
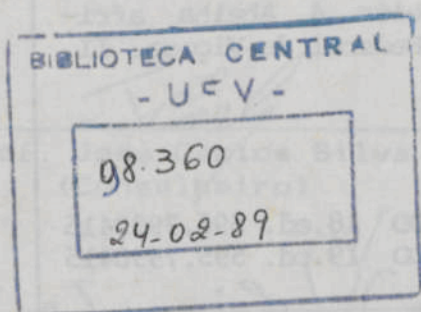


DARCET COSTA SOUZA

HERDABILIDADES, CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA
EM ABELHAS AFRICANIZADAS (Apis mellifera)

UFV	BIBLIOTECA	BBT	OBRA	RG000028388
	CLASSIFICAÇÃO	T 595.7990415 / S729h / 1989		
TÍTULO				
Herdabilidades, correlações e análise de trilha				
				
98360 BBT				

Tese Apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como Parte das Exigências do Curso de Genética e Melhoramento, para Obtenção do Título de "Magister Scientiae".



T
595.7990415
S729h
1989
ed. 2.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL

JULHO - 1989

DOAÇÃO

Ficha Catalográfica preparada pela Área de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

S729h
1989

Souza, Darcet Costa.

Herdabilidades, correlações e análise de trilha
em abelhas africanizadas (Apis mellifera) Viço-
sa, UFV, 1989.
73p.

Tese (M.S.) - UFV

1. Abelhas - Melhoramento genético. 2. Abelhas -
Seleção. 3. Abelhas - Genética. 4. Abelha afri-
canizada. I. Universidade Federal de Viçosa. II.
Título.

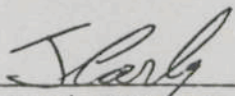
CDD 18.ed. 595.7990415

CDD 19.ed. 595.7990415

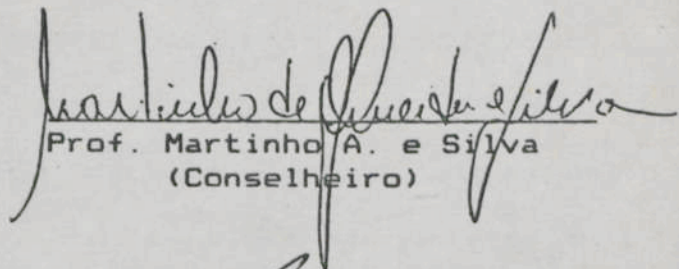
HERDABILIDADES, CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA
EM ABELHAS AFRICANIZADAS (Apis mellifera)

Tese Apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como Parte das
Exigências do Curso de Genética e
Melhoramento, para Obtenção do Tí-
tulo de "Magister Scientiae".

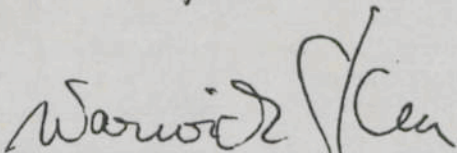
APROVADA: 11 de outubro de 1988



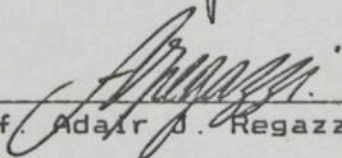
Prof. José Carlos Silva
(Conselheiro)



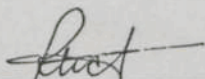
Prof. Martinho A. e Silva
(Conselheiro)



Prof. Warwick Estevam Kerr



Prof. Adair J. Regazzi



Prof. Lucio A. O. Campos
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa e a Sociedade Brasileira, pela oportunidade de realização deste curso.

A minha mãe Lasthênia,

A minha avó Marinete,

Aos meus irmãos Junior, Nara e Debret.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo financiamento deste trabalho.

Ao Professor e amigo Lúcio Antônio de Oliveira Campos, pela incansável apoio científico, pela orientação e pela amizade, que muito contribuiu não só para a realização deste trabalho, como também para a minha formação profissional, sem o que não seria possível a realização deste.

Aos Professores José Carlos Silva e Martinho de Almeida e Silva, pelas sugestões, pela constante participação e pelas críticas, as quais vieram a enriquecer este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e à Sociedade Brasileira, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), pelo financiamento deste trabalho.

Ao Professor e amigo Lúcio Antônio de Oliveira Campos, pelo incansável apoio científico, pela orientação e pela amizade, que muito contribuiu não só para a realização deste trabalho, como também para a minha formação profissional, sem o que não seria possível a realização deste.

Aos Professores José Carlos Silva e Martinho de Almeida e Silva, pelas sugestões, pela constante participação e pelas críticas, as quais vieram a enriquecer este trabalho.

Ao Professor Cosme Damião Cruz, pela incansável participação e estímulo, pelos ensinamentos e, sobretudo, pela amizade.

Ao Professor Adair José Regazzi pelas sugestões e pelas críticas sempre oportunas, as quais muito contribuíram para a melhoria e apresentação deste trabalho.

Ao Professor Warwick Estevam Kerr, pela participação na banca examinadora deste trabalho, pelas críticas e pelas sugestões sempre muito construtivas.

Ao Departamento de Genética da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP, nas pessoas dos Professores Ademilson Spencer e Lionel Segui Gonçalves, pela cooperação e pelo apoio.

Aos técnicos Iris Stanciola e Geraldo Paiva, pela amizade e pela ajuda constante e segura, sem a qual dificilmente seria possível a realização deste trabalho.

Aos apicultores e amigos Altair Soares, Mauricio, Ailton e José Maria de Castro Pinto Coelho, pelo consentimento e pela colaboração na coleta de dados em seus apiários.

Aos funcionários do Apiário da Universidade Federal de Viçosa, pela convivência, pela amizade e pela cooperação.

Ao grande amigo Fernando A. da Silveira e família, pela amizade e pela compreensão.

À Deise M. F. de Oliveira, pela ajuda na tabulação dos dados, pelo incentivo, pela amizade, pelo carinho e pelo companheirismo.

BIOGRAFIA

DARCET COSTA SOUZA, filho de Deusdedit Costa Souza Filho e Maria Lasthênia Campos Souza, nasceu em Fortaleza, Estado do Ceará, em 8 de dezembro de 1960.

Em dezembro de 1984, graduou-se Engenheiro-Agrônomo pela Universidade Federal de Viçosa, onde, em março de 1985, iniciou o Curso de Mestrado em Genética e Melhoramento.

Em outubro de 1988 foi admitido, como Professor Substituto, na Universidade Federal do Piauí, em Teresina - PI.

2.2.8. Herdabilidade em Abelhas	17
2.3. Algumas Considerações sobre o Melhoramento de Abelhas	18
2.3.1. Algumas Características de Interesse em Abelhas	19
2.3.2. Alguns Resultados Obtidos no Melhoramento de Abelhas	23
3. ANÁLISE CROMOSSOMAL	12
3.1. Dados Preliminares	18

3.1.1. Determinação do Tamanho da Abostre	18
3.1.2. Determinação da Fase Pupal e Ser Abostre- da	20
3.1.3. Influência do Tamanho das Células do Favo no Período Pupal e no Tamanho do Adulto	21
3.2. Experimento I	23
3.2.1. Obtenção das Produções Individuais das Colônias	27
3.2.2. Coleta de Pupas e Adultos	23
3.2.3. Correlações	24
3.2.4. Análise de Tripla	25
3.3. Experimento II	
3.3.1. Orçãos e Obtenção do Material	
3.3.2. Montagem do Experimento	
3.3.3. Trabalho	
	Página
EXTRATO	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Algumas Considerações sobre Abelhas	4
2.2. Algumas Considerações sobre Genética Quanti- tativa em Abelhas	6
2.2.1. O Parentesco entre os Indivíduos Dentro da Colônia	6
2.2.2. Herdabilidades em Abelhas	7
2.3. Algumas Considerações sobre o Melhoramento de Abelhas	12
2.3.1. Algumas Características de Interesse em Abelhas	12
2.3.2. Alguns Resultados Obtidos no Melhoramento de Abelhas	15
3. MATERIAL E METODOS	18
3.1. Ensaio Preliminares	18

3.1.1. Determinação do Tamanho da Amostra	18
3.1.2. Determinação da Fase Pupal a Ser Amostrada	20
3.1.3. Influência do Tamanho das Células do Favo no Peso Pupal e no Tamanho do Adulto	21
3.2. Experimento I	23
3.2.1. Obtenção das Produções Individuais das Colméias	23
3.2.2. Coleta de Pupas e Adultos	23
3.2.3. Correlações	24
3.2.4. Análise de Trilha	25
3.3. Experimento II	27
3.3.1. Origem e Obtenção do Material	27
3.3.2. Montagem do Experimento	29
3.3.3. Condução do Trabalho	30
3.3.4. Coleta de Pupas e Adultos	31
3.3.5. Análise de Variância	32
3.3.6. Estimativas das Herdabilidades	34
3.3.7. Precisão das Estimativas das Herdabilidades	37
3.3.8. Ganhos Previstos com a Seleção	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1. Experimento I	40
4.2. Experimento II	49
4.2.1. Análise Estatística Descritiva	49
4.2.2. Análise de Variância	50
4.2.3. Estimativas das Herdabilidades	54
4.2.3.1. Estimativas das Herdabilidades para Peso Pupal	55

4.2.3.2. Estimativas das Herdabilidades para Largura e Comprimento da Tíbia	56
4.2.3.3. Estimativas das Herdabilidades para Área Corbicular	57
4.2.3.4. Estimativas das Herdabilidades para o Comprimento da Glossa	58
4.2.4. Precisão das Estimativas das Herdabilida- des	58
4.2.5. Ganho Esperado com a Seleção	60
5. RESUMO E CONCLUSÕES	64
BIBLIOGRAFIA	66

EXTRATO

SOUZA, Darcet Costa, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1989. Herdabilidades, Correlações e Análise de Trilha em Abelhas Africanizadas (*Apis mellifera*). Orientador: Lúcio Antônio de Oliveira Campos. Conselheiros: Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva.

Foram estudadas, em abelhas africanizadas, as correlações entre os caracteres produção de mel, peso pupal, largura e comprimento da tíbia do terceiro par de patas, área corbicular e comprimento da glossa. Todas as correlações foram significativas ($P < 0,01$ e/ou $P < 0,05$), exceto a entre o peso pupal e a produção. A partição destas correlações em efeitos diretos e indiretos, através da análise de trilha, mostrou que, dos caracteres estudados, a largura e o comprimento da tíbia e a área corbicular foram os que apresentaram os maiores efeitos diretos e indiretos sobre a produção.

As herdabilidades para os caracteres peso pupal, largura e comprimento da tíbia do terceiro par de patas, área corbicular e comprimento da glossa foram estimadas

para cada unidade de seleção, através dos componentes de variância. Todas as estimativas foram relativamente altas, mostrando boas perspectivas de ganhos em trabalhos futuros de melhoramento.

Os ganhos previstos com base nas herdabilidades estimadas apresentaram-se maiores para o caso em que se efetuaram a seleção massal entre as rainhas-filhas e a seleção conjunta entre e dentro de rainha-mãe.

1. INTRODUÇÃO

A apicultura no Brasil iniciou-se por volta de 1839, com a introdução das abelhas europeias. Esta abelha europeia, o abelha-europeia (*Apis mellifera* L.), foi introduzida no Brasil por Antônio Carneiro (1839-1870). Desde então, outras introduções foram feitas, em sua maioria, por imigrantes europeus. Neste período, a apicultura brasileira caracterizou-se pela utilização de raças europeias.

Em 1956, iniciou-se uma nova fase, com a introdução de abelhas americanas, a abelha-americana. Esta introdução, feita pelo pesquisador americano J. H. Kerr, por meio de autoridades federais e estaduais, tinha como objetivo realizar o cruzamento de abelhas europeias com as americanas. Já utilizada na apicultura de produção de mel, esta abelha é conhecida por suas características de produção de mel e de resistência a doenças. A abelha-americana (*Apis mellifera* L.) foi introduzida no Brasil em 1956, por meio de autoridades federais e estaduais, tendo como objetivo realizar o cruzamento de abelhas europeias com as americanas. Já utilizada na apicultura de produção de mel, esta abelha é conhecida por suas características de produção de mel e de resistência a doenças. A abelha-americana (*Apis mellifera* L.) foi introduzida no Brasil em 1956, por meio de autoridades federais e estaduais, tendo como objetivo realizar o cruzamento de abelhas europeias com as americanas. Já utilizada na apicultura de produção de mel, esta abelha é conhecida por suas características de produção de mel e de resistência a doenças.

1. INTRODUÇÃO

A apicultura no Brasil iniciou-se por volta de 1839, com a introdução das abelhas pretas, Apis mellifera mellifera, pelo padre Antônio Carneiro (NOGUEIRA-NETO, 1972). Desde então, outras introduções foram feitas, em sua maioria, por imigrantes europeus. Neste período, a apicultura brasileira caracterizava-se pela utilização de raças européias.

Em 1956, iniciou-se uma nova fase, com a introdução da Apis mellifera adansonii, a abelha-africana. Esta introdução, feita pelo professor Warwick Estevam Kerr, por determinação de autoridades federais e estaduais, tinha como objetivo realizar o cruzamento da abelha-africana com as européias, já utilizadas em nossa apicultura. Este cruzamento buscava a obtenção de abelhas mais produtivas e mansas, já que as raças européias, apesar de dóceis, são pouco produtivas, quando comparadas com as africanas nas condições brasileiras (KERR et alii, 1970; KERR, 1973; KERR, 1980).

Devido a um acidente no apiário experimental onde se desenvolvia estudos com as abelhas - africanas, alguns enxames abandonaram suas colméias, e a partir destes deu-se a africanização de toda a nossa apicultura (KERR, 1973). Esta africanização foi bastante favorecida pela fácil adaptação das abelhas africanas às condições climáticas do Brasil e pela sua alta taxa reprodutiva. Assim, a abelha utilizada atualmente em nossa apicultura é resultado de uma hibridação natural de várias subespécies (Apis mellifera mellifera, Apis m. carnica, Apis m. ligustica e Apis m. adansonii) (STORT e GONÇALVES, 1979).

Esta hibridação levou à formação de uma população de abelhas geneticamente heterogênea, em que é grande a variabilidade de várias características, como produção de mel, agressividade e comprimento da glossa, dentre outras. Esta variabilidade pode ser percebida até mesmo entre colméias de um mesmo apiário, onde, em alguns casos, as diferenças são grandes. A utilização desta população em nossa apicultura tem sido obstáculo na melhoria de sua produtividade (SOUZA, 1987). Neste contexto, tornam-se de grande importância estudos sobre a herança de características desejáveis, bem como suas correlações, possíveis de serem utilizadas em trabalhos futuros de melhoramento de abelhas.

O presente trabalho tem por objetivos:

- Estudar o relacionamento das características peso pupal, largura e comprimento da tibia do terceiro par de patas, área corbicular e comprimento da glossa com a produção de mel.

- Estimar a herdabilidade das características peso pupal, largura e comprimento da tibia, área corbicular e comprimento da glossa.
- Estimar, com base nos dados obtidos, o ganho genético esperado com o uso de alguns métodos de seleção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Algumas Considerações sobre a abelha *Melipona*...

A abelha *Melipona* é um inseto social (eusocial) que vive em colônias compostas de uma rainha, operárias e zangões. A rainha é responsável pela reprodução da colônia, enquanto as operárias cuidam da manutenção da colônia e dos filhotes. Os zangões são responsáveis pela defesa da colônia e pela coleta de pólen. A abelha *Melipona* é considerada uma das espécies mais importantes da família Megachilidae, devido à sua importância econômica na produção de mel e cera.

...

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Algumas Considerações sobre Abelhas

A Apis mellifera é um inseto altamente social (eusocial), que vive em grupo ou colônia, composta de uma única fêmea reprodutiva, a rainha, milhares de operárias, suas filhas, e poucas centenas de zangões, seus filhos. As colônias normalmente se estabelecem em cavidades, onde constroem seus favos de cera, que são utilizados na criação de seus descendentes e na estocagem dos alimentos. As crias desenvolvem-se, normalmente, na parte central do favo e da colônia, onde a temperatura é mantida em torno dos 34°C e a umidade relativa, próxima dos 40% (FREE, 1980). Contudo, apesar deste eficiente controle das condições internas, a colônia tem seu desenvolvimento e sua atividade extremamente influenciados pelo meio externo (FREE, 1980; NAKAYAMA e TAKAHASHI, 1980). Colônias populosas possuem melhor controle do meio interno que as menos populosas. Isto se deve à necessidade de maior número de abelhas para a

manutenção das condições internas, sempre que ocorrer variação nas condições externas. BILASH (1980) observou que as colônias mais fortes alimentavam melhor suas larvas em relação às larvas de mesma idade de colônias mais fracas. Colônias mais populosas também produzem mais cria e mais mel que as menos populosas (WOYKE, 1984; HARBO, 1986).

Os indivíduos machos nas abelhas, chamados de zangões, são haplóides, originados de óvulos não-fertilizados, ao passo que as operárias, fêmeas não-reprodutivas, e as rainhas, fêmeas férteis, são originadas de óvulos fertilizados (FREE, 1980). A fecundação da rainha ocorre no ar durante o vôo nupcial, quando ela é fecundada por vários zangões. O sêmen destes zangões é estocado na sua espermateca e utilizado durante toda a vida da rainha para a fertilização de seus óvulos.

O número de zangões que copulam com a rainha foi estimado em 17,3 por ADAMS *et alii* (1977) e 9,8 por Perr (1956), citado por OLDROYD e MORAN, (1983), sendo esta variação explicada, entre outros aspectos, pelas variações das condições climáticas e diferenças no comportamento de cópula das abelhas africanizadas estudadas por ADAMS *et alii* (1977) e as abelhas estudadas por Perr (1956).

Dentro de uma colônia, as operárias produzidas a partir do sêmen de um único zangão constituem uma subpopulação de irmãs completas. Como a rainha possui sêmen de mais de um zangão armazenado dentro de sua espermateca, as subpopulações derivadas de zangões diferentes formam uma subfamília de meia-irmãs (PAGE e METCALF, 1982).

A produção de mel, assim como outras características comportamentais, é resultado da ação conjunta de um grupo de abelhas durante determinado período de tempo. A seqüência de ações executadas por cada abelha é função da interação entre a genética, o meio e a organização social existente dentro da colônia. O resultado de cada ação em si torna-se parte do meio e influencia grandemente nas ações subseqüentes de uma única abelha e da colônia como um todo (RINDERER e COLLINS, 1987). Estas complexas interações que determinam o procedimento de coleta e a estocagem de mel e pólen são, sem dúvida, os principais fatores na produção da colônia.

2.2. Algumas Considerações sobre Genética Quantitativa em Abelhas

2.2.1. O Parentesco entre os Indivíduos Dentro da Colônia

Um fato de importância nos estudos genéticos, principalmente na estimação dos parâmetros genéticos, é a determinação do parentesco estabelecido dentro da colônia, para que se possam determinar as co-variâncias entre seus indivíduos. Em abelhas, esta determinação torna-se peculiar em razão do sistema haplodiplóide de determinação do sexo e do sistema de acasalamentos múltiplos. O sistema haplodiplóide torna mais estreito o parentesco entre irmãos que o estabelecido em organismos diplóides. Já o sistema de acasalamentos, da forma como é armazenado o sêmen dentro da espermateca e da maneira como ocorre sua utilização pela rainha, vai determinar o parentesco entre os

indivíduos da colônia. Assim, caso o sêmen seja armazenado de forma individualizada, como em pacotes, dentro da espermateca e seu uso feito também de forma individualizada, será observada, dentro da colônia, uma situação de alternância em períodos bem distintos entre famílias de irmãs completas e de meia-irmãs. Caso não ocorra o empacotamento dos sêmens e estes sejam misturados dentro da espermateca, ter-se-ia dentro da colônia, durante todo o período, uma família com coeficiente de parentesco bem próximo ao de uma família de meio-irmãos. Admite-se aqui que o sêmen de todos os zangões estaria sendo representado em proporções iguais dentro da progênie, isto é, todos os zangões estariam contribuindo para a formação das progênies nas mesmas proporções.

TABER (1955), estudando a utilização do sêmen por 35 rainhas de Apis mellifera inseminadas artificial e naturalmente, concluiu que os sêmens dos múltiplos acasalamentos não eram, apreciavelmente, misturados dentro da espermateca, durante ou depois dos acasalamentos. KERR et alii (1980), acasalando 32 rainhas com zangões italianos e africanizados, o que proporcionava uma progênie passível de identificação, mostraram que o sêmen de cada zangão forma agregado dentro da espermateca da rainha. Estes mesmos autores citam, além do trabalho de Taber (1955), os trabalhos de Koethaler (1962), Jordan (1967) e Martinho (1979) como estudos que chegaram às mesmas conclusões da ocorrência do empacotamento. Porém, este assunto é, ainda hoje, bastante polêmico, pois alguns trabalhos têm sido publicados, recentemente, mostrando dados que contestam a

hipótese de empacotamento do sêmen. LAIDLAW e PAGE (1984), trabalhando com seis fenótipos, com marcas genéticas distintas, observaram que as rainhas usavam os sêmens de todos os zangões, com os quais foram inseminadas em proporções significativas em todo o período amostrado, e isto sugere o não-empacotamento do sêmen dentro da espermateca da rainha. MORITZ (1983), trabalhando com cinco rainhas inseminadas artificialmente com oito tipos de sêmens distintos, oriundos de zangões com marcadores genéticos, observou que não era possível encontrar evidência do empacotamento de sêmen dentro da espermateca, como foi sugerido por TABER (1955). Page, Kinsey e Laidlaw (1984), citados por LAIDLAW e PAGE (1984), estudaram, por seção histológica, a migração de espermatozóides dentro da espermateca da rainha. Observaram que os espermatozóides migravam para a espermateca da rainha e se difundiam por todo espaço possível, não encontrando evidências para o empacotamento dos mesmos. Uma reinterpretação dos dados de TABER (1955), feita por PAGE e METCALF (1982), indica efeito decrescente do empacotamento do sêmen, ou seja, com o passar do tempo ia ocorrendo mistura dos sêmens dos diferentes machos dentro da espermateca da rainha.

O coeficiente de parentesco entre operárias de uma mesma colônia, onde a rainha foi fecundada por apenas um zangão, é $3/8$. Caso não ocorra o empacotamento dos sêmens dentro da espermateca da rainha e esta tenha sido fecundada por n zangões, todos filhos de uma única rainha, o coeficiente de parentesco entre as operárias passa a ser $1/4n + (1/8)(n-1/n) + 1/8$. Considerando-se que os n zangões

sejam não-aparentados, ou seja, filhos de rainhas diferentes, o coeficiente de parentesco é $1/4n + 1/8$ (OLDROYD e MORAM, 1983). Assim, caso o empacotamento dos sêmens não ocorra, esta última situação assemelha-se ao que ocorre na natureza, exceto pela consideração do não-parentesco assumido entre os zangões, já que isto não se pode afirmar quando o acasalamento é livre.

2.2.2. Herdabilidade em Abelhas

O conhecimento da herdabilidade é considerado de importância fundamental para os programas de melhoramento genético, sendo definida como a porção da variância fenotípica total, causada pela variação dos valores genotípicos (FALCONER, 1981).

Como somente os valores genéticos determinam o que ocorrerá na próxima geração, mas apenas os valores fenotípicos são os que podem ser mensurados, torna-se necessário conhecer a relação entre ambos, como forma de se prever a viabilidade de um trabalho de melhoramento. Assim, o conhecimento desta relação é de fundamental importância, quando se deseja melhorar certa característica numa dada população.

A obtenção das estimativas da herdabilidade em abelhas torna-se complexa, em razão das diferenças morfológicas, fisiológicas e comportamentais estabelecidas entre suas castas, bem como em virtude do sistema haplodiplóide de determinação do sexo (RINDERER, 1977). Um outro ponto que contribui para a complexidade das

estimativas é o fato de que muitas das características de interesse econômico, as quais se desejam selecionar, como, por exemplo, a produção de mel, são resultantes da ação combinada de muitas operárias, casta não-reprodutiva (COLLINS et alii, 1984, RINDERER, 1977). Este fato impossibilita a obtenção da medida da característica sobre um único indivíduo, sendo necessário que esta seja feita com base na colônia. Segundo RINDERER (1977), estes fatos impedem o uso direto dos métodos de estimativa da herdabilidade propostos para indivíduos diplóides.

Um fato também interessante e que merece a atenção é o de as abelhas viverem em colônia de indivíduos aparentados. Isto faz com que exista ali dentro um ambiente comum, que pode aumentar a co-variância entre os indivíduos e levar a uma redução na precisão das estimativas (COLLINS, 1987).

POLHEMUS et alii (1950) expõem sistema de acasalamentos em abelhas em que os zangões são considerados gametas ao acaso de sua mãe, sendo os acasalamentos feitos entre rainha e rainha-mãe do zangão, denominadas, respectivamente, "rainha fêmea" e "rainha macho". Assim, a estrutura genética diplóide-diplóide pode ser utilizada para os sistemas haplodiplóides.

No Quadro 1 encontram-se algumas estimativas de herdabilidades obtidas para várias características em Apis mellifera.

QUADRO 1 - Algumas Estimativas de Herdabilidades em Abelhas (*Apis mellifera*)

Fonte	Característica	Herdabilidade	Método
BAR-COHEN <i>et alii</i> (1978)	Produção de mel	0,54	Regressão
	Área de cria	0,10	Mãe-filha
GONÇALVES e STORT (1978)	Nº de "hamulus"	0,76	Regressão Mãe-filha
COLLINS (1979)	Tempo de reação ao isopentil acetato	0,68	Regressão pai Médio-filha
RINDERER <i>et alii</i> (1983)	Tempo de reação ao isopentil acetato	0,03±0,006	Análise de variância
	Longevidade	0,32±0,27	
OLDROYD e MORAN (1983)	Nº de "hamulus"	0,68±0,183	Correlação intraclasse
COLLINS <i>et alii</i> (1984) **	Capacidade de arma-	E* 0,92±0,44	Análise de variância
	zenamento de xarope	A 0,66±0,69	
	Tempo de reação ao	E 1,28±0,04	
	isopentil acetato	A 0,31±0,01	
MILNE e FRIARS (1984)	Peso pupal	0,645±0,065	Análise de variância
MILNE (1985a)	Área corbicular	1,014±0,195	Análise de variância
MILNE (1985b)	Capacidade de arma- zenamento de xarope	0,187±0,029	Análise de variância
MILNE (1985c)	Longevidade	0,196±0,024	Análise de variância
MORITZ (1985)	Período em que a célula permanece operculada (postcapping stage)	0,68±0,001	Correlação intraclasse
		0,97±0,06	Regressão pai Médio-filha
COLLINS <i>et alii</i> (1987) **	Tempo de reação ao isopentil acetato	0,57±0,55	Análise de variância

* E = Abelhas européias ; A = abelhas africanizadas.

** Estes trabalhos trazem estimativas de herdabilidades para outras características, que as apresentadas.

2.3. Algumas Considerações sobre o Melhoramento de Abelhas

Apesar de a apicultura ser praticada no mundo há séculos, o seu grande desenvolvimento só veio ocorrer após 1851, com o desenvolvimento das colméias mobilistas por Lorenzo L. Langstroth (CRANE, 1979). A partir deste evento, obtiveram-se muitos progressos, porém poucos foram os conseguidos na área de genética e melhoramento de abelhas. Certamente, um dos maiores obstáculos que contribuíram para isto foi o fato de os acasalamentos em Apis mellifera ocorrerem sempre em vôo, sendo, assim, difícil o seu controle. Com o desenvolvimento das técnicas de inseminação artificial por Watson, em 1928, e posterior aperfeiçoamento por Laidlaw, em 1944, e Mackensen (1947), foram então possíveis os controles dos acasalamentos e o desenvolvimento de trabalhos de melhoramento em abelhas (CALE e ROTHENBUHLER, 1979). Contudo, o melhoramento de abelhas é ainda um pouco complicado, em razão de certas peculiaridades do seu mecanismo de determinação do sexo e do fato de que muitas das características de interesse são resultados do trabalho conjunto de muitas operárias, casta não-reprodutiva (CALE e ROTHENBUHLER, 1979; HARBO e RINDERER, 1980; KERR, 1972; PAGE e LAIDLAW, 1985).

2.3.1. Algumas Características de Interesse em Abelhas

As características de interesse em abelhas podem ser divididas em três grupos: as morfológicas, as fisiológicas e as comportamentais. As características de interesse

econômico como a produção de mel, própolis, cera, geléia real, resistência a doenças, entre outras, são, em sua maioria, de origens comportamentais mensuráveis apenas em nível de colônia. Estas são, muitas vezes, grandemente influenciadas pelos meios externo e interno da colônia; são também de difícil mensuração. Geralmente, estas características só são possíveis de serem medidas em determinadas épocas do ano, quando o meio se torna favorável a sua manifestação. Isto limita o seu período de avaliação e retarda o progresso da seleção. Assim, vários esforços têm sido feitos com o objetivo de se obterem, através de medições em outras características, para analisar parâmetros que permitam uma rápida eficiente seleção. Algumas destas características são morfológicas e outras, comportamentais, porém possíveis de serem avaliadas em um curto espaço de tempo, através de testes de laboratório. Dentre estas características morfológicas utilizadas, incluem-se área corbicular, comprimento da língua e peso pupal, e dentre as comportamentais está incluída a capacidade de armazenamento de xarope ("hoarding").

A área da corbícula, local onde as operárias transportam o pólen para a colônia, está relacionada com a capacidade de levar maior quantidade de pólen (MILNE e PRIES, 1984, 1986; MILNE *et alii*, 1986). O pólen, principal fonte de proteínas das abelhas, é indispensável ao desenvolvimento da colônia. Se a capacidade de transporte de pólen por abelha aumenta, é possível que isto leve à maior disponibilidade de operárias campeiras na coleta de néctar e, conseqüentemente, à maior produção de mel.

O comprimento da língua das abelhas é característica importante na determinação da partição de recursos do meio. Em *Bombus*, onde há espécies e castas com diferentes comprimentos de língua, INOUE (1980) observou a existência de um relacionamento entre o comprimento da língua e a profundidade da corola das flores visitadas, concluindo que o comprimento da língua estaria relacionado com a eficiência na coleta de néctar durante o forrageamento e com o padrão das flores visitadas. RUTTNER *et alii* (1978) observaram uma variação de 7,98 a 9,69 mm no comprimento da língua entre as várias raças de *Apis mellifera*. É possível que esta variação possa ser importante na exploração dos recursos do meio, garantindo maior eficiência para abelhas com línguas mais compridas. Obviamente, esta maior eficiência seria extremamente dependente da flora local. KERR (1969) levanta esta possibilidade com relação a linhagens desenvolvidas a partir da subespécie *Apis mellifera carnica*, abelhas que apresentam línguas relativamente grandes.

O peso pupal em abelhas parece ser característica de importância, em razão de estar relacionado positivamente com a produção de mel (MILNE, 1980). Devido a isto, é possível que, por meio de seleção no peso pupal, se possa obter algum ganho na produção de mel.

A capacidade de armazenamento das abelhas é característica desejável na sua seleção para produção de mel. Esta capacidade pode ser avaliada por meio de um simples teste de laboratório ("hoarding"), desenvolvido por Kulinčević e Rothenbuhler (1973), citados por MILNE (1977). Este teste se resume na avaliação da quantidade de xarope

armazenada por abelha, quando estas são confinadas em gaiolas contendo um pedaço de favo vazio e xarope, em uma estufa com umidade e temperatura controladas. Kulinčević e Rothenbuhler (1973) e Kulinčević, Thompson e Rothenbuhler (1974), citados por CALE e ROTHENBUHLER (1979), observaram que as colméias, cujas abelhas mostravam maior eficiência no armazenamento de xarope, ganhavam mais peso durante o período de fluxo de néctar. ROTHENBUHLER *et alii* (1979) obtiveram sucesso ao selecionarem, por cinco gerações, duas linhas: uma para alta e outra para baixa capacidade de armazenamento.

2.3.2. Alguns Resultados Obtidos no Melhoramento de Abelhas

Nos últimos anos, vários trabalhos de melhoramento em abelhas vêm sendo realizados, com o objetivo de obter populações superiores. O sucesso destes trabalhos tem sido animador, dando boas perspectivas para futuros trabalhos na área de melhoramento. Dentre os resultados obtidos, citam-se:

- Para Produção de Mel: BAR-COHEN *et alii* (1978) apresentam os resultados obtidos com 13 anos de seleção no programa de melhoramento de Israel. Durante este período, o diferencial de seleção obtido entre as rainhas foi, em média, de 17,5 Kg de mel e o ganho médio anual, de 4,7 Kg.

- Para Coleta de Pólen: HELLMICH *et alii* (1985) selecionaram duas linhas: uma para baixa e outra para alta capacidade de armazenamento de pólen. Ao final da quarta

geração de seleção, as duas linhas diferiram significativamente, tendo a linha superior armazenado uma quantidade de pólen 13 vezes maior que a linha inferior.

- Para Polinização de Alfafa: Mackensen e Ney (1966, 1969) e Ney e Mackensen (1968, 1970), citados por KULINCEVIC (1970), obtiveram um progresso regular no desenvolvimento de linhas para alta e baixa coletas de pólen de alfafa. Estes pesquisadores conseguiram, após sete gerações contínuas de seleção, que 87% do pólen coletado pela linha superior fosse de alfafa, contra apenas 8% de pólen de alfafa coletado pela linha inferior.

- Para Resistência a Doenças: Programas de melhoramento objetivando o desenvolvimento de abelhas resistentes a doenças já vem sendo realizados há vários anos. Park *et alii* (1937), citados por KULINCEVIC (1987), foram uns dos pioneiros nesta área, conseguindo, após 15 gerações de seleção, 98% de resistência à cria pútrida americana. Outros trabalhos de grande importância na área são os de Rothenbuhler (revisados em CALE e ROTHENBUHLER, 1979), que, além de obter linhas resistentes e suscetíveis, mostrou que o comportamento higiênico, responsável pela resistência à cria pútrida americana, parece ser controlado por dois locos, sendo as linhas resistentes homozigotas recessivas para os dois locos. Ainda no desenvolvimento de abelhas resistentes a doenças, KULINCEVIC e ROTHENBUHLER (1975) obtiveram sucesso na seleção de duas linhas, uma suscetiva e outra resistente à "hairless-black syndrome", doença de difícil controle, causada por vírus que atacam os adultos e

as crias das abelhas. RINDERER et alii (1975) avaliaram as duas linhas desenvolvidas por KULINCEVIC e ROTHENBUHLER (1975) e mais uma outra comercial e mostraram que a linha resistente era significativamente superior às demais testadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Condições Preliminares

Objetivando um melhor conhecimento experimental da resistência de colônias de abelhas deste trabalho, foram feitas algumas análises preliminares.

3.1.1. Determinação do Tamanho da Amostra

O dimensionamento do tamanho da amostra foi feito a partir de uma análise prévia de dados de trabalhos de COCHRAN (1977).

Assim,

$$n = \left(\frac{z}{e} \right)^2 \cdot \frac{p \cdot q}{d}$$

t = valor do t tabelado, a 1% de probabilidade,
 s = desvio padrão da amostra, s = 0,01 m / 1%,
 F = fator de correção de arredondamento,
 α = nível de significância escolhido (α = 0,01 m / 1%,
 0,05 m / 5% e 0,05 m / 5% de probabilidade), e
 n = tamanho da amostra selecionada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizando-se para a coleta de dados um equipamento de medição de nível de umidade de 30 mm de diâmetro.

3.1. Ensaio Preliminares

Objetivando um menor erro experimental proveniente da coleta dos dados deste trabalho, foram feitos alguns ensaios preliminares.

3.1.1. Determinação do Tamanho da Amostra

O dimensionamento do tamanho da amostra (n) para a coleta dos dados do presente trabalho foi feito segundo COCHRAN (1977).

Assim,

$$n = \left(\frac{t \cdot s}{d} \right)^2, \quad d = x \cdot \bar{y}$$

em que:

t = valor do t tabelado, a $x\%$ de probabilidade;

s = desvio padrão da amostra-piloto;

\bar{y} = média da amostra-piloto;

x = nível de significância escolhido ($x = 0,01$ p/ 1%,
0,02 p/ 2% e 0,05 p/ 5% de probabilidade); e

n = tamanho da amostra dimensionada.

- Dimensionamento de n para Peso Pupal

Utilizando três amostras-piloto de 30 pupas cada, obtiveram-se as seguintes dimensões para a amostra experimental:

Amostra	Nível de Significância %		
	1	2	5
A	75	15	2
B	42	8	1
C	113	22	2

- Dimensionamento de n para Coleta de Adultos

Foram consideradas nesta amostra apenas as características área corbicular e comprimento da glossa, já que o comprimento e a largura da tibia são apenas subsídios para a obtenção da área corbicular.

A partir de uma amostra-piloto de 25 adultos, foram obtidas as seguintes dimensões para a amostra experimental:

Característica	Nível de Significância %		
	1	2	5
Área corbicular	131	26	3
Comp. da glossa	21	4	1

Com base nos dados acima, optou-se por uma amostra experimental de 15 indivíduos para coleta de pupas e adultos.

3.1.2. Determinação da Fase Pupal a Ser Amostrada

Durante o período pupal ocorre variação no peso e na coloração dos olhos e do corpo da pupa. Esta variação do peso pupal pode ocasionar acréscimo ao erro experimental, se a sua variação na fase amostrada for grande. Entretanto, por meio da associação entre o peso da pupa e a coloração dos seus olhos, é possível determinar qual a fase do período pupal em que se teria a sua menor variação de peso. A determinação desta fase permitiria a coleta de pupas em um mesmo estágio de desenvolvimento, em que a variação de seu peso seria mínima. Conseqüentemente, ter-se-ia maior precisão na comparação entre o peso pupal dos vários genótipos.

Assim, coletaram-se pré-pupas em uma das colméias do Apiário Central da Universidade Federal de Viçosa, as quais

foram mantidas em estufa de cultura, a 34°C. Estes indivíduos foram pesados diariamente e tiveram a coloração de seus olhos anotada. Com os resultados obtidos (Quadro 2), constatou-se que a fase pupal de olhos da cor rósea era a mais breve e a que apresentava a menor variação de peso, sendo, por isto, escolhida como a fase pupal a ser amostrada.

3.1.3. Influência do Tamanho das Células do Favo no Peso Pupal e no Tamanho do Adulto

As células de um favo tem seu diâmetro ligeiramente reduzido, à medida que são utilizadas na criação de novas abelhas. Isto se deve ao fato de o seu casulo, tecido no final do período larval, ficar aderido às paredes da célula do favo. Devido a esta redução no tamanho das células, que se agrava na medida em que o favo vai ficando mais velho, é possível que as abelhas criadas em favos mais antigos sejam menores e possuam pupas mais leves que as criadas em favos mais novos.

Para evitar esta possível fonte de erro, foi introduzida uma placa de cera alveolada em todas as colméias a serem amostradas. Essa placa, feita a partir de cera de abelha e moldada para servir de base na construção dos favos, é normalmente utilizada pelos apicultores para orientar a construção dos favos nas colméias, servindo também para padronizar o tipo de células construídas. Assim, as pupas e os adultos foram coletados nos favos construídos a partir destas placas de cera.

QUADRO 2 - Diferenças Diárias do Peso Pupal (mg) Associadas à Coloração dos Olhos (B = Branco, R = Róseo, M = Marrom, P = Preto, B-R = Transição de B para R)

Pupa	Coloração dos Olhos e Diferenças Diárias do Peso Pupal									
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
1	4,80	1,60	1,00	1,60	1,20	1,10	1,10	1,00	7,10	7,20
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
2	4,80	1,60	1,40	1,80	1,60	1,10	1,10	1,30	12,3	12,4
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
3	5,60	4,50	3,70	3,70	3,00	2,00	2,10	2,30	33,3	33,4
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
4	8,00	1,40	1,20	1,50	1,50	2,30	2,30	1,10	15,4	15,5
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
5	10,0	1,80	1,40	1,90	1,40	1,30	1,40	1,40	6,10	6,20
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
6	6,50	0,40	0,90	1,50	1,20	1,00	1,00	0,80	12,9	13,0
	B	B	B-R	M	M	P	P	P	P	P
7	10,3	0,80	0,80	1,00	1,10	0,90	0,90	0,60	10,6	10,7
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
8	5,40	0,90	1,30	1,20	1,20	1,40	1,40	0,90	12,0	12,1
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
9	5,10	1,00	1,20	1,50	1,30	1,30	1,30	0,80	12,0	12,1
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
10	4,10	0,70	0,90	1,70	1,50	1,00	1,10	0,90	14,0	14,1
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
11	4,10	0,40	1,00	1,30	1,60	1,80	1,90	1,10	8,80	8,90
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
12	8,00	0,60	1,00	1,10	1,20	1,20	1,30	0,90	12,4	12,4
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
13	7,30	0,40	1,10	0,80	1,60	1,10	1,20	0,60	3,30	3,40
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
14	4,50	0,70	1,40	1,30	1,50	1,50	1,50	0,90	5,30	5,40
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
15	9,20	0,80	1,40	1,40	1,70	1,30	1,40	1,00	10,0	10,0
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
16	6,50	0,50	1,50	1,10	1,30	1,30	1,40	0,70	9,80	9,90
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
17	7,10	2,20	3,00	2,80	3,40	2,60	2,60	1,50	11,8	11,9
	B	B-R	R	M	M	P	P	P	P	P
18	9,90	0,50	1,40	1,30	1,30	1,40	1,40	0,80	3,80	3,90

3.2. Experimento I

Foram acompanhadas as produções individuais de 47 colméias, em cinco apiários próximos de Viçosa, durante o período de abril a agosto de 1987. Posteriormente, nas colméias que não tiveram suas rainhas substituídas durante todo o período experimental, coletaram-se amostras de pupas e adultos. Com estes dados foram feitas as correlações entre as características medidas e uma análise de trilha.

3.2.1. Obtenção das Produções Individuais das Colméias

As produções individuais das colméias foram obtidas, contando-se o número de quadros de mel produzidos e multiplicando-se este valor pelo peso médio de mel contido em um quadro. Segundo PERCHHAKER (1985), este método apresenta resultado satisfatório na avaliação da produtividade da colônia. O peso de mel contido em um quadro foi estimado pela diferença entre o peso de 20% dos quadros de uma coleta antes e depois da centrifugação.

3.2.2. Coleta de Pupas e Adultos

Coletaram-se 15 pupas e 15 adultos emergindo ou prestes a emergirem de cada colméia. Os adultos foram coletados com o auxílio de uma pinça e levados ao laboratório em gaiolas, utilizadas para o transporte de rainhas, os quais eram mantidos em estufa, a 34°C, por um ou dois dias, quando, então, eram mortos em câmara mortífera, utilizando-

se como anestésico acetato de etila.

O aparelho bucal e a tibia esquerda do terceiro par de patas foram montados em lâmina e laminula e medidos, com o auxílio de uma ocular micrométrica, a glosa, a largura e o comprimento tibial. Após a medição, o material era etiquetado e guardado em álcool 70^o GL.

As pupas foram coletadas com o auxílio de uma pinça e levadas, em placas de Petri, ao laboratório, onde foram pesadas. Devido à fragilidade deste material, normalmente eram coletadas cerca de 20 pupas, embora apenas 15 fossem pesadas.

3.2.3. Correlações

As correlações entre as características peso pupal, largura e comprimento da tibia, área corbicular, comprimento da glosa e produção de mel foram estimadas de acordo com o procedimento relatado por FALCONER (1981) e KEMPTHORNE (1973).

Assim:

$$r(X,Y) = \frac{C\acute{o}v(X,Y)}{V(X) \cdot V(Y)}$$

em que:

$r(X,Y)$ = estimador do coeficiente de correlação entre X e Y;

$C\acute{o}v(X,Y)$ = estimador da co-variância entre X e Y;

$V(X)$ e $V(Y)$ = estimador da variância de X e Y.

3.2.4. Análise de Trilha

A análise de trilha, que permite o desdobramento do coeficiente de correlação em efeitos diretos e indiretos, foi obtida segundo LI (1956 e 1972).

No diagrama da Figura 1 são mostradas as inter-relações entre a produção de mel e as demais características medidas. Neste diagrama, as setas unidirecionadas determinam os efeitos diretos P's, e as setas bidirecionadas representam os coeficientes de correlações entre os componentes da produção.

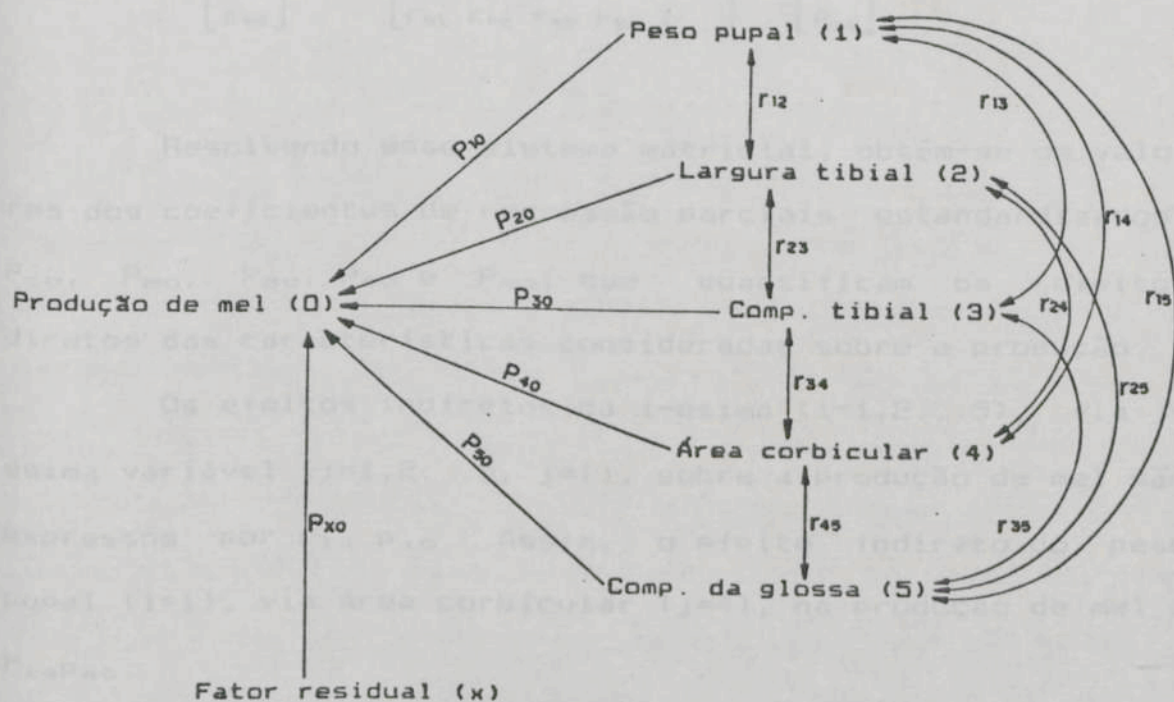


FIGURA 1 - Diagrama das Inter-Relações entre a Produção de Mel e as Características Medidas.

Para a obtenção dos coeficientes de trilha, foram estabelecidas as seguintes equações, que podem ser facilmente visualizadas no diagrama da Figura 1.

$$r_{10} = P_{10} + r_{12}P_{20} + r_{13}P_{30} + r_{14}P_{40} + r_{15}P_{50}$$

$$r_{20} = r_{21}P_{10} + P_{20} + r_{23}P_{30} + r_{24}P_{40} + r_{25}P_{50}$$

$$r_{30} = r_{31}P_{10} + r_{32}P_{20} + P_{30} + r_{34}P_{40} + r_{35}P_{50}$$

$$r_{40} = r_{41}P_{10} + r_{42}P_{20} + r_{43}P_{30} + P_{40} + r_{45}P_{50}$$

$$r_{50} = r_{51}P_{10} + r_{52}P_{20} + r_{53}P_{30} + r_{54}P_{40} + P_{50}$$

As equações acima podem ser apresentadas em notação matricial, da seguinte maneira:

$$\begin{bmatrix} r_{10} \\ r_{20} \\ r_{30} \\ r_{40} \\ r_{50} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & r_{24} & r_{25} \\ r_{31} & r_{32} & 1 & r_{34} & r_{35} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & 1 & r_{45} \\ r_{51} & r_{52} & r_{53} & r_{54} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{10} \\ P_{20} \\ P_{30} \\ P_{40} \\ P_{50} \end{bmatrix}$$

Resolvendo esse sistema matricial, obtêm-se os valores dos coeficientes de regressão parciais estandardizados, P_{10} , P_{20} , P_{30} , P_{40} e P_{50} , que quantificam os efeitos diretos das características consideradas sobre a produção.

Os efeitos indiretos da i -ésima ($i=1,2,\dots,5$), via j -ésima variável ($j=1,2,\dots,5$, $j \neq i$), sobre a produção de mel são expressos por $r_{ij}P_{j0}$. Assim, o efeito indireto do peso pupal ($i=1$), via área corbicular ($j=4$), na produção de mel é $r_{14}P_{40}$.

O valor do coeficiente do passo residual (P_{x0}) pode ser obtido com a seguinte fórmula:

$$P_{x0} = \sqrt{1 - (P_{10} \cdot r_{10}) - (P_{20} \cdot r_{20}) - (P_{30} \cdot r_{30}) - (P_{40} \cdot r_{40}) - (P_{50} \cdot r_{50})}$$

O valor do coeficiente de determinação parcial da produção (X), pelas variáveis 1,2,3,4 e 5, pode ser obtido

como segue:

$$R_{0,1,2,3,4,5}^R = (P_{10} \cdot r_{10}) + (P_{20} \cdot r_{20}) + (P_{30} \cdot r_{30}) + (P_{40} \cdot r_{40}) + (P_{40} \cdot r_{50})$$

3.3. Experimento II

3.3.1. Origem e Obtenção do Material

O experimento foi conduzido com 30 rainhas, chamadas de rainhas-filhas (RF). Estas rainhas foram obtidas a partir de seis rainhas, chamadas de rainhas-mães (RM), selecionadas dentre as rainhas de um apiário da região. As rainhas-mães foram acasaladas no ar, ou seja, sem nenhum controle, não se obtendo qualquer informação de seus parentescos.

As rainhas-filhas foram obtidas segundo o método Doolittle (1915), citado por YORK (1975). Este método resume-se na enxertia, que é a transferência de larvas de operárias com idades inferiores a três dias para cúpulas de cera, contendo uma gota de geléia real. Nestas cúpulas, as larvas receberão alimentação especial, apenas geléia real, o que as distingue das demais larvas femininas que, alimentadas com néctar e pólen, irão dar origem a operárias. Estas cúpulas são fixadas em um quadro porta-cúpulas e, posteriormente, introduzidas em récrias, que são colméias especialmente preparadas para se criarem rainhas.

Em maio de 1987, foram feitas, para a obtenção das rainhas-filhas, 14 enxertias de cada uma das seis rainhas-mães, num total de 84 rainhas. Estas enxertias foram realizadas no próprio apiário das rainhas-mães, em duas colméias récrias. Das 84 enxertias feitas, 62 desenvolveram-se, e as cúpulas contendo as futuras rainhas foram

transportadas para o Apiário Central da Universidade Federal de Viçosa. No apiário, as realeiras, que se desenvolveram a partir das cúpulas enxertadas, foram transferidas, uma a uma, para frascos de vidro do tipo "penicilina" e colocadas para emergir em uma estufa de cultura a 34°C.

Logo que as rainhas começaram a emergir, ou seja, 11 dias após a enxertia, estas foram marcadas com uma pinta colorida na parte superior do mesossoma. Cada grupo de rainhas-filhas de uma mesma rainha-mãe foi marcado com a mesma cor. A cor da marca utilizada para cada grupo de rainhas-filhas foi:

Rainhas-Filhas	da	Cor	da	Marca
Rainha-Mãe 2*				Róseo
Rainha-Mãe 3				Amarela
Rainha-Mãe				Branca
Rainha-Mãe 5				Azul
Rainha-Mãe 6				Verde
Rainha-Mãe 7				Vermelha
Rainha Mãe 8				Bege

* Esta rainha-mãe substituiu a RM 6.

Depois de marcadas, as rainhas-filhas foram mantidas em gaiolas de transporte contendo operárias jovens e candi, por mais ou menos seis dias, para que atingissem a maturidade sexual. Candi é uma mistura de açúcar de confeitiro e mel, formando uma massa consistente, que é utilizada para alimentar abelhas em gaiola. Após este período de confinamento, as rainhas foram introduzidas, ao acaso, no núcleo do presente trabalho.

3.3.2. Montagem do Experimento

O apiário experimental foi montado no "campus" da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Nele foram alocados 30 núcleos de cinco quadros, todos padronizados com dois quadros de cria, dois quadros de alimento e 800 gramas de abelhas adultas. Estes núcleos foram feitos a partir das colméias existentes em dois apiários-base, um no próprio Apiário Central da UFV e um outro localizado no Centro de Pesquisa de Florestas Naturais do Departamento de Engenharia Florestal da mesma universidade, situado a, aproximadamente, 7 km da UFV. Os núcleos feitos permaneceram órfãos por um dia, quando se introduziram as rainhas, uma rainha-filha por núcleo. Foram montados cinco núcleos com as filhas de cada rainha-mãe, num total de 30 núcleos.

As rainhas foram introduzidas em gaiolas feitas de tela plástica, em formato tubular, tendo uma das extremidades fechadas e a outra obstruída com candi. Dois dias após a introdução, fez-se uma inspeção no núcleo, para verificar a aceitação da nova rainha, realizando-se, 10 dias depois, uma nova observação, com o intuito de constatar o início da postura.

As rainhas-filhas não utilizadas no experimento foram introduzidas em núcleos não-padronizados do Apiário Central e do Centro de Pesquisa de Florestas Naturais. Estas rainhas foram utilizadas, posteriormente, para substituir aquelas que, durante o trabalho, apresentaram algum problema.

Das 30 rainhas-filhas utilizadas neste trabalho, oito não retornaram aos núcleos depois do vôo nupcial ou, se o fizeram, não iniciaram postura, sendo, por isto, substituídas ou repostas. Entretanto, só foi possível a substituição de seis delas, já que este era o número disponível de rainhas-filhas remanescentes. Assim, as seis rainhas-filhas que haviam sido introduzidas nos apiários-base foram reintroduzidas nos núcleos padronizados do presente trabalho.

3.3.3. Condução do Trabalho

Após a introdução das rainhas, esperou-se, durante um período de aproximadamente 50 dias, para que ocorresse a substituição da população dos núcleos. Este procedimento é importante para que os dados coletados sejam provenientes da progênie da rainha introduzida.

Durante todo o período experimental, os núcleos eram freqüentemente inspecionados e recebiam alimentação artificial. A alimentação, xarope de água com açúcar na proporção de 1:1 (V/V), era fornecida em alimentadores internos, sempre que os núcleos estavam com pouco alimento armazenado. Esta alimentação se fez necessária em razão da escassez de alimento na época e da alta densidade populacional do apiário. Com base em observações anteriores na região de Viçosa, a capacidade de cada apiário é, em média, de oito caixas.

Dos 28 núcleos restantes, vários não conseguiram superar o período frio (maio-julho), sendo necessária a

produção de novas rainhas-filhas para a substituição daquelas perdidas. Assim, no começo de outubro de 1987, foram produzidas novas rainhas, a partir das mesmas rainhas-mães.

Devido à morte da rainha-mãe nº 6 (RM6), esta foi substituída por uma nova rainha-mãe (RM2), escolhida no mesmo apiário. As rainhas-filhas desta nova mãe receberam marcas de cor rósea e substituíram as rainhas restantes, filhas da rainha-mãe perdida.

Estas novas rainhas-filhas foram produzidas, introduzidas e conduzidas da mesma forma que as anteriores. Entretanto, não foram possíveis as introduções destas em núcleos padronizados, em virtude da escassez de colméias. Assim, ficou impossibilitada a estimação de parâmetros genéticos da característica produção de mel. A padronização é de fundamental importância para que a estimação de parâmetros ligados à produção das colméias seja feita com base apenas nas diferenças de origem genética e com a menor interferência possível do meio. Esta padronização deve ser feita desde a produção das rainhas até a coleta dos dados.

Ao final do trabalho, foram coletados dados em 30 colônias de rainhas-filhas, sendo cinco filhas da RM2, quatro da RM3, seis da RM4, cinco da RM5, quatro da RM7 e seis da RMB.

3.3.4. Coleta de Pupas e Adultos

As pupas e os adultos foram coletados da mesma forma descrita no experimento I (item 3.2.2.). Porém, em vez de

ser introduzida uma placa de cera alveolada inteira nos núcleos, utilizou-se apenas uma pequena tira de mais ou menos 2 cm. A partir do favo construído desta, foram coletados as pupas e os adultos. Estas tiras foram introduzidas apenas depois de ocorrer a substituição das populações dos núcleos.

Foram coletadas em cada colméia três amostras de 15 pupas e 15 adultos, sendo a análise realizada com a média de cada amostra.

As coletas foram realizadas em intervalos de mais ou menos 15 dias, entretanto nem sempre foi possível manter este intervalo, em razão da ausência de material na idade apropriada.

3.3.5. Análise de Variância

A análise de variância dos dados foi feita segundo o modelo estatístico abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + RM_i + (RF/RM)_{ij} + e_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = observação k na rainha-filha j da rainha-mãe i;

μ = média geral;

RM_i = efeito da rainha-mãe i. $M_i \sim \text{NID}(0, \sigma^2_M)$;

$(RF/RM)_{ij}$ = efeito da rainha-filha j dentro da rainha mãe i

$RF/RM_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2_{RF/RM})$;

e_{ijk} = desvio da observação k, na colônia da rainha-filha j, filha da rainha-mãe i. $e_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2_e)$;

$i = 1, \dots, 6;$

$j = 1, \dots, a; a_1=5, a_2=4, a_3=6, a_4=5, a_5=4$ e
 $a_6=6;$ e

$k = 1, 2$ e $3.$

No Quadro 3 é apresentado o esquema de análise de variância com as esperanças dos quadrados médios.

QUADRO 3 - Esquema de Análise de Variância com as Esperanças dos Quadrados Médios

F.V.	G.L.	QM	E (QM)
RM	5	Q_1	$\sigma^2 + K_E \sigma^2_{F/M} + K_M \sigma^2_M$
RF/RM	24	Q_E	$\sigma^2 + K_1 \sigma^2_{F/M}$
RF/RM1	4	QM_1	$\sigma^2 + K_1 \sigma^2_{F/M1}$
RF/RM2	3	QM_E	$\sigma^2 + K_1 \sigma^2_{F/ME}$
RF/RM3	5	QM_3	$\sigma^2 + K_1 \sigma^2_{F/M3}$
RF/RM4	4	QM_4	$\sigma^2 + K_1 \sigma^2_{F/M4}$
RF/RM5	3	QM_5	$\sigma^2 + K_1 \sigma^2_{F/M5}$
RF/RM6	5	QM_6	$\sigma^2 + K_1 \sigma^2_{F/M6}$
Resíduo	60	Q_3	σ^2

em que:

σ^2_M = componente da variância genética entre rainhas-mães;

$\sigma^2_{F/M}$ = componente da variância genética entre rainhas-filhas dentro de rainhas-mães;

$\sigma^2_{F/Mi}$ = componente da variância genética entre rainhas-filhas dentro da rainha-mãe i , em que $i = 1, \dots, 6;$

σ^2 = componente de variância residual; e

$$K_1 = K_e = 3.$$

$$K_3 = \frac{1}{GL_M} \left[\sum_i \frac{N^2 i_{..}}{N i_{..}} - \sum_{ij} \frac{N^2 i_{j.}}{N \dots} \right]$$

em que:

GL_M = graus de liberdade da rainha-mãe;

$N \dots$ = número total de observações;

N_{ij} = número de observações em cada rainha-filha, dentro de cada rainha-mãe; e

$N_{i..}$ = número de observações em cada rainha-mãe;

$$\hat{\sigma}_{R/M}^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{K_3} ;$$

$$\hat{\sigma}_{R/M}^2 = \frac{Q_2 - Q_3}{K_1} ;$$

$$\hat{\sigma}_{R/M}^2 = \frac{QM_1 - Q_3}{K_1} ;$$

$$\hat{\sigma}^2 = Q_3.$$

3.3.6. Estimativas das Herdabilidades

A) Para Seleção entre Rainhas-Mães:

$$\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{R/M}^2}{\hat{\sigma}^2 + K_e \hat{\sigma}_{R/M}^2 + K_3 \hat{\sigma}_{R/M}^2} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

B) Para Seleção entre Rainhas-Filhas Dentro de uma Rainha-Mãe:

$$\hat{h}^E = \frac{\hat{\sigma}_{F/M}^E}{\hat{\sigma}^E + K_1 \hat{\sigma}_{F/M}^E} = \frac{Q_{M_1} - Q_3}{Q_{M_1}}$$

C) Para Seleção entre as Médias das Rainhas-Filhas dentro das Rainhas-Mães:

$$\hat{h}^E = \frac{\hat{\sigma}_{F/M}^E}{\hat{\sigma}^E + K_1 \hat{\sigma}_{F/M}^E} = \frac{Q_E - Q_3}{Q_E}$$

D) Para Seleção entre a Média de Todas as Rainhas-Filhas:

Para esta estimação, será desconsiderado o efeito de RM, considerando apenas os efeitos das RFs. Assim, o modelo estatístico agora assumido é:

$$y_{jk} = \mu + RF_j + e_{jk},$$

em que:

y = observação k na rainha-filha j ;

μ = média geral;

RF_j = efeito da rainha-filha j . $RF_j \sim \text{NID}(0, \sigma_{RF}^E)$;

e_{jk} = desvio da observação k associado à rainha-filha j.

$$e_{jk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2);$$

j = 1, ..., 30; e

k = 1, 2 e 3.

No Quadro 4 é apresentado o esquema de análise de variância com as esperanças dos quadrados médios da análise, em que se desconsidera o aninhamento RF/RM.

QUADRO 4 - Esquema da Análise de Variância com as Esperanças dos Quadrados Médios

F.V.	G.L.	QM	E(QM)
RF	29	Q_1	$\sigma^2 + K \sigma_{RF}^2$
Resíduo	60	Q_E	

em que:

σ_{RF}^2 = componente de variância genética entre as rainhas-filhas;

σ^2 = componente de variância devido ao erro experimental;

K = 3; e

$$\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{RF}^2}{\hat{\sigma}^2 + K \hat{\sigma}_{RF}^2} = \frac{Q_1 - Q_E}{Q_1} \cdot \frac{1}{K}$$

3.3.7. Precisão das Estimativas das Herdabilidades

As precisões das estimativas das herdabilidades foram avaliadas, usando os desvios-padrão, conforme VELLO e VENCOVSKY (1974).

Assim,

$$\hat{h}^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$$\hat{V}(\hat{h}^2) = \hat{V} \left(\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \right) = \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^2 \left(\frac{2}{GL \cdot Q_2 + 2} + \frac{2}{GL \cdot Q_1 + 2} \right)$$

$$\hat{S}(\hat{h}^2) = \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right) \left(\frac{2}{GL \cdot Q_2 + 2} + \frac{2}{GL \cdot Q_1 + 2} \right)^{1/2}$$

3.3.8. Ganhos Previstos com a Seleção

Os ganhos previstos com a seleção foram calculados a partir do procedimento relatado por VENCOVSKY (1969). Para tal, foram consideradas as seguintes alternativas de seleção: seleção entre rainhas-mães, seleção entre as médias das rainhas-filhas dentro de rainha-mãe, seleção entre as médias das rainhas-filhas de uma determinada rainha-mãe, seleção entre as médias das rainhas-filhas desconsiderando-se o aninhamento (seleção massal) e a seleção conjunta entre e dentro de rainhas-mães. Assim, os ganhos esperados com a seleção foram calculados de acordo com as seguintes

expressões:

$$\hat{\Delta}_{G1} = i \cdot \hat{h}_{RM}^{E} \left(\frac{\hat{\sigma}^E + K_E \hat{\sigma}_{F/M}^E + K_G \hat{\sigma}_{M}^E}{K_G} \right)^{1/2}$$

$$\hat{\Delta}_{G2} = i \cdot \hat{h}_{F/M1}^{E} \left(\frac{\hat{\sigma}^E + K_1 \hat{\sigma}_{F/M1}^E}{K_1} \right)^{1/2}$$

$$\hat{\Delta}_{G3} = i \cdot \hat{h}_{F/M}^{E} \left(\frac{\hat{\sigma}^E + K_1 \hat{\sigma}_{F/M}^E}{K_1} \right)^{1/2}$$

$$\hat{\Delta}_{G4} = i \cdot \hat{h}_{RF}^{E} \left(\frac{\hat{\sigma}^E + K \hat{\sigma}_{RF}^E}{K} \right)^{1/2}$$

$$\hat{\Delta}_{G5} = \hat{\Delta}_{G1} + \hat{\Delta}_{G3}$$

Sendo:

$\hat{\Delta}_{G1}$ = ganho esperado com a seleção entre as rainhas-mães;

$\hat{\Delta}_{G2}$ = ganho esperado com a seleção entre as rainhas-filhas dentro de uma determinada rainha-mãe;

$\hat{\Delta}_{G3}$ = ganho esperado com a seleção entre as médias das rainhas-filhas, dentro da rainha-mãe;

$\hat{\Delta}_{G4}$ = ganho esperado com a seleção entre as médias das rainhas-filhas, desconsiderando-se o aninhamento;

$\hat{\Delta}_{G5}$ = ganho esperado com a seleção conjunta entre e dentro das rainhas-mães; e

i = intensidade de seleção, obtida em BECKER (1967), para pequenas populações.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
BIBLIOTECA CENTRAL

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

4.1. INTRODUÇÃO

Das 47 colônias... (text is mirrored and difficult to read)

Com 25 colônias... (text is mirrored and difficult to read)

Tabela 1

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
Amplitude	31,470	23,278	24,732	25,500
Desvio-padrão	3,143	2,877	10,451	2,807
Coeficiente var.	10,000	12,373	42,347	10,000
Skurtose	0,714	0,714	0,714	0,714

(Continua)

Cont

Peso Pupal (g)

	Apiário 1	Apiário 2	Apiário 3	Apiário 4
Média	0,1172	0,1249	0,1180	0,1224
Desvio-Padrão	1,82 E-03	1,73 E-03	1,92 E-03	1,89 E-03
Coef. de var.	1,5649	1,4041	1,6246	1,5038
Amplitude	0,0024	0,0047	0,0138	0,0144

Largura Tibial (mm)

	Apiário 1	Apiário 2	Apiário 3	Apiário 4
Média	1,8788	1,9087	1,8911	1,8996
Desvio-Padrão	0,0202	0,0134	0,0270	0,0164
Coef. de var.	1,0704	0,7104	1,4253	0,8574
Amplitude	0,0418	0,0331	0,0792	0,0409

Comprimento Tibial (mm)

4.1. Experimento I

	Apiário 1	Apiário 2	Apiário 3	Apiário 4
Média	3,1333	3,2008	3,1754	3,1833
Desvio-Padrão	0,0404	0,0531	0,0410	0,0307
Coef. de var.	1,2879	1,6589	1,2910	0,9631
Amplitude	0,0750	0,0450	0,0450	0,0450

Das 47 colméias acompanhadas, apenas 25 não tiveram suas rainhas substituídas. Esta alta taxa de substituição das rainhas nas colméias deveu-se a um manejo inadequado utilizado nos apiários.

Com base nos dados coletados nas 25 colméias, referentes a produção de mel, peso pupal, largura e comprimento da tibia, área corbicular e comprimento da glossa, são apresentados a seguir os resultados da análise estatística descritiva para as características medidas.

Produção de Mel (Kg)

	Apiário 1	Apiário 2	Apiário 3	Apiário 4
Média	31,675	48,298	34,936	28,508
Desvio-Padrão	5,943	9,597	10,951	9,021
Coef. de var.	18,763	19,870	31,347	31,642
Amplitude	16,770	21,240	32,430	23,480

(Continua ...)

Cont.

Peso Pupal (g)				
	Apiário 1	Apiário 2	Apiário 3	Apiário 4
Média	0,1172	0,1249	0,1180	0,1224
Desvio-Padrão	1,83 E-03	1,75 E-03	5,22 E-03	5,88 E-03
Coef. de var.	1,5649	1,4066	4,4246	4,8032
Amplitude	0,0044	0,0047	0,0158	0,0144
Largura Tibial (mm)				
	Apiário 1	Apiário 2	Apiário 3	Apiário 4
Média	1,1742	1,2067	1,1911	1,1896
Desvio-Padrão	0,0208	0,0134	0,0270	0,0164
Coef. de var.	1,7704	1,1104	2,2633	1,3796
Amplitude	0,0416	0,0334	0,0792	0,0459
Comprimento Tibial (mm)				
	Apiário 1	Apiário 2	Apiário 3	Apiário 4
Média	3,1333	3,2008	3,1734	3,1833
Desvio-Padrão	0,0404	0,0531	0,0410	0,0307
Coef. de var.	1,2908	1,6588	1,2910	0,9631
Amplitude	0,1040	0,1250	0,1125	0,0959
Área Corbicular (mm)				
	Apiário 1	Apiário 2	Apiário 3	Apiário 4
Média	1,8402	1,9318	1,8904	1,8939
Desvio-Padrão	0,0437	0,0450	0,0545	0,0430
Coef. de var.	2,3770	2,3320	2,8823	2,2688
Amplitude	0,1236	0,0928	0,1754	0,1290
Comprimento da Glossa (mm)				
	Apiário 1	Apiário 2	Apiário 3	Apiário 4
Média	3,2181	3,2425	3,2109	3,2382
Desvio-Padrão	0,0522	0,0188	0,0390	0,0330
Coef. de var.	1,6204	0,5809	1,2157	0,0193
Amplitude	0,1370	0,0459	0,1167	0,0875

Das características estudadas, a produção de mel foi a que mais variou. É provável que esta alta variação da produção entre as colméias de um mesmo apiário deva-se, principalmente, à heterogeneidade genética existente entre elas.

A variação entre as médias de produção dos quatro apiários pode ser explicada pelas variações genéticas existentes entre as colméias e pelas variações ambientais existentes entre as microrregiões onde se encontram os apiários. A própria topografia da região favorece a definição destas microrregiões, limitando a disponibilidade do pasto apícola. Assim, é provável que a superioridade produtiva conseguida no apiário 2 seja em razão das condições de sua microrregião. Devido a isto, deve-se efetuar a seleção sempre dentro de um mesmo apiário, principalmente em regiões onde a topografia é acidentada e não existe homogeneidade no pasto apícola.

As características peso pupal, largura e comprimento da tibia, área corbicular e comprimento da glossa mostraram baixa variação, apresentando todas um coeficiente de variação inferior a 5%. Esta baixa variação é provável que seja inerente da própria natureza das características, que por si só possuem baixa variação, e dos cuidados tomados na redução dos efeitos ambientais.

As estimativas para as correlações obtidas entre as características medidas encontram-se no Quadro 5.

QUADRO 5 - Estimativas das Correlações Obtidas entre as Características Produção de Mel (Prod), Peso Pupal (PP), Largura (LT) e Comprimento (CT) da Tíbia, Área Corbicular (AC) e Comprimento da Glossa (CG)

	PP	LT	CT	AC	CG
Prod	0,225	0,460**	0,549**	0,578**	0,410*
PP		0,552**	0,484**	0,602**	0,470**
LT			0,498**	0,901**	0,542**
CT				0,825**	0,328*
AC					0,521**

** , * Significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste t.

As correlações da produção de mel com as demais características, apesar de terem sido positivas, foram de certa forma baixas. Todas as correlações, exceto com o peso pupal, foram significativas.

As características peso pupal e comprimento da glossa foram as que menos se correlacionaram com a produção de mel, 0,225 e 0,410, respectivamente, sendo que a correlação entre o peso pupal e a produção foi não-significativa. MILNE e PRIES (1984) obtiveram correlação significativa entre o peso pupal e a produção de mel (0,603). Esta divergência, encontrada nos resultados referentes ao peso pupal, pode estar associada com as diferenças morfométricas existentes entre as abelhas africanizadas e as da raça europeia utilizadas por MILNE e PRIES (1984).

Vários trabalhos, como os de GONÇALVES (1970), KERR *et alli* (1970), RINDERER *et alli* (1986), entre outros, mostram a existência de diferenças morfométricas e

comportamentais entre as abelhas africanizadas e as das raças européias. É possível que estas diferenças estejam contribuindo para maior aproximação ou distanciamento entre a associação existente do peso pupal com a produção de mel.

A área corbicular e o comprimento da tibia foram as características mais correlacionadas com a produção de mel, 0,578 e 0,549, respectivamente, sendo a área a que melhor se correlacionou com as demais características. Resultados semelhantes a estes, encontrado com abelhas africanizadas, foram observados por MILNE e PRIES (1984) com abelhas de raça européia. Estes autores observaram correlação significativa da produção de mel com a área corbicular (0,575) e o comprimento da tibia (0,551). Segundo estes mesmos autores, uma possível explicação para este resultado seria a de que as abelhas, com maiores áreas corbiculares carregariam maiores pelotas de pólen para as suas colméias, e esta maior quantidade de pólen transportada estimularia maior criação de abelhas e conseqüentemente, aumentaria a população da colméia, o que resultaria maior produção de mel. Posteriormente, a suposição de que operárias com maiores áreas corbiculares carregariam maiores pelotas de pólen foi comprovada por MILNE e PRIES (1986). MILNE *et alii* (1986) observaram que as operárias provenientes de uma linha selecionada para aumentar a quantidade de pólen armazenada possuíam áreas corbiculares significativamente maiores que as da linha selecionada em sentido contrário. Estes trabalhos dão suporte à idéia de que operárias de maiores áreas corbiculares seriam mais hábeis para levar maior quantidade de pólen para suas

colméias. Portanto, como o aumento da quantidade de pólen coletado está correlacionado significativamente com a taxa de postura da rainha (CALE, 1967) e a área de cria (TODD e REED, 1970), estas colméias seriam mais populosas. Como existe correlação positiva entre o tamanho da população da colméia e a produção de mel (HARBO, 1986), é possível que a explicação para a correlação encontrada seja de fato a proposta por MILNE e PRIES (1984).

No Quadro 6 são apresentados os resultados da análise de trilha, que desdobra as correlações, entre a produção de mel e as demais características, em efeitos diretos e indiretos.

QUADRO 6 - Componentes da Análise de Trilha, Desdobramento da Correlação em Efeitos Diretos e Indiretos

	Efeitos Conjuntos					Correlação c/ a Prod.
	PP	LT	CT	AC	CG	
PP	<u>-0,2544</u>	+4,6370	+3,2715	-7,5771	+0,1477	0,225
LT	-0,1404	<u>+8,4046</u>	+3,3665	-11,3410	+0,1699	0,460
CT	-0,1230	+4,1831	<u>+6,7639</u>	-10,3785	+0,1029	0,549
AC	-0,1532	+7,5739	+5,5780	<u>-12,5849</u>	+0,1634	0,578
CG	-0,1110	+4,5514	+2,2189	-6,5544	<u>+0,3138</u>	0,410

Os valores sublinhados na diagonal denotam os efeitos diretos e os demais, em cada linha, os efeitos indiretos.

$R^2 = 0.379$.

Efeito residual = +0,7879.

Na análise, considerando-se todos os caracteres medidos como componentes da produção de mel, a largura e o comprimento da tíbia foram os que apresentaram os mais altos

efeitos diretos positivos e os que mostraram os maiores efeitos indiretos positivos sobre a produção, através dos demais caracteres.

A área corbicular, apesar de possuir o mais alto coeficiente de correlação, apresentou efeito direto alto e negativo. Entretanto, os efeitos indiretos via largura e o comprimento da tibia foram altos e positivos, explicando a correlação existente entre esta característica e a produção de mel. É possível que este valor negativo do efeito direto seja proveniente da concepção do modelo. Como a área foi obtida a partir da largura e do comprimento da tibia, estes três componentes não deveriam aparecer juntos em um modelo, como componentes primários da produção. RANGEL (1979) comenta a necessidade de cuidado na concepção do modelo, em virtude do fato de o sucesso do método depender basicamente da formulação deste modelo. Assim, é provável que o mais correto seria considerar no modelo a área corbicular ou a largura e o comprimento da tibia. Desta forma, duas novas análises foram feitas, uma considerando a área e a outra, a largura e o comprimento tibial. Os resultados destas novas análises encontram-se nos Quadros 7 e 8.

QUADRO 7 - Análise de Trilha, Considerando como Componentes da Produção o Peso Pupal (PP), a Largura (LT) e o Comprimento (CT) da Tibia e o Comprimento da Glossa (CG)

	Efeitos Conjuntos				Correlação c/ a Prod.
	PP	LT	CT	CG	
PP	<u>-0,2369</u>	+0,1242	+0,2285	+0,1134	+ 0,2292
LT	-0,1312	<u>+0,2243</u>	+0,2344	+0,1311	+ 0,4586
CT	-0,1157	+0,1124	<u>+0,4677</u>	+0,0812	+ 0,5456
CG	-0,1122	+0,1229	+0,1588	<u>+0,2393</u>	+ 0,4088

Os valores sublinhados na diagonal denotam os efeitos diretos e os demais, em cada linha, os efeitos indiretos.
 $R^2 = 0,402$.

Efeito residual = + 0,7736.

QUADRO 8 - Análise de Trilha, Considerando como Componentes da Produção o Peso Pupal (PP), a Área Corbicular (AC) e o Comprimento da Glossa (CG)

	Efeitos Conjuntos			Correlação c/ a Prod.
	PP	AC	CG	
PP	<u>-0,2374</u>	+0,3737	+0,0930	+ 0,2292
C	-0,1439	<u>+0,6168</u>	+0,1034	+ 0,5764
G	-0,1125	+0,3250	<u>+0,1963</u>	+ 0,4088

Os valores sublinhados na diagonal denotam os efeitos diretos e os demais, em cada linha, os efeitos indiretos.
 $R^2 = 0,381$.

Efeito residual = + 0,7867.

Os resultados destas análises mostram que a área corbicular, o comprimento e a largura da tibia são os componentes de maiores efeitos sobre a produção e que seus coeficientes de correlação possuem verdadeira associação com

a produção de mel. Isto é facilmente percebido pelos valores positivos e moderados dos efeitos diretos e das correlações destas características com a produção. O fato de tais características apresentarem esta verdadeira associação, somado aos efeitos indiretos, relativamente altos, que apresentam sobre a produção através das demais características, torna possível uma seleção sobre a área corbicular e/ou comprimento e largura da tibia, objetivando a aumento na produção de mel. Entretanto, para se decidir pelo uso ou não de uma seleção indireta, devem ser considerados os valores das herdabilidades e desvios-padrão fenotípicos e das correlações genéticas das características, já que estes parâmetros são os que vão ditar a magnitude do ganho a ser obtido. Assim, para este caso, em que se tem um desvio-padrão fenotípico de produção bastante superior aos observados nas demais características, a utilização da seleção indireta deve ser pouco eficiente em relação à seleção direta.

Os valores dos efeitos residuais foram relativamente altos em todas as análises, indicando que as características, consideradas no modelo como explicativas da produção de mel, são pouco consistentes. Isto pode ser constatado, também, pelos valores moderados dos coeficientes de determinação obtidos, que mostram apenas uma pequena parte da variação da produção explicada pelas variáveis consideradas. Porém, este fato já era esperado, em virtude de a produção de mel ser determinada por inúmeros fatores, na sua maioria de origem comportamental e de difícil mensuração.

4.2. Experimento II

4.2.1. Análise Estatística Descritiva

Os resultados das análises estatísticas descritivas, para os caracteres peso pupal, largura e comprimento da tibia, área corbicular e comprimento da glossa, são apresentados no Quadro 9.

QUADRO 9 - Médias, Desvios-Padrão, Coeficientes de Variação e Amplitudes dos Caracteres Peso Pupal (PP), Largura (LT) e Comprimento (CT) da Tibia, Área Corbicular (AC) e Comprimento da Glossa (CG)

	PP	LT	CT	AC	CG
Média	0,1074	1,1862	3,0915	1,8364	3,1795
Des.-padrão	0,0045	0,0272	0,0446	0,0589	0,0432
Coef. var.	4,1802	2,2905	1,4425	3,2103	1,3574
Amplitude	0,0177	0,1958	0,2125	0,3847	0,2042

Nestas análises, as médias de todos os caracteres foram inferiores às observadas no experimento I, embora os valores dos desvios-padrão dos coeficientes de variação e das amplitudes tenham sido superiores.

Os coeficientes de variação das características continuaram sendo baixos, conforme PIMENTEL GOMES (1985), estando todos abaixo de 5%.

4.2.2. Análise de Variância

Os resumos das análises de variância e os coeficientes de variação, para os caracteres peso pupal, largura e comprimento da tibia, área corbicular e comprimento da glossa, são apresentados nos Quadros 10, 11, 12 e 13.

Os coeficientes de variação experimental para todos os caracteres foram inferiores a 4%, sendo considerados baixos, conforme PIMENTEL GOMES (1985). Estes baixos coeficientes de variação dão idéia de uma boa precisão experimental.

O teste F foi altamente significativo para todos os caracteres, entre rainhas-mães (RM), rainhas-filhas dentro de rainhas-mãe (RF/RM) e entre rainhas-filhas (RF), quando desconsiderado o aninhamento (Quadros 10, 11, 12 e 13).

Os valores de F para algumas características entre médias das rainhas-filhas de uma determinada rainha-mãe foram significativos. Entretanto, nenhuma das progênes de determinada rainha-mãe apresentou F significativo para todas as características medidas. As progênes das rainhas-mães 5 e 6 foram as que apresentaram o F significativo para o maior número de características e as progênes das rainhas-mães 1 e 3, as que mostraram o menor número de características com o F significativo.

QUADRO 10 - Valores e Significâncias dos Quadrados Médios de RM, RF/RM e RFi/RM para as Características Peso Pupal(PP), Area Corbicular(AC) e Comprimento da Glossa(CG)

F.V.	GL	Quadrados Médios		
		PP	AC	CG
RM	5	4,68196 E-05**	1,43747 E-02**	6,45994 E-03**
RF/RM	24	3,26610 E-05**	5,09179 E-03**	3,09146 E-03**
RF1/RM	4	1,45405 E-05ns	2,02660 E-03ns	2,33913 E-03 *
RF2/RM	3	3,48153 E-05 *	6,50297 E-03 *	1,01819 E-03ns
RF3/RM	5	1,36729 E-05ns	3,16895 E-03ns	3,22250 E-03**
RF4/RM	4	6,22775 E-05**	6,11529 E-03 *	1,38451 E-03ns
RF5/RM	3	5,20546 E-05**	1,06016 E-02**	3,55733 E-03 *
RF6/RM	5	2,95236 E-05ns	4,49527 E-03 *	5,89228 E-03**
ERRO	60	1,29100 E-05	1,92327 E-03	9,42225 E-04
C.V.		3,345	2,338	0,965

ns : Não-significativo a 5% de probabilidade.

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

QUADRO 11 - Valores e Significância dos Quadrados Médios RM, RF/RM e RFi/RM, para as Características Largura e Comprimento da Tíbia

F.V.	GL	Quadrados Médios	
		Larg. Tibial	Comp. Tibial
RM	5	2,04814 E-03**	6,85226 E-03**
RF/RM	24	1,14973 E-03**	1,25172 E-02**
RF1/RM	4	1,93212 E-04*	4,82797 E-04ns
RF2/RM	3	2,39873 E-03**	1,17511 E-04ns
RF3/RM	5	3,74282 E-04ns	3,40494 E-03**
RF4/RM	4	8,61737 E-04ns	5,15110 E-03**
RF5/RM	3	1,43095 E-04ns	4,59953 E-03**
RF6/RM	5	2,77543 E-03**	2,39808 E-03 *
ERRO	60	4,55822 E-04	9,82053 E-04
C.V.		1,800	1,014

ns : Não-significativo a 5% de probabilidade.

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

QUADRO 12 - Valores e Significância dos Quadrados Médios das Análises, Desconsiderando o Aninhamento RF/RM, para as Características Peso Pupal (PP), Área Corbicular (AC) e o Comprimento da Glossa (CG)

F.V.	GL	Quadrados Médios		
		PP	AC	CG
RF	29	3,51022 E-05**	4,05944 E-03**	3,67223 E-03**
ERRO	60	1,29103 E-05	9,82052 E-04	9,42244 E-04
C.V.		3,345	2,388	0,965

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

QUADRO 13 - Valores e Significância dos Quadrados Médios das Análises, Desconsiderando o Aninhamento RF/RM, para as Características Largura e Comprimento da Tíbia

F.V.	GL	Quadrados Médios	
		Larg. Tibial	Comp. Tibial
RF	29	1,30463 E-03**	4,05944 E-03**
ERRO	60	4,55826 E-04	9,82050 E-04
C.V.		1,800	1,014

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

4.2.3. Estimativas das Herdabilidades

As estimativas das herdabilidades e os respectivos desvios-padrão, para as características peso pupal, largura e comprimento da tibia, área corbicular e comprimento da glossa, são apresentados no Quadro 14.

QUADRO 14 - Estimativas das Herdabilidades das Características Peso Pupal (PP), Largura (LT) e Comprimento (CT) da Tibia, Área Corbicular (AC) e Comprimento da Glossa (CG) e seus Respetivos Desvios-Padrão, para Cada Unidade de Seleção

	PP	LT	CT	AC	CG
RM	0,302±0,42	0,439±0,34	0,982±0,01	0,646±0,24	0,521±0,29
RF/RM	0,605±0,13	0,604±0,13	0,922±0,03	0,622±0,12	0,695±0,10
RF1	0,112±0,52	.....	.....	0,051±0,57	0,597±0,24
RF2	0,629±0,24	0,810±0,13	.....	0,704±0,19	0,075±0,61
RF3	0,056±0,53	.....	0,712±0,16	0,393±0,34	0,708±0,17
RF4	0,793±0,13	0,471±0,32	0,809±0,12	0,686±0,19	0,319±0,41
RF5	0,752±0,16	.....	0,786±0,14	0,819±0,12	0,560±0,29
RF6	0,563±0,25	0,836±0,10	0,590±0,23	0,572±0,24	0,840±0,09
RF	0,632±0,11	0,651±0,11	0,758±0,08	0,758±0,08	0,743±0,08

Os espaços pontilhados denotam estimativas negativas.

Os valores das estimativas para uma mesma característica variam de acordo com a magnitude da variância genética disponível na unidade de seleção a ser utilizada. Assim, a variância genética disponível numa seleção entre rainhas-mães difere daquela disponível na

seleção entre rainhas-filhas dentro de rainhas-mães.

As estimativas para todas as características foram, de certa forma, altas, indicando boas possibilidades de ganhos em trabalhos de melhoramento.

4.2.3.1. Estimativas das Herdabilidades para Peso Pupal

A estimativa da herdabilidade para peso pupal, quando se seleciona entre rainhas-mães, foi de $0,302 \pm 0,42$, uma estimativa pequena quando comparada com as demais. O erro desta estimativa é alto e superior ao da própria herdabilidade estimada, o que a torna pouco confiável para uso.

A estimativa da herdabilidade para uma seleção entre rainhas-filhas dentro de rainha-mãe foi $0,605 \pm 0,13$, inferior à estimativa para uma seleção massal entre rainhas-filhas, que foi $0,632 \pm 0,11$.

Os valores das estimativas das herdabilidades para uma seleção entre as rainhas-filhas dentro de uma determinada rainha-mãe variaram de $0,056 \pm 0,53$ a $0,793 \pm 0,13$. Esta variação pode estar associada, além dos efeitos dos genótipos de cada rainha-mãe, aos desvios de amostragem, já que o número de indivíduos considerados dentro de cada família é muito pequeno, ou seja, de quatro a seis indivíduos.

MILNE e FRIARS (1984) obtiveram uma estimativa para a herdabilidade do peso pupal, com base no indivíduo, de $0,645 \pm 0,07$, para abelhas de raça européia, estimativa bem

próxima da obtida ao se efetuar seleção massal entre rainhas-filhas.

4.2.3.2. Estimativas das Herdabilidades para Largura e Comprimento da Tibia

As estimativas das herdabilidades para a largura e o comprimento da tibia para uma seleção praticada entre as médias das rainhas-mães foram $0,439 \pm 0,34$ e $0,982 \pm 0,01$, respectivamente.

As estimativas para quando se seleciona entre rainhas-filhas dentro de rainha-mãe foram de $0,604 \pm 0,13$ para largura da tibia e $0,922 \pm 0,03$ para o seu comprimento.

Quando se desconsiderou o aninhamento e foram considerados apenas os efeitos dos genótipos das rainhas-filhas, seleção massal, os valores das estimativas foram de $0,651 \pm 0,11$ e $0,758 \pm 0,08$ para a largura e o comprimento da tibia, respectivamente.

As estimativas obtidas para uma seleção entre rainhas-filhas dentro de uma determinada rainha-mãe tiveram seus valores situados entre $0,471 \pm 0,32$ e $0,836 \pm 0,10$ para a largura tibial e $0,590 \pm 0,23$ e $0,809 \pm 0,12$ para o seu comprimento. Para esta situação, obtiveram-se, também, estimativas de herdabilidades negativas.

Estimativas de componentes de variância negativos, causando também as estimativas de herdabilidades negativas, não constituem fato incomum (SILVA, 1982). Neste trabalho, isto acontece quando a variância residual é maior que a variância entre a rainha-mãe considerada. Diante deste

problema, muitas vezes são aceitas as estimativas negativas como evidência de que o seu verdadeiro valor é zero.

A obtenção de valores negativos para a herdabilidade pode estar associada ao uso de um modelo inadequado ou ao método de estimação utilizado (SILVA, 1982). Entretanto, SEARLE (1971) considera uma estimativa negativa como indicação de dados insuficientes, aconselhando a coleta de mais dados para a realização de uma nova análise. Caso se obtenha como resultado desta nova análise uma estimativa negativa, aceita-se isso como evidência de que o componente em causa é zero.

Para o presente trabalho, é possível que a insuficiência dos dados seja a razão das estimativas negativas. Porém, em razão da impossibilidade de obtenção de dados complementares, não foi possível a realização de nova análise.

4.2.3.3. Estimativas das Herdabilidades para Área Corbicular

A estimativa de herdabilidade da área corbicular para uma seleção entre rainhas-mães foi de $0,646 \pm 0,24$. Esta estimativa é superior à obtida para uma seleção entre as médias das rainhas-filhas dentro das rainhas-mães, que foi de $0,622 \pm 0,12$.

Para a situação de uma seleção massal entre as rainhas-filhas, a estimativa de herdabilidade foi $0,758 \pm 0,08$.

Considerando-se uma seleção efetuada entre as rainhas-filhas de determinada rainha-mãe, as estimativas variaram de $0,05 \pm 0,56$ a $0,8190,12$.

MILNE (1985) obteve estimativa de herdabilidade, com base no indivíduo, para área corbicular de $1,014 \pm 0,19$. Este resultado o levou a considerar que toda a variação existente era de origem genética.

4.2.3.4. Estimativas das Herdabilidades para o Comprimento da Glossa

A estimativa da herdabilidade do comprimento da glossa para uma seleção entre rainhas-mães foi de $0,521 \pm 0,29$. Para uma seleção entre rainhas-filhas dentro de rainha-mãe, a estimativa foi de $0,622 \pm 0,12$.

Quando se efetua uma seleção massal entre as rainhas-filhas, desconsiderando o aninhamento, a estimativa é de $0,743 \pm 0,08$.

Para uma seleção entre rainhas-filhas dentro de uma determinada rainha-mãe, as estimativas variaram de $0,075 \pm 0,61$ a $0,840 \pm 0,09$.

4.2.4. Precisão das Estimativas das Herdabilidades

Geralmente, a variância amostral de estatísticas baseadas em componentes genéticos é elevada e desconhecida. Em alguns casos, a determinação desta variância, com precisão suficientemente grande, chega a ser impossível. Desta maneira, as fórmulas existentes com este propósito são

quase todas apenas aproximadas (SILVA, 1982). Assim, a utilização destas estimativas pode levar à obtenção de parâmetros genéticos não totalmente representativos, tornando relativamente duvidosas as predições do sucesso esperado na seleção (VELLO e VENCOSKY, 1974).

A precisão das estimativas das herdabilidades quando se efetua seleção entre as médias das rainhas-mães foram relativamente baixas. É possível que um dos fatores que esteja contribuindo para isto seja o pequeno número de rainhas-mães consideradas no experimento. BOGYO (1964) comenta a necessidade de se ter um número adequado de observações, a fim de se obterem estimativas mais precisas e, portanto, mais representativas dos parâmetros. FALCONER (1981) considera que a precisão de uma estimativa depende da sua variância de amostragem, pois quanto maior a variância de amostragem menor será a precisão. Assim, ao ser considerado no experimento um pequeno número de rainhas-mães, a variância de amostragem foi aumentada, e, conseqüentemente, a precisão das estimativas diminuiu.

As precisões das estimativas das herdabilidades, para uma seleção entre rainhas-filhas dentro de rainhas-mães ou uma simples seleção massal entre as rainhas-filhas, foram boas, com desvios-padrão girando em torno de 15% do valor estimado das herdabilidades. BOGYO (1964) admite, arbitrariamente, como aceitável uma variação em torno de 25% do valor estimado para a herdabilidade. MILNE e FRIARS (1984) e MILNE (1985) obtiveram, respectivamente, variância em torno de 10 e 19% dos valores estimados para a herdabilidade das características peso pupal e área

corbicular. Assim, parece aceitável a precisão obtida no presente trabalho, para a situação de seleção entre rainhas-filhas dentro de rainhas-mães e seleção massal entre rainhas-filhas.

A precisão das estimativas para seleção entre rainhas-filhas dentro de determinada rainha-mãe foi bastante variável, indo de 11% a nove vezes e meia o valor estimado para a herdabilidade. De maneira geral, as precisões destas estimativas foram menores que as obtidas para os casos de seleção entre rainhas-filhas dentro de rainhas-mães e seleção massal entre rainhas-filhas.

Como o erro da estimativa é reduzido na medida em que os graus de liberdade são aumentados, percebe-se que o uso de um número reduzido de famílias (RM) e de indivíduos por família (RF) foi um fator de peso na redução da precisão de algumas estimativas.

4.2.5. Ganho Esperado com a Seleção

De maneira geral, as estimativas dos ganhos foram baixas, tendo como causa a baixa variação fenotípica das características estudadas. Para as estimativas dos ganhos previstos, foram selecionadas duas, das seis rainhas-mães, duas rainhas-filhas por mãe e 12 rainhas-filhas, dentre as 30 consideradas em uma seleção massal.

O ganho esperado quando se selecionaram rainhas-filhas dentro de determinada rainha-mãe é bastante variável, sendo, em alguns casos, superior aos obtidos na seleção massal. Entretanto, estes ganhos são pouco confiáveis, já

que para a maioria dos casos os erros associados às herdabilidades estimadas são altos.

Os maiores ganhos estimados foram obtidos quando se efetuou seleção massal entre rainhas-filhas. Isto se deve ao fato de os valores das herdabilidades e das variâncias fenotípicas serem maiores, neste esquema de seleção.

A seleção de família, como no caso da seleção de rainhas-mães, só resultará ganho superior ao da seleção massal, se a herdabilidade da média de família for maior do que a estimada para seleção massal, por uma quantidade suficientemente grande, a ponto de contrabalancear com o menor desvio-padrão da média da família. Isto também é verdade para a seleção dentro de família (FALCONER, 1981). Assim, para altos valores de herdabilidade, pode-se dar maior ênfase para a seleção massal, com vistas à obtenção de maior ganho (ALMEIDA e SILVA, 1982).

Entretanto, um fator limitante para o uso da seleção massal no melhoramento de abelhas é o problema relativo à endogamia, ligado aos alelos XO, que podem causar inviabilidade das crias de até 50% (KERR e VENCDOVSKY, 1982; PAGE e LAIDLAW, 1985; WOYKE, 1980).

O número de alelos XO encontrados varia conforme o tamanho da população (CORNEUT, 1980). Em grandes populações, maior número de alelos XO deve estar presente, e, conseqüentemente, a viabilidade média das crias é maior (PAGE e LAIDLAW, 1982a, 1982b).

Objetivando a manutenção da viabilidade das crias, é essencial que o esquema de seleção escolhido leve em consideração a manutenção do maior número possível de alelos

X0 na população. Para que isto ocorra, dentro de um esquema de seleção massal, o tamanho da população deve ser grande, e a intensidade de seleção não pode ser forte.

Considerando o problema da endogamia, KERR e VENCOVSKY (1982) e VENCOVSKY e KERR (1982) discutem um método de seleção massal e aconselham para, a formação da população-base, um número mínimo de 2.000 e um ótimo de 5.000 colméias. Este elevado número de colméias, necessário para a manutenção de uma boa viabilidade das crias, é um dos fatores que tornam bastante limitante o uso da seleção massal no melhoramento de abelhas.

Mediante a limitação do uso da seleção massal, método que normalmente possibilita um grande ganho de seleção em populações não melhoradas, a seleção conjunta entre rainhas-mães e entre rainhas-filhas dentro de rainha-mãe pode ser uma opção de maior eficiência na seleção. Assim, para uma seleção conjunta, feita com a mesma intensidade entre rainhas-mães e rainhas-filhas dentro de rainhas-mães, os ganhos esperados são todos superiores aos da seleção massal (Quadro 15). Entretanto, ao se selecionarem 40% das rainhas-mães, uma intensidade de seleção moderada e a manutenção dos alelos X0 estariam comprometidas, em razão da pequena representatividade destes alelos da população-base na geração seguinte. Deste modo, é necessário que a seleção seja feita com baixa intensidade entre rainhas-mães, de maneira que fosse possível manter na população o maior número de rainhas-mães de origens diferentes e, conseqüentemente, o maior número de alelos X0. Já a intensidade de seleção entre rainhas-filhas dentro de

rainhã-mãe seria bem mais forte, proporcionando a obtenção de maior ganho.

QUADRO 15 - Valores dos Ganhos Esperados para as Características Peso Pupal, Largura e Comprimento da Tibia, Área Corbicular e Comprimento da Glossa

	PP	LT	CT	AC	CG
RM	4,726 E-04	4,544 E-03	1,859E-02	1,771E-02	9,577E-03
RF/RM	1,655 E-03	9,802 E-03	4,932E-02	2,124E-02	1,850E-02
RF1	2,044 E-04	.....	.....	1,099E-03	1,382E-02
RF2	1,776 E-03	1,899 E-02	.....	2,717E-02	1,145E-03
RF3	9,911 E-05	.....	1,989E-02	1,059E-02	1,924E-02
RF4	2,995 E-03	6,618 E-03	2,779E-02	2,568E-02	5,681E-03
RF5	2,597 E-03	.....	2,553E-02	4,036E-02	1,832E-02
RF6	1,464 E-03	2,108 E-02	1,383E-02	1,835E-02	3,086E-02
RF	2,034 E-03	1,125 E-02	2,621E-02	2,624E-02	2,446E-02
SC*	2,128 E-03	1,435 E-02	6,791E-02	3,895E-02	4,296E-02

* = Seleção conjunta.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram conduzidos dois trabalhos: um junto ao apicultor, com a coleta de mel, pupas e abelhas adultas; e um outro desenvolvido no "campus" da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG, com a coleta de pupas e abelhas adultas.

O primeiro trabalho, desenvolvido junto ao apicultor, teve por objetivo a obtenção das correlações entre os caracteres produção de mel, peso pupal, largura e comprimento da tibia do terceiro par de patas, área corbicular e comprimento da glossa. As correlações obtidas foram significativas ($P < 0,01$ e/ou $P < 0,05$), exceto a do peso pupal com a produção. A maior correlação com a produção foi obtida com a área corbicular. Através do método de análise de trilha, as correlações com a produção de mel foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos. Os resultados desta análise mostram que, dos caracteres estudados, a largura e o comprimento tibial e a área corbicular são os mais relacionados com a produção, sendo possível a obtenção

de ganhos na produção, através de uma seleção entre estes caracteres.

No trabalho desenvolvido no "campus" da UFV, foram estimadas as herdabilidades dos caracteres peso pupal, largura e comprimento da tibia do terceiro par de patas, área corbicular e comprimento da glossa, através da análise de variância. As estimativas foram feitas com base na unidade de seleção considerada, tendo-se levado em conta a seleção entre rainhas-mães, entre rainhas-filhas dentro de rainhas-mães, rainhas-filhas dentro de uma rainha-mãe e entre rainhas-filhas, desconsiderando-se o aninhamento. Todas as estimativas foram relativamente altas, ressaltando-se que as maiores sempre foram obtidas quando se considerou uma seleção massal entre as rainhas-filhas. Estes resultados indicam boas possibilidades de ganhos em trabalhos de melhoramento, para todos os caracteres estudados.

Os ganhos previstos com base nas estimativas de herdabilidades obtidas foram sempre maiores quando se efetuou a seleção massal entre as rainhas-filhas. Porém, este método de seleção em abelhas deve ser visto com certa cautela, em razão do grande problema que a consangüinidade pode causar na população melhorada. Entretanto, se for considerada uma seleção conjunta entre rainhas-mães e rainhas-filhas dentro de rainha-mãe, os ganhos previstos superam, para todos os caracteres, os obtidos na seleção massal. Este método, além de apresentar tal superioridade, reduz os problemas causados pela consangüinidade, já que mantém maior número de alelos sexuais na população.

BIBLIOGRAFIA

1. AGGAR, J., RUTMAN, E. D., WERN, W. S., RALPH, J. L.
Estimation of the number of sex alleles and gene
frequency of allozyme loci in a population
of *Drosophila melanogaster*. *Genetics* 84: 503-514, 1977
2. AMIDA, E. SILVA, R. S. **BIBLIOGRAFIA** *Revista de
Genética* 19: 1-15, 1972
3. BAR-COHEN, R., WITKIN, E., BAR-ANON, R.
Genetic diversity of *Drosophila melanogaster*
populations. *Evolution* 29: 101-109, 1975
4. BAKER, J. S.
Genetics of *Drosophila melanogaster*.
Washington, D.C., American University Press, 1977. 130 p.
5. BAKER, J. S.
Genetics of *Drosophila melanogaster*.
Washington, D.C., American University Press, 1977. 130 p.
6. BAKER, J. S.
Genetics of *Drosophila melanogaster*.
Washington, D.C., American University Press, 1977. 130 p.
7. BAKER, J. S.
Genetics of *Drosophila melanogaster*.
Washington, D.C., American University Press, 1977. 130 p.
8. BAKER, J. S.
Genetics of *Drosophila melanogaster*.
Washington, D.C., American University Press, 1977. 130 p.

BIBLIOGRAFIA

1. ADAMS, J.; ROTMAN, E.D.; KERR, W.E.; PAULINO, Z.L. Estimation of the number of sex alleles and queen matings from diploid male frequencies in population of *Apis mellifera*. Genetics, 86:583-96, 1977.
2. ALMEIDA E SILVA, M. Melhoramento animal: métodos de seleção. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1982. 51 p.
3. BAR-COHEN, R.; ALPERN, G.; BAR-ANAN, R. Progeny testing and selecting italian queens for brood area and honey production. Apidologia, 9:95-100, 1978.
4. BECKER, W.A. Manual of procedures in quantitative genetics. 2. ed. Washington, Washington State University Press, 1967. 130 p.
5. BILASH, N.G. The effect of biotic and abiotic factors on the phenotype of the honey bee. Doklady Tskha, 266:116-9, 1980. In: APICULTURAL ABSTRACTS, 36:207, 1985. (Abst. 895/85.)
6. BOGYO, T.P. Coefficients of variation of heritability estimates obtained from variance analysis. Biometrics, 20:122-9, 1964.
7. CALE, G.H. Pollen gathering relationship to honey collection and egg laying in honey bees. Apiacta, 4:1-3, 1967.
8. CALE, G.H. & ROTHENBUHLER, W.C. Genetics and breeding of the honeybee. In: The hive and the honeybee. 5. ed. Carthage, Hamilton, Dadant & Sons, 1979. p. 157-84.

9. COCHRAN, W.G. Sampling techniques. New York, John Wiley & Sons, 1977. 428 p.
10. COLLINS, A.M. Genetics of the response of the honeybee to an alarm chemical, isopentyl acetate. Journal of Apicultural Research, 18:285-91, 1979.
11. COLLINS, A.M. Quantitative genetics. In: RINDERER, T.E. Bee genetics and breeding. New York, Academic Press, 1986. p. 283-304.
12. COLLINS, A.M.; BROWN, M.A.; RINDERER, T.E.; HARBO, J.R.; TUCKER, K.W. Heritabilities of honeybee alarm pheromone production. The Journal of Heredity, 78: 29-31, 1987.
13. COLLINS, A.M.; RINDERER, T.E.; HARBO, J.R.; BROWN, M.A. Heritabilities and correlations for several characters in the honeybee. The Journal of Heredity, 75:135-40, 1984.
14. CORNUET, J.M. Rapid estimation of the number of sex alleles in panmictic honeybee populations. Journal of Apicultural Research, 19:3-5, 1980.
15. CRANE, E. The world's beekeeping - past and present. In: The hive and the honey bee. 5. ed. Carthage, Hamilton, Dadant & Sons, 1979. p. 1-18.
16. FALCONER, D.S. Introduction to quantitative genetics. 2. ed. Longmans, 1981. (s.n.p.)
17. FREE, J.B. A organização social das abelhas (Apis). São Paulo, EPU/EDUSP, 1980. 79 p.
18. GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 11. ed. Piracicaba, Univ. de São Paulo - ESALQ/NOBEL, 1985. 466 p.
19. GONÇALVES, L.S. Análise genética de cruzamento entre *Aphis mellifera ligustica* e *Apis mellifera adansonii*: Escolha e análise genética de caracteres morfológicos da cabeça e do tórax. Ribeirão Preto, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 1970. 142 p. (Tese D.S.)
20. GONÇALVES, L.S. & STORT, A.C. Honey bee improvement through behavioral genetics. Ann. Rev. Entomol., 31:197-213, 1978.
21. HARBO, J.R. Effect of population size on brood production, worker survival and honey gain in colonies of honeybees. Journal of Apicultural Research, 25, 22-9, 1986.
22. HARBO, J.R. & RINDERER, T.E. Breeding and genetics of honeybees. In: MARTIN, E.C.; OERTEL, E.; NYE, N.P. Beekeeping in the United States. Washington,

- USDA/SEA, 1980. p. 49-57. (Agriculture Handbook, 335.)
23. HELLMICH, R.L.; KULINCEVIC, J.M.; ROTHENBUHLER, W.C. Selection for high and low pollen-hoarding honeybees. The Journal of Heredity, 76:155-8, 1985.
 24. INOUE, D.W. The effect of proboscis and corolla tube lengths on patterns and rates of flower visitation by Bumblebees. Oecologia, 45:197-201, 1980.
 25. KEMPTHORNE, O. An introduction to genetic statistics. 2. ed. Iowa, The Iowa State University Press, 1973. 545 p.
 26. KERR, W.E. Genética e melhoramento de abelhas. In: KERR, W.E. org. Melhoramento e genética. São Paulo, EDUSP/Edições Melhoramentos, 1969. p. 263-97.
 27. KEER, W.E. Melhoramento em abelhas In: CAMARGO, J.M.F. Org. Manual de apicultura. São Paulo, Agronômica Ceres, 1972. p. 97-115.
 28. KERR, W.E. Genética e biologia de abelhas. Ciência e Cultura, 25:927-34, 1973.
 29. KERR, W.E. Histórico parcial da ciência apícola no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5, Viçosa, 1980. Anais... Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1985. p. 47-60.
 30. KERR, W.E.; GONÇALVES, L.S.; BLOTA, L.F.; MACIEL, H. Biologia comparada entre as abelhas italianas (Apis mellifera ligustica), africanas (Apis mellifera adansonii) e suas híbridas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 1, Florianópolis, 1970. Anais... Florianópolis, 1970. p. 151-85.
 31. KERR, W.E.; MARTINHO, M.R.; GONÇALVES, L.S. Short Communication: kinship selection in bees. Revista Brasileira de Genética, 111:339-44, 1980.
 32. KERR, W.E. & VENCOVSKY, R. Melhoramento genético em abelhas. I. Efeito do número de colônias sobre o melhoramento. Revista Brasileira de Genética, 5: 279-85, 1982.
 33. KULINCEVIC, J.M. Breeding accomplishments with honey bees. In: RINDERER, T.E. Bee genetics and breeding. Orlando, Academic Press, 1986. p. 391-413.
 34. KULINCEVIC, J.M. & ROTHENBUHLER, W.C. Selection for resistance and susceptibility to hairless-black syndrome in the honeybee. Journal of Invertebrate Pathology, 25:289-95, 1975.
 35. LAIDLAW, H.H. & PAGE, R.F. Polyandry in honeybee (Apis mellifera L.): sperm utilization and intracolony genetic relationships. Genetics, 108:985-97, 1982.

36. LI, C.C. The concept of path coefficient and its impact on population genetics. Biometrics, 12:190-210, 1956.
38. MACKENSEN, D. Effect of carbon dioxide on initial oviposition of artificially inseminated and virgin queen bees. Journal of Economic Entomology, 40:344-9, 1947.
39. MARTINHO, M.R. Competição reprodutiva entre machos de Apis mellifera L. e migração de espermatozoides para a espermateca de rainhas. Ribeirão Preto, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 1979. 134 p. (Tese D.S.)
40. MILNE, C.P. An improved laboratory measurement of hoarding behavior in the honey bee. American Bee Journal, 117:502; 507, 1977.
41. MILNE, C.P. Laboratory measurement of honey production in the honeybee. 3. Pupal weight of the worker. Journal of Apicultural Research, 19:176-8, 1980.
42. MILNE, C.P. An estimate of the heritability of the corbicular area of the honeybee. Journal of Apicultural Research, 24:137-9, 1985a.
43. MILNE, C.P. A heritability estimate of honeybee hoarding behavior. Apidologie, 16:413-20, 1985b.
44. MILNE, C.P. An estimate of the heritability of worker longevity or length of life in the honeybee. Journal of Apicultural Research, 24:140-3, 1985c.
45. MILNE, C.P. & FRIARS, G.W. An estimate of honeybee pupal weight. Journal of Heredity, 75:509-10, 1984.
46. MILNE, C.P.; HELLMICH, R.L.; PRIES, K.J. Corbicular size in workers from honeybee lines selected for high or low pollen hoarding. Journal of Apicultural Research, 25:50-2, 1986.
47. MILNE, C.P. & PRIES, K.J. Honeybee corbicular size and honey production. Journal of Apicultural Research, 23:11-4, 1984.
48. MILNE, C.P.; PRIES, K.J. Honeybees with larger corbiculae carry larger pollen pellets. Journal of Apicultural Research, 25:53-4, 1986.
49. MORITZ, R.F.A. Heritability of the part capping stage in Apis mellifera and its relevance for varroaosis resistance. Journal of Heredity, 76:267-70, 1985.
50. MORITZ, R.F.A. Homogeneous mixing of honeybee semen by centrifugation. Journal of Apicultural Research, 22:249-55, 1983.

51. NAKAYAMA, L. & TAKAHASHI, C.S. Efeito da temperatura em Apis mellifera L. (Hymenoptera, Apoidea). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5, Viçosa, 1980. Anais... Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1985. p. 100-8.
52. NOGUEIRA-NETO, P. Notas sobre a história de apicultura brasileira. In: CAMARGO, J.M.F. Org. Manual de apicultura. São Paulo, Agronômica Ceres, 1972. p. 17-32.
53. OLDROYD, B. & MORAN, C. Heritability of worker characters in the honeybee (Apis mellifera). Aust. J. Biol. Sci., 36:323-32, 1983.
54. PAGE, R.F. & LAIDLAW, H.H. Closed population honeybee breeding. 1. Population genetics of sex determination. Journal of Apicultural Research, 21:30-7, 1982a.
55. PAGE, R.E. & LAIDLAW, H.H. Closed population honeybee breeding. 2. Comparative methods of stock maintenance and selective breeding. Journal of Apicultural Research, 21:33-44, 1982b.
56. PAGE, R.E. & LAIDLAW, H.H. Closed population honeybee breeding. Bee World, 66:63-72, 1985.
57. PAGE, R.E. & METALCALF, R.A. Multiple mating, sperm utilization and social evolution. Am. Nat., 119:263-81, 1982.
58. PECHHACKER, H. Vereinfachung der leistungsbewertung in der praxisorientierten zuchtausless. Apidologie, 16:31-8, 1985.
59. POLHEMUS, M.S.; LUSH, J.L.; ROTHENBUHLER, W.C. Mating systems in honeybees. The Journal of Heredity, 41:151-5, 1950.
60. RANGEL, P.H.N. Correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente e coeficientes de trilha, em variedades de arroz (Oryza sativa L.)/ Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1979. 44p. (Tese M.S.)
61. RINDERER, T.E. Measuring the heritability of characters of honeybees. Journal of Apicultural Research, 16:95-8, 1977.
62. RINDERER, T.E. & COLLINS, A.M. Behavioral genetics. In: RINDERER, T.E. Bee genetics and breeding. New York, Academic Press, 1986. p. 155-76.
63. RINDERER, T.E.; COLLINS, A.M.; BROWN, M.A. Heritabilities and correlations of the honeybee: response to Nosema apis, longevity, and alarm response to isopentyl acetate. Apidologie, 14:79-85, 1983.

64. RINDERER, T.E.; ROTHENBUHLER, W.C.; KULINCEVIC, J.M. Responses of three genetically different stocks of the honeybee to a virus from bees with hairless-black syndrome. Journal of Invertebrate Pathology, 25:297-300, 1975.
65. RINDERER, T.E.; SYLVESTER, A.; BROWN, M.A.; VILLA, J.D.; PESANTE, D.; COLLINS, A.M. Field and simplified techniques for identifying africanized and european honey bees. Apidologie, 17:33-48, 1986.
66. ROTHENBUHLER, W.C.; KULINCEVIC, J.M.; THOMPSON, V.C. Successful selection of honeybees for fast and slow hoarding of sugar syrup in the laboratory. Journal of Apicultural Research, 18:272-8, 1979.
67. RUTTNER, F.; TASSENCOURT, L.; LOUVEAUX, J. Biometrical statistical analysis of the geographic variability of Apis mellifera L. Apidologie, 9:363-81, 1978.
68. SEARLE, S.R. Linear models. New York, John Wiley & Sons, 1971. 532 p.
69. SILVA, R.G. Métodos de genética quantitativa aplicados ao melhoramento animal. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 1982. 162 p.
70. SOUZA, D.C. Importância do manejo de rainhas na produtividade apícola. Informe Agropecuário, 13:33-8, 1987.
71. STORT, A.C. & GONÇALVES, L.S. A abelha africanizada e a situação atual da apicultura no Brasil, In: HARNAJ, V. Apicultura em clima quente - Simpósio internacional. Bucareste, Editora Apimondia, 1979. p. 155-72.
72. TABER, S. Sperm distribution in the spermathecae of multiple-metd queen honeybees. Journal of Economic Entomology, 48:522-5, 1955.
73. TODD, F.E. & REED, C.B. Brood measurement as a valid index to the value of honey bees as pollinators. Journal of Economic Entomology, 63:148-9, 1970.
74. VELLO, N.A. & VENCOVSKY, R. Variâncias associadas às estimativas de variâncias genéticas e coeficientes de herdabilidades. In: RELATORIO CIENTIFICO DE 1974. Piracicaba, Escola Superior De Agricultura "Luiz De Queiroz", 1974. p. 238-48.
75. VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W.E. org. Melhoramento e genética. São Paulo, EDUSP/Edições Melhoramentos, 1969. p. 17-38.
76. VENCOVSKY, R. & KERR, W.E. Melhoramento genético em abelhas. II. Teoria e avaliação de alguns métodos de seleção. Revista Brasileira de Genética, 5:493-502, 1982.

77. WOYKE, J. Effect of sex allele homo-heterozygosity on honeybee colony populations and on their honey production. I. Favourable Development conditions and Unrestricted queens. Journal of Apicultural Research, 19:51-63, 1980.
78. WOYKE, J. Correlations and interactions between population, length of worker life and honey production by honey bees in temperate region. Journal of Apicultural Research, 23:148-56, 1984.
79. YORK, H.F. Production of queens and package. In. The hive and the honey bees. 5. ed. Carthage, Hamilton, Dadant & Sons, 1979. p. 559-78.