação em ensaios comparativos, nos quais se avalia também a compatibilidade genética entre os eleitos, para a formação de uma variedade clonal (Andrade Neto et al., 1995).

Os métodos de melhoramento genético utilizados em *C. canephora*, envolvendo reprodução assexuada e sexuada, devem ser conduzidos paralelamente, pois, enquanto os primeiros promovem estreitamento da base genética dos materiais obtidos, os últimos permitem a recombinação genética, recuperando a variabilidade e proporcionando a manutenção na população de genes, que podem vir a ser considerados importantes em condições futuras (Charrier e Berthaud, 1988). Toma-se assim, de fundamental importância que

os clones componentes de cada variedade clonal, embora apresentem características fenotípicas semelhantes, como arquitetura, época e uniformidade de maturação de frutos, entre outras, sejam geneticamente distintos, visando conferir-lhes maior estabilidade.

Segundo Charrier e Berthaud (1988), os níveis de produtividade alcançados por variedades clonais são, em geral, bem superiores àqueles obtidos por variedades híbridas e sintéticas. Contudo, Charmetant et al. (1990) citados por Fonseca (1999), afirmam ser possível alcançar variedades híbridas com produtividade equivalente à de materiais clonais selecionados.

Até 1990, o material genético empregado era oriundo de seleção massal feita pelo próprio agricultor, ao selecionar as plantas matrizes que eram multiplicadas através de sementes. Este fato leva à formação de lavouras heterogêneas, com grande variabilidade genética, pelo fato de o conilon ser de fecundação cruzada. Assim, observa-se, numa mesma lavoura, a presença de plantas com distintas arquiteturas, formatos e tamanhos de grãos, época e uniformidade de maturação dos frutos, suscetibilidade a doenças, baixo potencial produtivo, etc.. (Fonseca, 1999).

Os principais critérios de seleção que têm sido considerados para *C. canephora* são: potencial de produção, estimado por um período não inferior a 4-5 colheitas; adaptação a diferentes ambientes (seca, tipos de solos, entre outros); resistência à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e mancha-manteigosa (*Colletotrichum* sp.); uniformidade de maturação de frutos, e tamanho e uniformidade de grãos (Fonseca, 1996).

Alguns procedimentos possíveis para a seleção, aplicados para os caracteres componentes para encontrar o máximo de incremento no valor econômico, podem ser: seleção em turno, para cada caráter simples (seleção de um caráter após o outro ) ou seleção para todos os caracteres ao mesmo tempo, mas independentemente, rejeitando todos os indivíduos que falharem em atingir certo padrão para cada caráter, independente de seus valores para os outros caracteres (níveis de eliminação). O mais rápido incremento do valor econômico tem sido mostrado ser o esperado da seleção aplicada simultaneamente, para todos os caracteres componentes conjuntamente, dando-se peso apropriado para cada caráter, de acordo com sua relativa

importância econômica, sua herdabilidade e as correlações genéticas e fenotípicas , entre os diferentes caracteres (Hazel and Lush, 1942; Hazel, 1943) citados por Falconer (1987).

## **CAPÍTULO 1**

### **COMPORTAMENTO “*PER SE*” DOS GENÓTIPOS DE *Coffea canephora*.**

#### **1. INTRODUÇÃO**

A condição básica para que qualquer programa de melhoramento obtenha sucesso é a existência de variabilidade genética na população, associada à média alta, permitindo a seleção de genótipos superiores e possibilitando o incremento da frequência de genes favoráveis. Além disso, metodologias adequadas, que permitam identificar genótipos realmente superiores, são imprescindíveis (Bonomo, 2002). Assim, programas de melhoramento genético implantados com *Coffea canephora* têm sua eficácia dependente da quantificação da variabilidade genética e da estimação de parâmetros que permitam conhecer a estrutura genética da população.

De acordo com Fonseca (1999), esta espécie possui grande variabilidade genética e é comum a identificação de plantas com características

desejáveis na população de polinização aberta. Segundo Ferrão (1999), a *C. canephora* é uma espécie rústica com ampla variabilidade genética em relação ao ciclo, porte, arquitetura, tamanho e forma dos grãos e sementes. Possui maior resistência ao ataque de pragas, doenças e nematóides. Tolerância mais à seca e também possui altos teores de sólidos solúveis e baixo de cafeína, quando comparada aos teores encontrados no *Coffea arabica*.

Segundo Marques e Soares (2000), na região sul do Espírito Santo, onde foi introduzida a espécie, existem numerosas lavouras com grande potencial para seleção de indivíduos superiores.

De acordo com Fonseca (1996), a expansão do cultivo de *Coffea canephora* no Espírito Santo se deu através da multiplicação sexuada de plantas matrizes, selecionadas pelos próprios agricultores ao longo dos anos. Essa seleção foi praticada em populações derivadas da variedade conhecida como 'conilon', proveniente de regiões equatoriais quentes e úmidas do continente africano. Este fato proporcionou o estabelecimento de populações com ampla variabilidade genética. Dessa forma, as lavouras de café conilon apresentam plantas muito distintas quanto à arquitetura da parte aérea, formato e tamanho dos grãos, época e uniformidade de maturação dos frutos, susceptibilidade a pragas e doenças, tolerância à seca, vigor vegetativo, capacidade produtiva, entre outras características.

A característica de auto-incompatibilidade faz com que as populações de *C. canephora*, inclusive cultivares, sejam extremamente distintas quando obtidas por sementes e geram ampla segregação na descendência, para a maioria das características (Mendes, 1999). A alogamia e a auto-incompatibilidade de *C. canephora* são também citados por Bragança et al. (1993), como características responsáveis pela heterogeneidade da espécie, contribuindo para a formação de lavouras com esta particularidade em relação a características agronômicas.

Os marcadores moleculares têm se mostrado uma alternativa eficiente para se conhecer e utilizar a variabilidade genética e vêm sendo utilizados em programas de melhoramento de diversas espécies vegetais de interesse para agricultura, Rafalski et al.,(1993) citado por Silvestrini (2000).

Trabalhos com marcadores moleculares já comprovaram a variabilidade genética da espécie *C. canephora*. Silva et.al., (2000) utilizaram a técnica de RAPD em clones de conilon, nos quais, o fato foi observado e comprovado em relação à *Hemileia vastatrix*.

De acordo com Falconer (1987), a genética de um caráter métrico centraliza-se em torno do estudo de sua variação, porque em termos de variância é que são formuladas as questões primárias de genética. A quantidade da variação é medida e expressa como variância e, quando os valores são expressos como desvios das médias da população, a variância é simplesmente a média dos quadrados dos valores. A idéia básica no estudo da variação é o seu parcelamento em componentes atribuídos a diferentes causas. A magnitude relativa destes componentes determina as propriedades genéticas da população.

Segundo Cruz e Carneiro (2003), as estimativas das variâncias genéticas são obtidas a partir da análise de variância dos dados, conforme determinado delineamento genético e experimental. Os quadrados médios dessa análise são desdobrados nas suas partes componentes, ou seja, em seus componentes de variância, na forma de equações, obtidas pelas expectativas ou esperanças matemáticas desses quadrados médios. Conhecida essas esperanças ou equações, são obtidas pela combinação delas, os estimadores de cada um dos componentes de variância.

A variância fenotípica (total) ou a dos valores fenotípicos são a soma dos componentes isolados – variância genotípica e variância ambiental. A variância genotípica é a variância dos valores genotípicos. A variância ambiental é a variância atribuída aos desvios do ambiente, portanto é toda a variância não genética. Essa variância pode ter uma grande variedade de causas e a sua natureza depende muito do caráter e do organismo estudados. Em geral, ela é uma fonte de erro, que reduz a precisão nos estudos genéticos, sendo o objetivo do pesquisador ou melhorista reduzi-la o mais possível pelo manejo cuidadoso ou delineamento apropriado do experimento (Falconer, 1987).

A herdabilidade é um parâmetro que expressa a porcentagem da variância fenotípica, que é devida às variações proporcionadas por fatores de natureza genética. Como o sucesso de um programa de melhoramento

depende da existência de variabilidade genética na população, este coeficiente indica a magnitude relativa da variabilidade genética disponível a ser explorada pela técnica seletiva (Cruz e Carneiro, 2003).

Para medir a precisão experimental, utiliza-se o coeficiente de variação, que quanto maior, menor será a precisão. De acordo com cada característica e espécies, interpretam-se os valores diferentemente. Um valor pode ser considerado alto para uma característica e baixo para outra. Os valores dos coeficientes de variação vão de  $-∞$  a  $+∞$ , no melhoramento representado em módulo.

De acordo com Valois et al.(1980), o coeficiente de variação genética expressa, em percentagem da média geral, a quantidade de variação genética existente, indicando a amplitude de variação genética de um caráter.

O índice de variação é obtido pelo quociente do coeficiente de variação genética para o coeficiente de variação experimental, representando uma informação adicional ao melhorista, auxiliando na detecção da variabilidade genética das características na população.

Inicialmente, com o objetivo de avaliar o comportamento “*per se*” de 40 genótipos de *Coffea canephora* do INCAPER, nos municípios de Sooretama e Marilândia, estimaram-se alguns parâmetros genéticos e ambientais dos caracteres avaliados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Experimento e materiais genéticos

Foi estudado neste trabalho, o comportamento de 40 genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, oriundos do programa de melhoramento do INCAPER / ES. Foram analisados dados provenientes de dois experimentos conduzidos de 1993 até hoje, nas Fazendas Experimentais do INCAPER em Marilândia e Sooretama ambas no ES, locais em que a espécie é cultivada intensivamente, no norte do Estado.

Dos 40 genótipos estudados, 35 clones foram originários da seleção fenotípica de plantas matrizes em propriedades agrícolas, com base nas características: produção, tamanho frutos, formato de frutos, uniformidade de maturação dos frutos, vigor, arquitetura de plantas e sanidade. Esta seleção se deu em diversos municípios da região norte do Estado. Os outros cinco genótipos, são os três clones elites ES 36, ES 01, ES 23 e uma variedade propagada por semente, do programa de melhoramento do INCAPER e mais uma variedade clonal comercial.



O manejo, a adubação, a condução e os tratos culturais nos experimentos foram realizados de acordo com as necessidades e as recomendações técnicas para a cultura.

No Quadro 1 se encontra a relação dos genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon* estudados.

## 2.2. Delineamento Experimental.

Os experimentos foram instalados no delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, sendo cada parcela foi composta por duas plantas úteis. Foi utilizado o espaçamento de 3,0 x 1,5 m com densidade de plantio de 2.222 plantas/ha.

Quadro 1 - Tratamentos e suas respectivas denominações clones e variedades utilizados nos ensaios em Marilândia e Sooretama, ES.

Tratamento	Genótipos	Tratamentos	Genótipos
1	ES 306	21	ES 326
2	ES 307	22	ES 327
3	ES 308	23	ES 328
4	ES 309	24	ES 329
5	ES 310	25	ES 330
6	ES 311	26	ES 331
7	ES 312	27	ES 332
8	ES 313	28	ES 333
9	ES 314	29	ES 334
10	ES 315	30	ES 335
11	ES 316	31	ES 336
12	ES 317	32	ES 337
13	ES 318	33	ES 338
14	ES 319	34	ES 339
15	ES 320	35	ES 340
16	ES 321	36	ES 36
17	ES 322	37	ES 01
18	ES 323	38	ES 23
19	ES 324	39	VSM
20	ES 325	40	VCP

VCP = variedade clonal comercial e VSM = variedade propagada por semente do INCAPER.

### 2.3. Características avaliadas

Os tratamentos foram avaliados em quatro amostragem aos 24, 48, 60 e 72 meses. A avaliação aos 36 meses não foi feita devido a dificuldade do INCAPER, de realizar a colheita neste período. As características avaliadas foram as seguintes: 1) Ciclo - número de dias do florescimento principal a colheita; 2) produção de grãos em kg/ha de grãos beneficiados, com 14% de umidade; 3) relação em kg de café cereja/café coco; 4) relação em kg de café cereja/café beneficiado; 5) relação em kg de café coco/café beneficiado; 6) percentual de grãos “chochos”; 7) percentual de grãos “chatos”; 8) percentual de grãos “moca”; 9) percentual de umidade; 10) percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; 11) percentual de grãos retidos em peneira 15; 12) percentual de grãos retidos em peneira 13; 13) percentual de grãos retidos em peneira 11 e 14) peneira média.

### 2.4. Análise de variância

A análise de variância para os 40 tratamentos, considerando-se todas características agronômicas avaliadas, foi realizada com base na média das parcelas, visando avaliar a existência de variabilidade genética significativa entre os tratamentos. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

$Y_{ij}$  = valor fenotípico da ij-ésima observação referente ao i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco;

$\mu$  = média geral do caráter;

$t_i$  = efeito do i-ésimo tratamento ( $i = 1, 2, \dots, g; g = 40$ );

$b_j$  = efeito do j-ésimo bloco ( $j = 1, 2, \dots, r; r = 4$ ) e

$e_{ij}$  = efeito do erro experimental, sendo  $e_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$ .

Devido os resultados obtidos serem válidos apenas para os materiais genéticos em questão, considerou-se fixo, o efeito tratamento. Assim, a hipótese testada pela estatística F é  $H_0 : t_i = 0$ , para todo i.

O esquema de análise de variância e as esperanças dos quadrados médios [E(QM)], considerando fixo, o efeito tratamento, são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Esquema de análise de variância e esperanças de quadrados médios de um modelo em blocos casualizados, com efeito fixo de tratamento.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Blocos	r-1	QMB	$s^2 + g s_b^2$	
Tratamentos	g-1	QMT	$s^2 + r \Phi_g$	QMT/QMR
Resíduo	(r-1)(g-1)	QMR	$s^2$	

em que:

$s^2$  : componente de variância devido ao erro experimental;

$s_b^2$  : componente de variância devido ao bloco e

$\Phi_g$  : componente quadrático associado aos tratamentos.

sendo

$$\Phi_g = \frac{1}{g-1} \sum_{i=1}^g t_i^2$$

## 2.5. Estimação de parâmetros genéticos e ambientais

As estimativas dos componentes de variância associados aos efeitos aleatórios, dos componentes quadráticos associados aos efeitos fixos e dos parâmetros genéticos e não-genéticos, foram obtidas com informações das esperanças de quadrados médios da análise de variância, segundo as expressões citadas abaixo, de acordo com cada item.

### 2.5.1. Variabilidade genotípica

Foi obtida pelo estimador do componente quadrático, que expressa a variabilidade genotípica entre as médias dos genótipos:

$$\hat{\Phi}_g = (QMT - QMR) / r$$

### 2.5.2. Variância fenotípica

A variância fenotípica entre as médias dos tratamentos foi obtida pela razão entre o quadrado médio de tratamentos e o número de repetições:

$$s_f^2 = \frac{QMT}{r}$$

### 2.5.3. Variância ambiental entre médias

$$s_e^2 = \frac{QMR}{r}$$

Foi estimada por meio de quadrado médio do erro, dividido pelo número de repetições:

### 2.5.4. Coeficiente de determinação genotípico

Estimado pela relação entre o componente quadrático genotípico e a variância fenotípica entre as médias de genótipos:

$$H^2 = \hat{\Phi}_g / (QMT / r) \text{ ou } H^2 = \hat{\Phi}_g / s_f^2$$

### 2.5.5. Coeficiente de variação genética

Dado por:

$$CV_g = \left( 100 \sqrt{\hat{\Phi}_g} \right) / \hat{m}$$
, em que  $\hat{m}$  é o estimador da média geral da característica avaliada.

### 2.5.6. Coeficiente de variação experimental

Dado por:

$$\hat{CV}_e = (100 \cdot \sqrt{QMR/r}) / \hat{m}$$

### 2.5.7. Índice de variação

É obtido pela relação entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental

$$\frac{\hat{CV}_g}{\hat{CV}_e} = \sqrt{\frac{\hat{\Phi}_g}{QMR/r}}$$

É um parâmetro que auxilia na detecção da variabilidade genética das características numa população.

Para a realização das análises estatísticas, análise de variância, estimação de parâmetros genéticos e ambientais, foi utilizado o aplicativo computacional em genética e estatística denominado “Programa GENES” (Cruz, 1997).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análise de variância

Os resultados das análises de variância para as 14 características avaliadas nos 40 genótipos de *Coffea canephora*, nos dois locais (Marilândia e Sooretama), são apresentados nos Quadros 3 e 4 respectivamente. Pode ser verificado, pelo teste F, valores significativos ( $P < 0,01$ ) para todas as características avaliadas, nos dois locais, com exceção para a característica umidade em Marilândia, evidenciando a existência de efeito significativo de genótipos, ou que existe pelo menos um contraste entre as médias significativo estatisticamente. Estudos de parâmetros genéticos em *Coffea canephora* são escassos na literatura. Alguns trabalhos obtiverem resultados semelhantes aos observados nesse estudo. Mistro et al. (2003), estimando parâmetros genéticos em 15 progênies de *C. canephora*, detectou diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) para produção de grãos. Fonseca (1999), estudando 80 genótipos da espécie, observou a ocorrência de diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos, em todas as características avaliadas (número de hastes ortotrópicas/planta, diâmetro médio de copa, altura média de

Quadro 3 – Resumo das análises de variância dos caracteres avaliados em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Mariândia, ES (Local 1)

FV	GL	Quadrados médios													
		Ciclo	Prod.	CeCo	CeBe	CoBe	Chocho	Chato	Moca	Umid.(%)	Pen.17	Pen.15	Pen.13	Pen.11	Pen. Méd.
Blocos	3	57,8069	93247,85	0,0035	0,1294	0,0520	26,3692	14,0489	27,2077	5,2654	3,6863	8,2428	2,7523	6,3223	0,0069
Tratamentos	39	905,3687**	1663294,88**	0,0323**	0,6158**	0,0579**	82,2747**	86,9814**	90,2784**	4,7894 <sup>ns</sup>	450,4895**	560,3149**	651,9466**	312,9368**	2,1674**
Resíduo	117	9,7315	178025,76	0,0049	0,0809	0,0167	19,9890	4,5763	7,0382	4,9546	4,4120	9,8330	7,9292	5,4945	0,0243
Média geral		266,58	2990,34	2,36	4,29	1,86	15,01	82,26	17,86	14,05	11,65	38,64	37,72	12,02	14,02
CV(%)		1,17	14,11	2,96	6,63	6,97	29,79	2,60	8,52	15,84	18,03	8,11	7,47	19,50	1,11

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo pelo teste F; Ciclo: número de dias entre o florescimento principal a colheita; Prod.: Produções média de grãos em quatro colheitas (Kg/ha); CeCo: Relação café cereja/café coco; CeBe: Relação café cereja/café beneficiado; CoBe: Relação café coco/café beneficiado; Chocho: Percentual de grãos "chochos"; Chato: Percentual de grãos "chatos"; Moca: Percentual de grãos "moca"; Umid.(%): Percentual de Umidade; Pen.17: Percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; Pen.15: Percentual de grãos retidos em peneira 15; Pen.13: Percentual de grãos retidos em peneira 13; Pen.11: Percentual de grãos retidos em peneira 11; Pen. Méd.: Peneira média.

Quadro 4 – Resumo das análises de variância dos caracteres avaliados em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Sooretama, ES (Local 2)

FV	GL	Quadrados médios													
		Ciclo	Prod.	CeCo	CeBe	CoBe	Chocho	Chato	Moca	Umid.(%)	Pen.17	Pen.15	Pen.13	Pen.11	Pen. Méd.
Blocos	3	254,8629	131398,65	0,0057	0,1894	0,0673	74,7143	1,5520	2,0067	0,8727	0,6964	2,3329	1,4983	1,9417	0,0041
Tratamentos	39	1554,9990**	1040166,58**	0,0334**	0,3905**	0,1098**	181,0606**	59,7045**	60,7124**	1,2554**	230,1409**	621,8641**	396,4937**	548,8671**	2,1628**
Resíduo	117	44,3012	62825,91	0,0114	0,0552	0,0098	16,9792	4,3675	4,4425	0,4002	2,2464	6,5297	3,6389	6,4868	0,0158
Média geral		254,12	2393,37	2,28	4,02	1,79	10,56	81,40	18,60	13,84	8,27	33,37	41,18	17,23	13,65
CV(%)		2,62	10,47	4,68	5,84	5,53	39,02	2,57	11,33	4,57	18,11	7,66	4,63	14,78	0,92

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, ns: não significativo pelo teste F, Ciclo: número de dias entre o florescimento principal a colheita; Prod.: Produções média de grãos em quatro colheitas (Kg/ha); CeCo: Relação café cereja/café coco; CeBe: Relação café cereja/café beneficiado; CoBe: Relação café coco/café beneficiado; Chocho: Percentual de grãos "chochos"; Chato: Percentual de grãos "chatos"; Moca: Percentual de grãos "moca"; Umid.(%): Percentual de Umidade; Pen.17: Percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; Pen.15: Percentual de grãos retidos em peneira 15; Pen.13: Percentual de grãos retidos em peneira 13; Pen.11: Percentual de grãos retidos em peneira 11; Pen. Méd.: Peneira média.



plantas e produção de grãos e em gramas de grãos beneficiados/planta).

Com os resultados obtidos demonstrados no Quadro 3 e 4, verifica-se que há condição favorável à realização do melhoramento para as características avaliadas, tornando possível a identificação de materiais genéticos superiores e a obtenção de ganhos consideráveis com sua introdução no programa de melhoramento ou utilização *“per se”*. Assim, tem-se o indicativo da existência de considerável variabilidade genética para as características estudadas, sendo os resultados compatíveis com a literatura, que cita a grande variabilidade genética no *Coffea canephora*.

Quanto às estimativas de precisão experimental (CV%) nos dois locais, constatou-se que houve variações entre as características avaliadas. A menor estimativa foi para a característica peneira média (Pen. Méd.) e a maior estimativa, para a característica percentagem de grãos chocho, nos dois locais. Em Marilândia, obteve-se uma porcentagem de 1,11 para peneira média e de 29,79 para grãos chocho. Em Sooretama, obteve-se uma porcentagem de 0,92 para peneira média e de 39,02 para grãos chocho. Indicando uma influência menor do ambiente sobre a primeira característica e maior sobre a segunda.

### **3.2. Parâmetros genéticos e ambientais**

Nos Quadros 5 e 6 estão as estimativas dos coeficientes de determinação genotípica, de variação genotípica, índice de variação, variâncias médias fenotípicas, ambiental e variabilidade genotípica (média família), dos locais Marilândia e Sooretama, respectivamente. Os valores obtidos para o coeficiente de variação genética apresentaram, nos dois locais, menores valores para a característica CeBe, de 3,51% e 3,25% em Marilândia e Sooretama respectivamente. Os maiores valores para peneira 17 foram de 90,67% e 91,22% em Marilândia e Sooretama, respectivamente. De acordo com Shimoya (2000) as estimativas do coeficiente de variação genética são muito importantes, pois quanto maior o seu valor, mais heterogêneos são os genótipos avaliados. Assim, as estimativas deste coeficiente demonstrou nos dois locais, a grande heterogeneidade dos genótipos para a maioria das

Quadro 5– Estimativas dos parâmetros, genéticos e ambientais dos caracteres avaliados em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 no município de Marilândia ES.

Estimadores	Características													
	Ciclo	Prod.	CeCo	CeBe	CoBe	Chocho	Chato	Moca	Umid,(%)	Pen.17	Pen.15	Pen.13	Pen.11	Pen. Méd.
$\hat{S}^2$ (média)	226,34	415823,72	0,0081	0,15	0,0145	20,57	21,75	22,57	1,20	112,62	140,08	162,99	78,23	0,5418
$\hat{S}^2$ (média)	2,43	44506,44	0,0012	0,02	0,0042	5,00	1,14	1,76	1,24	1,10	2,46	1,98	1,37	0,0061
$\hat{\Phi}_g$ (média)	223,91	371317,28	0,0069	0,13	0,0103	15,57	20,60	20,81	0,0000	111,52	137,62	161,00	76,86	0,5358
H <sup>2</sup> (média)	98,93	89,30	84,93	86,86	71,09	75,70	94,74	92,20	-	99,02	98,25	98,78	98,24	98,88
CV <sub>g</sub> %	5,61	20,38	3,51	8,53	5,47	26,30	5,52	25,55	-	90,67	30,36	33,64	72,94	5,22
CV <sub>g</sub> /CV <sub>e</sub>	4,80	1,44	1,19	1,29	0,78	0,88	2,12	1,72	-	5,03	3,74	4,51	3,74	4,69

Quadro 6 – Estimativas dos parâmetros, genéticos e ambientais dos caracteres avaliados em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 no município de Sooretama ES.

Estimadores	Estimativas													
	Ciclo	Prod.	CeCo	CeBe	CoBe	Chocho	Chato	Moca	Umid,(%)	Pen.17	Pen.15	Pen.13	Pen.11	Pen. Méd.
$\hat{S}^2$ (média)	388,75	260041,64	0,0084	0,10	0,0275	45,27	14,93	15,18	0,31	57,54	155,47	99,12	137,22	0,5407
$\hat{S}^2$ (média)	11,08	15706,48	0,0028	0,01	0,0025	4,24	1,09	1,11	0,10	0,56	1,63	0,91	1,62	0,0039
$\hat{\Phi}_g$ (média)	377,67	244335,17	0,0055	0,08	0,0250	41,02	13,83	14,07	0,21	56,97	153,83	98,21	135,60	0,54
$H^2$ (média)	97,15	93,96	65,93	85,87	91,04	90,62	92,68	92,68	68,12	99,02	98,95	99,08	98,82	99,27
CV <sub>g</sub> %	7,65	20,65	3,25	7,20	8,81	60,66	4,57	20,17	3,34	91,22	37,17	24,06	67,60	5,37
CV <sub>g</sub> /CV <sub>e</sub>	2,92	1,97	0,70	1,23	1,59	1,55	1,78	1,78	0,73	5,04	4,85	5,20	4,57	5,83

características estudadas, situação favorável ao melhoramento do *C. canephora*, havendo uma possibilidade maior de selecionar genótipos superiores, visando a possibilidade de seu emprego como potenciais genitores.

Os  $CV_g$  apresentaram valores maiores do que os  $CV_e$  para todas as características, com exceção da característica chocho e relação grão coco/grão beneficiado em Marilândia e para a relação grão cereja/grão coco e teor de umidade, em Sooretama. Fonseca (1999), em estudo de 80 genótipos de *C. canephora*, também encontrou para as características avaliadas, coeficiente de variação genético ( $CV_g$ ) superior ao coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ), exceto para produção de grãos/planta na segunda colheita. Esse fato caracteriza uma vez mais, uma condição favorável ao melhoramento, tendo em vista que o percentual de ganho de seleção (GS%) tem o  $CV_g$  como um dos componentes de função direta (Vencovsky e Barriga, 1992). Mistro et al. (2003), em trabalho com 15 progênies da espécie, avaliando produção de grãos, encontraram resultados diferentes, obtendo  $CV_g$  inferior a  $CV_e$ , exceto no sexto ano, em análises realizadas durante 8 anos.

Os valores do índice de variação ( $CV_g/CV_e$ ) em Marilândia foram acima de 1,19, com exceção da característica chocho e relação grão coco/grão beneficiado, que foram de 0,88 e 0,78, respectivamente. Já em Sooretama, o índice apresentou valores acima de 1,23, com exceção da relação grão cereja/grão coco e umidade que foram de 0,70 e 0,73, respectivamente. Deve ser destacado que valores de índice iguais ou acima de 1,0 indicam, segundo Vencovsky (1987), situação favorável à seleção.

Todas as características avaliadas em Marilândia, com exceção de chocho e relação grão coco/grão beneficiado, apresentaram o coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ) estimado através das médias de tratamentos, superior a 84,93%, chegando a 99,02% para peneira 17. Em Sooretama, com exceção das características relação grão cereja por grão coco e umidade, foram obtidos coeficientes de determinação genotípica ( $H^2$ ), superiores a 85,87%, chegando a 99,27% para peneira média, caracterizando, assim, nos dois locais, predominância de variabilidade genética em relação à ambiental, para a maioria das características. Desta forma, os resultados indicam uma condição propícia ao melhoramento, devido ao fato de  $H^2$  ser um parâmetro

relativo à confiabilidade com o qual, o valor fenotípico representa o valor genotípico.

De acordo com Vencovsky (1987), a quantificação da variabilidade genética e a estimação de parâmetros genéticos são de fundamental importância em programas de melhoramento. Deve-se atentar para o fato de que diferenças nas estimativas dos parâmetros encontradas na mesma espécie são devidas principalmente, aos diferentes métodos e materiais genéticos utilizados na sua determinação, às diferentes condições ambientais, à época e à idade da avaliação, dentre outros fatores.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com a finalidade de estudar o comportamento *per se* de 40 genótipos de *Coffea canephora* var. conilon, em materiais pertencentes ao INCAPER, (Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural), foram realizados dois experimentos conduzidos de 1993 até hoje, nas fazendas experimentais do INCAPER nos municípios de Marilândia e Sooretama, no ES. Os ensaios foram constituídos de 40 tratamentos, sendo 35 clones originados da seleção fenotípica de plantas matrizes em propriedades agrícolas, três clones elites e uma variedade propagada por semente, do programa de melhoramento do INCAPER e uma variedade clonal comercial. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, onde cada parcela era composta por duas plantas úteis. Foi utilizado o espaçamento de 3,0 x 1,5 m densidade de plantio de 2.222 plantas/ha. Foram avaliadas 14 características: 1) Ciclo - número de dias do florescimento principal à colheita; 2) produção de grãos beneficiados em kg/ha de grãos beneficiados, com 14% de umidade; 3) relação em kg de café cereja/café coco; 4) relação em kg de café cereja/café beneficiado; 5) relação em kg de café coco/café beneficiado; 6) percentual de grãos “chochos”; 7) percentual de grãos “chatos”; 8) percentual de grãos

“moca”; 9) percentual de umidade; 10) percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; 11) percentual de grãos retidos em peneira 15; 12) percentual de grãos retidos em peneira 13; 13) percentual de grãos retidos em peneira 11 e 14) peneira média.

Para todas as características avaliadas nos 40 tratamentos nos dois locais, foram verificados pelo teste F, valores significativos ( $P < 0,01$ ), com exceção para a característica umidade, em Marilândia. Assim, existe um indicativo da existência de considerável variabilidade genética no material avaliado, tornando possível a identificação de materiais genéticos superiores e a obtenção de ganhos consideráveis com sua introdução no programa de melhoramento ou sua utilização “*per se*”.

Os valores de  $CV_g$  foram maiores do que os apresentados pelo  $CV_e$ , com exceção da característica chocho e relação grão coco/grão beneficiado, em Marilândia. Em Sooretama, com exceção, para as características de relação grão cereja/grão coco e umidade, ocorreu o mesmo fato. O índice de variação ( $CV_g/CV_e$ ) apresentou em Marilândia, valores acima de 1,19, com exceção da característica chocho e relação grão coco/grão beneficiado, que foram de 0,88 e 0,7841 respectivamente. Já em Sooretama, o índice de variação apresentou valores acima de 1,23, com exceção de relação grão cereja/grão coco e umidade, que foram de 0,70 e 0,73, respectivamente. Caracterizou-se com os resultados tanto de  $CV_g$ ,  $CV_e$  e índice de variação, uma condição favorável ao melhoramento nos dois locais.

Em Marilândia, todas as características avaliadas, com exceção de chocho e relação grão coco/grão beneficiado, apresentaram o coeficiente de determinação genotípico ( $H^2$ ) estimado através das médias de tratamentos, superior a 84,93%, chegando a 99,02%, para peneira 17. Em Sooretama, com exceção das características relação grão cereja por grão coco e umidade, apresentaram coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ), superiores 85,87%, chegando a 99,27% para peneira média. Assim, nos dois locais, demonstra-se a predominância da variabilidade genética em relação à ambiental, para a maioria das características, o que é ideal para o melhoramento.

O conjunto de genótipos avaliados para a maioria das características apresenta condições propícias para o melhoramento, podendo ser introduzidos materiais da população, em programas de melhoramento ou utilizados “*per se*”.



## **CAPÍTULO 2**

### **PREDIÇÃO DE GANHOS EM CARACTERES DE *Coffea canephora* PELA SELEÇÃO DIRETA E INDIRETA.**

#### **1. INTRODUÇÃO**

A possibilidade da predição dos ganhos obtidos por uma estratégia de seleção constitui-se em uma das principais contribuições da Genética Quantitativa. Por meio destas informações é possível orientar de maneira mais efetiva o programa de melhoramento, predizer o sucesso do esquema seletivo adotado e decidir com base científica, por técnicas alternativas, que possam ser mais eficazes (Cruz e Regazzi, 2001).

A seleção direta é uma estratégia em que o melhorista está a princípio, interessado em obter ganhos em um único caráter, sobre o qual ele praticará a seleção. Esta é a maneira mais fácil e prática de obter ganhos para uma única

característica, sendo a resposta à seleção direta, a modificação na média original de uma característica da população, em consequência da seleção praticada na própria característica (Paula, 1997).

De acordo com Castoldi (1997), se o objetivo de um programa de melhoramento for somente alterar uma característica, a seleção direta é o caminho mais viável e fácil.

Tradicionalmente, o melhoramento de uma população para uma dada característica é resultado do ganho de seleção, que depende do diferencial de seleção, que é a diferença entre a média do grupo selecionado e a média da população original. Portanto, em processo de seleção, quanto maior for a pressão de seleção, maior será esse diferencial e, conseqüentemente, o progresso genético (Paterniani e Miranda Filho, 1987).

Na literatura, há diversos trabalhos comparando e avaliando a eficiência da seleção direta em diferentes culturas. Martins et al. (2001) utilizaram a seleção direta em famílias de meios-irmãos de *Eucalipytus grandis*. Maêda et al. (2001), em trabalho com *Viola surinamensis* Warb; Oliveira (1996), em trabalho com soja *Glycine max* (L) Merrill, Castoldi (1997), trabalhando com famílias de meios-irmãos de milho, Furtado (1996), utilizando composto “Duro” de milho, fizeram predição de ganhos por seleção direta.

A seleção indireta é uma estratégia em que o melhorista está a princípio, interessado em obter ganhos em um caráter Y, quando a seleção é aplicada sobre um caráter X. Cruz e Regazzi (2001) relatam que a avaliação da magnitude da resposta correlacionada tem sido de grande interesse, quando se deseja obter ganhos em caracteres de grande importância, mas por questões de complexidade, facilidade de identificação e/ou mensuração, a seleção é praticada em caracteres auxiliares.

Segundo Cruz e Carneiro (2003), a avaliação da resposta indireta pela seleção de determinadas características é uma das grandes contribuições da biometria. Os autores ressaltam que a seleção em certas características pode provocar alterações indesejáveis em outras, quando há correlações desfavoráveis. Dessa forma, a população melhorada poderá apresentar sérios problemas, sendo rejeitada pelo produtor ou por qualquer um que venha utilizá-la. Também destacam a possibilidade de menor aceitação do produto

melhorado que poderá ocorrer em consequência de problemas que poderão surgir, relativos ao seu baixo desempenho em características secundárias, por não ter sido dada a devida atenção, aos possíveis efeitos indiretos, por ocasião do processo de seleção.

De acordo com Falconer (1987), em considerações sobre respostas correlacionadas, algumas vezes é possível alcançar progressos mais rápidos por meio de uma resposta correlacionada, do que pela seleção do caráter diretamente desejado. Refere-se a isto como seleção indireta. O autor relata que não se espera que a seleção indireta seja superior à seleção direta, a menos que a intensidade de seleção no caráter secundário possa ser bem maior que no caráter desejado. As circunstâncias mais prováveis para fazerem com que a seleção indireta seja superior à seleção direta, são principalmente, as que dizem respeito às dificuldades técnicas, ao se aplicar seleção diretamente ao caráter desejado, como por exemplo se o caráter desejado é difícil de ser medido com precisão. Os erros de medidas podem assim reduzir a herdabilidade a ponto de a seleção indireta tornar-se vantajosa.

Martins et al. (2001), em trabalho utilizando famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis*, Maêda et al. (2001), em trabalho com *Virola surinamensis* Warb, Furtado (1996) e Castoldi (1997), trabalhando com famílias de milho, fizeram também predição de ganhos indiretos.

Com o objetivo de predizer os ganhos por meio de várias estratégias de seleção em 40 genótipos de *Coffea canephora* do INCAPER nos municípios de Marilândia e Sooretama, utilizaram-se as estratégias de seleção direta e indireta, em 14 características avaliadas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Experimento e materiais genéticos**

Foram os mesmos descritos no Capítulo 1.

### **2.2. Delineamento Experimental.**

Foi o mesmo descrito no Capítulo 1.

A possibilidade de utilização dos germoplasmas para seleção e recombinação foi assumida neste capítulo. Assim, admitiu-se para os genótipos estudados dentro do modelo estatístico, uma natureza aleatória.

### **2.3. Características avaliadas**

Foram as mesmas descritas no Capítulo 1.

### **2.4. Seleção direta**

De acordo com Cruz e Carneiro (2003), as estimativas dos ganhos podem ser obtidas serem obtidos por seleção direta, utilizando o seguinte estimador:

$$GS_x = h^2_x . DS_x = h^2 (\bar{X}_{sx} - \bar{X}_{ox})$$

em que:

$GS_x$  = ganho direto predito no caráter X;

$h^2_x$  = herdabilidade, no sentido amplo, do caráter X, em nível de média;

$DS_x$  = diferencial de seleção do caráter X, dado por:

$$DS_x = \bar{X}_{sx} - \bar{X}_{ox}$$

em que:

$\bar{X}_{ox}$  = média original da população para o caráter X;

$\bar{X}_{sx}$  = médias do selecionados para o caráter X.

Para a obtenção do ganho percentual de seleção, utilizou-se a seguinte expressão:

$$GS_x \% = (GS_x . 100) / \bar{X}_{ox}$$

## 2.5. Seleção indireta

Segundo Cruz e Carneiro (2003), pode-se obter as estimativas dos ganhos podem ser obtidas por seleção indireta, utilizando o seguinte estimador:

$$GS_{y(x)} = h^2_y DS_{y(x)}$$

em que:

$GS_{y(x)}$  = ganho de seleção em Y pela seleção praticada no caráter auxiliar X;

$h^2_y$  = herdabilidade da característica principal Y;

$DS_{y(x)}$  = diferencial de seleção indireto, em que a média dos selecionados é obtida em relação às famílias, que apresentaram superioridade para o caráter auxiliar X.

Para a obtenção do ganho percentual de seleção utilizou-se a seguinte expressão:

$$GS_{y(x)} \% = (GS_{y(x)} . 100) / \bar{X}_{oy}$$

Para a realização das análises estatísticas, foi utilizado o aplicativo computacional em genética e estatística denominado “Programa GENES” (Cruz, 1997).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Seleção direta e indireta

Os resultados da seleção direta para as 14 características avaliadas nos 40 genótipos de *Coffea canephora*, nos dois locais, Marilândia e Sooretama, estão apresentados nos Quadros 7 e 8, respectivamente. O maior e o menor ganho percentual predito nos dois locais foram encontrados para as características Peneira 17 e relação CeCo, respectivamente. A primeira apresentou o maior coeficiente de variação genético e a outra, o menor, sendo a característica com menor valor, a mais afetada pelo ambiente e a de maior, a menos afetada. Para a característica produção de grãos, estimou-se ganho de seleção de 22,96% em Marilândia e de 25,41% em Sooretama, sendo um valor considerável.

Nos Quadros 9 e 10 são apresentados os resultados da seleção direta e indireta para todas as características avaliadas. Os ganhos estão expressos em percentuais (GS%). Os sinais negativos diante dos valores de ganhos de seleção representam redução das médias dos indivíduos selecionados

Quadro 7 – Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta, herdabilidade ( $h^2$ ), média inicial ( $\bar{X}_0$ ), média de selecionados ( $\bar{X}_s$ ), diferencial de seleção (DS), nas características avaliadas em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Marilândia, ES, considerando a seleção de 20% das progênies

Características	Critério	$\bar{X}_0$	Xs	DS	$h^2$ %	GS	GS %
Ciclo	D	266,58	248,76	-17,82	98,93	-17,63	-6,61
Produção	A	2990,34	3759,26	768,92	89,30	686,62	22,96
Ceco	D	2,36	2,24	-0,11	84,93	-0,10	-4,12
Cebe	D	4,29	3,85	-0,43	86,86	-0,38	-8,78
CoBe	D	1,86	1,72	-0,68	71,09	-0,09	-5,10
Chocho	D	15,01	8,70	-6,31	75,70	-4,77	-31,81
Chato	A	82,26	86,76	4,49	94,74	4,26	5,18
Moca	D	17,86	13,21	-4,65	92,20	-4,29	-24,00
Pen.17	A	11,65	25,94	14,30	99,02	14,16	121,55
Pen.15	A	38,64	50,55	11,91	98,25	11,70	30,28
Pen.13	D	37,72	21,42	-16,29	98,78	-16,10	-42,68
Pen.11	D	12,02	4,62	-7,40	98,24	-7,27	-60,49
Pen. méd.	A	14,02	14,88	0,87	98,88	0,86	6,11

GS (%): ganho de seleção baseado no diferencial de seleção; Ciclo: número de dias do florescimento principal a colheita; Prod.: produções de grãos em quatro colheitas (Kg/ha); CeCo: relação café cereja/café coco; CeBe: relação café cereja/café beneficiado; CoBe: relação café coco/café beneficiado; Chocho: percentual de grãos "chochos"; Chato: percentual de grãos "chatos"; Moca: percentual de grãos "moca"; Pen. 17: percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; Pen. 15: percentual de grãos retidos em peneira 15; Pen. 13: percentual de grãos retidos em peneira 13; Pen. 11: percentual de grãos retidos em peneira 11; Pen. méd.: peneira média; D: decréscimo e A: acréscimo.



Quadro 8 – Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta, herdabilidade ( $h^2$ ), média inicial ( $\bar{X}_0$ ), média de selecionados ( $\bar{X}_s$ ), diferencial de seleção (DS), nas características avaliadas em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Sooretama, ES, considerando a seleção de 20% das progênieis

Características	Critério	Xo	Xs	DS	h <sup>2</sup> %	GS	GS %
Ciclo	D	254,12	232,28	21,84	97,15	-21,22	-8,35
Produção	A	2393,37	3040,70	-647,33	93,96	608,24	25,41
CeCo	D	2,28	2,17	0,11	65,93	-0,08	-3,34
Cebe	D	4,02	3,67	0,35	85,87	-0,30	-7,53
CoBe	D	1,79	1,64	0,15	91,04	-0,14	-7,68
Chocho	D	10,56	4,40	6,16	90,62	-5,58	-52,82
Chato	A	81,40	85,78	-4,38	92,68	4,06	4,99
Moca	D	18,60	14,17	4,43	92,68	-4,11	-22,08
Umidade	D	13,84	13,12	0,72	68,12	-0,49	-3,54
Pen.17	A	8,27	19,17	-10,90	99,02	10,79	130,36
Pen.15	A	33,37	46,28	-12,91	98,95	12,77	38,26
Pen.13	D	41,18	28,48	12,70	99,08	-12,58	-30,56
Pen.11	D	17,23	6,85	10,38	98,82	-10,25	-59,52
Pen. méd.	A	13,65	14,52	-0,87	99,27	0,86	6,30

GS (%): ganho de seleção baseado no diferencial de seleção; Ciclo: número de dias do florescimento principal a colheita; Prod.: produções de grãos em quatro colheitas (Kg/ha); CeCo: relação café cereja/café coco; CeBe: relação café cereja/café beneficiado; CoBe: relação café coco/café beneficiado; Chocho: percentual de grãos "chochos"; Chato: percentual de grãos "chatos"; Moca: percentual de grãos "moca"; Umid.(%): percentual de umidade; Pen. 17: percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; Pen. 15: percentual de grãos retidos em peneira 15; Pen. 13: percentual de grãos retidos em peneira 13; Pen. 11: percentual de grãos retidos em peneira 11; Pen. méd.: peneira média; D: decréscimo e A: acréscimo.

Quadro 9 – Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta nas características avaliadas em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Marilândia, ES, considerando a seleção de 20% das progênie

Seleção em	Critério	Ganho em %												
		Ciclo	Prod.	CeCo	CeBe	CoBe	Chocho	Chato	Moca	Pen.17	Pen.15	Pen.13	Pen.11	Pen. Méd.
Ciclo	D	-6,61	-3,92	-3,07	-6,09	-2,94	-1,18	1,53	-7,66	8,48	-3,97	-2,72	13,52	-0,28
Prod	A	0,91	22,96	1,15	-0,68	-2,00	-9,44	-0,46	1,31	27,81	9,86	-9,77	-27,99	1,90
CeCo	D	-3,97	-3,23	-4,12	-6,39	-1,68	5,84	0,89	-1,99	31,68	9,87	-15,62	-12,89	1,73]
CeBe	D	-5,29	4,04	-2,90	-8,78	-4,82	-15,33	2,00	-10,09	30,71	8,18	-8,97	-28,51	1,97
CoBe	D	-4,13	12,30	-1,83	-7,63	-5,10	-12,04	2,71	-13,22	55,25	3,15	-11,70	-27,43	2,56
Chocho	D	0,54	6,35	0,53	-2,02	-2,42	-31,81	-2,93	12,46	-39,12	-4,27	16,51	-0,78	-1,53
Chato	A	-3,42	-1,57	-1,18	-5,03	-3,44	-7,42	5,18	-24,00	43,63	-7,73	-7,27	5,16	0,94
Moca	D	-3,42	-1,57	-1,18	-5,03	-3,44	-7,42	5,18	-24,00	43,63	-7,73	-7,27	5,16	0,94
Pen. 17	A	-0,54	6,75	-0,70	-3,61	-2,69	-2,28	2,56	-9,64	121,55	22,43	-42,68	-55,92	6,10
Pen. 15	A	-1,24	4,47	-1,96	-4,10	-1,70	-1,20	1,42	-4,51	35,83	30,28	-27,41	-46,31	3,62
Pen. 13	D	-0,54	6,75	-0,70	-3,61	-2,69	-2,28	2,56	-9,64	121,55	22,43	-42,68	-55,92	6,10
Pen. 11	D	-0,62	8,85	1,20	-3,95	-2,62	-3,69	2,29	-8,41	110,29	24,01	-39,13	-60,49	5,97
Pen. méd.	A	-1,75	7,57	-1,57	-4,85	-2,89	-2,43	2,91	-11,23	115,93	24,14	-41,75	-58,81	6,11

GS (%): ganho de seleção baseado no diferencial de seleção; Ciclo: número de dias do florescimento principal a colheita; Prod.: produções de grãos em quatro colheitas (Kg/ha); CeCo: relação café cereja/café coco; CeBe: relação café cereja/café beneficiado; CoBe: relação café coco/café beneficiado; Chocho: percentual de grãos "chochos"; Chato: percentual de grãos "chatos"; Moca: percentual de grãos "moca"; Pen. 17: percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; Pen. 15: percentual de grãos retidos em peneira 15; Pen. 13: percentual de grãos retidos em peneira 13; Pen. 11: percentual de grãos retidos em peneira 11; Pen. méd.: peneira média; D: decréscimo e A: acréscimo.

Quadro 10 – Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta nas características avaliadas em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Sooretama, ES, considerando a seleção de 20% das progênes

Seleção em	CRITÉRIO	Ganho em %													
		Ciclo	Prod.	CeCo	CeBe	CoBe	Chocho	Chato	Moca	Umíd. (%)	Pen.17	Pen.15	Pen.13	Pen.11	Pen. Méd.
Ciclo	D	-8,35	5,13	1,98	-0,84	-3,95	-23,20	2,52	-11,28	0,11	20,50	-1,18	-6,28	6,37	0,10
Prod,	A	-0,26	25,41	1,01	-2,55	-4,04	-37,07	1,83	-8,05	0,24	-5,25	0,67	0,46	-0,42	-0,16
CeCo	D	0,60	-1,50	-3,34	-1,75	2,69	18,33	-0,33	1,47	-0,50	-24,03	-9,01	5,56	14,97	-1,50
CeBe	D	-2,38	3,42	-1,25	-7,53	-7,08	-32,65	2,30	-10,16	1,67	31,56	3,15	-7,63	-3,42	0,97
CoBe	D	-4,44	-0,51	-0,39	-6,65	-7,68	-26,08	1,13	-5,04	1,41	23,51	3,03	-4,95	-5,60	0,82
Chocho	D	-0,31	13,69	-0,84	-4,25	-3,98	-52,82	-0,51	2,26	1,04	-50,40	-12,06	8,38	26,98	-2,69
Chato	A	-2,29	-0,34	0,76	-3,22	-5,16	-17,45	4,99	-22,08	1,23	41,84	-0,32	-3,88	-7,63	1,22
Moca	D	-2,29	-0,34	0,76	-3,22	-5,16	-17,45	4,99	-22,08	1,23	41,84	-0,32	-3,88	-7,63	1,22
Umíd (%)	D	4,82	6,88	-0,27	4,28	5,60	30,43	0,14	-0,86	-3,54	21,46	10,81	-5,42	-18,85	1,39
Pen. 17	A	0,24	4,16	-0,39	-0,49	0,09	38,93	2,31	-10,12	-0,43	130,36	33,32	-30,23	-52,88	6,13
Pen. 15	A	0,16	9,72	-0,95	-2,66	-1,88	3,57	3,36	-14,76	-0,46	108,38	38,26	-28,11	-56,85	5,91
Pen. 13	D	0,36	6,99	-1,35	-3,98	-2,89	2,63	1,68	-7,39	-0,34	107,10	26,79	-30,56	-27,85	4,67
Pen. 11	D	-0,57	2,89	-0,67	-1,83	-1,30	18,63	2,51	-11,18	1,00	99,02	35,05	-23,89	-59,52	5,51
Pen. méd.	A	-1,02	3,30	-0,44	-1,92	-1,77	17,64	2,69	-11,82	0,04	126,62	36,14	-29,79	-57,71	6,30

GS (%): ganho de seleção baseado no diferencial de seleção; Ciclo: número de dias do florescimento principal a colheita; Prod.: produções de grãos em quatro colheitas (Kg/ha); CeCo: relação café cereja/café coco; CeBe: relação café cereja/café beneficiado; CoBe: relação café coco/café beneficiado; Chocho: percentual de grãos "chochos"; Chato: percentual de grãos "chatos"; Moca: percentual de grãos "moca"; Umíd. (%): percentual de umidade; Pen.17: percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; Pen.15: percentual de grãos retidos em peneira 15; Pen.13: percentual de grãos retidos em peneira 13; Pen.11: percentual de grãos retidos em peneira 11; Pen. méd.: peneira média; D: decréscimo e A: acréscimo.

comparativamente com as médias da população original. Analisando os resultados da seleção direta e indireta, verifica-se que a direta foi superior à seleção indireta para todas as características, em ambos os locais, com exceção para as características chato e moca. A seleção direta para cada uma das características chato e moca resulta num ganho indireto na outra, semelhante a seu ganho direto. Em Marilândia, com as características peneira 17 e peneira 13, ocorreu o mesmo fato, sendo a seleção indireta tão eficiente quanto a direta. Essa relação era esperada devido à alta correlação genotípica negativa dessas características, como se demonstra nos Quadros 11 e 14. De acordo com Romário Gava Ferrão (Informação pessoal), para o melhoramento da espécie, busca-se aumentar a proporção de chato e peneira 17 e diminuir moca e peneira 13, melhorando o tipo de café, tendo assim maior cotação para o produto no mercado. Nos Quadros 11 a 16, são apresentadas as estimativas das correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre todas as características, nos dois locais em estudo. De modo geral, as magnitudes dos coeficientes de correlações genéticas tenderam a superar os coeficientes das correlações fenotípicas nos dois locais, apontando para o fato de os componentes genotípicos terem maior influência na determinação das correlações que os de ambiente. Este fato ocorreu em Marilândia em 80,77% dos casos, já em Sooretama, em 93,41%. Os resultados são concordantes com os encontrados por Fonseca (1999), que estudou correlações em 80 genótipos de *C. canephora*, em oito características e obteve maior magnitude das correlações genotípicas em relação às fenotípicas, em mais de 60% dos casos.

De acordo com Castoldi (1997), a seleção indireta pode ser prejudicada quando as correlações ambientais apresentam em relação às genotípicas e fenotípicas, diferenças de magnitudes e/ou diferenças de sinais, pois a ação diferencial do ambiente sobre as variáveis envolvidas poderá favorecer a uma delas e desfavorecer a outra. Verificou-se, em ambos os locais, que ocorreu esse fato com algumas correlações. Em Marilândia, ocorreu para as características Ciclo com Prod., ciclo com CeCo., ciclo com CeBe, ciclo CoBe, ciclo com Chato, ciclo com Moca, ciclo com Pen.15, ciclo com Pen.11 e ciclo com Pen. Méd.; Prod. com CeBe, Prod. com CoBe; etc. Em Sooretama, ocorreu para as características Ciclo com CeCo, Ciclo com Pen.17, Ciclo com

**Quadro 11– Estimativas dos coeficientes correlações genotípicas entre as características avaliados em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Mariândia, ES**

Características	Ciclo	Prod.	CeCo	CeBe	CoBe	Chocho	Chato	Moca	Pen.17	Pen.15	Pen.13	Pen.11	Pen. Méd.
Ciclo	1,0000	0,1454	0,6702	0,6765	0,6457	-0,1063	-0,3028	0,3031	-0,0057	0,2440	0,0007	-0,2606	0,1084
Prod		1,0000	0,1350	-0,0447	-0,3000	-0,4015	-0,0771	0,0782	0,3169	0,4738	-0,3206	-0,5517	0,4714
CeCo			1,0000	0,8178	0,4577	-0,2196	-0,1252	0,0867	-0,1213	0,0055	0,1284	-0,0498	-0,0534
CeBe				1,0000	0,8623	0,1859	-0,1210	0,1102	-0,1654	0,0176	0,1111	0,0145	-0,0944
CoBe					1,0000	0,4969	-0,1414	0,1279	-0,2936	-0,0849	0,1766	0,2122	-0,2498
Chocho						1,0000	0,2080	-0,2057	0,0046	-0,1302	-0,0809	0,2880	-0,1059]
Chato							1,0000	-1,000	0,3837	0,2285	-0,3366	-0,2785	0,3689
Moca								1,0000	-0,3738	-0,1956	0,3178	0,2545	-0,3477
Pen. 17									1,0000	0,5547	-0,9083	-0,6323	0,8986
Pen. 15										1,0000	-0,7609	-0,9007	0,8492
Pen. 13											1,0000	0,6646	-0,9127
Pen. 11												1,0000	-0,8954
Pen. méd.													1,0000

Ciclo: número de dias do florescimento principal a colheita; Prod.: produções de grãos em quatro colheitas (Kg/ha); CeCo: relação café cereja/café coco; CeBe: relação café cereja/café beneficiado; CoBe: relação café coco/café beneficiado; Chocho: percentual de grãos "chochos"; Chato: percentual de grãos "chatos"; Moca: percentual de grãos "moca"; Pen. 17: percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; Pen. 15: percentual de grãos retidos em peneira 15; Pen. 13: percentual de grãos retidos em peneira 13; Pen. 11: percentual de grãos retidos em peneira 11; Pen. méd.: peneira média.

Quadro 12– Estimativas dos coeficientes correlações fenotípicas das características avaliadas em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Marilândia, ES

Características	Ciclo	Prod.	CeCo	CeBe	CoBe	Chocho	Chato	Moca	Umid.(%)	Pen.17	Pen.15	Pen.13	Pen.11	Pen. Méd.
Ciclo	1,0000	0,1305	0,6116	0,6216	0,5349	-0,0927	-0,2921	0,2876	0,2582	-0,0574	0,2402	0,0013	-0,2559	0,1051
Prod		1,0000	0,1442	-0,0224	-0,2368	-0,3381	-0,0729	0,0731	0,0334	0,2988	0,4600	-0,3083	-0,5303	0,4497
CeCo			1,0000	0,7734	0,4040	-0,1217	-0,1313	0,0912	0,0552	-0,1162	0,0074	0,1173	-0,0440	-0,0539
CeBe				1,0000	0,8240	0,2299	-0,1376	0,1244	0,0906	-0,1599	0,0151	0,1050	0,0186	-0,0934
CoBe					1,0000	0,5019	-0,1554	0,1455	0,1256	-0,2531	-0,0849	0,1538	0,1922	-0,2217
Chocho						1,0000	0,1439	-0,1439	0,0874	-0,0071	-0,1304	-0,0591	0,2695	-0,1088
Chato							1,0000	-0,9826	0,0254	0,3739	0,2272	-0,3290	-0,2751	0,3620
Moca								1,0000	-0,0322	-0,3601	-0,1939	0,3073	0,2493	-0,3354
Umid (%)									1,0000	0,1058	0,2936	-0,1570	-0,2955	0,2250
Pen. 17										1,0000	0,5502	-0,9050	-0,6296	0,8965
Pen. 15											1,0000	-0,7602	-0,8972	0,8462
Pen. 13												1,0000	0,6596	-0,9096
Pen. 11													1,0000	-0,8925
Pen. méd.														1,0000

Ciclo: número de dias do florescimento principal a colheita; Prod.: produções de grãos em quatro colheitas (Kg/ha); CeCo: relação café cereja/café coco; CeBe: relação café cereja/café beneficiado; CoBe: relação café coco/café beneficiado; Chocho: percentual de grãos "chochos"; Chato: percentual de grãos "chatos"; Moca: percentual de grãos "moca"; Umid.(%): percentual de Umidade; Pen. 17: percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; Pen. 15: percentual de grãos retidos em peneira 15; Pen. 13: percentual de grãos retidos em peneira 13; Pen. 11: percentual de grãos retidos em peneira 11; Pen. méd.: peneira média.

**Quadro 13– Estimativas dos coeficientes correlações ambientais das características avaliadas em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Marilândia, ES**

Características	Ciclo	Prod.	CeCo	CeBe	CoBe	Chocho	Chato	Moca	Umid.(%)	Pen.17	Pen.15	Pen.13	Pen.11	Pen. Méd.
Ciclo	1,0000	-0,1815	-0,0668	-0,1457	-0,1184	-0,0139	0,0446	-0,0637	0,0308	-0,1007	-0,0196	0,0524	0,0797	-0,1962
Prod		1,0000	0,2098	0,1432	0,0126	-0,0494	-0,0265	0,0231	0,0579	0,0249	0,3748	-0,1993	-0,3121	0,1956
CeCo			1,0000	0,5046	0,2317	0,2845	-0,2137	0,1336	0,1655	-0,1294	0,0461	-0,0064	0,0305	-0,1206
CeBe				1,0000	0,7510	0,4431	-0,3343	0,2547	0,1176	-0,1807	-0,0235	0,0508	0,1068	-0,1544
CoBe					1,0000	0,5182	-0,3194	0,2799	-0,0787	-0,1263	-0,1957	0,0980	0,2087	-0,2157
Chocho						1,0000	-0,2851	0,2032	-0,1041	-0,2263	-0,2775	0,2006	0,3227	-0,3286
Chato							1,0000	-0,7484	-0,1819	0,1008	0,2227	-0,1353	-0,2134	0,2016
Moca								1,0000	0,1337	-0,1074	-0,2110	0,1275	0,1901	-0,1149
Umid (%)									1,0000	0,1427	0,1091	-0,1542	-0,0928	0,1111
Pen. 17										1,0000	0,2380	-0,6088	-0,4608	0,6987
Pen. 15											1,0000	-0,7208	-0,7005	0,6575
Pen. 13												1,0000	0,3306	-0,6461
Pen. 11													1,0000	-0,7145
Pen. méd.														1,0000

Ciclo: número de dias do florescimento principal a colheita; Prod.: produções de grãos em quatro colheitas (Kg/ha); CeCo: relação café cereja/café coco; CeBe: relação café cereja/café beneficiado; CoBe: relação café coco/café beneficiado; Chocho: percentual de grãos "chochos"; Chato: percentual de grãos "chatos"; Moca: percentual de grãos "moca"; Umid.(%): percentual de Umidade; Pen. 17: percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; Pen. 15: percentual de grãos retidos em peneira 15; Pen. 13: percentual de grãos retidos em peneira 13; Pen. 11: percentual de grãos retidos em peneira 11; Pen. méd.: peneira média.

Quadro 14 – Estimativas dos coeficientes correlações genotípicas das características avaliadas em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Sooretama, ES

Características	Ciclo	Prod.	CeCo	CeBe	CoBe	Chocho	Chato	Moca	Umid.(%)	Pen. 17	Pen. 15	Pen. 13	Pen. 11	Pen. méd.
Ciclo	1,0000	0,0366	-0,3962	0,3394	0,4883	0,2490	-0,1734	0,1715	-0,4691	0,1469	0,3090	-0,1523	-0,2831	0,2733
Prod		1,0000	0,2505	-0,1484	-0,2089	-0,2854	0,1641	-0,1646	-0,1371	0,1169	0,2298	-0,1442	-0,1944	0,1719
CeCo			1,0000	0,1574	-0,2685	-0,1918	0,0558	-0,0586	0,0456	-0,0994	-0,1079	0,1362	0,0672	-0,0911
CeBe				1,0000	0,8956	0,7169	-0,2406	0,2335	-0,5709	-0,1517	-0,1439	0,1520	0,1237	-0,1388
CoBe					1,0000	0,7620	-0,2312	0,2277	-0,5825	-0,1124	-0,1049	0,0912	0,1016	-0,1057
Chocho						1,0000	-0,0553	0,0548	-0,4155	0,1863	0,0892	-0,0963	-0,1378	0,1621
Chato							1,0000	-1,0000	0,1940	0,3706	0,2811	-0,1618	-0,3977	0,3661
Moca								1,0000	-0,1875	-0,3689	-0,2773	0,1596	0,3945	-0,3627
Umid (%)									1,0000	-0,1945	-0,2059	0,2753	0,1003	-0,1702
Pen. 17										1,0000	0,7934	-0,9149	-0,6926	0,9059
Pen. 15											1,0000	-0,7419	-0,9403	0,9644
Pen. 13												1,0000	0,5176	-0,7945
Pen. 11													1,0000	-0,9227
Pen. méd.														1,0000

Ciclo: número de dias do florescimento principal a colheita; Prod.: produções de grãos em quatro colheitas (Kg/ha); CeCo: relação café cerejeia/café coco; CeBe: relação café cerejeia/café beneficiado; CoBe: relação café coco/café beneficiado; Chocho: percentual de grãos "chochos"; Chato: percentual de grãos "chatos"; Moca: percentual de grãos "moca"; Umid.(%): percentual de Umidade; Pen. 17: percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; Pen. 15: percentual de grãos retidos em peneira 15; Pen. 13: percentual de grãos retidos em peneira 13; Pen. 11: percentual de grãos retidos em peneira 11; Pen. méd.: peneira média.



**Quadro 15– Estimativas dos coeficientes correlações fenotípicas das características avaliadas em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Sooretama, ES**

Características	Ciclo	Prod.	CeCo	CeBe	CoBe	Chocho	Chato	Moca	Umíd.(%)	Pen. 17	Pen. 15	Pen. 13	Pen. 11	Pen. méd.
Ciclo	1,0000	0,0355	-0,3148	0,3203	0,4663	0,2360	-0,1653	0,1635	-0,4004	0,1416	0,3016	-0,1461	-0,2772	0,2665
Prod		1,0000	0,2172	-0,1358	-0,2022	-0,2550	0,1517	-0,1523	-0,1101	0,1139	0,2211	-0,1378	-0,1884	0,1658
CeCo			1,0000	0,2595	-0,2149	-0,1478	0,0215	-0,0230	0,0240	-0,0898	-0,0823	0,1094	0,0572	-0,0772
CeBe				1,0000	0,8629	0,6792	-0,2426	0,2367	-0,4796	-0,1462	-0,1408	0,1444	0,1211	-0,1379
CoBe					1,0000	0,7446	-0,2371	0,2345	-0,4873	-0,1084	-0,1071	0,0879	0,1030	-0,1076
Chocho						1,0000	-0,0695	0,0681	-0,3240	0,1784	0,0778	-0,0905	-0,1268	0,1495
Chato							1,0000	-0,9995	0,1608	0,3527	0,2734	-0,1528	-0,3821	0,3551
Moca								1,0000	-0,1561	-0,3508	-0,2698	0,1505	0,3790	-0,3519
Umíd (%)									1,0000	-0,1446	-0,1635	0,2151	0,0819	-0,1310
Pen. 17										1,0000	0,7850	-0,9106	-0,6863	0,9027
Pen. 15											1,0000	-0,7401	-0,9359	0,9621
Pen. 13												1,0000	0,5123	-0,7924
Pen. 11													1,0000	-0,9190
Pen. méd.														1,0000

Ciclo: número de dias do florescimento principal a colheita; Prod.: produções de grãos em quatro colheitas (Kg/ha); CeCo: relação café cereja/café coco; CeBe: relação café cereja/café beneficiado; CoBe: relação café coco/café beneficiado; Chocho: percentual de grãos "chochos"; Chato: percentual de grãos "chatos"; Moca: percentual de grãos "moca"; Umíd.(%): percentual de Umidade; Pen. 17: percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; Pen. 15: percentual de grãos retidos em peneira 15; Pen. 13: percentual de grãos retidos em peneira 13; Pen. 11: percentual de grãos retidos em peneira 11; Pen. méd.: peneira média.

Quadro 16– Estimativas dos coeficientes correlações ambiental das características avaliadas em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Sooretama, ES

Características	Ciclo	Prod.	CeCo	CeBe	CoBe	Chocho	Chato	Moca	Umid.(%)	Pen. 17	Pen. 15	Pen. 13	Pen. 11	Pen. méd.
Ciclo	1,0000	0,0120	0,0227	0,1628	0,1408	0,0454	-0,0168	0,0152	-0,1974	-0,1510	-0,0771	0,2065	0,0047	-0,1334
Prod		1,0000	0,1398	-0,0266	-0,1215	0,1101	-0,0206	0,0201	-0,0030	0,0463	-0,0198	0,0560	-0,0400	-0,0113
CeCo			1,0000	0,6433	-0,0396	0,0023	-0,1399	0,1446	-0,0199	-0,1645	0,0809	-0,0132	0,0462	-0,0695
CeBe				1,0000	0,6312	0,4058	-0,2750	0,2794	-0,2022	-0,1698	-0,2124	0,1159	0,1754	-0,3024
CoBe					1,0000	0,5722	-0,3049	0,3123	-0,1686	-0,0577	-0,2477	0,0462	0,2035	-0,2794
Chocho						1,0000	-0,2271	0,2161	0,0141	0,0637	-0,2142	0,0238	0,1100	-0,1638
Chato							1,0000	-0,9935	0,0432	-0,0876	0,1517	0,0859	-0,0494	0,1702
Moca								1,0000	-0,0465	0,0984	-0,1517	-0,0948	0,0501	-0,1722
Umid (%)									1,0000	0,2710	0,0962	-0,2042	-0,0067	0,1857
Pen. 17										1,0000	-0,0297	-0,4647	-0,1113	0,5338
Pen. 15											1,0000	-0,5563	-0,5472	0,7153
Pen. 13												1,0000	0,0100	-0,5400
Pen. 11													1,0000	-0,5516
Pen. méd.														1,0000

Ciclo: número de dias do florescimento principal a colheita; Prod.: produções de grãos em quatro colheitas (Kg/ha); CeCo: relação café cereja/café coco; CeBe: relação café cereja/café beneficiado; CoBe: relação café coco/café beneficiado; Chocho: percentual de grãos "chochos"; Chato: percentual de grãos "chatos"; Moca: percentual de grãos "moca"; Umid.(%): percentual de Umidade; Pen. 17: percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; Pen. 15: percentual de grãos retidos em peneira 15; Pen. 13: percentual de grãos retidos em peneira 13; Pen. 11: percentual de grãos retidos em peneira 11; Pen. méd.: peneira média.

Pen.15, Ciclo com Pen.13, Ciclo com Pen.11, Ciclo com Pen.Méd.; Prod. com Chocho, Prod. com Chato, Prod. com Moca, Prod. com Umid., Prod. com Pen.15, Prod. com Pen.13 etc.. Assim, a seleção indireta baseada apenas nos coeficientes de variação genotípica pode ser prejudicada pela ação diferencial do ambiente sobre as variáveis envolvidas, pois a diferença de sinais entre correlações genotípicas e ambientais indica que causas de variação genética e ambiental influenciam as características, através de diferentes mecanismos fisiológicos (Falconer, 1987).

Nos experimentos, demonstrou-se que a seleção indireta não foi eficiente, mesmo para as características chato e moca nos dois locais e para Pen.17 e Pen.13, em Sooretama, pois estas características têm alta herdabilidade e alta correlação genética. Este tipo de seleção no *Coffea canephora*, nos dois locais, em quaisquer das características, provocou alterações indesejáveis em outras, quando houve correlações desfavoráveis, de forma que a seleção de materiais não evidenciou efeitos satisfatórios para a espécie, pois se procura para a cultura em programas de melhoramento, de acordo com Ferrão (2000), materiais que contenham simultaneamente, de certa forma, as características nas quais se baseia a seleção como: produtividade, ciclo, uniformidade de maturação, percentagem de grãos chochos, tamanho de grãos, resistência a doenças, relação café cereja/coco e relação café coco/beneficiado.

De acordo com Cruz e Carneiro (2003), a menor aceitação do produto melhorado poderá ocorrer em consequência de problemas que poderão surgir, relativos ao seu baixo desempenho em características secundárias, por não dar a devida atenção aos possíveis efeitos indiretos por ocasião do processo de seleção. Como exemplo, observou-se que a seleção direta, sobre a produção em Marilândia, resultou em ganhos indiretos insatisfatórios, em relação à direta, em outras características como CeCo, chocho, chato, moca, Pen.17 e Pen.13. Analisando a mesma característica em Sooretama, ocorreu fato semelhante para CeCo, chato, umidade, Pen.17, Pen.15, Pen.13, Pen.11 e Pen.Méd.

Como a seleção em *Coffea canephora* visa obtenção de materiais com caracteres simultâneos, a seleção direta e indireta não deve ser eficaz em

nenhum dos locais, havendo a necessidade para se obterem ganhos racionais, adotando com outra metodologia.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com a finalidade de estudar a seleção direta e indireta em 40 genótipos de *Coffea canephora* var. conilon, com materiais pertencentes ao INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural), foram realizados dois experimentos conduzidos de 1993 até hoje, nas fazendas experimentais do INCAPER, nos municípios de Marilândia e Sooretama, no ES. Os ensaios foram constituídos de 40 tratamentos, sendo 35 clones originados da seleção fenotípica de plantas matrizes em propriedades agrícolas, três clones elites e uma variedade propagada por semente, do programa de melhoramento do INCAPER e uma variedade clonal comercial. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, em que cada parcela era composta por duas plantas úteis. Foi utilizado o espaçamento de 3,0 x 1,5 m, densidade de plantio de 2.222 plantas/ha. Foram avaliadas 14 características: 1) Ciclo - número de dias do florescimento principal à colheita; 2) produção de grãos beneficiados em kg/ha de grãos beneficiados, com 14% de umidade; 3) relação café cereja/ café coco; 4) relação café cereja/café beneficiado; 5) relação café coco/café beneficiado; 6) percentual de grãos “ chochos”; 7) percentual de grãos “ chatos”; 8) percentual de grãos “moca”; 9) percentual de umidade; 10) percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; 11)

percentual de grãos retidos em peneira 15; 12) percentual de grãos retidos em peneira 13; 13) percentual de grãos retidos em peneira 11 e 14) peneira média.

O maior e o menor ganho percentual predito nos locais foi apresentado pelas características Peneira 17(maior  $CV_g$ ) e pela relação CeCo (menor  $CV_g$ ), respectivamente, sendo a característica com menor valor, a mais afetada pelo ambiente e a de maior, a menos afetada. Para a característica produção de grãos, obteve-se um ganho de seleção predito de 22,96% em Marilândia e de 25,41% em Sooretama, sendo um valor considerável.

Os coeficientes de correlações genéticas tenderam a superar os das correlações fenotípicas nos dois locais, apontando para o fato de os componentes genotípicos terem maior influência na determinação das correlações, que os de ambiente.

As seleções direta e indireta em *Coffea canephora* não devem ser eficazes devido à necessidade de o programa de melhoramento da espécie visar a obtenção de materiais com desempenho superior para caracteres simultâneos, objetivando ganhos racionais.

## **CAPÍTULO 3**

### **PREDIÇÃO DE GANHOS PELA SELEÇÃO BASEADA EM ESCORES FATORIAIS EM CARACTERES AVALIADOS EM *Coffea canephora var. conilon.***

#### **1. INTRODUÇÃO**

A análise de fatores tem sido muito aplicada na área de psicologia, a tal ponto de ser considerada como técnica voltada apenas para essa ciência. Na realidade, trata-se de um ramo da estatística, também empregado na pedagogia, genética, física quântica e meteorologia. A sua origem é atribuída a Charles Spearman, em 1904, embora em 1901, Karl Pearson já tivesse publicado um trabalho, no qual os aspectos estatísticos da análise de fatores já tivessem sido enfatizados. Entretanto, Charles Spearman é considerado o pai da análise de fatores por ter dedicado os últimos 40 anos de sua vida a esse assunto, segundo Harman (1967), citado por Abreu (1997).

A análise de fatores (AF) é uma técnica de análise multivariada que trata das relações internas de um conjunto de variáveis correlacionadas por um número menor de fatores (ou variáveis hipotéticas), que podem ser não-relacionados (fatores ortogonais) ou correlacionados (fatores oblíquos), que explicam a maior parte da variância do conjunto original.

A técnica da análise de fatores tem por objetivos a estruturação e a simplificação de dados originais, de forma que um número relativamente grande de variáveis possa ser representado por um número menor, expresso por combinações lineares desses dados originais, conservando o máximo possível de suas informações. Nesta análise, considera-se que cada variável analisada possa ser explicada por um conjunto de fatores comuns e por um fator específico. O peso ou carga fatorial de cada fator comum é estimado, de forma que os fatores, em função das variáveis em que incidem, passam a ter interpretação biológica. A partir daí, realiza-se a análise complementar em que os fatores comuns são expressos como combinações lineares de características. Estas características, agrupadas em um fator, estão fortemente correlacionadas entre si e fracamente correlacionadas com outro fator (Cruz e Carneiro, 2003).

De acordo com Castoldi (1997), durante anos, a análise de fatores (AF) teve seu uso bastante limitado em função da complexidade dos cálculos envolvidos. Atualmente, graças às facilidades computacionais, esta técnica tem sido retomada, abrangendo as mais diversas áreas. Exemplos disso são os estudos de inter-relações entre um conjunto de características em milho (Fakorede, 1986), de características de produção de trigo (Walton, 1971 e 1972), na qualidade de panificação de trigo (Briggs e Shebeski, 1972), em componentes de guar (Seiler e Stafford, 1985), em sorgo (Murty e Arunachalam, 1967), entre outros.

Uma das primeiras tentativas de aplicações da AF no melhoramento de plantas foi realizada por Godshalk e Timothy (1988), citados por Castoldi (1997), embora tenham concluído ser preferível usar a Análise de Componentes Principais (ACP). Abreu (1997) obteve resultados idênticos para capacidade geral de combinação de linhagens de frangos de corte e seleção



de híbridos superiores, usando as técnicas de Análise Univariada, Análise Multivariada, ACP e AF.

De acordo com Cruz e Carneiro (2003), a análise de fatores tem sido utilizada em diversos estudos na área biológica. Os autores citam alguns estudos em áreas pertinentes à Genética e Melhoramento como: - semelhanças entre os locais de experimentação e regiões produtoras de trigo dos Estados Unidos onde foram determinadas, submetendo-se os dados de trinta anos de ensaios à análise de fatores. A identificação das diferentes zonas de produção facilitou a avaliação das novas variedades, destinadas a esses locais (Petersen,1992). As em milho doce, a associação entre as características das sementes, da porcentagem de emergência, do teor em açúcares, da maciez e da suscetibilidade aos fungos, representadas por vinte e nove variáveis, foram estudadas usando a análise de fatores (Juvik et al., 1993). As relações entre a arquitetura da planta e o tamanho das sementes de feijoeiro, representadas por quatro variáveis, foram identificadas usando a análise de fatores, por Acquaah et al. (1992). Em famílias de meios-irmãos de milho, a mesma técnica (análise de fatores) também foi utilizada por (Castoldi,1997).

Marques (2000) empregou a análise de fatores em estudos e predição de ganhos, em 166 famílias de meios-irmãos de milho pipoca, no ano agrícola de 1997-1998. Concluiu que a análise de fatores é uma técnica que pode ser utilizada na predição de ganhos por seleção, em substituição ao método tradicional, ou complementando as técnicas de seleção simultânea de caracteres baseadas em índices de seleção.

Com o objetivo de avaliar os ganhos preditos por meio de várias estratégias de seleção em 40 genótipos de *Coffea canephora* do INCAPER em dois ambientes, utilizou-se a técnica de análise de fatores, nas 14 características avaliadas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Experimento e materiais genéticos

Foi o mesmo descrito no Capítulo 1.

### 2.2. Delineamento Experimental.

Foram os mesmos descritos no Capítulo 1.

### 2.3. Características avaliadas

Foram as mesmas descritas no Capítulo 1.

### 2.4. Análise de fatores

O modelo de análise de fatores utilizado foi o sugerido por Cruz e Carneiro (2003):

$$X_j = l_{j1} F_1 + l_{j2} F_2 + \dots + l_{jm} F_m + e_j \text{ em que:}$$

$X_j$  é a  $j$ -ésima variável, com  $j=1, 2, \dots, v$ ;

$l_{jk}$  é a carga fatorial para a  $j$ -ésima variável associada ao  $k$ -ésimo fator, sendo  $k=1, 2, \dots, m$ ;

$F_k$  é o k-ésimo fator comum e

$e_j$  é o fator específico.

A análise de fatores procura explicar o máximo da variação em  $X_j$ , com o menor número possível de fatores, tornando  $e_j$  mínimo. Marques (2000), Castoldi (1997) e Abreu (1997), os dois últimos citando Harman (1968), escolheram um número de fatores comuns, igual ao número de autovalores, superiores à unidade existente na matriz de correlações fenotípicas das variáveis padronizadas. A cada autovalor corresponde um autovetor com o mesmo número de elementos quantas as variáveis iniciais.

A carga fatorial inicial representa a correlação entre a variável  $j$  e o fator  $k$ , de modo que:

$$l_{ij} = I_i V_{ij}^2, \text{ em que:}$$

$I_i$  é o i-ésimo autovalor maior que 1 obtido da matriz de correlações.

fenotípicas; e.

$V_{ij}$  é o j-ésimo valor do i-ésimo autovalor.

A fração da variância de  $X_j$  explicada pelos fatores chama-se *comunalidade* e representa-se:

$$C_j = l_{j1}^2 + l_{j2}^2 + \dots + l_{jm}^2.$$

À semelhança de Castoldi (1997), de Abreu (1997), de Martins (1999) e de Marques (2000) optou-se pela definição inicial do número de fatores e pelo modelo de fatores ortogonais, ou seja, não correlacionados.

Com o uso da técnica de análise de fatores, objetiva-se no presente trabalho, criar um novo critério de seleção, estabelecido em função de fatores, sobre os quais, praticar-se-á a seleção, visando obter ganhos simultâneos nas variáveis originais.

A técnica envolve vários estágios, com o estabelecimento do número de fatores comuns a ser usado, o cálculo das cargas iniciais destes fatores e a relação dos fatores, obtendo-se as cargas finais e permitindo definir os fatores. O último passo envolve a estimação dos escores fatoriais.

O método utilizado para determinar o número de fatores foi o de

escolher tantos fatores comuns quantos autovalores maiores ou iguais à unidade forem obtidos da matriz de correlação fenotípica das variáveis originais padronizadas.

As cargas fatoriais de cada variável são dadas por:

$$l_{ij} = \mathbf{I}_i \cdot V_{ij}^2$$

em que:

$l_{ij}$  = carga fatorial do i-ésimo fator correspondente a j-ésima variável;

$\mathbf{I}_i$  = i-ésimo autovalor maior que a unidade, obtido da matriz de correlações fenotípicas e

$V_{ij}$  = j-ésimo valor do i-ésimo autovalor. Em síntese, a cada autovalor maior que a unidade, corresponde um autovetor que, por sua vez, é constituído por um número de valores igual ao número de variáveis originais. Logo, um dado fator terá cargas individuais para todas as variáveis, o que esclarece a razão da denominação “fator comum”, empregada na teoria de análise de fatores.

O método de rotação empregado foi o Varimax, já que foi assumido serem fatores comuns ortogonais entre si.

O objetivo da rotação é, em resumo, fazer com que, dentro de um mesmo fator, as cargas fatoriais apresentem variância máxima, o que equivale a dizer que algumas cargas fatoriais assumem valores próximos à unidade e outros, próximos a zero.

Este é um passo importante da análise de fatores, pois quantifica o efeito de cada fator comum na expressão dos caracteres. Os escores são obtidos por meio da equação apresentada por Manly, 1986, citado por Castoldi (1997), qual seja:

$$\mathbf{F}^* = [(\mathbf{G}'\mathbf{G})^{-1} \mathbf{G}'\mathbf{X}]'$$

em que:

$\mathbf{F}^*$  = vetor de dimensão 1 x m de escores fatoriais;

$\mathbf{G}$  = matriz de dimensão p x m das cargas fatoriais finais rotacionadas;

$\mathbf{X}$  = vetor de dimensão p x 1 de médias dos caracteres do k-ésimo genótipo. Para cada genótipo, repete-se o cálculo. Dessa forma, para cada

genótipo, haverá m novos caracteres, que corresponderão a fatores diferentes. Uma vez selecionados os fatores, foram obtidos os escores relativos a cada genótipo, em cada repetição. Os valores desses escores foram tomados como representativos de uma nova variável, que foi utilizada como critério de seleção.

Pela análise de variância dessas novas variáveis, estimaram-se os parâmetros genéticos necessários para o cálculo dos ganhos com seleção, nos dois locais.

Para obtenção da estimativa dos ganhos percentuais de seleção das variáveis originais, em função da seleção praticada nos escores dos fatores, adotou-se a fórmula de cálculo:

$$GS\% = (DS H_j^2) 100/X_i$$

em que:

DS = diferencial de seleção obtido no caráter j com seleção praticada no fator i.;

$H_j^2$  = herdabilidade do caráter j.

Para a realização das análises estatísticas, foi utilizado o aplicativo computacional em genética e estatística, denominado “Programa GENES” (Cruz, 1997).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análise de Fatores

A análise de fatores foi aplicada nos dados dos experimentos, em Marilândia e Sooretama, ES.

As cargas fatoriais iniciais, as finais e as comunalidades, após a rotação pelo método de Varimax, são apresentadas nos Quadros 17 e 18, que correspondem respectivamente a Marilândia e Sooretama. A partir das cargas fatoriais finais, identificam-se os fatores. Em Marilândia obteve-se o primeiro fator, que está relacionado com peneiras, sendo o que apresenta as maiores cargas fatoriais finais, para as características Pen. 17, Pen. 15, Pen. 13, Pen. 11 e Pen. Méd., o qual explica a “supercaracterística” ou o complexo denominado PENEIRA. O segundo fator é o que está mais influenciado pelo beneficiamento e ciclo, pois apresenta cargas fatoriais finais mais elevadas para as características ciclo, CeCo, CeBe, CoBe e ciclo, o qual explica a “supercaracterística” ou o complexo chamado BENEFCICLO. O terceiro fator é o que está mais influenciado com qualidade<sup>1</sup>, pois apresenta cargas fatoriais finais mais elevadas para as características chato e moca, o qual explica a

Quadro 17 – Cargas fatoriais iniciais (CFI) e finais (CFF) e valores de comunalidade obtidos da análise de fatores dos caracteres avaliados em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Marilândia, ES.

Variáveis	CFI				CFF				Comunalidade
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	
ciclo	0,0192	0,8675	-0,1019	-0,0510	-0,1998	0,7959	-0,3015	-0,0404	0,7659
produção	-0,4806	0,2131	-0,5087	-0,2050	-0,4733	0,0961	-0,1458	-0,5681	0,5773
CeCo	0,1397	0,7587	0,0320	-0,4874	0,0686	0,8791	0,0428	-0,2331	0,8337
CeBe	0,2267	0,8602	0,3117	-0,1544	0,0474	0,9294	-0,0171	0,2146	0,9123
CoBe	0,3509	0,7013	0,4714	0,1961	0,1161	0,7189	-0,1046	0,5784	0,8757
chocho	0,1588	0,0555	0,7069	0,5220	0,0307	0,0364	0,1145	0,8861	0,8005
chato	-0,4897	-0,3167	0,6708	-0,4121	-0,2148	-0,1079	0,9469	0,0743	0,9599
moca	0,4655	0,3063	-0,6780	0,4367	0,1879	0,0856	-0,9559	-0,0675	0,9609
umidade	-0,2324	0,3060	0,0863	0,3604	-0,3886	0,1457	-0,1721	0,2884	0,2850
Pen.17	-0,8582	-0,0190	0,0959	0,1341	-0,8186	-0,1713	0,2543	0,0030	0,7641
Pen.15	-0,8420	0,3053	-0,0993	0,1082	-0,8926	0,1010	0,0347	-0,1249	0,8237
Pen.13	0,8846	-0,0779	-0,1023	-0,2452	0,8985	0,1210	-0,1728	-0,0862	0,8593
Pen.11	0,8773	-0,2753	0,1651	0,0497	0,8777	-0,1070	-0,1020	0,2881	0,8752
Pen.. média	-0,9718	0,1498	-0,0136	0,0905	-0,9619	-0,0396	0,1895	-0,1118	0,9752

Quadro 18 - Cargas fatoriais iniciais (CFI) e finais (CFF) e valores de comunalidade obtidos da análise de fatores dos caracteres avaliados em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Sooretama, ES.

Variáveis	CFI				CFF				Comunalidade
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	
ciclo	0,2049	0,6218	-0,1981	-0,1037	0,35271	0,4679	-0,3013	-0,2110	0,4786
produção	0,2519	-0,1910	-0,0730	0,6442	0,2334	-0,1359	-0,0094	0,6688	0,5203
CeCo	-0,1021	-0,1806	0,1999	0,8172	-0,17169	0,0201	0,0942	0,8438	0,7508
CeBe	-0,2486	0,8117	0,3546	0,2944	-0,18860	0,9287	-0,0712	0,1728	0,9330
CoBe	-0,2003	0,8949	0,2742	-0,0830	-0,1115	0,9237	-0,1038	-0,2159	0,9231
chocho	0,0543	0,7684	0,3606	-0,1564	0,0840	0,8168	0,1031	-0,2510	0,7479
chato	0,5201	-0,3883	0,7243	-0,0972	0,2301	-0,1219	0,9411	0,0422	0,9553
moca	-0,5172	0,3853	-0,7273	0,0944	-0,2271	0,1174	-0,9415	-0,0446	0,9538
umidade	-0,1057	-0,6578	0,0230	-0,3113	-0,2227	-0,6257	0,2453	-0,2002	0,5413
Pen.17	0,9056	0,1140	-0,0731	-0,0289	0,8970	0,0198	0,1841	-0,0178	0,8393
Pen.15	0,9300	0,1420	-0,1805	0,0596	0,9550	0,0142	0,0760	0,0574	0,9212
Pen.13	-0,7992	-0,1502	0,2762	-0,0231	-0,8577	0,0117	0,0469	-0,0081	0,7381
Pen.11	-0,8821	-0,0974	0,0024	-0,0207	-0,8534	-0,0391	-0,2380	-0,0380	0,7880
Pen. média	0,9712	0,1359	-0,0933	0,0082	0,9688	0,0329	0,1746	0,0161	0,9704



“supercaracterística” ou o complexo intitulado QUALIDADE1. O quarto fator é o que está mais influenciado com qualidade2, pois apresenta cargas fatoriais finais mais elevadas para a característica chocho, o qual explica a “supercaracterística” ou o complexo designado QUALIDADE2.

Já em Sooretama, obteve-se o primeiro fator, que está relacionado com peneiras, sendo o que apresenta maiores cargas fatoriais finais para as características Pen. 17, Pen. 15, Pen. 13, Pen. 11 e Pen. Méd., o qual explica a “supercaracterística” denominada PENEIRA. O segundo fator é o que está mais influenciado com beneficiamento/chocho, apresentando cargas fatoriais finais mais elevadas para as características CeBe, CoBe e chocho, o qual explica a “supercaracterística” indicada BENEFC/CHOCHO. O terceiro fator é o que está mais influenciado com qualidade1, pois apresenta cargas fatoriais finais mais elevadas para as características chato e moca, o qual explica a “supercaracterística” nomeada QUALIDADE1. Não foi obtido um quarto fator em Sooretama, pois apenas a característica CeCo entraria no último, mas não condiz com o objetivo de um programa de melhoramento de *Coffea canephora*, pois se objetiva diminuir a relação CeCo e aumentar a produção, o que não ocorreu. Assim, não se considerou como um fator de interesse biológico.

A obtenção dos escores correspondentes às novas “supercaracterísticas” foram obtidas a partir da análise de fatores, utilizando como coeficientes de ponderação das variáveis padronizadas, as cargas canônicas.

De acordo com a teoria de análise de fatores, as variáveis que se concentram em determinado fator devem ser fracamente relacionadas com as variáveis dos outros fatores e é estabelecido de modo que os fatores não sejam correlacionados. Marques (2000) cita este fato em seu trabalho.

### **3.2. Predição de ganhos por seleção**

As análises de variância dos complexos e da produção são apresentadas respectivamente, nos Quadros 19 e 20 (Marilândia e Sooretama). Verificaram-se pelo teste F, valores significativos ( $P < 0,01$ ) para todos os

Quadro 19 – Resumo das análises de variância de caracteres avaliados em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Marilândia, ES (Local 1)

FV	GL	Quadrados médios			
		Produção	PENEIRA	BENEF/CICLO	QUALIDADE 1 QUALIDADE 2
Blocos	3	93247,85	0,08	2,22	1,30 2,08
Clones	39	1663294,88**	21,25**	8,97**	5,58** 3,58**
Resíduo	117	178025,76	0,50	0,85	0,28 0,55
Média geral		2990,34	13,92	29,75	4,00 3,35
CV(%)		14,11	5,06	3,09	13,24 22,19

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; Produção: produções de grãos em seis colheitas (Kg/ha); PENEIRA: Pen. 17, Pen. 15, Pen. 13, Pen. 11 e Pen. Média; BENEF/CICLO: relações CeCO, CeBe, CoBe e ciclo; QUALIDADE1: porcentagem de grãos chatos e mocas; QUALIDADE2: percentual de grãos chocho.

Quadro 20 – Resumo das análises de variância dos caracteres avaliados em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Sooretama, ES (Local 2)

FV	GL	Quadrados médios			
		Produção	PENEIRA	BENEF/CHOCHO	QUALIDADE 1
Blocos	3	131398,65	0,15	11,04	0,01
Clones	39	1040166,58**	21,65**	25,34**	5,89**
Resíduo	117	62825,91	0,20	2,04	0,34
Média geral	—	2393,37	5,01	16,99	9,56
CV(%)	—	10,47	8,87	8,41	6,13

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; Produção: produções de grãos em seis colheitas (Kg/ha); PENEIRA: Pen. 17, Pen. 15, Pen. 13, Pen. 11 e Pen. Média; BENEF/CHOCHO: relações CeBe, CoBe e chocho; QUALIDADE1: porcentagem de grãos chatos e mocas.

complexos e para a produção nos dois locais, demonstrando a existência de variabilidade genética, necessária à seleção, o que torna possível a identificação de materiais genéticos superiores.

Quanto às estimativas de precisão experimental (CV%) apresentadas nos quadros citados nos dois locais, constatou-se que houve diferenças entre os complexos avaliados, indicando uma influência menor do ambiente sobre BENEFCICLO, em Marilândia e QUALIDADE1 em Sooretama. A maior influência foi para QUALIDADE2 em Marilândia e para Produção, em Sooretama.

Nos Quadros 21 e 22 são apresentados os valores de índice de variação ( $CV_g/CV_e$ ), em Marilândia e Sooretama. Em Marilândia os valores ficaram acima de 1,17. Em Sooretama, o índice apresentou valores acima de 1,69. Valores do índice iguais ou acima de 1,0 indicam, segundo Vencovsky (1987), situação favorável à seleção. Tanto as “super características” quanto a produção, em Marilândia, apresentaram o coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ) igual ou superior a 84,55%, chegando a 97,67% para PENEIRA. Em Sooretama, todas as “super características” e produção apresentaram coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ), iguais ou superiores a 91,23%, chegando a 99,09%, para PENEIRA. Caracteriza-se assim, nos dois locais, predominância de variabilidade genética em relação à ambiental, para todas as “super características” e para produção. Desta forma, os resultados indicam condição propícia ao melhoramento, devido ao fato de o  $H^2$  ser um parâmetro relativo de confiabilidade com o qual o valor fenotípico representa o valor genotípico.

Os resultados da seleção direta para as “supervariáveis” e produção nos dois locais (Marilândia e Sooretama) são apresentados nos Quadros 23 e 24, respectivamente. Nos Quadros 25 e 26, são apresentados os resultados da seleção direta e indireta. Os ganhos são expressos em percentuais (GS%). Analisando os resultados da seleção direta e indireta, observa-se que a direta foi superior à indireta nos dois locais.

Em Marilândia, a seleção foi praticada para aumento da produção, da QUALIDADE1 e decréscimo para PENEIRA, BENEFCICLO E QUALIDADE2. Em Sooretama, a seleção foi praticada para aumento da produção e

Quadro 21– Estimativas dos parâmetros, genéticos e ambientais dos complexos, estabelecidos pela análise de fatores, a partir de combinações lineares de caracteres avaliados em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Mariândia ES

Estimadores	Complexos				
	Produção	PENEIRA	BENEF/CICLO	QUALIDADE 1	QUALIDADE 2
$\hat{s}^2_i$ (média)	415823,72	5,31	2,24	1,40	0,89
$\hat{s}^2$ (média)	44506,44	0,12	0,21	0,07	0,14
$\hat{s}^2_o$ (média)	371317,28	5,19	2,03	1,33	0,76
H <sup>2</sup> (média família)	89,30	97,67	90,57	94,97	84,55
CV <sub>g</sub> %	20,38	16,38	4,79	28,76	25,95
CV <sub>g</sub> /CV <sub>e</sub>	1,44	3,24	1,55	2,17	1,17

Produção, - Produções de grãos em seis colheitas (Kg/ha); Peneira – Pen. 17, Pen. 15, Pen. 13, Pen. 11 e Pen. Média; BENEF/CHOCHO: relações CeBe, CoBe e chocho; QUALIDADE1: porcentagem de grãos chatos e mocas.

Quadro 22– Estimativas dos parâmetros, genéticos e ambientais dos complexos, estabelecidos pela análise de fatores, a partir de combinações lineares de caracteres avaliados em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Sooretama ES

Estimadores	Complexos			
	Produção	PENEIRA	BENEF/CHOCHO	QUALIDADE 1
$\hat{s}^2_f$ (média)	260041,64	5,41	6,34	1,47
$\hat{s}^2$ (média)	15706,48	0,05	0,51	0,09
$\hat{s}^2_g$ (média)	244335,17	5,36	5,82	1,39
H <sup>2</sup> (média família)	93,96	99,09	91,93	94,17
CV <sub>g</sub> %	20,65	46,24	14,20	12,32
CV <sub>g</sub> /CV <sub>e</sub>	1,97	5,21	1,69	2,01

Produção: produções de grãos em seis colheitas (Kg/ha); PENEIRA: Pen. 17, Pen. 15, Pen. 13, Pen. 11 e Pen. Média; BENEF/CHOCHO: relações CeBe, CoBe e chocho; QUALIDADE1: porcentagem de grãos chatos e mocas.

Quadro 23 – Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta (GS), herdabilidade ( $h^2$ ), média inicial ( $x_0$ ), média selecionados ( $x_s$ ), diferencial de seleção (DS) nos caracteres em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Marilândia, ES

Caráter	Critério	$X_0$	$X_s$	DS	$H^2\%$	GS	GS%
Produção	A	2990,34	3759,26	768,92	89,30	686,62	22,96
PENEIRA	D	13,92	16,55	2,63	97,67	2,58	18,52
BENEF/CICLO	D	29,75	27,93	-1,82	90,57	-1,65	-5,54
QUALIDADE 1	A	4,00	5,24	1,24	94,97	1,18	29,40
QUALIDADE 2	D	-3,35	-2,22	1,13	84,55	0,95	-28,44

GS (%): ganho de seleção baseado no diferencial de seleção; Produção: produções de grãos em seis colheitas Kg/ha; PENEIRA: Pen. 17, Pen. 15, Pen. 13, Pen. 11 e Pen. Média; BENEF/CICLO: relações CeCo, CeBe, CoBe e ciclo; QUALIDADE1: porcentagem de grãos chatos e mocas; QUALIDADE2: percentual de grãos chocho; A: acréscimo e D: decréscimo.

Quadro 24 – Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta (GS), herdabilidade ( $h^2$ ), média inicial ( $x_0$ ), média selecionados ( $x_s$ ), diferencial de seleção (DS) nos caracteres em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Sooretama ES

Caráter	Critério	Xo	Xs	DS	$h^2$ %	GS	GS %
Produção	A	2393,37	3040,70	647,33	93,96	608,24	25,41
PENEIRA	D	5,01	2,06	-2,95	99,09	-2,92	58,34
BENEF/CHOCHO	D	16,99	14,49	-2,50	91,93	-2,30	-13,55
QUALIDADE 1	A	9,56	10,97	1,41	94,17	1,32	13,86

GS (%): ganho de seleção baseado no diferencial de seleção; Produção: produções de grãos em seis colheitas (Kg/ha); PENEIRA: Pen. 17, Pen. 15, Pen. 13, Pen. 11 e Pen. Média; BENEF/CHOCHO: relações CeBe, CoBe e chocho; QUALIDADE1: porcentagem de grãos chatos e mocas; A: acréscimo e D: decréscimo.



Quadro 25 – Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta (GS) nos caracteres em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Marilândia ES

Seleção em	Critério	Ganho em %					
		Produção	PENEIRA	BENEF/CICLO	QUALIDADE 1	QUALIDADE 2	
Produção	A	22,96	7,47	0,25	-1,20	-19,72	
PENEIRA	D	10,72	18,52	-2,32	20,40	-13,24	
BENEF/CICLO	D	-1,09	5,79	-5,54	12,00	-8,34	
QUALIDADE 1	A	3,59	10,65	-4,31	29,40	-14,44	
QUALIDADE 2	D	17,55	8,61	-1,11	-0,76	-28,44	

GS (%): ganho de seleção baseado no diferencial de seleção; Produção: produções de grãos em seis colheitas (Kg/ha); PENEIRA: Pen. 17, Pen. 15, Pen. 13, Pen. 11 e Pen. Média; BENEF/CICLO: relações CeCo, CeBe, CoBe e ciclo; QUALIDADE1: percentagem de grãos chatos e mocas; QUALIDADE2: percentual de grãos chocho; A: acréscimo e D: decréscimo.

Quadro 26 – Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta (GS) nos caracteres em genótipos de *Coffea canephora* var. *conilon*, nas safras de 1996, 1998, 1999 e 2000 em Sooretama ES

Seleção em	Critério	Produção	Ganho em %		
			PENEIRA	BENEF/CHOCHO	QUALIDADE 1
Produção	A	25,41	4,93	-7,08	4,66
PENEIRA	D	-7,04	58,34	-1,04	-3,13
BENEF/CHOCHO	D	5,17	13,03	-13,55	9,98
QUALIDADE 1	A	2,92	21,89	-9,06	13,86

GS (%): ganho de seleção baseado no diferencial de seleção; Produção: produções de grãos em seis colheitas (Kg/ha); PENEIRA: Pen. 17, Pen. 15, Pen. 13, Pen. 11 e Pen. Média; BENEF/CHOCHO: relações CeBe, CoBe e chocho; QUALIDADE1: porcentagem de grãos chatos e mocas; A: acréscimo e D: decréscimo.

QUALIDADE<sup>1</sup> e decréscimo para PENEIRA E BENEFA/CHOCHO. Os ganhos em cada fator nos dois locais, em relação às características originais, explicadas por eles, encontram-se nos Quadros 27 a 33. Observa-se que todos os fatores proporcionaram ganho esperado adequado nas características envolvidas, de acordo com o desejado em programas de melhoramento da espécie, como por exemplo: maiores Pen..17 e 15, menor percentual de grãos moca, maior percentual de grãos chato, etc.. Essas características são citadas como desejáveis em programas de melhoramento de *Coffea canephora*, por Ferrão (1999), Fonseca (1999) e Fonseca (2001), em seus trabalhos. A “supercaracterística” PENEIRA, gerada pela análise de fatores (AF) nos dois locais, proporcionou ganho de seleção maior que a própria seleção direta nas características Pen..15, Pen..11 e Pen.. média. Com os resultados encontrados, demonstrou-se ser adequada a utilização da técnica para as características em questão neste trabalho com *C. canephora*, proporcionando predições de ganhos interessantes. Assim, obteve-se ganho biológico com a utilização da técnica de análise de fatores, pelo fato de Ter proporcionado ganhos positivos nas características desejáveis, como aumento da porcentagem de grãos chatos e ganhos negativos para características que se desejava, como diminuição de grãos mocas.

Na literatura, alguns trabalhos não encontraram resultados desejados. Marques (2000), em estudos e predição de ganhos em 166 famílias de meios-irmãos de milho pipoca, não obteve predição de ganhos desejáveis para todas as características, ao aplicar a seleção nos escores dos fatores. Martins (1999), trabalhando com *Eucalyptus grandis*, em seis ambientes, com cinco variáveis, não obteve predição de ganhos que pretendia, ao praticar a seleção nos escores dos fatores extraídos da análise de fatores, em nenhum dos ambientes. Também Castoldi (1997), nos seus ensaios de milho, com nove variáveis, em todos, ao aplicar a seleção nos escores dos fatores, em nenhum ambiente conseguiu a combinação desejada para todos os caracteres, existindo sempre um ou mais caracteres, de sinal contrário ao que se pretendia.

Quadro 27 – Percentual de ganhos preditos em Marilândia para as características que compõem a “supercaracterística” PENEIRA, com seleção sobre a “supercaracterística” (Fator 1) e a seleção direta nas características

Caracteres	Ganho de seleção	Ganho seleção Direto
Pen.17	97,06	121,55
Pen.15	34,11	30,28
Pen.13	-38,13	-42,68
Pen.11	-83,87	-60,49
Pen. média	6,51	6,11

Quadro 28 - Percentual de ganhos preditos em Marilândia para as características que compõem a “super característica” BENE/CICLO, com seleção sobre a “super característica” (Fator 2) e a seleção direta nas características

Caracteres	Ganho de seleção	Ganho seleção Direto
Ciclo	-5,41	-6,61
CeCo	-3,96	-4,12
Cebe	-8,42	-8,78
CoBe	-3,80	-5,10

Quadro 29 - Percentual de ganhos preditos em Marilândia para as características que compõem a “supercaracterística” QUALIDADE 1, com seleção sobre a “supercaracterística” (Fator 3) e a seleção direta nas características

Caracteres	Ganho de seleção	Ganho seleção Direto
Chato	4,83	5,18
Moca	-22,71	-24,00

Quadro 30 - Percentual de ganhos preditos em Marilândia para as características que compõem a “supercaracterística”  
 QUALIDADE 2, com seleção sobre a “supercaracterística” (Fator 4) e a seleção direta nas características

Caracter	Ganho de seleção	Ganho seleção Direto
Chocho	-27,90	-31,81

Quadro 31 - Percentual de ganhos preditos em Sooretama para as características que compõem a “supercaracterística” PENEIRA, com seleção sobre a “supercaracterística” (Fator 1) e a seleção direta nas características

Caracteres	Ganho de seleção	Ganho seleção Direto
Pen.17	88,02	130,36
Pen.15	52,24	38,26
Pen.13	-21,85	-30,56
Pen.11	-90,48	-59,52
Pen. média	7,02	6,30



Quadro 32 - Percentual de ganhos preditos em Marilândia para as características que compõem a “supercaracterística” BENEFC/CHOCHO, com seleção sobre a “supercaracterística” (Fator 2) e a seleção direta nas características

Caracteres	Ganho de seleção	Ganho seleção Direto
Cebe	-7,12	-7,53
CoBe	-7,62	-7,68
Chocho	-34,36	-52,82

Quadro 33 - Percentual de ganhos preditos em Sooretama para as características que compõem a “supercaracterística” QUALIDADE 1, com seleção sobre a “supercaracterística” (Fator 3) e a seleção direta nas características

Caracteres	Ganho de seleção	Ganho seleção Direto
chato	4,86	4,99
moca	-21,53	-22,08

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com a finalidade de estudar a seleção baseada em escores obtidos pela análise de fatores (AF) em 40 genótipos de *Coffea canephora* var. conilon, com materiais pertencentes ao INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural), foram realizados dois experimentos conduzidos de 1993 até hoje, nas fazendas experimentais do INCAPER, nos municípios de Marilândia e Sooretama, no ES. Os ensaios foram constituídos de 40 tratamentos, sendo 35 clones originários da seleção fenotípica de plantas matrizes em propriedades agrícolas, três clones elites e uma variedade propagada por semente, do programa de melhoramento do INCAPER, e uma variedade clonal comercial. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo cada parcela composta por duas plantas úteis. Foi utilizado o espaçamento de 3,0 x 1,5 m, densidade de plantio de 2.222 plantas/ha. Foram avaliadas 14 características: 1) Ciclo - número de dias do florescimento principal a colheita; 2) produção de grãos beneficiados em kg/ha de grãos beneficiados, com 14% de umidade; 3) relação em kg de café cereja/ café coco; 4) relação em kg de café cereja/café beneficiado; 5) relação em kg de café coco/café beneficiado; 6) percentual de grãos “ chochos”; 7) percentual de grãos “ chatos”; 8) percentual de grãos “moca”; 9) percentual de umidade; 10)

percentual de grãos retidos em peneira superior a 15; 11) percentual de grãos retidos em peneira 15; 12) percentual de grãos retidos em peneira 13; 13) percentual de grãos retidos em peneira 11 e 14) peneira média.

A análise de fatores proporcionou ganhos biológicos com a utilização da técnica.

Obtiveram-se quatro fatores em Marilândia e três em Sooretama, tendo sido os ganhos preditos, maiores para seleção direta do que para seleção indireta, para a produção e “supercaracterísticas”, nos dois locais.

A seleção baseada nos escores obtidos através da análise de fatores possibilitou a predição de ganhos desejados por seleção, em todos os caracteres envolvidos nos fatores.

A utilização dos escores obtidos através da análise de fatores, para a predição de ganhos por seleção, mostrou-se inferior à seleção direta para a maioria das características, com exceção para a “supercaracterística” PENEIRA, nos dois locais, proporcionando um ganho de seleção maior que a própria seleção direta, nas características Pen..15, Pen..11 e Pen.. média.

Com os resultados encontrados, concluiu-se ser adequada a utilização da técnica para as características explicadas pelos Fatores em questão, proporcionando predições de ganhos adequados. Não foi eficiente para a seleção simultânea da produção e fatores, com a seleção direta em produção ou em algum dos fatores.

## **CAPÍTULO 4**

### **PREDIÇÃO DE GANHOS POR SELEÇÃO SIMULTÂNEA, DE CARACTERES AVALIADOS EM *Coffea canephora* var. *conilon*.**

#### **1. INTRODUÇÃO**

A necessidade de realizar seleção para um conjunto de características de interesse, visando alterações no sentido favorável a todas elas simultaneamente, fez com que critérios de seleção, que não fossem com base em apenas uma única característica ou na seleção indireta, fossem implementados. Isso porque a seleção direta, em um determinado caráter, poderá causar alterações que não sejam do interesse do melhorista em outros caracteres de importância (Paula, 1998).

Assim, uma maneira de se aumentar a chance de êxito de um programa de melhoramento é por meio da seleção simultânea de um conjunto de caracteres de importância. Para tal objetivo, a utilização da teoria de índice de seleção, que se constitui num caráter adicional estabelecido pela combinação

ótima de vários caracteres, que permite efetuar com eficiência a seleção simultânea de caracteres múltiplos, parece ser uma alternativa eficiente (Cruz e Regazzi, 2001).

A prática da seleção para valor econômico é assunto de alguma complexidade. Os caracteres componentes têm que ser combinados conjuntamente em um “score” ou índice, de maneira que a seleção seja aplicada ao índice, como se fosse aplicada a um simples caráter, que produzirá o mais rápido incremento possível de valor econômico. Se os caracteres não forem correlacionados, não há grande problema, pois cada caráter é pesado pelo produto de seu valor econômico e sua herdabilidade. Se as correlações genéticas forem conhecidas, a eficiência do índice poderá ser aumentada (Falconer, 1987). Os índices de seleção permitem obter valores que quantificam o potencial genético de um indivíduo. Não é possível observar diretamente esse potencial, mas é possível representá-lo por uma combinação linear com os valores genéticos de cada características, ponderados por pesos econômicos definidos pelo pesquisador Baker (1986), citado por Marques (2000).

De acordo com Cruz e Regazzi (2001), comparações com a seleção direta permitem concluir que a utilização de índices como critério de seleção proporciona resultados relativamente superiores. De maneira geral, o ganho sobre um caráter é reduzido, entretanto esta redução é compensada por uma melhor distribuição de ganhos favoráveis nos demais caracteres. Atualmente existem várias propostas para obtenção de índices, com suas próprias características e adequações aos propósitos do melhoramento. Diferentes índices representam diferentes alternativas de seleção e, conseqüentemente, de ganhos. Eles identificam de maneira rápida e eficiente, materiais genotípicos, que podem ser mais adequados para os propósitos do melhorista. Como atualmente já se dispõe de recursos computacionais e aplicativos adequados à estimação destes índices, sua obtenção torna-se operacionalmente simples, inexistindo razão para que não sejam utilizados. O aplicativo computacional em genética e estatística denominado “Programa Genes” é um bom exemplo para estimação destes índices. O mesmo autor

relata que uma vez estabelecido o índice, o grande interesse é avaliar o ganho de seleção em cada caráter avaliado e/ou no conjunto.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Experimento e materiais genéticos**

Foram os mesmos descritos no Capítulo 1.

### **2.2. Delineamento Experimental.**

Foi o mesmo descrito no Capítulo 1.

### **2.3. Características avaliadas**

Avaliaram-se as “supercaracterísticas” definidas na análise de fatores para cada local: PENEIRA(Fator1), BENEF/CICLO (Fator2), QUALIDADE1 (Fator3) e QUALIDADE 2 (Fator4), em Marilândia; PENEIRA (Fator1), BENEF/CHOCHO (Fator2) e QUALIDADE1 (Fator3), em Sooretama. As características Produção, Ciclo e Umidade foram avaliadas em Marilândia e Sooretama.

### **2.4. Índices de Seleção**



Os índices de seleção utilizados no trabalho foram os Índice Clássico de Seleção (Smith, 1936 e Hazel, 1943) e o Índice de Pesek e Baker (1969).

#### 2.4.1. Índice Clássico de Seleção

O índice de seleção clássico, proposto por Smith (1936) e Hazel (1943), consiste numa combinação linear dos valores fenotípicos dos vários caracteres de importância econômica, cujos coeficientes de ponderação são estimados de modo a maximizar a correlação entre o índice de seleção e o agregado genotípico. Este agregado genotípico é estabelecido por uma outra combinação linear, envolvendo os valores genéticos, os quais são ponderados por seus respectivos valores econômicos.

Sejam o índice de seleção (I) e o agregado genotípico (H) descritos como a seguir:

$$I = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n = \sum_{i=1}^n b_i x_i = b' x$$

$$H = a_1g_1 + a_2g_2 + \dots + a_n g_n = \sum_{i=1}^n a_i g_i = a' g$$

em que:

$n$  = número de caracteres avaliados;

$b'$  = vetor de dimensão  $1 \times n$  dos coeficientes de ponderação do índice de seleção, a serem estimados;

$x$  = matriz de dimensão  $n \times p$  de valores (ou médias) fenotípicos dos caracteres;

$p$  = número de genótipos avaliadas;

$a'$  = vetor de dimensão  $1 \times n$  de pesos econômicos previamente estabelecidos;

e

$g$  = matriz de dimensão  $n \times p$  de valores genéticos desconhecidos dos  $n$  caracteres considerados.

Portanto, para a estimação do índice de seleção de cada família ou progênie, é necessária a estimação do vetor  $b$ . Este vetor  $b$  é obtido de forma que a correlação entre I e H seja maximizada. Assim, tem-se:

$$b = P^{-1}Ga$$

em que:

$b$  = estimador do vetor de dimensão  $n \times 1$  dos coeficientes de ponderação do índice de seleção;

$P^{-1}$  = inversa da matriz, de dimensão  $n \times n$ , de variâncias e covariâncias fenotípicas entre os caracteres e

$G$  = matriz, de dimensão  $n \times n$ , de variâncias e covariâncias genéticas entre os caracteres.

A estimação de índices de seleção fidedignos é dependente da disponibilidade de matrizes de variâncias e covariâncias genéticas e fenotípicas bem estimadas e de pesos econômicos, relativos aos vários caracteres, bem estabelecidos. Uma vez estabelecido o índice, o interesse é quantificar o ganho de seleção em cada caráter avaliado e/ou no conjunto. O ganho esperado para o caráter  $j$ , quando a seleção é praticada sobre o índice, é expresso por:

$$Dg_{j(I)} = DS_{j(I)} h_j^2$$

em que:

$\Delta g_{j(I)}$  = ganho esperado do caráter  $j$ , com a seleção baseada no índice  $I$ ;

$DS_{j(I)}$  = diferencial de seleção do caráter  $j$ , com a seleção baseada no índice  $I$  e

$h_j^2$  = herdabilidade do caráter  $j$ .

Em certos estudos teóricos, tem-se optado por estimar o ganho indireto pela expressão:

$$Dg_{j(I)} = b_{gjI} DS = G_j b \frac{DS}{V(I)}$$

em que:

$b_{gjI}$  = estimador do coeficiente de regressão dos valores genéticos do caráter  $j$  em função do índice  $I$ ;

$DS = \bar{I}_s - \bar{I}_0$ ; em que  $\bar{I}_s$  representa a média dos indivíduos selecionados e  $\bar{I}_0$  a média original das progênies em relação ao índice e

$G_j$  = j-ésima linha da matriz G, cujos elementos são a variância genética do caráter j e as covariâncias genéticas entre este caráter e os demais.

Considerando-se  $\Delta g = [\Delta g_{1(I)} \quad \Delta g_{2(I)} \quad \Delta g_{n(I)}]$ , tem-se:

$$\Delta g = \frac{G \hat{b} i}{\hat{s}_i}$$

em que:

$i$  = diferencial de seleção, em unidades de desvio-padrão do índice I e

$\hat{s}_i$  = desvio-padrão do índice I.

#### 2.4.2. Índice de Pesek e Baker (1969)

No índice de seleção com base nos ganhos desejados (Pesek e Baker, 1969), os coeficientes b's são calculados de acordo com a importância estabelecida pelo melhorista em sua especificação dos ganhos desejados em cada característica. A construção deste índice envolve o conhecimento da expressão do ganho esperado dos vários caracteres, que é definido por:

$$\Delta g = \frac{G \hat{b} i}{\hat{s}_i}$$

$\Delta g$  - é o vetor de ganhos esperados;

G - é a matriz das variâncias e covariâncias genotípicas;

$\hat{b}$  - é o vetor nx1 de coeficientes do índice;

$i$  - é a intensidade de seleção e

$\hat{s}_i$  - é o desvio-padrão do índice.

Substitui-se  $\Delta g$ , que é o vetor de ganhos estimados, por  $\Delta g_d$ , que é o vetor de ganhos desejados, e elimina-se o escalar  $\frac{i}{\hat{s}_i}$  que não afeta a proporcionalidade dos b's. Assim, estima-se b pela expressão:

$$b = G^{-1} \Delta g_d$$

Para a realização das análises estatísticas, foi utilizado o aplicativo computacional em genética e estatística denominado “Programa GENES” (Cruz, 1997).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No índice de seleção, o melhorista procura obter um ideótipo, indivíduos ou famílias que reünam em si, equilibradamente, um conjunto particular de características desejáveis. Neste trabalho, foi utilizada a estimativa da predição de ganhos por seleção, utilizando índices de seleção em Marilândia (ES) e Sooretama (ES). Nos dois locais, definiu-se o número de dez genótipos que deveriam ser selecionados.

Para o índice de Smith (1936) e Hazel (1943), foi utilizado como peso econômico o CVg, como sugerido por Cruz (1990), que cita que os pesos econômicos poderiam ser estimados a partir de estatísticas dos próprios dados experimentais e que o coeficiente de variação genético pode ser um bom referencial, uma vez que é diretamente proporcional à variância genética disponível, e mantém de certa forma, a proporcionalidade entre os caracteres e é adimensional. Também se utilizaram como peso econômico, valores que, após várias tentativas de atribuição de pesos de diversas grandezas, os que obtinham os ganhos simultâneos mais satisfatórios. Já, em relação ao índice de seleção proposto Pesek e Baker (1969), foi utilizado como ganhos desejados, um desvio padrão genético (Dpg).

### 3.1. Predição de ganhos por seleção em Marilândia e Sooretama

#### 3.1.1. Predição de ganhos por seleção para aumento da Produção e de PENEIRA (Fator1) em Marilândia e Sooretama.

Os ganhos percentuais preditos pelos índices de seleção, sendo a seleção praticada nos caracteres Produção e PENEIRA (Fator1) em Marilândia e Sooretama, encontram-se nos Quadro 34 e 35, respectivamente. Os Gráficos 1 e 2 demonstram quais genótipos foram selecionados em Marilândia e Sooretama respectivamente, pela seleção direta, e índices de seleção de Smith (1936) e Hazel e Pesek Baker (1969), considerando produção e PENEIRA(Fator1). De acordo com Ferrão (1999),Fonseca (1999) e Fonseca (2001), objetiva-se um ideótipo de *Coffea canephora*, no qual, além de outras características, buscaram-se alta produção e aumento de peneira. Em Marilândia, o índice de seleção de Smith (1936)e Hazel (1943) permitiu predição de ganho equilibrado de 22,89% para produção e de 10,33% para PENEIRA (Fator1), igual quando se utilizaram como peso econômico, o CV<sub>g</sub> e a atribuição de valores, sendo selecionados os mesmos genótipos, demonstrando, neste caso, ser o CV<sub>g</sub>, um bom critério para peso econômico, conforme considerado por Cruz, 1990.

Em Sooretama, por outro lado, o índice obtido quando se utilizou o CV<sub>g</sub>, não apresentou predição de ganhos equilibrados para as duas características, o CV<sub>g</sub> não permitiu ganhos desejados como em Marilândia. Assim, estes resultados não estão de acordo com a citação de Cruz (1990). O índice permitiu a predição de ganhos equilibrados quando se utilizaram pesos econômicos de 100:1, com porcentagem de predição de ganhos de 32,19% para Peneira e de 21,53% para Produção.

Os genótipos 22, 23, 24, 31e 32 foram os que apresentaram os melhores desempenhos preditos pelo índice de Smith (1936) e Hazel (1943) nos dois ambientes para as características em questão, pois independente dos valores atribuídos a pesos econômicos, estes materiais foram selecionados.

Quanto ao índice de Pesek e Baker (1969), obtiveram-se também ganhos preditos equilibrado nos dois locais. Analisando os resultados, o índice

Quadro 34 – Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta, índice de seleção Smith (1936) e Hazel (1943) e Pesek e Baker (1969), em produção e “supercharacterística” PENEIRA (Fator 1), em Marilândia ES

Seleção em	Ganho Seleção em		Genótipos Selecionadas
	Fator 1	Produção	
Fator 1	18,52	10,72	(4, 6, 8, 11, 14, 15, 16, 21, 32, e 37)
Produção	7,47	22,96	(2, 8, 15, 22, 23, 24, 31, 32, 34 e 37)
$I_{SH} (1:1)$	10,33	22,89	(2, 8, 15, 22, 23, 24, 31, 32, 35 e 37)
$I_{SH} (-16,38 : 20,38) CVg$	10,33	22,89	(2, 8, 15, 22, 23, 24, 31, 32, 35 e 37)
$I_{PB} (-2,27 : 609,35) Dpg$	16,42	20,52	(4, 6, 8, 15, 21, 23, 24, 31, 32 e 37)

Quadro 35 - Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta, índice de seleção Smith (1936) e Hazel (1943) e Pesek e Baker (1969), em produção e “supercaracterística” PENEIRA (Fator 1), em Sooretama ES

Seleção em	Ganho Seleção em		Genótipos Seleccionadas
	Fator 1	Produção	
Fator 1	58,34	7,04	(1, 3, 10, 12, 13, 22, 26, 27, 33 e 38)
Produção	4,93	25,41	(3, 4, 5, 9, 22, 23, 24, 31, 32 e 34)
$I_{SH}$ (100 : 1)	32,19	21,53	(4, 7, 9, 16, 22, 23, 24, 31, 32 e 37)
$I_{SH}$ (46,24 : 20,65) CVg	4,93	25,41	(3, 4, 5, 9, 22, 23, 24, 31, 32 e 34)
$I_{PB}$ (2,31 : 494,3) Dpg	44,44	18,89	(4, 6, 7, 9, 16, 23, 24, 31, 32 e 37)



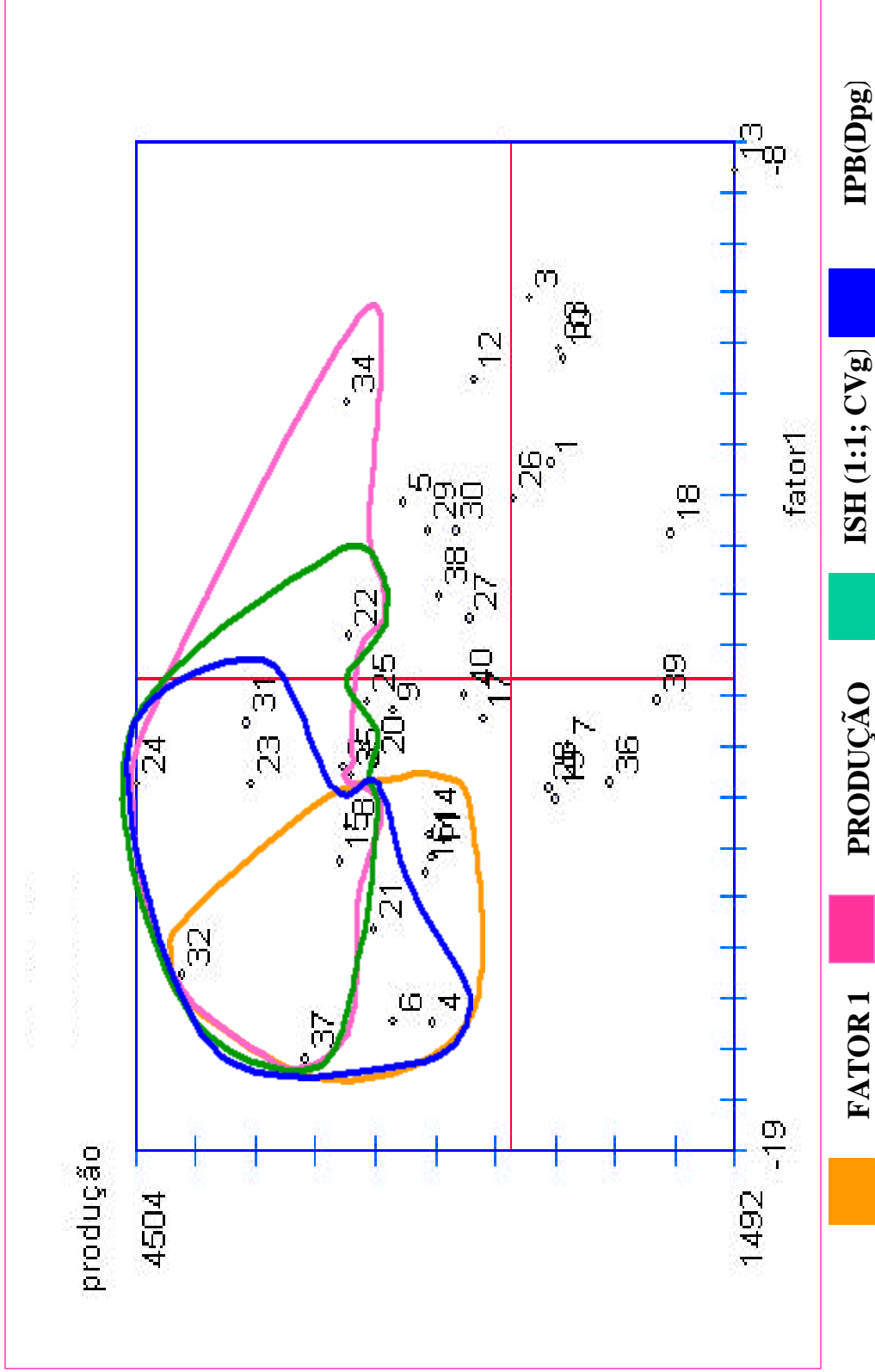
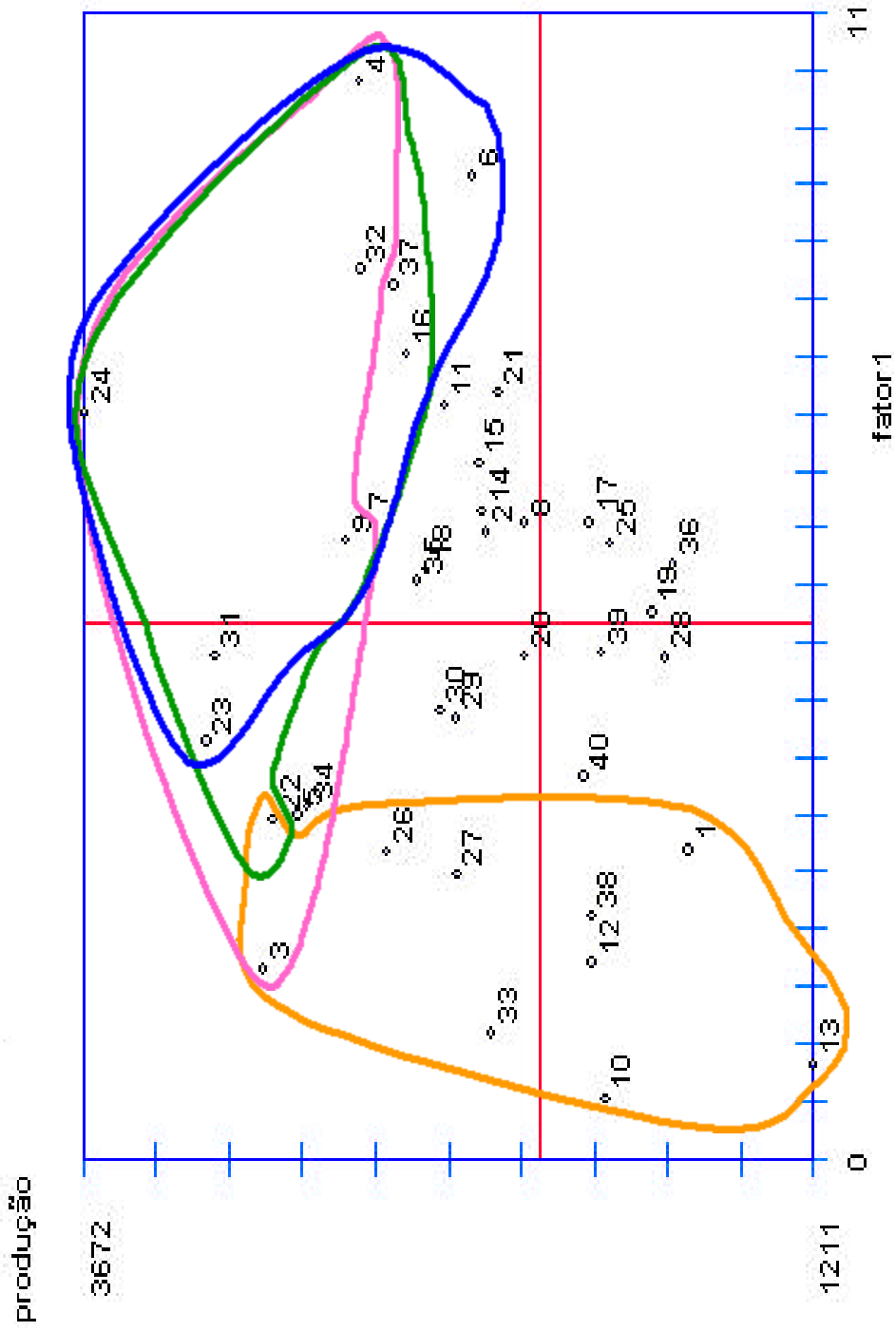


Gráfico 1- Genótipos selecionados para aumento de Produção e PENEIRA (Fator1) em Marilândia, utilizando seleção direta; índice de Smith (1936) e Hazel (1943) com pesos econômicos de 1:1 e um coeficiente de variação genotípico (CV<sub>g</sub>) e o índice de Pesek e Baker (1969) com ganho desejado de um desvio padrão genético (Dpg)



**FATOR 1**    **PRODUÇÃO e ISH (CVg)**    **ISH (Dpg)**    **IPB(Dpg)**

Gráfico 2- Genótipos selecionados para aumento de Produção e PENEIRA (Fator1) em Sooretama, utilizando seleção direta; índice de Smith (1936) e Hazel (1943) com pesos econômicos de 100:1 e um coeficiente de variação genotípico (CV<sub>g</sub>) e o índice de Pesek e Baker (1969) com ganho desejado de um desvio padrão genético (Dpg)

de Pesek e Baker (1969) foi o que apresentou uma maior porcentagem de predição de ganhos nos locais. Marques (2000) também relata em seu trabalho, com famílias de meios-irmãos de milho pipoca, para as características produção e capacidade expansão, que o índice de Pesek e Baker (1969) permitiu também ganhos ligeiramente superiores ao de Smith (1936) e Hazel (1943). Os genótipos 4, 6, 23, 24, 31, 32 e 37 foram os que apresentaram os melhores desempenhos para as características, nos dois locais simultaneamente, para o índice em questão.

Evidencia-se que, em um programa de melhoramento da espécie, quando se quer dar mais atenção a estas características simultaneamente ou individualmente, os genótipos 23, 24, 31 e 32 devem receber maior atenção, pois estes foram selecionados pelos dois índices, nos dois locais, independente dos pesos econômicos e ganhos desejados.

De modo geral, os dois índices ofereceram predição de ganho equilibrada, com ligeira superioridade para o índice de Pesek e Baker (1969).

### **3.1.2. Predição de ganhos por seleção para aumento da produção e de BENEFCICLO (Fator2) em Marilândia**

Os ganhos percentuais preditos pelos índices de seleção, sendo a seleção praticada nos caracteres Produção e BENEFCICLO (Fator2), são mostrados no Quadro 36. O Gráfico 3 mostra quais genótipos foram selecionados em Marilândia pela seleção direta, os índices de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943) e Pesek e Baker (1969), considerando-se produção e BENEFCICLO (Fator2). Objetiva-se em um programa de melhoramento de *Coffea canephora*, a diminuição das relações de beneficiamento cereja/coco, cereja/beneficiado, coco/beneficiado, aumentando o rendimento do genótipo e alcançando melhor valor comercial.

O índice de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943) não permitiu uma predição de ganho equilibrado, quando se utilizaram como peso econômico, o  $CV_g$  e a atribuição de valores. Os resultados encontrados são iguais quando se aplica a seleção direta em produção, selecionando os mesmos genótipos,

Quadro 36 - Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta, índice de seleção Smith (1936) e Hazel (1943) e Pesek e Baker (1969), em produção e “supercharacterística” BENEFCICLO (Fator 2), em Marilândia ES

Seleção em	Ganho Seleção em		Genótipos Selecionadas
	Fator 2	Produção	
Fator 2	5,54	1,09	(5, 6, 7, 11, 13, 14, 19, 20, 21, e32)
Produção	0,25	22,96	(2, 8, 15, 22, 23, 24, 31, 32, 34 e 37)
$I_{SH} (1:1)$	0,25	22,96	(2, 8, 15, 22, 23, 24, 31, 32, 34 e 37)
$I_{SH} (4,79 : 20,38) CVg$	0,25	22,96	(2, 8, 15, 22, 23, 24, 31, 32, 34 e 37)
$I_{PB} (-1,42 : 609,35) Dpg$	3,01	20,41	(5, 6, 20, 21, 22, 23, 24, 31, 32 e 37)

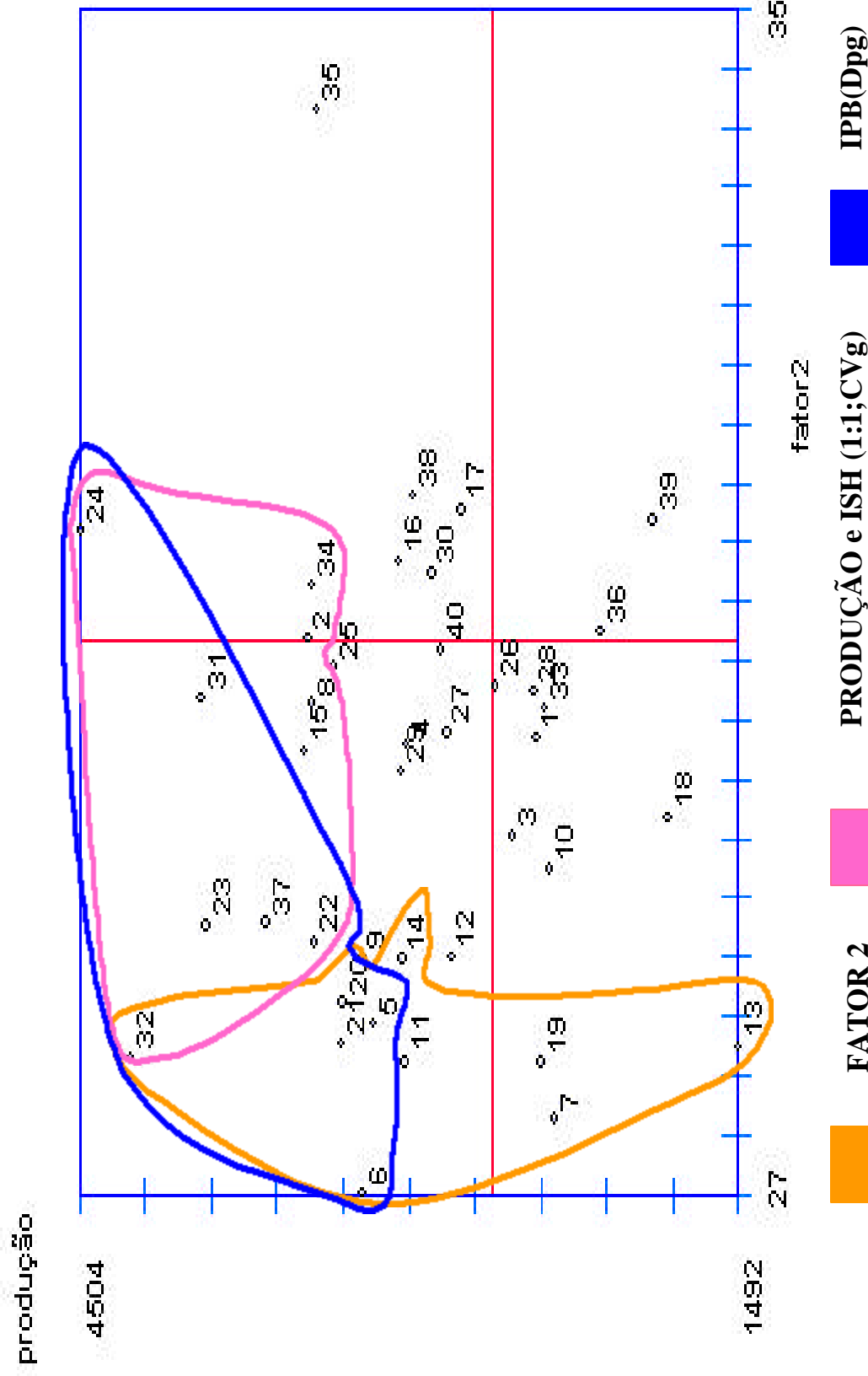


Gráfico 3- Genótipos selecionados para aumento de Produção e BENEF/CICLO(Fator2) em Marilândia, utilizando seleção direta; índice de Smith (1936) e Hazel (1943) com pesos econômicos de 1:1 e um coeficiente de variação genotípico ( $CV_g$ ) e o índice de Pesek e Baker (1969) com ganho desejado de um desvio padrão genético (Dpg)

demonstrando, neste caso, que o índice foi inadequado para as características em questão. Martins (2003), trabalhando com 248 famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis*, também não obteve ganhos com este índice. Quanto ao índice de Pesek e Baker (1969), obteve-se ganho predito equilibrado, sendo este índice recomendado para as características em questão. Os genótipos 5, 6, 20, 21, 22, 23, 24, 31, 32 e 37 apresentaram os melhores desempenhos para as características em questão.

### **3.1.3. Predição de ganhos por seleção para aumento da produção e de QUALIDADE1 (Fator3) em Marilândia e Sooretama**

Os ganhos percentuais preditos pelos índices de seleção, sendo a seleção praticada nos caracteres Produção e QUALIDADE1 (Fator3) em Marilândia e Sooretama, estão representados no Quadro 37 e 38, respectivamente. Os Gráficos 4 e 5 mostram os genótipos selecionados em Marilândia e Sooretama, respectivamente, pela seleção direta, mostram ainda os selecionados pelos índices de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943), e de Pesek e Baker (1969), sobre produção e QUALIDADE1 (Fator3).

As sementes do tipo chato são aquelas onde ocorrendo fertilização nos dois óvulos, e desde que as duas sementes se desenvolvam normalmente, cada uma delas, tomará a forma plano convexa (Antunes Filho e Carvalho, 1954). Busca-se o acréscimo deste tipo de semente em um programa de melhoramento. As sementes tipo moca são arredondadas ocupando as duas lojas do ovário, em vista da não fertilização prematura de um dos óvulos, é considerada uma característica não desejada, devendo ser reduzida nas seleções de cafeeiros, em programas de melhoramento (Antunes Filho e Carvalho, 1954). Esses defeitos não causam um bom aspecto ao produto, além de reduzir o rendimento do material e diminuir-lhe o valor comercial (Carvalho e Antunes, 1955).

O índice de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943) não permitiu uma predição de ganho equilibrado em Marilândia e Sooretama, quando se utilizou como peso econômico o  $CV_g$ . Em Sooretama, a aplicação do índice não obteve predição de ganho equilibrado, com peso de diversas grandezas, após

Quadro 37 - Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta, índice de seleção Smith (1936) e Hazel (1943) e Pesek e Baker (1969), em produção e “supercharacterística” QUALIDADE1(Fator 3), em Mariândia ES

Seleção em	Ganho Seleção em		Genótipos Selecionadas
	Fator 3	Produção	
Fator 3	29,40	3,59	(4, 6, 7, 11, 12, 19, 21, 22, 23 e 37)
Produção	1,20	22,96	(2, 8, 15, 22, 23, 24, 31, 32, 34 e 37)
$I_{SH} (100 : 1)$	9,98	22,54	(2, 8, 15, 21, 22, 23, 24, 31, 32 e 37)
$I_{SH} (28,76 : 20,38) CVg$	1,20	22,96	(2, 8, 15, 22, 23, 24, 31, 32, 34 e 37)
$I_{PB} (1,15 : 609,35) Dpg$	22,69	17,70	(4, 6, 11, 15, 21, 22, 23, 24, 32 e 37)

Quadro 38 - Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta, índice de seleção Smith (1936) e Hazel (1943) e Pesek e Baker (1969), em produção e “supercharacterística” QUALIDADE1 (Fator 3) em Sooretama ES.

Seleção	Ganho Seleção		Genótipos Selecionadas
	Fator 3	Produção	
Fator 3	13,86	2,92	(1, 4, 6, 9, 13, 21, 22, 23, 32 e 37)
Produção	4,66	25,41	(3, 4, 5, 9, 22, 23, 24, 31, 32 e 34)
$I_{SH}(1 : 1)$	4,66	25,41	(3, 4, 5, 9, 22, 23, 24, 31, 32 e 34)
$I_{SH}(12,32 : 20,65) CVq$	4,66	25,41	(3, 4, 5, 9, 22, 23, 24, 31, 32 e 34)
$I_{PB}(1,17 : 494,3) Dpg$	10,31	22,36	(3, 4, 6, 7, 9, 22, 23, 24, 31 e 32)



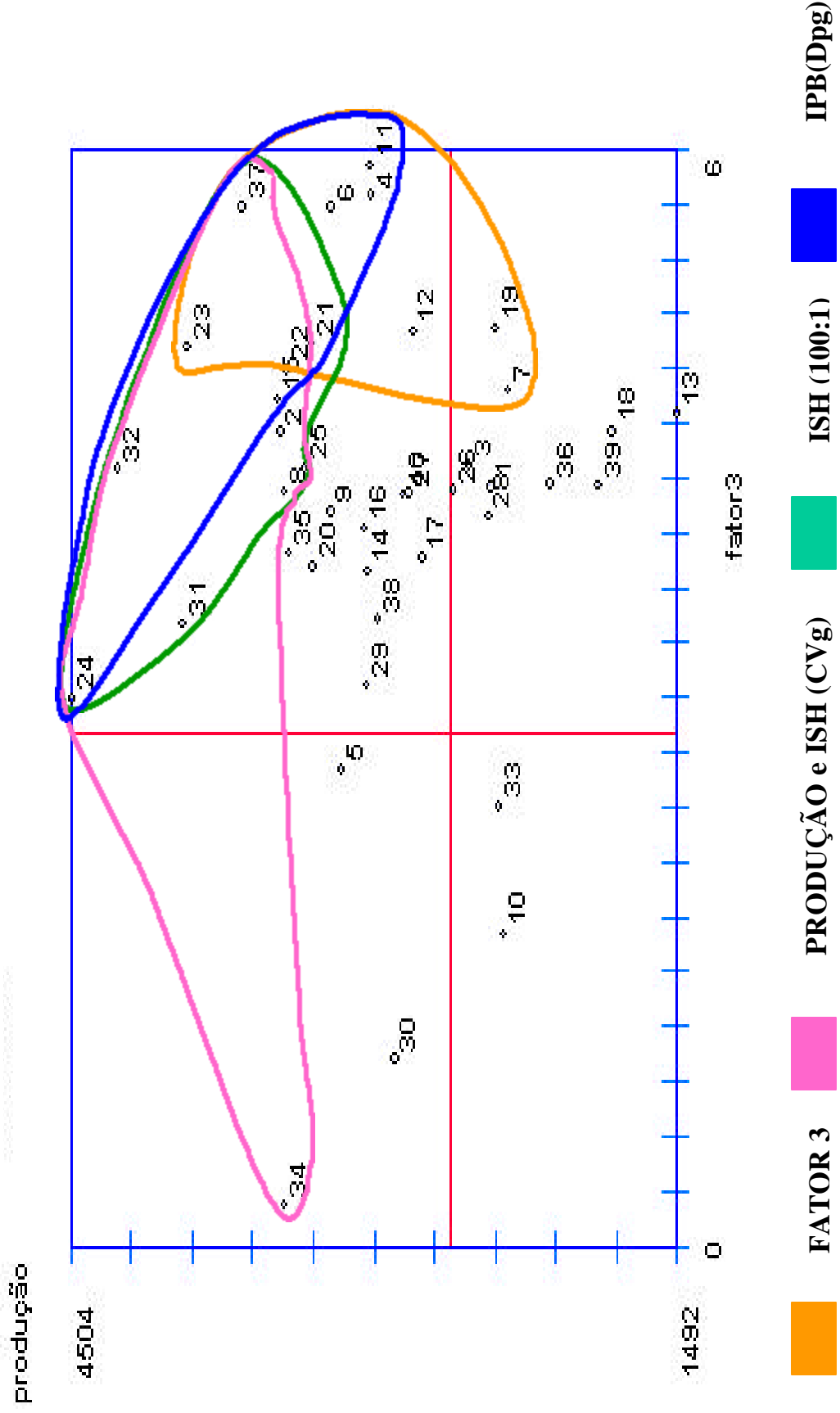
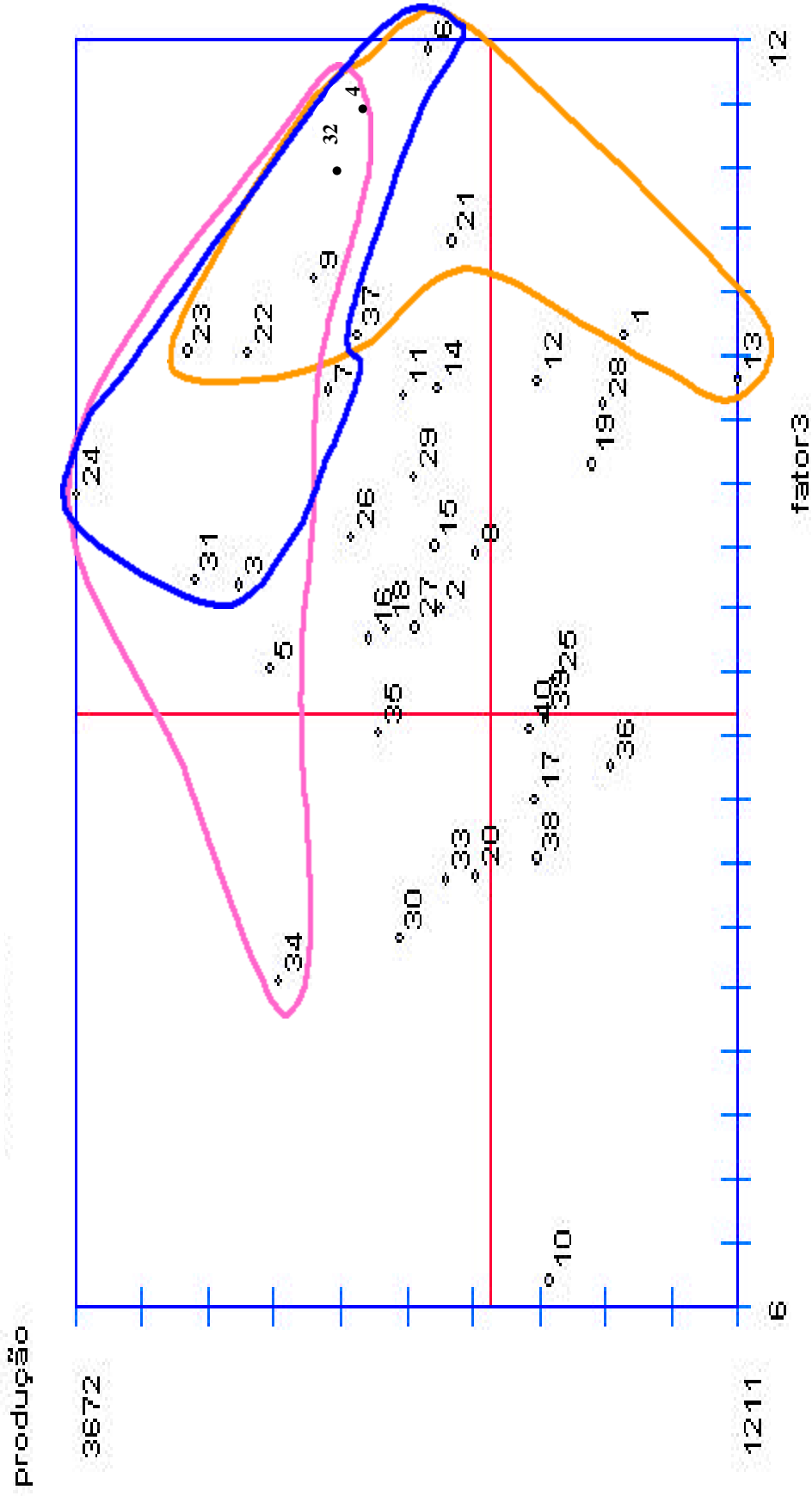


Gráfico 4- Genótipos selecionados para aumento de Produção e QUALIDADE1 (Fator3) em Marilândia, utilizando seleção direta; índice de Smith (1936) e Hazel (1943) com pesos econômicos de 100:1 e um coeficiente de variação genotípico (CV<sub>g</sub>) e o índice de Pesek e Baker (1969) com ganho desejado de um desvio padrão genético (Dpg)



**FATOR 3** **PRODUÇÃO e ISH (1:1;CVg)** **IPB(Dpg)**

Gráfico 5- Genótipos selecionados para aumento de Produção e QUALIDADE1 (Fator3) em Sooretama, utilizando seleção direta; índice de Smith (1936) e Hazel (1943) com pesos econômicos de 1:1 e um coeficiente de variação genotípico ( $CV_g$ ) e o índice de Pesek e Baker (1969) com ganho desejado de um desvio padrão genético (Dpg)

inúmeras tentativas de atribuição de pesos, com os quais se pretendiam ganhos simultâneos mais satisfatórios. Obtêm-se com estes pesos, resultados iguais quando se aplica a seleção direta em produção. Resultados iguais foram encontrados por Martins (2003), como já citado anteriormente. Já com a atribuição de pesos econômicos de 100:1 em Marilândia, obteve-se um ganho predito equilibrado, tendo como selecionados, os genótipos 2, 8, 15, 21, 22, 23, 24, 31, 32 e 37. Quanto ao índice de Pesek e Baker (1969), alcançou-se um ganho predito equilibrado nos dois locais. Resultados semelhantes foram encontrados por Marques (2000), como citado anteriormente. Foram selecionados os genótipos 4, 6, 22, 23, 24 e 32, comuns aos dois locais. Pode-se dizer que o índice de Pesek e Baker (1969) foi mais eficiente, pois alcançou uma predição de ganhos equilibrada nos dois locais, o que não ocorreu com o índice de Smith (1936) e Hazel (1943).

Fica evidente que num programa de melhoramento da espécie, quando se quer dar mais atenção a estas características simultaneamente ou individualmente, os genótipos 22, 23, 24 e 32 devem receber uma atenção maior. Estes genótipos foram selecionados pelos dois índices, nos dois locais, independente dos pesos econômicos ganhos desejados.

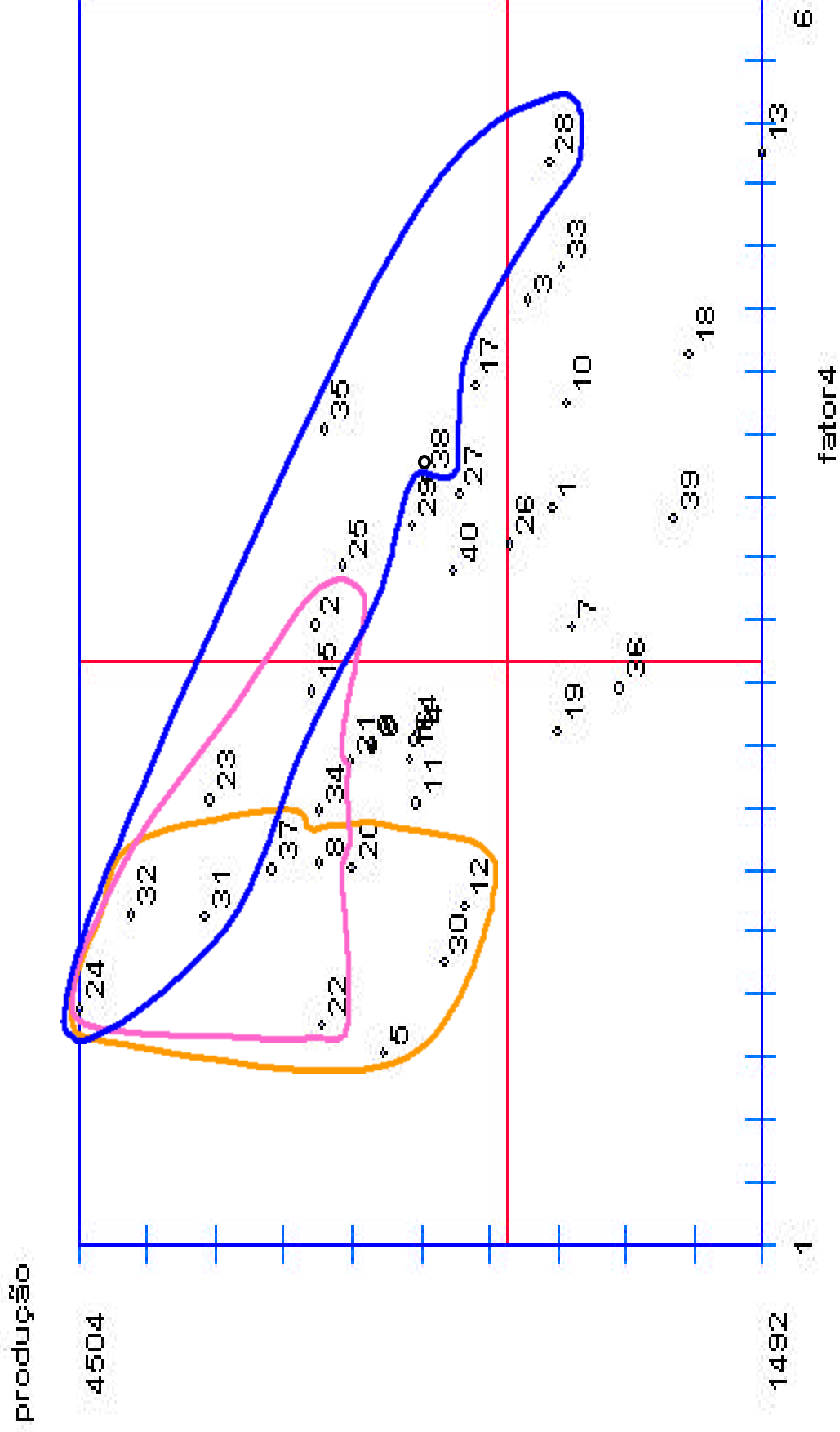
#### **3.1.4. Predição de ganhos por seleção para aumento da produção e de QUALIDADE2 (Fator4) em Marilândia.**

Os ganhos percentuais preditos pelos índices de seleção, sendo a seleção praticada nos caracteres Produção e QUALIDADE2 (Fator4), estão no Quadro 39. O Gráfico 6 mostra quais genótipos foram selecionados em Marilândia pela seleção direta os índices de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943) e de Pesek e Baker (1969), sobre produção e QUALIDADE2 (Fator 4).

Um defeito que também deprecia o produto são os grãos “chochos”. Nessa anomalia, as sementes desenvolvem-se normalmente, ocorrendo o aborto de uma ou das duas num estado mais avançado do desenvolvimento (Monaco,1960). Nas lojas sem sementes, observa-se um disco que representa o endosperma abortado. Interrupções do desenvolvimento do óvulo nos frutos chochos podem ser atribuídas a fatores genéticos (Mendes e Medina, 1955).

Quadro 39 - Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta, índice de seleção Smith (1936) e Hazel (1943) e Pesek e Baker (1969), em produção e “supercharacterística” QUALIDADE2 (Fator 4), em Marilândia ES

Seleção em	Ganho Seleção em		Genótipos Seleccionadas
	Fator 4	Produção	
Fator 4	28,44	16,55	(5, 8, 12, 20, 22, 24, 30, 31, 32 e 37)
Produção	19,72	22,96	(2, 8, 15, 22, 23, 24, 31, 32, 34 e 37)
$I_H (1 : 1)$	19,72	22,96	(2, 8, 15, 22, 23, 24, 31, 32, 34 e 37)
$I_{SH} (25,95 : 20,38) CVg$	19,72	22,96	(2, 8, 15, 22, 23, 24, 31, 32, 34 e 37)
$I_{PB} (0,86 : 609,35) Dpg$	0,13	17,57	(2, 15, 23, 24, 25, 28, 31, 32, 35 e 38)



**FATOR 4**

**PRODUÇÃO e ISH (1:1;CVg)**

**IPB(Dpg)**

Gráfico 6- Genótipos selecionados para aumento de Produção e QUALIDADE2 (Fator4) em Marilândia, utilizando seleção direta; índice de Smith (1936) e Hazel (1943) com pesos econômicos de 1:1 e um coeficiente de variação genotípico (CV<sub>g</sub>) e o índice de Pesek e Baker (1969) com ganho desejado de um desvio padrão genético (Dpg)

As sementes chochas de origem genética são, provavelmente, causadas por um par de alelos *dd* que condiciona o aborto do endosperma (Mendes et al.,1954). Fatores ambientais ou fisiológicos como seca prolongada e falta de nutrientes também podem ser responsáveis por tais frutos. Este tipo de semente em um programa de melhoramento de *Coffea canephora* deve ser evitado.

O índice de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943), quando se utilizaram como peso econômico, o  $CV_g$  e o peso de 1:1, obteve resultados de predição de ganhos, iguais aos aplicados à seleção direta, em produção. Quanto ao índice de Pesek e Baker (1969) com valores de ganhos desejados, utilizando  $DP_g$ , alcançou-se um ganho predito até mesmo inferior à seleção direta em produção e QUALIDADE2 (Fator4). Desta forma, os índices não se mostraram adequados. Martins (2003), em seu trabalho com 248 famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis*, com certas características como DAP (diâmetro de altura do peito), ALT (altura), também não obteve eficiência com os índices de Smith (1936) e Hazel (1943) e Pesek e Baker (1969). Os resultados encontrados podem ser devidos à variabilidade da população para as características em questão e à correlação entre as características.

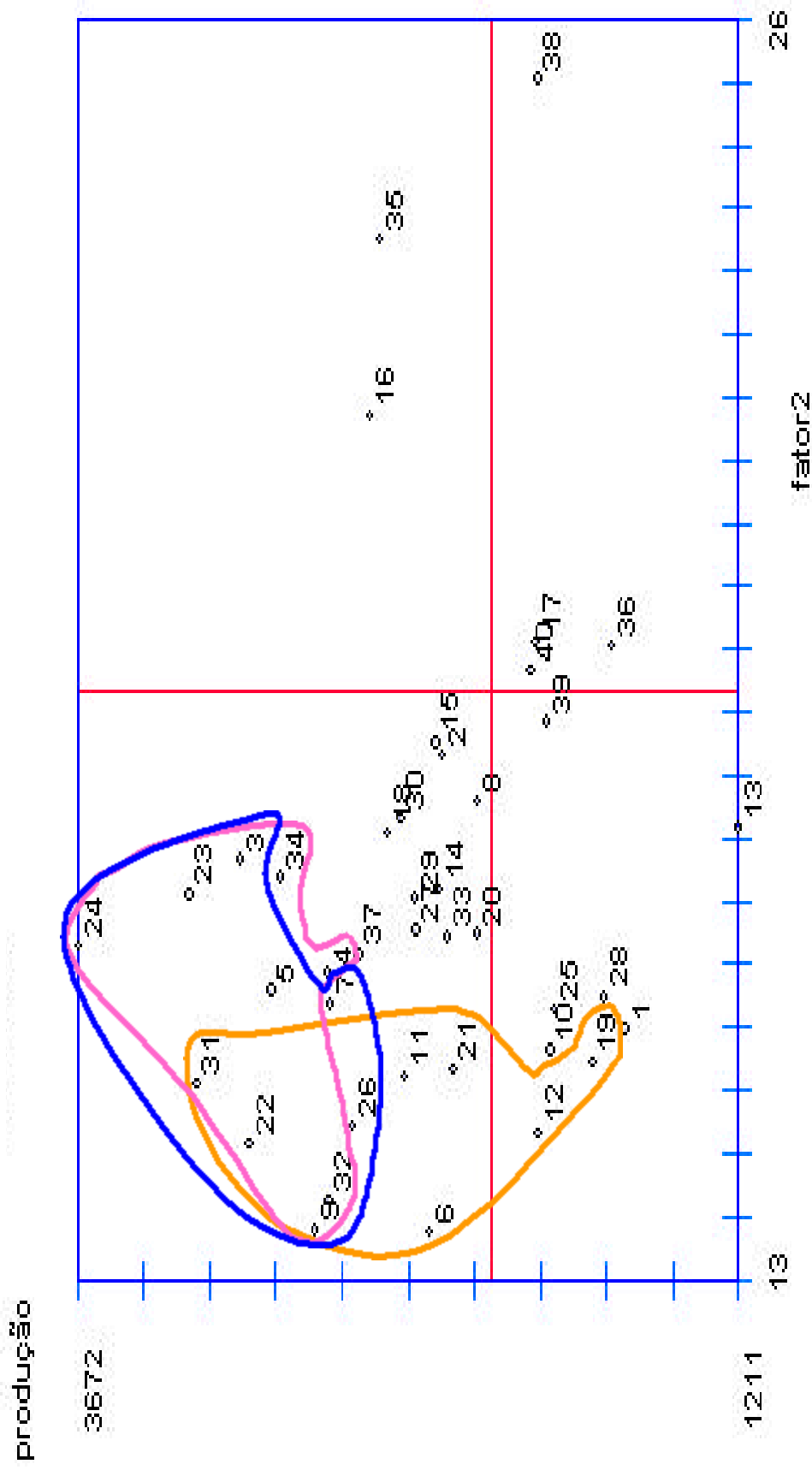
### **3.1.5. Predição de ganhos por seleção para aumento da produção e de BENEFC/CHOCHO (Fator2), em Sooretama**

Os ganhos percentuais preditos pelos índices de seleção, sendo a seleção praticada nos caracteres Produção e BENEFC/CHOCHO (Fator2), estão no Quadro 40. O Gráfico 7 mostra quais genótipos foram selecionados em Sooretama pela seleção direta, os índices de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943) e de Pesek e Baker (1969), sobre produção e BENEFC/CHOCHO (Fator2).

O índice de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943), quando se utilizaram como peso econômico, o  $CV_g$  e o peso de 1:1, não permitiu uma predição de ganho equilibrado, sendo os resultados encontrados iguais quando se aplica a seleção direta em produção, selecionando os mesmos genótipos,

Quadro 40 - Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta, índice de seleção Smith (1936) e Hazel (1943) e Pesek e Baker (1969), em produção e “supercaracterística” BENEFC/CHOCHO (Fator 2), em Sooretama ES

Seleção	Ganho Seleção		Genótipos Selecionadas
	Fator 2	Produção	
Fator 2	13,55	5,17	(6, 9, 11, 12, 19, 21, 22, 26, 31 e 32)
Produção	7,08	25,41	(3, 4, 5, 9, 22, 23, 24, 31, 32 e 34)
$I_{SH} (1 : 1)$	7,08	25,41	(3, 4, 5, 9, 22, 23, 24, 31, 32 e 34)
$I_{SH} (14,20 : 20,65) CVq$	7,08	25,41	(3, 4, 5, 9, 22, 23, 24, 31, 32 e 34)
$I_{PB} (-2,41 : 494,3) Dpg$	8,64	24,31	(3, 5, 7, 9, 22, 23, 24, 26, 31 e 32)



**FATOR 2**      **PRODUÇÃO e ISH (1:1:CVg)**

**IPB(Dpg)**      113

Gráfico 7 - Genótipos selecionados para aumento de Produção e BENEF/CHOCHO (Fator2) em Sooretama, utilizando seleção direta; índice de Smith (1936) e Hazel (1943) com pesos econômicos de 1:1 e um coeficiente de variação genotípico (CV<sub>g</sub>) e o índice de Pesek e Baker (1969) com ganho desejado de um desvio padrão genético (Dpg)



demonstrando, neste caso, que o índice foi inadequado para as características em questão. Outros trabalhos na literatura, com diferentes espécies, já encontraram resultados satisfatórios com o índice como o de Tardin (2003), que trabalhou com 130 famílias de irmãos-completos de milho *Zea mays* L. O índice de Pesek e Baker (1969) com valores de ganhos desejados utilizando DPg, logrou um ganho predito equilibrado, sendo este índice recomendado para as características em questão. Os genótipos 3, 5, 7, 9, 22, 23, 24, 26, 31 e 32 apresentaram os melhores desempenhos para estas características.

### **3.1.6. Predição de ganhos por seleção para aumento da Produção e de PENEIRA (Fator1), BENEF/CICLO (Fator2), QUALIDADE1 (Fator3), QUALIDADE2 (Fator4), Ciclo e Umidade em Marilândia**

Os ganhos percentuais preditos pelos índices de seleção, sendo a seleção praticada nos caracteres Produção e de PENEIRA (Fator1), BENEF/CICLO (Fator2), QUALIDADE1 (Fator3), QUALIDADE2 (Fator4), Ciclo e Umidade estão no Quadro 41.

Utilizou-se o índice de Smith (1936) e Hazel (1943), na predição de ganhos para as “supercaracterísticas” e para a produção. Como peso econômico, foram utilizados valores que, após várias tentativas de atribuição de pesos de diversas grandezas, aqueles que obtinham os ganhos simultâneos mais satisfatórios, os quais foram de 1:1:100:1:1:1:1, como se segue no Quadro 41. O índice de seleção apresentou ganhos preditos equilibrados para todas as “supercaracterísticas” e características envolvidas, onde se obtiveram ganhos não tão grandes como na seleção direta. Conseguiu-se uma porcentagem de ganho predito equilibrado em todas, simultaneamente. Os ganhos preditos obtidos foram maiores para as “supercaracterísticas” PENEIRA (Fator1), BENEF/CICLO (Fator2) e iguais para a QUALIDADE1 (Fator3) e um pouco menores para QUALIDADE 2 (Fator4), quando comparados com a seleção de cada “supercaracterística” com produção, isoladamente, utilizando-se o índice de Smith(1936) e Hazel (1943). O ganho total nas “supercaracterísticas”, quando se utilizou a seleção simultaneamente,

Quadro 41 – Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta, índice de seleção Smith (1936) e Hazel (1943) sobre as características ciclo, produção e nas “supercaracterísticas” PENEIRA (Fator 1), BENEF/CICLO (Fator 2), QUALIDADE1 (Fator 3) e QUALIDADE2 (Fator 4), em Marilândia ES

Seleção	Ganho Seleção						
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Ciclo	Produção	Progênes Selecionadas
Fator 1	18,52	-2,32	20,40	-13,24	-0,58	10,72	(4, 6, 8, 11, 14, 15, 16, 21, 32 e 37)
Fator 2	5,79	-5,54	12,00	-8,34	-5,41	-1,09	(5, 6, 7, 11, 13, 14, 19, 20, 21 e 32)
Fator 3	10,65	-4,31	29,40	-14,44	-4,02	3,59	(4, 6, 7, 11, 12, 19, 21, 22, 23 e 37)
Fator 4	2,58	-1,10	-5,66	-28,44	-0,02	16,55	(5, 8, 12, 20, 22, 24, 30, 31, 32 e 37)
Ciclo	-1,47	-4,84	12,78	-2,53	-6,61	-3,92	(3, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 19, 20 e 23)
Produção	7,47	0,25	-1,20	-19,72	0,91	22,96	(2, 8, 15, 22, 23, 24, 31, 32, 34 e 37)
Umidade	-7,62	-0,51	2,59	8,11	-0,53	-6,72	(2, 3, 6, 11, 12, 13, 17, 29, 34 e 39)
§H(1:1:100:1:1:1:1)	11,51	-0,69	9,98	-19,22	-0,25	22,54	(2, 8, 15, 21, 22, 23, 24, 31, 32, 37)

foi de 41,4%, superando a seleção pelo índice nas “supercaracterísticas” separadamente, com produção que foi de 40,28%. Os genótipos selecionados foram 2, 8, 15, 21, 22, 23, 24, 31, 32 e 37.

### **3.1.7. Predição de ganhos por seleção para aumento da Produção e de PENEIRA (Fator1), BENEF/CHOCHO (Fator2), QUALIDADE1 (Fator3), Ciclo e Umidade em Sooretama**

Os ganhos percentuais preditos pelos índices de seleção, sendo a seleção praticada nos caracteres Produção e PENEIRA (Fator1), BENEF/CHOCHO (Fator2) e QUALIDADE1 (Fator3), estão no Quadro 42.

Utilizou-se o índice de Smith (1936) e Hazel (1943), na predição de ganhos para as “supercaracterísticas” e produção. Como peso econômico, foram utilizados valores que, após várias tentativas de atribuição de pesos de diversas grandezas, os que obtinham os ganhos simultâneos mais satisfatórios, os quais foram de 1:1:200:1:1:1 (Quadro 42). O índice de seleção apresentou ganhos preditos equilibrados para as “supercaracterísticas” e características envolvidas. Os ganhos preditos obtidos foram maiores para as “supercaracterísticas” BENEF/CHOCHO (Fator2) e QUALIDADE1 (Fator1) e menor para PENEIRA (Fator1), quando comparados com a seleção de cada super característica com produção, isoladamente, utilizando-se o índice de Smith (1936) e Hazel (1943). O ganho total nas “supercaracterísticas” quando se utilizou a seleção simultaneamente, foi de 37,08%. A seleção pelo índice nas “supercaracterísticas” separadamente com produção foi de 43,93%, embora a seleção simultânea das “supercaracterísticas” tenha obtido um total de ganho predito menor, obteve-se um ganho predito maior para a super característica QUALIDADE1 (Fator1). É interesse em um programa de melhoramento, a diminuição dos grãos tipo moca e aumento dos grãos tipo chato, contribuindo para um bom aspecto do produto, além de aumentar o rendimento do material e o seu valor comercial, tendo o produto, um ganho mais equilibrado, como citado anteriormente. Os genótipos selecionados foram 3, 4, 7, 9, 22, 23, 24, 31, 32 e 37.

Quadro 42 - Estimativas dos ganhos preditos por seleção direta e indireta, índice de seleção Smith (1936) e Hazel (1943) sobre as características ciclo, produção e umidade e nas “supercharacterísticas” PEN.EIRA (Fator 1), BENE/CHOCHO (Fator 2) e QUALIDADE1 (Fator 3), em Sooretama ES

Seleção	Ganho Seleção							Progenies Seleccionadas
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Ciclo	Produção	Umidade	Umidade	
Fator 1	-58,34	-1,04	-3,13	-3,97	-7,04	1,45		(1, 3, 10, 12, 13, 22, 26, 27, 33 e 38)
Fator 2	13,03	-13,55	9,98	-4,22	5,17	2,01		(6, 9, 11, 12, 19, 21, 22, 26, 31 e 32)
Fator 3	21,89	-9,06	13,86	-2,44	2,92	1,40		(1, 4, 6, 9, 13, 21, 22, 23, 32 e 37)
Ciclo	2,74	-6,81	8,03	-8,35	5,13	0,11		(3, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 23, 32 e 33)
Produção	4,93	-7,08	4,66	-0,26	25,41	0,24		(3, 4, 5, 9, 22, 23, 24, 31, 32 e 34)
Umidade	14,77	10,92	-2,41	4,82	6,88	-3,54		(6, 7, 16, 17, 23, 24, 34, 35, 36 e 38)
$k_H$ (1:1:200:1:1:1)	20,52	-7,58	8,98	-1,80	23,41	0,13		(3, 4, 7, 9, 22, 23, 24, 31, 32 e 37)

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com a finalidade de estudar a eficiência do índice de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943) e de Pesek e Baker (1969), em 40 genótipos de *Coffea canephora* var. conilon, materiais pertencentes ao INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural) foram realizados dois experimentos conduzidos de 1993 até hoje, nas fazendas experimentais do INCAPER nos municípios de Marilândia e Sooretama, no ES. Os ensaios foram constituídos de 40 tratamentos, sendo 35 clones originários da seleção fenotípica de plantas matrizes em propriedades agrícolas, três clones elites e uma variedade propagada por semente, do programa de melhoramento do INCAPER e uma variedade clonal comercial. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo cada parcela composta por duas plantas úteis. Foi utilizado o espaçamento de 3,0 x 1,5 m e densidade de plantio de 2.222 plantas/ha. Foram avaliadas as “supercaracterísticas” definidas na análise de fatores para cada local. As “supercaracterísticas” PENEIRA (Fator1), BENEF/CICLO (Fator2), QUALIDADE1 (Fator3) e QUALIDADE2 (Fator4) foram avaliadas em Marilândia; PENEIRA (Fator1), BENEF/CHOCHO (Fator2) e QUALIDADE1 (Fator3) foram avaliadas em

Sooretama. Finalmente, as características Produção, Ciclo e Umidade foram avaliadas em Marilândia e Sooretama.

O índice de Pesek e Baker (1969), utilizando ganhos desejados de um desvio padrão genético, predisse uma porcentagem de ganhos equilibrado nos dois locais para produção e “supercaracterísticas”, quando se selecionou para cada super característica e produção. Em Marilândia, o índice não se mostrou eficiente para produção e QUALIDADE2.

Quanto à predição de ganhos por seleção para aumento da Produção e de PENEIRA em Marilândia, o índice de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943) permitiu uma predição de ganho equilibrado, de 22,89% para produção e de 10,33% para PENEIRA, utilizando como peso econômico, o  $CV_g$  e peso de 1:1, sendo selecionados os mesmos genótipos. Assim, neste caso, o  $CV_g$  foi um bom critério para peso econômico. Em Sooretama, para as mesmas características, o mesmo índice, quando foi utilizado o  $CV_g$ , já não obteve predição de ganhos equilibrados, para as duas características. Entretanto, quando os pesos econômicos foram 100:1, ocorreu uma porcentagem de predição de ganhos de 32,19%, para PENEIRA (Fator1) e de 21,53%, para Produção. Os genótipos 23, 24, 31 e 32 devem receber uma maior atenção quanto a estas características.

Em relação à predição de ganhos por seleção para aumento da produção e de BENEFCICLO (Fator2) em Marilândia, o índice de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943) não permitiu uma predição de ganho equilibrado. Esse índice foi inadequado para as características em questão, para a seleção apenas nas duas características, simultaneamente.

A predição de ganhos por seleção para aumento da produção e de QUALIDADE1 (Fator3), utilizando-se o índice de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943), só foi eficiente em Marilândia, com pesos econômicos de 100:1, tendo tido uma porcentagem equilibrada de ganho para as características. Esse fato não ocorreu em Sooretama, com a utilização do  $CV_g$  como peso econômico, mostrando neste caso, a sua ineficiência como peso. Em Sooretama, com  $CV_g$  e atribuição de pesos econômicos, após várias tentativas, também não houve predições de ganhos equilibrados.

Em Marilândia, a utilização do índice de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943), para aumento de produção e de QUALIDADE2 (Fator 4), não permitiu predição de ganhos adequados, utilizando o CVg e pesos econômicos de grandezas diferentes após várias tentativas.

O índice de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943), em predição de ganhos por seleção para aumento da produção e de BENEFC/CHOCHO (Fator2) em Sooretama, quando foram utilizados como peso econômico, o CV<sub>g</sub> e o peso de 1:1, não permitiu predição de ganho equilibrado, tendo sido os resultados encontrados iguais, quando se aplica a seleção direta em produção.

Utilizou-se o índice de Smith (1936) e Hazel (1943), na predição de ganhos por seleção para as “supercaracterísticas” PENEIRA, BENEFC/CICLO, QUALIDADE1 (Fator1), QUALIDADE2 (Fator4) e para as características Produção, Ciclo e Umidade, em Marilândia. Como peso econômico, foram utilizados, após várias tentativas de atribuição de pesos, os valores 1:1:100:1:1:1:1 (Quadro 41). O índice de seleção apresentou ganhos preditos equilibrados para todas as “supercaracterísticas” e características envolvidas. Os ganhos preditos obtidos foram maiores para as “supercaracterísticas” PENEIRA (Fator1), BENEFC/CICLO (Fator2) e igual para a QUALIDADE1 (Fator3) e um pouco menores para QUALIDADE 2 (Fator4), quando comparados com a seleção de cada “supercaracterística” com a produção, isoladamente. Os ganhos totais nas “supercaracterísticas” quando se utilizou a seleção simultaneamente, foram de 41,4%, superando a seleção pelo índice nas “supercaracterísticas” separadamente com produção de 40,28%. Os genótipos selecionados foram 2, 8, 15, 21, 22, 23, 24, 31, 32 e 37.

Em Sooretama, também se utilizou o índice de Smith (1936) e Hazel (1943), na predição de ganhos por seleção para as “supercaracterísticas” PENEIRA (Fator1), BENEFC/CHOCHO (Fator2), QUALIDADE1 (Fator3), Produção, Ciclo e Umidade. Como peso econômico foram utilizados, após várias tentativas, os valores 1:1:200:1:1:1 (Quadro 48).

O índice de seleção apresentou ganhos preditos equilibrados para as “supercaracterísticas” e características envolvidas. Os ganhos preditos obtidos foram maiores para as “supercaracterísticas” BENEFC/CHOCHO (Fator2) e QUALIDADE1 (Fator3) e menores para PENEIRA (Fator1), quando

comparados com a seleção de cada super característica com a produção, isoladamente. Os ganhos totais nas “super características”, quando se utilizou a seleção simultaneamente, foram de 37,08%. Os ganhos com seleção pelo índice, nas “super características” separadamente com produção, foram de 43,93%, embora a seleção simultânea das “super características” tenha obtido um total de ganho predito menor, obteve-se um ganho predito maior para a super característica QUALIDADE1 (Fator3), obtendo, assim, ganho mais equilibrado. Os genótipos selecionados foram 3, 4, 7, 9, 22, 23, 24, 31, 32 e 37.

A utilização da técnica de análise de fatores, após a utilização de índices de seleção nas “super características”, foi eficiente. Essa técnica evita o problema da multicolinearidade, sendo possível estimar ganhos para um maior conjunto de caracteres de importância econômica.

As análises dos resultados nos dois locais demonstram que Sooretama é o local em que os genes se expressam de forma mais acentuada, sendo assim interessante, fazer-se a seleção nesta localidade.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com Cruz e Carneiro (2003), alguns problemas têm passado despercebidos em algumas análises de dados, em certos procedimentos biométricos, como caso da multicolinearidade entre os caracteres estudados. Segundo os autores, este fato ocorre quando as variáveis têm alta correlação, inter-relação ou multicolinearidade. Existindo a multicolinearidade, em níveis considerados moderados a severos, entre um conjunto de variáveis explicativas, torna-se difícil avaliar a influência das mesmas sobre a resposta na variável principal e ignorar seus efeitos pode provocar resultados danosos ou absurdos. Em análise dos dados deste trabalho, verificou-se que existia inter-relação entre as variáveis chato e moca, bem como entre as peneiras 17, 15, 13, 11 e média. Feito o diagnóstico de multicolinearidade, verificou-se nos dois locais, multicolinearidade severa. Mas, com a utilização a “priori” da técnica de análise de fatores, passou-se a ter uma multicolinearidade fraca, pois a técnica de análise de fatores procede de tal maneira que as características agrupadas em um fator, estão fortemente correlacionadas entre si e fracamente correlacionada com outro fator. Assim, a utilização a “priori” da técnica de análise de fatores e após a utilização de índices de seleção nas “supercaracterísticas”, foi eficiente, evitando-se o problema da

multicolinearidade e proporcionando com os fatores estimados, ganhos satisfatórios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ABREU, V. M. N. **Estudo da capacidade de combinação de linhagens de matrizes de frango de corte, utilizando técnicas uni e multivariadas.** Viçosa, MG: UFV, 1997. 112p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- ANDRADE NETO, A.P.M.; BRAGANÇA, S.M.; FONSECA, A.F.A.; SARAIVA, J.S.T. Variedades de café recomendadas para o estado do Espírito Santo. In: COSTA, E.B. (Ed.). **Manual técnico para a cultura do café no estado do Espírito Santo.** Vitória, ES: SEAG-ES, 1995. Pt. 3, p.15-18.
- ANTUNES FILHO, H.; CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro. VII - Ocorrência de lojas vazias em frutos de café "Mundo Novo". **Bragantia**, Campinas, v.13, n.14, p.165-179, jul. 1954.
- BANCO DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – BANDES **Diagnóstico da cafeicultura capixaba - o café robusta no Espírito Santo.** Vitória, ES: 1987. 88 p.

BONOMO, P. **Metodologias biométricas para seleção de progênes no melhoramento genético do cafeeiro**. 2002. 130p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.

BRAGANÇA, S.M.; FONSECA, A.F.A.; SILVEIRA, J.S.M.; FERRÃO, R.G.; CARVALHO, C.H.S. **EMCAPA 8111, EMCAPA 8121, EMCAPA 8131. Primeiras variedades clonais de café conilon lançadas para o Espírito Santo**. Vitória, ES: EMCAPA, 1993. (Comunicado técnico, 68).

CAMPOS, V. P.; SIVAPALAN, P.; GNANAPRAGASAM, N. C. Nematode parasites of coffee, cocoa and tea. In: LUC, M., SIKORA, R., BRIDGE, J. (Ed.) **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 1990. p.387-430.

CARVALHO, A. **História do desenvolvimento do cultivo do café no Brasil**. Campinas: Instituto Agrônomo (Documentos IAC, 34), 7 p. 1993.

CARVALHO, A. Principles and practice of coffee plant breeding for productivity and quality factors. In: CLIFFORT, M.N., WILLSON, K.C. (Eds.) **Coffee - botany, biochemistry and production of beans and beverage**. London; Sidney: Croom Helm, 1985. p. 48-96.

CARVALHO, A.; MEDINA FILHO, H.P.; FAZUOLI, L.C.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA, M.N.A. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Genética**, v.14, n.1, p.135-183, 1991.

CARVALHO, A.; MONACO, L.C. Melhoramento de *Coffea arabica*. In: FERWERDA, F.P.; WIT, F. (Eds.) **Coffee (*Coffea arabica* L. and *Coffea canephora* Pierre ex Froehner)**. Wageningen: The Netherlands: Agricultural University. 1969. p.198-216. (Miscellaneous Papers, 4).

CARVALHO, A.; ANTUNES FILHO, H. Melhoramento do cafeeiro, **Bragantia**, Campinas, v.14, n.6, p.62-81, jan. 1955.

CASTOLDI, F.L. **Comparação de métodos multivariados aplicados na seleção em milho**. Viçosa: UFV, 1997. 118p. Tese (Doutorado em Melhoramento Genético) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of coffee. In: CLIFFORT, M.N.; WILLSON, K.C. (Eds.) **Coffee - botany, biochemistry and production of beans and beverage**. London; Sidney: Croom Helm, 1985. Cap.3, p.167-195.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and methods in coffee plant breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: CLARK, R.J., MACRAE, R. (Eds.) **Coffee agronomy**. London: Elsevier, 1988. v.6, Cap.5, p.167-195.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, **Cafés do Brasil**, Safra 2002/2003, produção da safra 2002/2003 (final), Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Apresenta textos e dados sobre o café. Disponível em: << <http://www.conab.gov.br> >>. Acesso em: set. 2003.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P.C. **Modelos biométricos** 1 ed. rev. – Viçosa, MG: UFV, 2003, 623 p.

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

CRUZ, C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. Piracicaba: Esalq, 1990. 188p. Tese (Doutorado em Genética e melhoramento) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1990.

CRUZ, C.D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 1997. 442 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, **Consórcio brasileiro de pesquisa e desenvolvimento de café**, Apresenta textos e dados sobre café. Disponível. << [http://: www.embrapa.br/cafe/consorcio](http://www.embrapa.br/cafe/consorcio) >>. Acesso em: 31 jul. 2002.

ESPÍRITO SANTO, SEAG. **Rumos da agricultura capixaba**. Vitória-ES: SEAG, 56 p., 1999. (Plano de Ação 2000-2003, versão preliminar).

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Trad. de Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva. 1ª. ed. Viçosa, UFV: Impr. Univ., 1987.  
FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; Desempenho de clones de café conilon no estado do Espírito santo. In: Simpósio dos Cafés do Brasil, Poços de Caldas, 2000. **Simpósio dos cafés do Brasil – Resumos expandidos**. Poços de Caldas, MG: EMBRAPA CAFÉ / MINASPLAN, v.1, p. 430-433, 2000 d.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. ENCAPER 8151 – Robusta tropical: Primeira variedade melhorada de café conilon propagada por semente para o estado do Espírito Santo. In: Simpósio dos Cafés do Brasil, Poços de Caldas, 2000. **Simpósio dos cafés do Brasil – Resumos expandidos**. Poços de Caldas, MG: EMBRAPA CAFÉ / MINASPLAN, v.1, p. 413-416, 2000.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G. Programa de melhoramento genético de café robusta no Brasil. In: Simpósio de Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas (3. : 1999 : Lavras, MG). **Anais do III Simpósio de atualização em genética e melhoramento de plantas: genética e melhoramento do cafeeiro**. Lavras : UFLA, Núcleo de Estudos em Cafeicultura, 1999. (140p.), p. 50-65.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F.A. da; FERRÃO, M. A.G. **Avaliação de clones elites de café conilon em condição de estresse hídrico no estado do Espírito Santo**. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil (1.: 2000 :

Poços de Caldas, MG). Resumos expandidos. Brasília, D.F. : Embrapa Café; Belo Horizonte : Minasplan, 2000. 2v. (1490p.), p. 402-404.

FERRÃO, R. G.; SILVEIRA, J. S. M. da.; FONSECA, A. F. A. da.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G. **EMCAPA 8141 – Robustão capixaba primeira variedade clonal de café conilon tolerante à seca.** Vitória, ES: ISSN1018949, Documento. 98, 4p. abril, 1999.

FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; SANTOS, L. P.; BRAGANÇA, S. M.; MARQUES, E. M. G. **Melhoramento genético de Coffea canephora no estado do Espírito Santo.** In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil (2. : 2001 : Vitória, ES). Anais. Brasília, D.F. : Embrapa Café, 2001. (CD-ROM), p. 1379-1384

FONSECA, A.F.A. **Análises biométricas em café conilon (*Coffea canephora* Pierre).** 1999. 121p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 1999.

FONSECA, A.F.A. Propagação assexuada de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo. In: PAIVA, R. (Ed.). WORKSHOP SOBRE AVANÇOS NA PROPAGAÇÃO DE PLANTAS LENHOSAS. 1996, Lavras. **Proceedings...** Lavras: UFLA, 1996. p.31-34.

FURTADO, M. R. **Alternativas de seleção no delineamento I de Comstock e Robinson, em milho.** Viçosa: UFV, 1996. 94p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

HAZEL, LN.; LUSH, J.L. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics** v.39, p.476-490, 1943.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ/GERCA. **Cultura de café no Brasil:** manual de recomendações. 5. ed. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1985. 580 p.

LEITE, C. A. M.; SILVA, O. M. A demanda de cafés especiais. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa, UFV, 2000. P.51-74.

MAÊDA, J. M.; PIRES, I. E.; BORGES, R. de C. G.; CRUZ, D. C. Critérios de seleção uni e multivariados no melhoramento genético da *Virola surinamensis* Warb. Rio de Janeiro, RJ: **Floresta e Ambiente**, Seropédica, V. 8, n.1, p.61 - 69, jan./dez. 2001.

MALTA, M.M. Brasil - novo produtor de café robusta. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO CAFÉ ROBUSTA, 1. 1986, Vitória. **Anais...** Vitória: SEAG-ES, p.19-28.

MARQUES, E. M. G.; SOARES, S. F. **Seleção de plantas em lavouras de café conilon no sul do Espírito Santo**. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil** (1.: 2000 : Poços de Caldas, MG). Resumos expandidos. Brasília, D.F. : Embrapa Café; Belo Horizonte : Minasplan, 2000. 2v. (1490p.), p. 589-590.

MARQUES, M.J.B. da S.G. S. e M. **Número mínimo de famílias de meios-irmãos de milho pipoca critérios de seleção e predição de ganhos por seleção**. 2000. 236p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

MARTINS, I. S. **Comparação entre métodos uni e multivariados aplicados na seleção em *Eucalyptus grandis***. Viçosa, MG: UFV, 1999. 94p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

MARTINS, I. S.; NOVAES, Z. R. de. Alternativas de índices de seleção em uma população de *Eucalyptus grandis*. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS: 2003, Porto Seguro, BA. **Resumo expandido**: SBMP, 2003. 1 CD-ROM.



MARTNS, I.S.; MARTINS, R. de C.C.; CORREIA, H. de S. Comparação entre seleção combinada e seleção direta em *Eucalyptus grandis*, sob diferentes intensidades de seleção. Rio de Janeiro: **Floresta e Ambiente**, Seropédica, V. 8, n.1, p.36 - 43, jan./dez. 2001.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S.R. **Variedades de café: como escolher, como plantar**. Rio de Janeiro: MAA, SDR, PROCAFÉ, PNFC, 1997. 64 p.

MENDES, A. J. T.; MEDINA, D. M. Controle genético dos "frutos chochos" no café "Mundo Novo". **Bragantia**, Campinas, v.14, n.9, p.87-99, jan. 1955.

MENDES, A. J. T.; MEDINA, D. M.; CONAGIN, H. T. M. Citologia do desenvolvimento dos frutos sem sementes no café "Mundo Novo". **Bragantia**, Campinas, v.13, n.22, p.257-279, out. 1954.

MENDES, A. N. G. Métodos de melhoramento empregados na cultura do cafeeiro. In: Simpósio de Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas (3. 1999 : Lavras, MG). **Anais do III Simpósio de atualização em genética e melhoramento de plantas: genética e melhoramento do cafeeiro**. Lavras : UFLA, Núcleo de Estudos em Cafeicultura, p. 18-35,1999.

MISTRO, J. C.; FAZUOLI, L. C.; GONÇALVES. P. de S.; GUERREIRO, O. F. Estimativa de parâmetros genéticos em *Coffea canephora*. In: 2º. CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, Porto Seguro, 2003. **Resumo expandido** Bahia, 2003.

MÔNACO, L. C. Melhoramento do cafeeiro: XVII. Seleção do café moragogipe. **Bragantia**, v.19, n.1, p.459-492, 1960.

OLIVEIRA, C. B. de. **Estudos quantitativos e moleculares de caracteres de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) cultivada em dias curtos**. Viçosa: UFV, 1996. 97p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E. (Coord.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.217-274.

PAULA, R. C.; PIRES, I. E.; CRUZ, C. D. Considerações sobre alguns critérios de seleção aplicados em melhoramento florestal. **Revisit Científica**. São Paulo, SP: v.26, n.1/2, p.243 - 256, 1998.

PAULA, R.C. **Avaliação de diferentes critérios de seleção aplicados em melhoramento florestal**. Viçosa: UFV, 1997. 74p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

PESEK, J.; BAKER, R.J. Desired improvement in relation to selected indices. **Can. J. Plant. Sci.** v. 49, p. 803-804, 1969.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. **Manejo de plantas daninhas em lavouras de café**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2001. 94p.

SHIMOYA, A. **Comportamento per se, divergência genética e repetibilidade em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher)**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 147 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

SILVA, A.E.S. da; COSTA, E.B. Importância econômica e social. **Manual técnico para cultura do café no Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: SEAG, p.9-10, 1995.

SILVA, D. G.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S.; SAKIYAMA, C. C. H.; FONSECA, A. F. A.; PEREIRA, A. A.; TEIXEIRA, T. A. **Uso de marcadores RAPD no estudo de variabilidade em clones de *Coffea canephora* var. conilon**. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil** (1.: 2000 : Poços de Caldas, MG). Resumos expandidos. Brasília, D.F. : Embrapa Café; Belo Horizonte : Minasplan, 2v., p. 134-137, 2000.

SILVESTRINI, M.; MALUF, M. P.; RUGGIERO, L. M. DE C.; GUERREIRO-FILHO, O.; COLOMBO, C. A. **Caracterização de linhagens comerciais de café através de marcadores moleculares.** In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil** (1.: 2000 : Poços de Caldas, MG). Resumos expandidos. Brasília, D.F. : Embrapa Café; Belo Horizonte : Minasplan, 2v., p. 142-144, 2000.

SMITH, H.F. A discriminant function for plant selection. **Ann. Eugen.** v. 7, p. 240-250, 1936.

TARDIN, F. D.; PEREIRA, M.G.; SANTOS, F.S.; AMARAL JÚNIOR, A.T.do; DAROS, M.; GABRIEL, A.P.C.; DAHER, R.F. Utilização de índices clássicos de seleção aplicados em programa de seleção recorrente recíproca de famílias de irmãos completos em milho (*Zea mays* L.). In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS: 2003, Porto Seguro, BA. **Resumo expandido:** SBMP, 2003. 1 CD-ROM.

TRISTÃO, J. Perspectivas do mercado interno brasileiro de café. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ, 2, 1995, Vitória. **Anais...** Vitória: CETCAF, 1995. p.36-42.

VALOIS, A.C.C.; SCHMIDT, G.S.; SANOTTO, M.D. **Análise de qualidade e quantidade de grãos em população de milho.** Piracicaba, ESALQ. 1980, 53p.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E., VIEGAS, G.P. (Eds.) **Melhoramento e produção do milho.** Campinas: Fundação Cargil, 1987. p.137-214.

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