

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

T

A22lm
1995

Adar, Davi Said, 1963-

Multiplicação artificial e manejo de colônias de
Melipona quadrifasciata Lep. (Hymenoptera, Apidae,
Meliponinae)/Davi Said Adar. - Viçosa : UFV, 1995.
85p. : il.

Orientador: Lucio A. O. Campos
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

1. Abelha - Reprodução. 2. Abelha - Criação. 3.
Abelha - Preservação. I. Universidade Federal de
Viçosa. II. Título.

CDD. 18.ed. 595.7990416

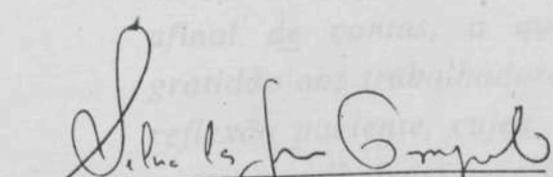
CDD. 19.ed. 595.7990416

DAVI SAID AIDAR

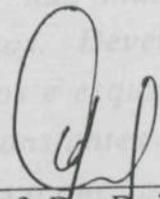
**MULTIPLICAÇÃO ARTIFICIAL E MANEJO DE COLÔNIAS DE
Melipona quadrifasciata LEP. (HYMENOPTERA, APIDAE,
MELIPONINAE)**

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

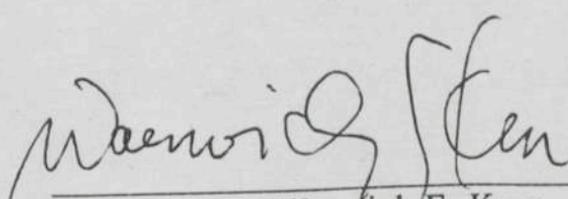
APROVADA: 6 de fevereiro de 1995



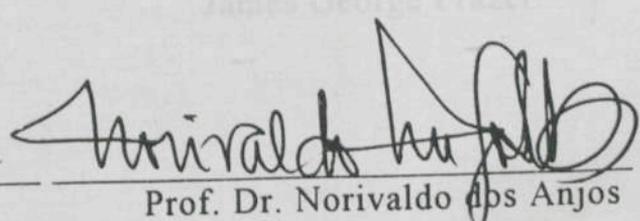
Prof. Dra. Sílvia G. Pompolo
(Conselheira)



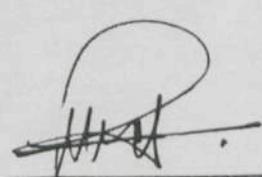
Prof. Dr. Dejour Message
(Conselheiro)



Prof. Dr. Warwick E. Kerr



Prof. Dr. Norivaldo dos Anjos



Prof. Dr. Lúcio A.O. Campos
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Emília P. Aidar, David e Nadyr Aidar que, com muito carinho, apoiaram-me em todos os momentos.

Aos professores Dr. Lúcio A. O. Campos, Dr. Warwick B. Kerr, Dra. Silvia G. Paes e Dr. Daniel Mesquita, pela orientação e dedicação.

"Vivemos sobre os alicerces construídos pelas gerações anteriores e só muito vagamente podemos compreender os penosos e prolongados esforços que custaram à humanidade para atingir o ponto, não muito elevado afinal de contas, a que chegamos. Devemos nossa gratidão aos trabalhadores anônimos e esquecidos, cuja reflexão paciente, cujos esforços constantes em grande parte contribuíram para fazer de nós o que somos."

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial, aos técnicos do Departamento de Biologia Animal desta Universidade.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Dr. Lúcio A.O. Campos, Dr. Warwick E. Kerr, Dra. Silvia G. Pompolo e Dr. Dejair Message, pela orientação e dedicação.

À minha querida irmã Tirza Aidar, pelos conhecimentos em Estatística Aplicada à Biologia e pela paciência durante seus ensinamentos quando da execução das análises dos dados aqui propostos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro, e à Universidade Federal de Viçosa (UFV), por proporcionar todas as condições de aprendizado e execução dos experimentos.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial, aos técnicos do Departamento de Biologia Animal desta Universidade.

Em julho de 1994, foi selecionado, pela Universidade Federal de São Paulo, para o Curso de Doutorado em Entomologia na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (USP), São Paulo.

BIOGRAFIA

DAVI SAID AIDAR nasceu em 15 de março de 1963, em Rio Verde-GO.

Em outubro de 1989, graduou-se em Zootecnia, pela Fundação Universidade Estadual de Maringá (FUEM).

Durante a graduação, foi bolsista de iniciação científica pelo CNPq, sob orientação dos professores Dra. Silvia Lima e Dr. Osvaldo Hidalgo, quando realizou estudos sobre reprodução animal e extensão rural, respectivamente.

Em 1991 e 1992, foi bolsista de aperfeiçoamento pelo CNPq, em Uberlândia-MG, sob orientação do professor Dr. Warwick Estevam Kerr, tendo realizado estudos sobre genética, biologia e manejo de *Melipona scutellaris* Lep.

Em março de 1993, iniciou o Curso de Mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, sob orientação do professor Dr. Lúcio A.O. Campos.

Em julho de 1994, foi selecionado, pela Universidade Federal de São Paulo, para o Curso de Doutorado em Entomologia na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (USP), São Paulo.

CONTEÚDO

| | Página |
|---|--------|
| EXTRATO | ix |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. As Abelhas e seu Habitat | 1 |
| 1.2. A Meliponicultura na América Latina | 5 |
| 1.3. Técnicas de Manejo | 8 |
| 1.4. Modelos de Colônias | 9 |
| 1.5. Multiplicação Artificial de Colônias de Abelhas | 11 |
| 1.6. Avaliação do Desenvolvimento das Colônias | 12 |
| 1.7. Alimentação Artificial | 14 |
| 1.8. Revisões das Colônias Formadas | 16 |
| 1.9. Distribuição Geográfica da Espécie Estudada | 16 |
| 1.10. Objetivos | 18 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 2.1. Local de Trabalho e Material Utilizado | 19 |
| 2.2. Métodos para a Formação das Colônias-Filhas | 20 |
| 2.2.1. Método 1: Formação com Rainha Psicogástrica Acasalada Naturalmente | 20 |
| 2.2.2. Método 2: Formação em Orfanato | 21 |

2.2.3. Método 3: Formação com Rainha Fisogástrica Acasalada em Laboratório 23

2.3. Cuidados Iniciais com Colônias Recém-Formadas 24

2.4. Coleta de Zangões, Rainhas e Operárias Jovens 26

2.5. Alimentação Artificial 27

2.6. Avaliação e Coleta dos Dados 29

2.7. Observações Gerais 31

2.8. Análise dos Resultados 32

CONTEÚDO

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 33

3.1. Correlação entre Nota e Peso 33

3.2. Comportamento das Colônias de Acordo com as Variáveis Peso e Nota 34

3.3. Comparação entre os Métodos com Relação ao Desenvolvimento das Colônias 38

EXTRATO ix

1. INTRODUÇÃO 1

1.1. As Abelhas e seu Habitat 1

1.2. A Meliponicultura na América Latina 5

1.3. Técnicas de Manejo 8

1.4. Modelos de Colméias 9

1.5. Multiplicação Artificial de Colônias de Abelhas 11

1.6. Avaliação do Desenvolvimento das Colônias 12

1.7. Alimentação Artificial 14

1.8. Revisões das Colônias Formadas 16

1.9. Distribuição Geográfica da Espécie Estudada 16

1.10. Objetivos 18

2. MATERIAL E MÉTODOS 19

2.1. Local de Trabalho e Material Utilizado 19

2.2. Métodos para a Formação das Colônias-Filhas 20

2.2.1. Método 1: Formação com Rainha Fisogástrica Acasalada Naturalmente 20

2.2.2. Método 2: Formação em Orfandade 21

| | |
|--|----|
| 2.2.3. Método 3: Formação com Rainha Fisogástrica Acasalada em Laboratório | 22 |
| 2.3. Cuidados Iniciais com Colônias Recém-Formadas | 23 |
| 2.4. Coleta de Zangões, Rainhas e Operárias Jovens | 26 |
| 2.5. Alimentação Artificial | 27 |
| 2.6. Avaliação e Coleta dos Dados | 29 |
| 2.7. Observações Gerais | 31 |
| 2.8. Análise dos Resultados | 32 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 33 |
| 3.1. Correlação entre Nota e Peso | 33 |
| 3.2. Comportamento das Colônias de Acordo com as Variáveis Peso e Nota | 34 |
| 3.3. Comparação entre os Métodos com Relação ao Desenvolvimento das Colônias | 38 |
| 3.3.1. Tempo Médio até Atingir Nota 7,0 | 38 |
| 3.3.2. Ajuste de Modelos que Representam o Comportamento das Notas com o Tempo | 40 |
| 3.3.2.1. Método 1 | 41 |
| 3.3.2.2. Método 2 | 44 |
| 3.3.2.3. Método 3 | 45 |
| 3.3.3. Comparação entre os Modelos Ajustados | 47 |
| 3.4. Análise por Época de Início das Leituras | 49 |
| 3.5. Análise dos Favos | 52 |
| 4. CONCLUSÕES | 55 |
| 4.1. Número de Colônias Formadas | 55 |
| 4.2. Métodos Estudados | 55 |
| 4.3. Variáveis Peso e Nota | 57 |
| 4.4. Alimentação Artificial com Xarope-A | 58 |
| 4.5. Revisões das Colônias | 59 |
| 4.6. Caixas Cúbicas com Alças | 59 |
| 5. RESUMO | 61 |

| | |
|--|----|
| 6. SUMMARY | 64 |
| BIBLIOGRAFIA | 66 |
| APÊNDICES | 75 |
| APÊNDICE A | 76 |
| APÊNDICE B - FUNÇÃO ESTATÍSTICA PARA O MÉTODO 3... | 83 |

AIDAR, Davi Said, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1995.
Multiplicação Artificial e Manejo de Colônias de Melipona quadrifasciata Lep. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). Professor Orientador: Dr. Lúcio A.O. Campos. Professores Conselheiros: Dra. Sílvia O. Pompolo e Dr. Dejar Mestage.

Os estudos foram realizados no meliponário da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, entre fevereiro de 1993 e agosto de 1994. A partir de seis colônias-matrizes de *Melipona quadrifasciata* Lep., com notas entre 7,0 e 10,0, foram formadas 14 colônias filhas, tendo sido empregados três métodos: 1) formação com rainha fisiológica acasalada naturalmente; 2) formação em orfanato; e 3) formação com rainha fisiológica acasalada em laboratório. Para avaliação destas colônias, foram atribuídas notas que variaram de 1,0 a 10,0. Cada colônia-filha recebeu 100 abelhas adultas, 100 jovens e um favo nascente com 100 células, mais alimentação artificial progressiva com xarope A e pólen à vontade, administrados internamente às colônias em caixas artificiais construídas com cera de abelha africanizada. A

EXTRATO

AIDAR, Davi Said, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1995.
*Multiplicação Artificial e Manejo de Colônias de **Melipona quadrifasciata** Lep. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae)*. Professor Orientador: Dr. Lúcio A.O. Campos. Professores Conselheiros: Dra. Silvia G. Pompolo e Dr. Dejair Message.

Os estudos foram realizados no meliponário da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, entre fevereiro de 1993 e agosto de 1994. A partir de seis colônias-matrizes de *Melipona quadrifasciata* Lep., com notas entre 7,0 e 10,0, foram formadas 14 colônias-filhas, tendo sido empregados três métodos: 1) formação com rainha fisogástrica acasalada naturalmente; 2) formação em orfandade; e 3) formação com rainha fisogástrica acasalada em laboratório. Para avaliação dessas colônias, foram atribuídas notas que variaram de 1,0 a 10,0. Cada colônia-filha recebeu 100 abelhas adultas, 100 jovens e um favo nascente com 100 células, mais alimentação artificial progressiva com xarope-A e pólen à vontade, administrados internamente às colméias em potes artificiais construídos com cera de abelhas africanizadas. A

inferência de nota foi baseada em dados de observação direta dos principais elementos que compõem colônias dessa espécie: potes de alimentos, favos de crias, postura, entrada da colméia, número de campeiras, resina coletada, organização interna das abelhas, tamanho do invólucro do ninho e ganho de peso real. As revisões para coleta dos dados foram realizadas de dez em dez dias, até a colônia chegar à nota 7,0. Todas as colméias foram confeccionadas em madeira (pinho), apresentando duas alças cada uma, sendo que cada alça media 10 x 20 x 6. Por meio de representação gráfica, regressão linear simples e modelos matemáticos, foi avaliado o desempenho das colônias de cada método ao longo do tempo, após sua formação. O método 3 demonstrou ser o mais eficiente no sentido de formar novas colônias com nota 7,0, ou acima desta, em menos tempo (195 dias), porém, requer equipamentos de laboratório e manejo mais sofisticados. Para a meliponicultura em geral e em locais onde o número de colônias excede 44, o método 2 demonstrou ser o mais indicado, por apresentar manejo simples e exigir pouco material para sua execução, além de ter sido mais eficiente na relação número de colônias formadas e número de colônias que chegaram à nota 7,0. Objetivando a avaliação numérica, por meio de notas de 1,0 a 10,0, de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep., apenas a variação de peso não fornece segurança, já que esta variável pode permanecer constante em determinados períodos, enquanto a variável nota cresce. Assim, aos principais elementos que compõem uma colônia dessa espécie, foi atribuído um valor, de acordo com sua importância. O somatório destes valores forneceu a nota geral. O xarope-A demonstrou palatabilidade e valor nutritivo aceitáveis para as meliponas estudadas, não ocorrendo rejeição, e as rainhas das colônias alimentadas artificialmente apresentaram desenvolvimento fisogástrico e crias normais. As dimensões

dos potes artificiais que foram aceitas pelas abelhas foram: 1,5 x 2,5 cm. Quando foram utilizados potes maiores ou menores, ocorreu sua destruição pelas operárias. Com relação ao volume das colméias, 3 litros foi o ideal, pois quando a terceira alça foi acrescentada não houve crescimento dos enxames, mas sim uma maior deposição de geoprópolis na região interna dessa alça.

I. INTRODUÇÃO

1.1. As Abelhas e seu Habitat

A Mata Atlântica representa hoje 8% (mata nativa primária) do total de origem, e em meio hectare desta mata podem ser encontradas 450 espécies diferentes de árvores, superando as 300 encontradas na Amazônia Peruana (Jornal da Ciência Hoje, 18/6/93). Paralelamente a esta diversidade vegetal, é grande a diversidade animal. No grupo dos insetos encontram-se as abelhas, que são polinizadoras e, portanto, responsáveis (de 40 até 90% dos casos) pelo sucesso reprodutivo das árvores (KERR, 1994), das quais dependem funcionalmente.

VASIL e HERRERA-ESTRELLA (1994) alertaram para a necessidade de manter maior a diversidade vegetal de nossos ecossistemas e de preservar as espécies vegetais silvestres ameaçadas de extinção, pela crescente destruição das florestas naturais.

Nos trópicos, onde existe abundância de espécies (fauna e flora) e elevado número de miliponinos, observa-se uma grande variação no

1. INTRODUÇÃO

1.1. As Abelhas e seu Habitat

A Mata Atlântica representa hoje 8% (mata nativa primária) do total de origem, e em meio hectare desta mata podem ser encontradas 450 espécies diferentes de árvores, superando as 300 encontradas na Amazônia Peruana (Jornal da Ciência Hoje, 18/6/93). Paralelamente a esta diversidade vegetal, é grande a diversidade animal. No grupo dos insetos encontram-se as abelhas, que são polinizadoras e, portanto, responsáveis (de 40 até 90% dos casos) pelo sucesso reprodutivo das árvores (KERR, 1994), das quais dependem nutricionalmente.

VASIL e HERRERA-ESTRELLA (1994) alertaram para a necessidade de tentar manter a diversidade vegetal de nossos ecossistemas e de preservar as espécies vegetais silvestres ameaçadas de extinção, pela crescente destruição das florestas naturais.

Nos trópicos, onde existe abundância de espécies (fauna e flora) e elevado número de meliponínios, observa-se uma grande variação no

tamanho dos indivíduos, o que proporciona eficiência desses importantes agentes polinizadores (ROUBIK, 1989).

As abelhas sociais nativas (Apidae) do Brasil são representadas por mais de 200 espécies de Meliponinae (KERR e MAULE, 1964), sete espécies de mamangavas (Bombinae), muitas de Euglossini, além de muitas espécies de abelhas solitárias.

O desmatamento que ocorre principalmente com a expansão da pecuária, com a exploração de madeira e carvão e com as queimadas indiscriminadas, além de eliminar várias espécies vegetais do planeta, reduz a diversidade de insetos e promove um rápido decréscimo na disponibilidade de recursos. Isto afeta particulamente aqueles eussociais, como os Meliponinae.

A redução na disponibilidade de alimento (flores e água potável) e a escassez de locais para nidificação, como ocos de árvores de porte médio a grande, são os principais fatores limitantes para a sobrevivência dos meliponínios (RODRIGUES e VALLE, 1964; SOMMER, 1980; 1994; CAMARGO, 1994).

Alguns exemplos de árvores que servem de substrato para a nidificação de meliponínios e que estão sendo freqüentemente derrubadas para o aproveitamento de sua madeira pelo homem podem ser citados para a região da Amazônia: jauari (*Astrocaryum jauary*) e samaúma (*Ceiba petandra*), sendo esta última a mais afetada e bastante procurada por colônias de *Partamona* sp. (CAMARGO, 1994).

A transformação de grandes áreas de florestas em pequenas capoeiras, em conseqüência dos desmatamentos, faz com que o número de colônias de meliponínios numa mesma área de reprodução seja reduzido ao ponto de as abelhas se tornarem vulneráveis à endogamia e à

exploração de seus subprodutos por meleiros e, assim, desaparecem com grande rapidez (MENEZES et al., 1993).

Essa estratificação e descontinuidade da mata impede o intercruzamento de colônias de diferentes regiões, por causa da distância em que se encontram uma da outra, normalmente mais de 6 km, o que impede a migração de machos e rainhas virgens para acasalamento, tornando o fluxo gênico muito baixo ou nulo. A importância de manter um número mínimo de colônias numa mesma área ou num meliponário está relacionada com a manutenção da variabilidade genética na área de reprodução, a qual é estimada em 1.000 m de raio (TAMBASCO, 1979). Podem ser encontradas 4,5 colônias por 10.000 m², em matas naturais (KERR, 1951).

KERR e VENCOVSKY (1982) mostraram que quando o número de colônias numa mesma área de reprodução é inferior a 44, a probabilidade de rainhas acasalarem-se com machos que possuem alelos X_0 iguais a um dos seus é de 17,33%, o que determina a produção de 50% de machos diplóides (MACKENSEN, 1951; CAMARGO, 1974; 1979; KERR, 1987). Assim, as colônias morrem gradualmente, em consequência da eliminação da rainha pelas operárias e por falta de operárias (CAMARGO, 1977). Para que as perdas de colônias por endogamia não comprometam a população, o número de alelos X_0 na população geneticamente ativa deve ser no mínimo 6; e isto só se consegue quando estão distribuídas numa mesma área de reprodução no mínimo 44 colônias de meliponínios da mesma espécie (KERR e VENKOVSKY, 1982).

Dentre os insetos sociais, mais especificamente os Hymenoptera, estima-se que quase 50% das espécies na Inglaterra já se encontram em processo de extinção (Falk, 1991, citado por KERR et al., 1994).

Hoje, quando é necessária a utilização de colônias para estudos científicos, os meliponínios são trazidos de distâncias cada vez maiores e com um custo financeiro e ecológico elevados, já que o extrativismo, sem a reposição dessas colônias na natureza, é uma forma de auxiliar o desaparecimento de algumas espécies ainda não estudadas e que têm sua importância ambiental confirmada pela própria existência (MICHENER, 1974; ROUBIK, 1989).

Ao contrário das abelhas africanizadas, gênero *Apis*, que podem se defender do homem, seu mais importante predador, com mais facilidade (SHIMANUKI et al., 1991), em virtude da presença do ferrão e do veneno, os meliponínios sofrem ataques freqüentes de pessoas que buscam o seu mel, não se importando com a sobrevivência do enxame após a destruição de sua habitação (SOMMER, 1980 e 1994; KERR et al., 1994).

Charles Darwin foi um dos primeiros pesquisadores a esclarecer cientificamente o mutualismo entre abelhas e vegetais. Na Amazônia, por exemplo, 60% das árvores são bissexuais, portanto, dependem de abelhas e de outros polinizadores para a sua reprodução (KERR et al., 1994). Os meliponínios fazem seus ninhos, preferencialmente, em ocos de árvores vivas (CAMARGO, 1994). Esta interação está associada à existência de árvores com diâmetro maior ou igual a 10,0 cm, o que corresponde a 32% das árvores na região próxima a Manaus (RODRIGUES e VALLE, 1964; WALKER, 1991; KERR et al., 1978; KERR, 1994). O desaparecimento de espécies de meliponínios, por desmatamento ou extrativismo, implica a extinção de espécies vegetais importantes em nossos ecossistemas, desencadeando um ciclo de desequilíbrio ecológico entre espécies inter-relacionadas (KERR et al., 1978; KERR, 1994; KERR et al., 1994; 1994b; ROUBIK, 1989). Este fato foi bastante discutido por ABSY e KERR

(1977) e ABSY et al. (1980 e 1984), a respeito de meliponas e vegetais nativos na região de Manaus-AM.

Em KERR et al. (1986) e KERR (1987), encontram-se tabelas com 79 espécies de plantas visitadas por *Melipona compressipes fasciculata* no Maranhão, enfatizando a meliponicultura migratória como sendo um possível instrumento de polinização em áreas carentes desses insetos e em processo de recuperação de sua flora. GUIBU et al. (1988) estudaram a exploração de recursos florais por *Melipona quadrifasciata* Lep., em São Paulo-SP, e concluíram que as operárias desta espécie de meliponínio visitam preferencialmente flores que produzem grandes quantidades de pólen.

1.2. A Meliponicultura na América Latina

A mais extensa publicação abordando a criação de várias espécies de Meliponinae e assuntos a elas relacionados, como seus nomes comuns relacionados aos nomes científicos, descrições de ninhos naturais, de colméias racionais e de manejo, é a de NOGUEIRA-NETO (1962a e 1970). Neste último, em 365 páginas, estão compreendidas as abelhas nativas conhecidas no Brasil, as descrições de métodos para manipulação e multiplicação de ninhos de espécies produtoras de mel e a criação em colméias racionais.

A criação de meliponínios para fins de produção de mel já tinha sido abordada por H. von Ihering (1903), citado por IHERING (1932), que comentou a simplicidade e facilidade em se manterem cortiços de abelhas indígenas ao redor de casa. O autor descreveu várias espécies que são acondicionadas em cortiços no norte do Brasil, principalmente em Pernambuco. Descreveu, também, uma tentativa de divisão de enxame de

uruçu (*Melipona scutellaris* Lep.) e alguns aspectos relacionados à estrutura de ninho e à biologia, comparados com os das abelhas do gênero *Apis*.

Os índios utilizavam os subprodutos coletados de colônias de meliponínios, abrindo janelas no tronco da árvore em que se alojava a colônia e, assim, realizavam a colheita do pólen e do mel armazenados pelas abelhas (VELLARD, 1939). As tribos indígenas, segundo o autor, alimentavam-se dos subprodutos desses insetos e utilizavam a cera na confecção de objetos de caça, como flechas, e na impermeabilização de cestos e outros utensílios confeccionados de fibras vegetais. Kerr (comunicação pessoal) constatou esta prática entre os Paliukur, no Amapá.

Marianno Filho, em 1911, escreveu uma tese sobre o assunto, e no trabalho de Herman von Ihering (1903), citado por NOGUEIRA-NETO (1970), são encontradas ilustrações úteis à criação dessas abelhas.

Assim, há aproximadamente um século, os meliponínios vêm sendo alvo de interesse de cientistas e agricultores, no sentido de criação, produção de mel e, mais recentemente, em trabalhos de polinização, biologia, manejo, genética e evolução.

Trabalhos mais recentes sobre manejo e multiplicação de colônias com abordagens mais específicas vêm sendo publicados a partir da década de 40; período em que as características reprodutivas, biológicas e genéticas das abelhas nativas começaram a ser estudadas e esclarecidas pelos primeiros trabalhos sobre os assuntos: manejo de criação de abelhas indígenas (a partir de KERR, 1945); formação de castas nos meliponínios (a partir de KERR, 1945); processos de enxameagem e pilhagem (NOGUEIRA-NETO, 1948); estudos de biologia e genética sobre o gênero *Melípona* (KERR, 1948); arquitetura de ninhos de meliponínios (KERR et al., 1967), entre outros.

Com o objetivo de criação e produção de mel, KERR et al. (1967) citaram a *Melipona seminigra merrillae* Cock como a espécie com maior número de qualidades dentre as abelhas sem ferrão, para a região de Manaus. Em cada região do país, há espécies de ocorrência natural bem adaptadas às condições locais e adequadas à criação.

No litoral baiano e na Chapada Diamantina, encontra-se a uruçú-do-nordeste (*Melipona scutellaris* Lep.), a mais freqüentemente manipulada por meliponicultores da região e ótima produtora de mel; a uruçú-preto (*Melipona capixaba*), na região de Domingos Martins-ES, presta-se muito bem à coleta de pólen na sua região de origem. Na região de Viçosa-MG, encontra-se bem adaptada a mandaçaia (*Melipona quadrfasciata anthidioides* Lep.); no México, na Península de Yucatan, existe uma grande produção de mel de *Melipona beecheii*, e famílias de agricultores têm este subproduto das abelhas como principal fonte de renda (WEAVER e WEAVER, 1981).

A região do Brasil em que a meliponicultura é mais praticada é a Nordeste, onde podem ser encontrados meliponicultores com até 1.500 colméias, os quais sobrevivem apenas do comércio deste mel. As principais espécies criadas por eles são: *Melipona compressipes fasciculata* Smith (uruçú), *Melipona scutellaris* Lep. (KERR, 1987) e *Melipona subnitida* (Campos, 1994, comunicação pessoal).

KERR (1987) descreve a meliponicultura no norte do país e nas regiões de maior ocorrência, como na Zona da Mata de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Bahia - Chapada Diamantina e regiões próximas ao litoral de Sergipe, Alagoas e Maranhão. Durante os sete anos que W.E. Kerr trabalhou no Maranhão, em estudos de biologia, genética e manejo de *M. compressipes fasciculata* Smith, achou-se a média de 60 cortiços por criador. O máximo encontrado foi 200 colônias, embora em

estimativas de 30 a 40 anos atrás, na região do Maranhão (Região da Baixada: Vitória do Mearim, Pinheiro e Arari), quando ainda havia grandes florestas, esse número era de até 2.000 colônias por meliponicultor, desta mesma espécie. Descreve, ainda, o autor: "... Em duas viagens que fizemos a esta área em 1981, conseguimos localizar 15 criadores dessas abelhas com número variando de 3 a 200 colméias cada um...".

Na região central do Espírito Santo, no Município de Domingos Martins, em altitudes entre 1.000 e 1.500 m, encontra-se a uruçupreto, espécie recém-descoberta por Gabriel Augusto Rodrigues de Melo e classificada como *Melipona capixaba* (MOURE e CAMARGO, 1994). Mas as técnicas de criação e extração do mel são rudimentares, os cortiços são as "colméias" e a produção alcançada menor que a potencial. A extração do mel é inadequada, muitas colônias morrem sem alimento ou por ataque de predadores após a manipulação, principalmente as formigas e os forídeos (*Pseudohypocera* sp.).

1.3. Técnicas de Manejo

Na meliponicultura, as técnicas de manejo são recentes e sem uma padronização de manejo e equipamentos que permitam melhor produção de colônias e seus subprodutos. O comércio do mel, do pólen e das colônias ainda é tímido e se restringe a algumas poucas regiões do país, como Norte e Nordeste.

Pesquisadores como KERR (1987), CAMPOS (1991), MENEZES et al. (1993), NASCIMENTO et al. (1993), NOGUEIRA-NETO (1962a; b, 1970; 1993) e AIDAR e CAMPOS (1994) vêm

desenvolvendo técnicas que auxiliam a criação e manutenção dessas abelhas em meliponários particulares ou em instituições de pesquisas.

A meliponicultura migratória vem sendo estudada (BARROS e KROGH, 1990; BARROS, 1994), no sentido de aumentar a produção de mel e a população geneticamente ativa numa determinada área, para evitar o desaparecimento de colônias em razão do "efeito Yokoyama e Nei".

A técnica de pesagem de colméias de meliponínios, executada por KERR et al. (1978), foi bastante importante na continuidade dos trabalhos de V.P. Araújo. Este trabalho mostra que o peso de uma colméia varia muito durante o ano, de acordo com a disponibilidade de floradas, e a cada ano a variação se mostra diferente.

KERR (1987) e BARROS (1994) efetuaram estudos utilizando a avaliação do ganho de peso de colméias de *Melipona scutellaris* e *M. compressipes fasciculata* Smith, respectivamente. Nesta técnica, a colméia é colocada completa sobre a balança, e o registro do peso é executado em intervalos de tempo iguais.

1.4. Modelos de Colméias

Existem muitos modelos de colméias para a criação de colônias de abelhas indígenas. Desde o mais primitivo, como troncos de árvores cortados e transformados naquilo que normalmente é denominado de "cortiço", muito utilizados para produção de mel em regiões interioranas, até os modelos mais complexos, como as colméias de observação, utilizadas para estudos em laboratórios.

As colméias racionais proporcionam um melhor aproveitamento dos produtos elaborados pelas abelhas indígenas. Algumas colméias com gavetas, ou alças, foram idealizadas por NOGUEIRA-NETO (1970) e

aperfeiçoadas em 1993 (NOGUEIRA-NETO, 1993) e outras, cúbicas sem alças (KERR, 1987; 1994) e sem alças (Kerr, 1995, comunicação pessoal).

Em seu livro publicado em 1970, NOGUEIRA-NETO apresentou um histórico completo da evolução dos modelos de colméias com o passar dos anos, relacionada aos seus idealizadores. Desde as janelas em troncos de árvores, feitas pelos Guaiaky (VELLARD, 1939), até a colméia racional.

Em ordem cronológica e das mais simples às mais complexas, podem ser citadas: colméias primitivas ou cortiços, muito utilizadas por índios e descobertas por BENNETT (1964); cabaças de cucurbitáceas, descritas por PINTO DE OLIVEIRA (1947); caixas e caixotes; colméias semi-rationais e colméias racionais tipo PNN (NOGUEIRA-NETO, 1970, 1993).

NOGUEIRA-NETO (1993) aperfeiçou o seu modelo de colméia racional, transferindo a região dos favos de crias para o centro da colméia e redimensionando as medidas para cada espécie de abelha trabalhada.

Segundo a classificação de NOGUEIRA-NETO (1970), as colméias semi-rationais ou racionais podem ser classificadas em três grupos distintos: grupo A - são colméias não divididas em alças ou corpos separados, formando uma caixa simples, podendo apresentar divisão interna ou não; grupo B - compreende as colméias idealizadas por Francisco Fortes de Pinho, em Orlândia-SP (NOGUEIRA-NETO, 1970). Elas apresentam subdivisões internas em torno do espaço central destinado às crias. Neste modelo de colméia, as camadas de potes de pólen e mel ficam dispostas em camadas verticais. Sua construção é relativamente complexa, quando comparada com a de outros modelos de colméia aqui descritos; e grupo C - são divididas em alças, com adaptações e alterações

propostas por NOGUEIRA-NETO (1993), inclusive as do modelo PNN, apresentadas em sua publicação de 1970.

Na Universidade Federal de Uberlândia-MG, para *Melipona scutellaris* Lep., têm sido utilizadas por W.E. Kerr e sua equipe, obtendo bons resultados, colméias cúbicas de 27 litros, sem divisões internas (Kerr, 1995, comunicação pessoal).

Mais sofisticadas e com controle de temperatura apurado, existem as colméias de tábuas SOMMER (SOMMER, 1994). Estas apresentam as paredes construídas com camada de isopor entre uma camada externa de madeira e outra com fórmica, internamente, o que proporciona um equilíbrio térmico interno, evitando um gasto energético excessivo para a manutenção da temperatura.

1.5. Multiplicação Artificial de Colônias de Abelhas

A multiplicação artificial de colônias de abelhas é prática muito estudada e utilizada pelos criadores e pesquisadores. Citada em literatura desde 1802 (Serain, 1802, citado por NOGUEIRA-NETO, 1970), com ela pode-se evitar a enxameagem e aumentar o número de colônias num período de tempo mais curto.

No caso das abelhas indígenas, a captura de colônias naturais em enxameação é impraticável, por ser um processo muito lento e que envolve uma série de comportamentos complexos (FERREIRA, 1993), como a formação do novo ninho, que é gradativa, podendo a colônia-filha permanecer dependente da colônia-mãe por muitos dias (Spinola, 1840, citado por NOGUEIRA-NETO, 1951; 1970; TERADA, 1972; WILLE e OROZCO, 1975; INOUE et al., 1984).

A multiplicação de colônias de abelhas indígenas é citada desde 1948, quando NOGUEIRA NETO publicou um artigo no qual descrevia simplificadaamente um processo de divisão de colônia de *Melipona quadrifasciata* Lep. Foram utilizados dois terços dos favos de crias mais abelhas operárias e alimento, para a formação de um novo enxame. No mesmo trabalho, o autor definiu um padrão para a localização dos favos novos dentro de uma colméia com um enxame já estabelecido, ou seja, a região inferior do ninho. Sabe-se hoje que essa localização e a ocorrência dos favos novos (claros) são variáveis, alternando-se superior e inferiormente, de acordo com o estado da colônia (MICHENER, 1974). Apenas em *Melipona bicolor* Lep., espécie praticamente extinta no Município de Viçosa-MG e arredores, onde as populações restringem-se a pequenas reservas florestais da Prefeitura e da Universidade Federal de Viçosa, os favos velhos de crias nascentes estão sempre abaixo dos favos novos, por causa do seu peso, o que faz o conjunto de favos descer (Campos, 1995, comunicação pessoal).

O único padrão para a seleção dos favos de crias que deve ser levado em consideração para a formação de uma nova colônia é o de se usar apenas favos de crias nascentes, ou seja, favos mais velhos, contendo pupas ou imagos (favos claros). Isto é muito importante para os trabalhos de campo, onde se deseja aumentar o número de colônias de um meliponário, por meio do processo de multiplicação de suas próprias colônias, de maneira mais prática e rápida (AIDAR e CAMPOS, 1994).

1.6. Avaliação do Desenvolvimento das Colônias

Nos trabalhos de KERR (1987), de MENEZES et al. (1993) e de NASCIMENTO et al. (1993), são encontrados muitos detalhes sobre

métodos de divisões, pesagens e avaliações do estado geral das colônias, com base em observações de revisões internas periódicas, nas quais foram atribuídos valores numéricos às colônias, de acordo com observações diretas de seu estado geral no ato de cada revisão.

Em outros trabalhos, também são avaliadas as características específicas de uma colônia de abelhas, como, por exemplo, os mecanismos comportamentais relacionados aos processos de postura e a quantidade de postura diária efetuada pela rainha fisogástrica, relacionada ao estado geral da colônia (DARAKJIAN, 1991). Neste caso, o objetivo principal foi avaliar o número de postura diária efetuada pela rainha fisogástrica em condições de laboratório, com o auxílio de colméias de observação construídas conforme SAKAGAMI (1966).

NOGUEIRA-NETO (1970) e KERR (1987) citaram a metodologia para avaliação quantitativa de colônias e observação direta por intermédio de valores numéricos, isto é, atribuindo-lhes uma nota de 1,0 a 10,0 a cada revisão. Colônias de *Melipona quadrifasciata* em condições adequadas para serem divididas apresentam, em média, três favos de crias, nos quais já foram tecidos os casulos pelas larvas (larvões, pupas e imagos), e dois favos com ovos e larvas na fase de alimentação (escuros, com cerúmen) (NOGUEIRA-NETO, 1948). Nessas condições, atribui-se nota 7,0, ou acima desta, de acordo com o estado geral da colônia.

A pesagem e o registro periódico do ganho de peso das colônias, bem como a utilização de notas como parâmetros para a avaliação de uma colônia de meliponínio, foram bastante detalhados nos trabalhos de KERR (1987), realizados com *Melipona compressipes fasciculata* Smith, em São Luiz-MA, e nos trabalhos atualmente desenvolvidos em Uberlândia-MG, com *Melipona scutellaris* Lep.

1.7. Alimentação Artificial

A alimentação artificial para meliponínios é uma das grandes preocupações de cientistas e meliponicultores em regiões onde o número de colméias excede a capacidade de suporte local, em relação à disponibilidade de flores no campo (centros urbanos e áreas desmatadas, por exemplo), ou em casos em que se deseja crescimento relativamente rápido das colônias.

Dessa forma, muitas composições de proporções diferentes de água e açúcar (NOGUEIRA-NETO, 1993), pólen, mel de meliponínios e mel de *Apis*, bem como suplementos vitamínicos (KERR, 1987), são citadas em literatura e utilizadas com sucesso em criações de abelhas indígenas.

As abelhas, como todos os organismos, requerem proteínas, carboidratos, sais minerais, vitaminas e lipídeos, para um desenvolvimento orgânico normal. O néctar fornece às abelhas os carboidratos; o pólen fornece as proteínas, os lipídeos, os minerais e as vitaminas (HEBERT JR., 1992). No caso das abelhas, para a manutenção de várias colônias em um mesmo local onde as floradas são restritas, faz-se necessário o fornecimento de uma alimentação artificial bem balanceada. Mesmo havendo disponibilidade de flores com bom néctar e bom pólen, as colônias fracas não apresentam, normalmente, um número de campeiras suficiente para a execução de um bom forrageamento inicial, necessitando de alimento extra até que se desenvolvam e sejam capazes de obter o seu próprio alimento no campo (AIDAR e CAMPOS, 1994).

No processo de elaboração da composição dos nutrientes em um alimento artificial para abelhas, é importante o conhecimento das necessidades nutricionais destes insetos, bem como ter o cuidado com

algumas substâncias que possam ser tóxicas para o organismo, como a lactose é para as abelhas (BARKER e LEHNER, 1972b).

Pesquisas realizadas em laboratório demonstraram que as abelhas preferem a sacarose a outros açúcares como fonte de energia (WALLER, 1972; FRISH, 1934), além de apresentar um alto valor nutritivo para as abelhas, dentre os açúcares estudados (BARKER e LEHNER, 1972a).

CAMARGO (1974) desenvolveu uma dieta semi-artificial para meliponínios, baseando-se na fermentação natural do pólen de *Thypha dominguensis* (Tabôa), acrescentando 30 ml de mel e uma amostra de pólen proveniente da espécie que se deseja alimentar artificialmente. Após 30 a 40 dias, o alimento está pronto para ser fornecido às abelhas. Rainhas de *Melipona*, recém-fecundadas, confinadas com operárias que receberam apenas essa dieta semi-artificial, desenvolveram ovário e iniciaram postura normalmente, demonstrando não estarem com deficiência nutricional. O mesmo autor demonstra que a técnica pode ser utilizada também para as espécies de *Scaptotrigona*.

FERNANDES e ZUCOLOTO (1994) desenvolveram pesquisas importantes no sentido de estudar os vários substitutos alimentares para abelhas. Dentre eles, são destacados o levedo de cerveja e o pólen de outras espécies de abelhas, bem como o sal comum como fonte de sódio e cloro (ZUCOLOTO, 1994).

O alimento artificial pode ser preparado de várias maneiras, segundo cada autor. Nogueira-Neto, em 1993 (comunicação pessoal) afirma que a utilização de mel de abelhas do gênero *Apis* para alimentar *Melipona quadrifasciata* Lep., ou outras meliponas, pode levar a contaminações com vírus ou bactérias, comuns às abelhas africanizadas. W.E. KERR o utiliza freqüentemente em seu meliponário de *Melipona*

scutellaris Lep. e outras, localizado em Uberlândia, MG, sem ter encontrado qualquer inconveniente para as abelhas, até o momento.

1.8. Revisões das Colônias Formadas

Com o objetivo de acompanhar o crescimento das colônias, é necessária a realização de revisões freqüentes, em intervalos de tempo iguais e não muito longos (KERR, 1987). Quando muito freqüentes, podem promover estresse e morte de crias, além de retardar o crescimento da colônia (Nogueira-Neto, 1994, comunicação pessoal).

A mortalidade da cria na fase de transição, além de outras doenças, foi descrita por NOGUEIRA-NETO (1970). O autor relata que revisões em intervalos de tempo muito curtos podem promover o desenvolvimento desta e de outras enfermidades, em conseqüência do estresse ao qual as colônias seriam submetidas.

1.9. Distribuição Geográfica da Espécie Estudada

O gênero *Melipona* pertence à tribo Meliponini, tendo sido denominado por Illiger (1809), citado por SCHWARZ (1983), e apresenta distribuição geográfica exclusivamente neotropical, abrangendo da América do Sul até a América Central e o México (KERR, 1969; MICHENER, 1990). Este gênero, até o momento, compreende cerca de 40 espécies (SCHWARZ, 1983; MICHENER, 1979).

Dentre os meliponínios, a espécie *Melipona quadrifasciata* Lep. é bem adaptada aos diversos habitats, abrangendo grandes extensões do território nacional. Seu destaque no gênero *Melipona* é evidenciado pela intensa atividade das abelhas campeiras, mesmo em temperaturas baixas,

onde as outras espécies não forrageam (IMPERATRIZ-FONSECA e KLEINERT-GIOVANNINI, 1983).

No território brasileiro, a espécie *M. quadrifasciata* Lep. está distribuída ao longo da costa, desde a Paraíba até o Rio Grande do Sul (MOURE e KERR, 1950). Existem duas subespécies: *M. quadrifasciata anthidioides* Lep. e *M. quadrifasciata quadrifasciata* Lep. A principal diferença entre elas são as bandas terçais amarelas contínuas em operárias e machos de *M. quadrifasciata quadrifasciata* Lep., do terceiro ao sexto segmento (de três a cinco bandas), e as bandas interrompidas (de duas a cinco bandas) em *M. quadrifasciata anthidioides* Lep. (SCHWARZ, 1983; MELO e CAMPOS, 1987).

A subespécie *M. quadrifasciata quadrifasciata* Lep. tem a seguinte distribuição: sul de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, principalmente nas regiões mais altas e frias. Ao sul de Minas Gerais, é encontrada em alturas acima de 1.500 m; na Serra da Bocaina, na Serra do Mar, no litoral norte de São Paulo e em alturas superiores a 1.600 m (MOURE, 1975), também podem ser encontrados ninhos desta subespécie.

A subespécie *M. quadrifasciata anthidioides* Lep. está distribuída mais ao norte, como em Minas Gerais e Rio de Janeiro, sendo, portanto, uma subespécie de climas com temperaturas mais elevadas. Observa-se que nessas regiões também podem ser encontradas colônias de *M. quadrifasciata quadrifasciata* Lep. em locais com elevadas altitudes, como em Petrópolis-RJ e Minas Gerais, em alturas superiores a 1.500 m, portanto sendo considerada subespécie de clima frio (MELO e CAMPOS, 1987).

No Estado de São Paulo, ocorre a sobreposição das duas subespécies, formando uma zona de hibridação com distribuição geográfica parapátrica, onde se encontram híbridos com vários padrões na

distribuição das bandas amarelas dos tergitos (MOURE e KERR, 1950; KERR, 1951; MOURE, 1975).

Em Minas Gerais, é mais comum encontrar *M. quadrifasciata anthidioides* Lep., porém, na região norte do Estado, foi encontrada *M. quadrifasciata* Lep., com um padrão de bandas igual ao de *M. quadrifasciata quadrifasciata* Lep., habitando regiões baixas de 500 a 700 m (MELO e CAMPOS, 1987).

1.10. Objetivos

Estudar três métodos para a multiplicação de colônias de *M. quadrifasciata* Lep., definindo a eficiência e rapidez de cada um deles, adequando potes e alimentação artificiais, bem como colméia cúbica e manejo.

O presente estudo foi conduzido no Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa-MG, no período entre fevereiro de 1993 e agosto de 1994.

Seis colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep. que habitavam colméias de modelos variados e apresentavam notas entre 7,5 a 10,0 foram mantidas como matrizes, para a formação das colônias-filhas, visando o fornecimento de elementos que normalmente compõem uma colônia destas abelhas, ou seja: larvas de crua, rainha (reginária), abelhas adultas (campeltras e guardas) e jovens (fáxinas) nutrizas. Como fontes de células, pilasiras, inóculo do ninho e pólen, carvão, propóleos, pólen de pólen e pólen de mel.

As matrizes foram conservadas em potes adria de 7,0, para que apresentassem condições de ser divididas (MOURE e KERR, 1950; KERR, 1951) ou de fornecer elementos para o experimento, sem

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de Trabalho e Material Utilizado

O presente estudo foi conduzido no meliponário do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa-MG, no período entre fevereiro de 1993 e agosto de 1994.

Seis colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep., que habitavam colméias de modelos variados e apresentavam notas entre 7,5 a 10,0, foram mantidas como matrizes, para a formação das colônias-filhas, visando o fornecimento de elementos que normalmente compõem uma colônia dessas abelhas, ou seja: favos de crias, rainha fisogástrica, abelhas adultas (campeiras e guardas) e jovens (faxineiras, nutrizes, construtoras de células, pilastras, invólucro do ninho e potes), cerúmen, geoprópolis, potes de pólen e potes de mel.

As matrizes foram conservadas com notas acima de 7,0, para que apresentassem condições de ser divididas (NOGUEIRA-NETO, 1948, 1970; KERR, 1987) ou de fornecer elementos para o experimento, sem

que sofressem enfraquecimento acentuado, vindo a prejudicar os trabalhos por falta de matrizes e seus elementos.

Todas as caixas utilizadas para as colônias-filhas eram do modelo vertical com alças, o que permite manipulação mais fácil durante as revisões e melhor visualização geral do ninho.

As caixas não foram pintadas. O único cuidado quanto à madeira para a construção das colméias foi o de utilizar madeira bem seca e não-tratada com inseticidas.

2.2. Métodos para a Formação das Colônias-Filhas

Neste estudo, três métodos foram avaliados para a formação das colônias-filhas: 1) formação com rainha fisogástrica acasalada naturalmente; 2) formação em orfandade, ou seja, sem rainha fisogástrica inicial; e 3) formação com rainha fisogástrica acasalada em laboratório, segundo o método desenvolvido por CAMARGO (1976).

2.2.1. Método 1: Formação com Rainha Fisogástrica Acasalada Naturalmente

Para a formação de colônias, foi retirada uma rainha fisogástrica de uma das colônias-matrizes; os favos nascentes provieram de uma segunda colônia-matriz, para servir de fonte de abelhas jovens. Foram coletadas aproximadamente 100 abelhas jovens, de um a dez dias (abelhas claras), retiradas de outras colônias-matrizes mediante aspirador de insetos e de favos com crias nascentes, com auxílio de pinça, armazenados em estufa a 28 - 30°C, as quais foram introduzidas na colônia em formação.

A nova colméia foi colocada no local de onde foi retirada uma terceira colônia-matriz, para que recebesse, em média, 100 abelhas adultas (campeiras e guardas).

A utilização de três colônias-matrizes, para a formação de apenas uma filha, foi uma tentativa de não enfraquecer em demasia nenhuma delas. Desta forma, as matrizes foram conservadas em boas condições, o que não aconteceria se fosse retirado todo o material de uma única colônia-matriz, pois esta, provavelmente, demoraria maior tempo para se recuperar, reestabelecer-se e novamente fornecer elementos para novos experimentos.

Seguindo essa metodologia, foram formadas seis colônias, as de número 1, 4, 6, 9, 10 e 20.

2.2.2. Método 2: Formação em Orfandade

Para este segundo método, basicamente duas colônias-matrizes foram empregadas para a formação de uma colônia-filha: uma para ceder favos de crias nascentes e outra para ceder as abelhas adultas, campeiras e guardas.

As abelhas jovens foram adquiridas a partir de favos nascentes, armazenados em estufa, e de colônias-matrizes, quando necessário. A captura das campeiras foi realizada, trocando de lugar a colônia-filha com uma das colônias matrizes, tendo sido respeitada a distância mínima de 10 m entre as duas.

Neste método, não foi utilizada rainha fisogástrica inicial. Esta foi originada a partir das rainhas virgens que nasceram do próprio favo de crias nascentes utilizado na formação da colônia, as quais se acasalaram naturalmente com zangões do meliponário.

Quatro colônias foram formadas, tendo sido seguidas as técnicas desse segundo método, as de número 3, 5, 8 e 15.

2.2.3. Método 3: Formação com Rainha Fisogástrica Acasalada em Laboratório

Neste método, várias colônias-matrizes foram utilizadas. Foram retirados favos de crias nascentes, para a coleta de rainhas virgens e operárias jovens nascidas em estufa a 28 - 30°C.

As abelhas campeiras foram originadas do próprio desenvolvimento das abelhas jovens, introduzidas diariamente junto com a rainha acasalada em confinamento, ou seja, para este método, a colônia-filha não foi posta no local de uma colônia-matriz para receber campeiras.

De acordo com a metodologia definida por CAMARGO (1976), as rainhas acasaladas em laboratório foram examinadas com auxílio de lupa. Aquelas com a cápsula genital masculina corretamente presa, pelas valvas, às membranas da *bursa copulatrix* foram marcadas sobre o tórax com tinta automotiva e transferidas para placas de Petri, contendo pólen, mel, cinco a sete operárias novas e tampas plásticas de vidro, com aproximadamente 1,5 cm de diâmetro, com algodão molhado em água destilada, para as abelhas realizarem a deposição de excrementos. Este recipiente foi trocado sempre que estava seco e com excesso de sujeira.

Armazenadas em estufa a 28 - 30°C, as placas de Petri receberam diariamente cinco a oito operárias recém-nascidas.

Após 15 a 20 dias, quando a rainha apresentava sinais de desenvolvimento abdominal (dilatação) e o número de operárias era elevado para o pequeno volume da placa de Petri, a colônia foi transferida para uma colméia de 20 X 20 X 6 cm.

Essa caixa de madeira foi mantida em estufa a 28 - 30°C, contendo em seu interior cerúmen (pedaço de invólucro de uma colônia-matriz); favo com postura de um a três dias, contendo células em construção, para estimular as operárias a construir células de postura (CAMARGO, 1976) e a rainha iniciar postura; potes artificiais, confeccionados com cera de *Apis*, contendo pólen e mel; e vidro superior de observação, fixo à madeira com fita adesiva.

As revisões, a limpeza da caixa e a alimentação das abelhas foram efetuadas diariamente, até a abertura da colméia, no campo, quando esta já apresentava o invólucro bem-formado e a rainha já estava com o abdome desenvolvido.

A partir desse momento, o tratamento das colônias passou a ser o mesmo que os utilizados nos outros métodos, isto é, revisões e pesagens de dez em dez dias e alimentação progressiva (item 3.5).

Foram formadas sete colônias, de acordo com essa metodologia: as colônias de número 2, 7, 13, 16, 17, 18, 19.

2.3. Cuidados Iniciais com as Colônias Recém-Formadas

O número de abelhas empregado para a formação das colônias-filhas foi o mesmo para os três métodos: 100 adultas e 100 jovens favos nascentes, com 100 casulos.

Como alimento inicial, foi ministrado um pote artificial fechado com pólen e dois com xarope-A. Estes potes artificiais foram testados previamente, e as dimensões que melhor se adaptaram à espécie estudada foram 1,5 cm de diâmetro por 2,5 cm de altura, Figura 1(a).

Pedaços de invólucro ou cerúmen foram retirados de colônias-matrizes e serviram como suporte para o favo de crias nascentes inicial.

Essa foi envolta com a cera e colada de forma a não ficar em contato direto com o piso da caixa.

Para a formação de uma nuvem-pollinosa, várias foras coladas competidas de colônias distintas, evitando assim a interação de brigas entre operárias de colônias diferentes. Quando estas são colocadas

O sistema de

Nas células



A - Pote artificial não-trabalhado por operárias.

B - Pote artificial parcialmente trabalhado por operárias.

FONTE: AIDAR e CAMPOS (1994).

FIGURA 1 - Pote Artificial Confeccionado com Cera de Abelhas Africanizadas (*Apis mellifera*).

Esse foi envolto com o cerúmen e calçado de forma a não ficar em contacto direto com o piso da caixa.

Para a formação de uma mesma colônia, nunca foram coletadas campeiras de colônias distintas, evitando, desta forma, mortes em virtude de brigas entre operárias de colônias diferentes, o que sempre ocorre quando estas são colocadas juntas em uma mesma colméia.

O sistema de alimentação (item 2.5) e de revisões periódicas (dez em dez dias) seguiu a mesma metodologia, para os três métodos.

Nas colônias-filhas em fase inicial de desenvolvimento, foi colocado vidro de observação entre a tampa e a alça, medindo 20 X 20 cm e espessura de 3 mm, a fim de permitir a visualização interna, sem que se promovessem manipulações e maiores transtornos para as colônias em desenvolvimento nesta fase do experimento. Sempre que se apresentava sujo de cerúmen, o vidro de observação foi trocado.

Após a colônia recém-formada estar com todos os elementos e o vidro de observação perfeitamente ajustado com auxílio de fita adesiva, reduziu-se com barro de geoprópolis o orifício de entrada da colméia (0,6 a 0,7 mm de diâmetro), de forma a permitir a passagem de apenas uma abelha por vez. Isto facilita a defesa da colônia pelas abelhas-guardas contra forídeos (*Pseudohyocera* sp.) e outros predadores, nesta fase inicial do experimento.

Quando os favos de crias aumentaram em tamanho e número e estiveram prestes a encostar no vidro, este foi retirado e uma outra alça foi acrescentada, a fim de aumentar o espaço interno para o livre crescimento do enxame.

Quando necessário, as colônias iniciais foram mantidas em estufa a 28 - 30°C, até adquirirem condições de sobrevivência no campo. Este procedimento foi empregado, principalmente, no método 3, em que as

campeiras e guardas foram obtidas por meio do desenvolvimento das abelhas jovens que acompanharam a rainha recém-acasalada em laboratório (CAMARGO, 1976). Nos métodos 1 e 2, raramente a colônia foi levada à estufa, já que as adultas foram adquiridas em fase ideal para forrageamento. Isto foi necessário apenas em situações adversas, como, por exemplo, ataque de forídeos e outros inimigos naturais, ou mesmo durante alguns dias de inverno rigoroso.

Para a vedação das frestas e fixação da tampa, das alças sobrepostas e do vidro de observação, foi utilizada fita adesiva, que era trocada sempre que apresentasse sinais de ressecamento.

2.4. Coleta de Zangões, Rainhas e Operárias Jovens

As coletas de machos utilizados no método 3 foram executadas mediante o auxílio de rede entomológica no campo. No laboratório, foram manipulados com auxílio de pinças, no momento do acasalamento controlado, conforme proposto por CAMARGO (1976). Os machos foram coletados quando estavam pousados e agrupados em locais como a parede externa das colméias ou dos troncos e em folhagens das árvores e arbustos próximos às colônias do meliponário.

Nessa fase do seu desenvolvimento, os machos apresentam constituição fisiológica adequada para a reprodução, ou seja, estão maduros e com a maioria dos espermatozóides localizados na vesícula seminal, prontos para a cópula (KERR e KRAUSE, 1950; CAMARGO, 1976).

Após a cópula, esses machos foram mortos em câmara mortífera, que continha acetato de etila, fixados, etiquetados e armazenados em estufa a 41°C, para melhor conservação.

As rainhas virgens e as operárias jovens foram obtidas de favos de crias nascentes retirados das colônias-matrizes e armazenados em estufa a 28 - 30°C, até o nascimento das mesmas. Os opérculos dos favos foram retirados para facilitar a emergência do imago.

Quando necessário, operárias jovens foram coletadas diretamente das colônias-matrizes, por meio de um aspirador de insetos. Essas são facilmente reconhecidas pela coloração clara e grande quantidade de pêlos. As adultas apresentam-se negras ou, quando de meia idade, de coloração castanha.

2.5. Alimentação Artificial

O alimento artificial modificado ou xarope-A foi composto de duas partes de açúcar comum (não-refinado) + uma parte de água fervida (NOGUEIRA-NETO, 1970 e 1993) + uma cápsula de Teragran - M (SQUIBB, drágeas de vitaminas e sais minerais com vitamina B12) (KERR, 1987) + uma pitada de sal de cozinha (NaCl) (EMELEN, 1945; ZUCOLOTO, 1994).

Para uma boa homogeneização do xarope, as drágeas de suplemento vitamínico foram moídas em almoforiz de porcelana e misturadas a 1 litro de xarope frio (NOGUEIRA-NETO, 1970; 1993), por meio de um liquidificador comum, até o total desaparecimento das partículas de drágea do suplemento.

O alimento foi armazenado em piceta a 8°C e antes de ser ministrado às abelhas foi aquecido em banho-maria, até 28 - 30°C, para adequar à temperatura da colônia.

No processo de confecção dos potes artificiais, a cera de abelhas africanizadas foi derretida e moldada com auxílio de um pequeno bastão

de madeira, com as medidas aproximadas de um pote natural de *M. quadrifasciata* Lep.

Para evitar aderência da cera derretida à madeira, mergulhou-se o molde em água com um pouco de sabão de coco e depois na cera líquida, três a quatro vezes, e em seguida foi mergulhado em água fria, até a solidificação da cera a ele moldada. O pote artificial foi retirado do molde e colocado para secar. Antes de serem usados, os potes foram cuidadosamente examinados, para selecionar aqueles que apresentassem defeitos, como pequenos orifícios que podem permitir o vazamento do xarope para dentro da colônia.

O xarope-A foi dosado de modo a ser consumido antes de fermentar. Em todos os métodos, a quantidade de xarope-A foi ministrada progressivamente, aumentando de acordo com o crescimento da colônia, da seguinte forma: colônias em fase inicial de desenvolvimento, isto é, com notas entre 1,0 e 3,5, foram alimentadas de dois em dois dias com 10,5 ml (três potes artificiais); colônias com notas entre 3,5 a 4,5 foram alimentadas de cinco em cinco dias com 14 ml (quatro potes artificiais); e aquelas com notas acima de 4,5 foram alimentadas de 10 em 10 dias com 24,5 ml (sete potes artificiais), durante as revisões, para avaliação das colônias.

Respeitando a quantidade exata padronizada às colônias de acordo com as notas, alimentou-se progressivamente de acordo com a capacidade de consumo de cada colônia.

A alimentação protéica foi baseada no fornecimento de pólen retirado das colônias-matrizes e ministrado "in natura" (4,5 a 5,0 ml), de acordo com a necessidade da colônia alimentada. Sempre que preciso, foi adicionado um pote de pólen fechado àquela colônia que se apresentava sem este alimento.

Durante o fornecimento do xarope-A, nos dias entre as revisões e pesagens para atribuição de notas, foram retirados os excessos de lixo acumulado pelo trabalho das abelhas faxineiras e foi observada a presença de forídeos e formigas, enfim, foram tomados todos os cuidados de manejo referentes à manutenção do bom estado geral da colônia.

A remoção de dejetos acumulados pelas abelhas dentro da colméia foi empregada apenas nas duas primeiras semanas após a formação das colônias. Depois deste período, as próprias abelhas encarregaram-se de limpá-la.

2.6. Avaliação e Coleta dos Dados

Foram atribuídas notas que variaram de 1,0 a 10,0 para cada colônia, segundo NOGUEIRA-NETO (1948) e KERR (1987), mais as modificações apresentadas no Quadro 1, onde notas parciais a elementos que compõem uma colônia de *M. quadrifasciata* foram atribuídas e somadas, para obtenção da nota geral da colônia.

A avaliação das colônias em crescimento foi executada com base nos seguintes elementos: ganho de peso; número de campeiras; altura do invólucro de crias; tamanho da entrada da colméia; quantidade de resina coletada e depositada na colméia; tamanho e quantidade de favos de crias; quantidade de potes de mel e potes de pólen; organização geral das abelhas (como a definição do local da lixeira e o agrupamento de operárias na região de crias, por exemplo); e postura da rainha.

O elemento *postura da rainha fisogástrica* foi abordado como parâmetro para a avaliação geral das colônias em formação. Assim, o número de ovos postos por dia foi estimado sem uma avaliação diária, mas apenas durante as revisões, para não interferir no crescimento das

QUADRO 1 - Método de Avaliação das Colônias pela Nota dos Elementos e Seus Respectivos Valores, de Acordo com a Leitura/Data; Referente à Colônia 10 do Método 1

| Leitura → Elemento | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | |
|-----------------------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|
| | 15/3 | 25/3 | 4/4 | 14/4 | 24/4 | 4/5 | 14/5 | 24/5 | 3/6 | 13/6 | 23/6 | 3/7 | 13/7 | 23/7 | 2/8 | 12/8 | 22/8 | 1/9 | 11/9 | 21/9 | 1/10 | |
| → Nota Máxima | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P (1,5) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,7 |
| F (1,5) | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 |
| Ps (1,0) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 |
| E (1,3) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
| C (1,0) | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| R (1,5) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
| O (1,0) | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,3 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| I (1,0) | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| G (0,2) | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Total | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 2,8 | 3,0 | 3,2 | 3,4 | 3,8 | 4,3 | 4,8 | 5,0 | 5,3 | 5,5 | 5,6 | 6,0 | 6,4 | 7,0 | 7,0 |

P) Quantidade de potes de pólen e mel; F) tamanho e quantidade dos favos de crias; Ps) postura da rainha; E) tamanho da entrada da colméia; C) número de campeiras; R) quantidade de resina coletada e armazenada; O) organização geral das abelhas; I) altura do invólucro de crias; e G) ganho de peso da colméia.

colônias, o que aconteceria se essas fossem colocadas em colméias de observação de menor tamanho que aquelas utilizadas para criação no campo e abertas diariamente para observações mais detalhadas, para contagem do número de células construídas para postura.

A partir da observação direta dos elementos, no momento de cada revisão, foram atribuídas notas parciais a cada um deles, e o somatório destas forneceu a nota geral da colônia.

As pesagens e as revisões para a atribuição de notas e coleta dos dados foram executadas de dez em dez dias, para todas as colônias.

2.7. Observações Gerais

Durante cada revisão das colméias, a fita adesiva (modelo Tartan - 3M do Brasil, com largura de 25 mm) utilizada para a fixação da tampa e para a vedação de frestas entre as gavetas, principalmente aquelas entre a tampa e a gaveta superior, foi trocada quando estava ressecada ou sem aderência. Normalmente, a fita durou de 10 a 20 dias (duas ou três revisões).

Inimigos naturais, como aranhas, formigas, forídeos, entre outros, foram observados diariamente e removidos das proximidades da colméia.

O sol direto na parede das colméias também foi evitado com o auxílio de telhas de cimento amianto e pedaços de madeira, de acordo com a disponibilidade no momento, bem como foi controlada a disposição da colméia em relação ao sol, de forma a ficar com o orifício de entrada voltado para a direção do nascente (FRISCH, 1958 e 1984; WIESE, 1986).

2.8. Análise dos Resultados

Os dados das colônias foram coletados até que estas adquirissem nota 7,0. Com esta nota, as colônias apresentam-se fortes e em condições de ser divididas (NOGUEIRA-NETO, 1948; 1970; KERR, 1987) ou de fornecer elementos para outros trabalhos.

O número de colônias formadas e o número de sucessos para cada método estudado foram relacionados porcentualmente. As colônias que não se desenvolveram apresentaram problemas como ataque por forídeos, morte da rainha fisogástrica sem reposição desta e insucesso no acasalamento controlado. Algumas rainhas acasaladas no laboratório não desenvolveram abdome, e a colônia foi descartada.

Os métodos foram avaliados ao levar em consideração o tempo em que cada um deles requereu para que a colônia chegasse à nota 7,0 e a complexidade de manejo para a formação destas colônias, incluindo a quantidade e o tipo de material exigido por cada um deles. Procurou-se determinar a eficiência de cada método, para aumentar a população geneticamente ativa de *Melipona quadrifasciata* Lep. numa determinada região.

Inicialmente, utilizou-se a análise de variância para comparar os métodos quanto ao tempo médio (número de dias) até atingir nota 7,0. Em seguida, por meio de representações gráficas, observaram-se as diferenças entre os métodos no comportamento das taxas de crescimento da nota. Ajustou-se, então, por meio de análises de regressão, as notas de cada um, em três modelos lineares simples, e estes foram comparados entre si, por meio da análise gráfica e de covariância.

Os modelos utilizados e suas suposições e considerações básicas estão descritos com mais detalhes no Apêndice 1.

Ao considerar os níveis de variação do ganho de peso e da nota e, ainda, a alta correlação entre as duas variáveis, as análises foram feitas somente com base na nota.

3.2. Comportamento das Colônias de Acórdia com as Variáveis Peso e Nota

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio desta análise, a nota apresenta um comportamento mais homogêneo e linear do que o ganho de peso.

Mesmo com a evidência de relação positiva entre a nota e o peso (Figura 1A e 1A, do apêndice), observam-se colônias em desenvolvimento

na Figura 2A, do apêndice (colônia 4) até a 20ª leitura, o que demonstra

O estudo de correlação entre as variáveis nota e peso revelou uma correlação positiva e estatisticamente significativa ($r_s = 0,01\%$) nos três métodos estudados (Quadro 2), como já era esperado.

QUADRO 2 - Coeficiente de Correlação ($r\gamma$) entre as Variáveis Nota e Ganho de Peso por Método e Geral

| Método | $r\gamma$ |
|--------|-----------|
| 1 | 0,74* |
| 2 | 0,72* |
| 3 | 0,87* |
| Geral | 0,76* |

* Significativo em nível de 1%.

Portanto, deve-se levar em consideração outros elementos que compõem uma colônia de aciliponínio, para inferir uma nota geral.

Ao considerar os níveis de variação do ganho de peso e da nota e, ainda, a alta correlação entre as duas variáveis, as análises foram feitas somente com base na nota.

3.2. *Comportamento das Colônias de Acordo com as Variáveis Peso e Nota*

Por meio da Figura 2 a 7, verificou-se que a nota apresenta um comportamento mais homogêneo e linear do que o ganho de peso.

Mesmo com a evidência de relação positiva entre a nota e o peso (Figura 1A a 14A, do apêndice), observam-se colônias em desenvolvimento com peso constante durante um certo período. Isto pode ser observado na Figura 2A, do apêndice (colônia 4) até a 20ª leitura, o que demonstra que a variável peso, por si só, não fornece indicações precisas a respeito do estado geral da colônia. O aumento da deposição de geoprópolis dentro da colméia, por exemplo, pode aumentar o seu peso, mesmo estando sem rainha fisogástrica e, conseqüentemente, sem postura e queda na quantidade de favos de crias. Neste caso, o peso da colônia aumentaria, mas a nota geral, avaliada de acordo com a metodologia empregada neste estudo, poderia estar em declínio.

Por outro lado, caso não haja disponibilidade de alimento no campo, as abelhas são obrigadas a utilizar o alimento armazenado nos potes, para obterem energia durante a construção de favos e nutrição da rainha. Isto faz o peso da colônia não variar durante um certo período de tempo e a nota geral da colônia pode estar estabilizada ou até mesmo em ascensão, por causa do aumento no número de crias e favos.

Portanto, deve-se levar em consideração outros elementos que compõem uma colônia de meliponínio, para inferir uma nota geral.

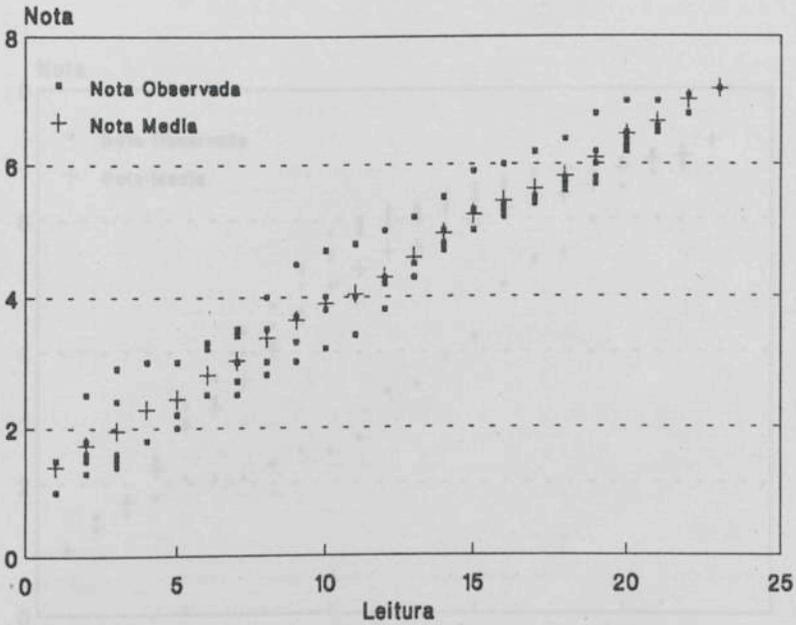


FIGURA 2 - Notas Observadas para cada Colônia Formada e Média das Notas das Colônias em cada Leitura; Método 1.

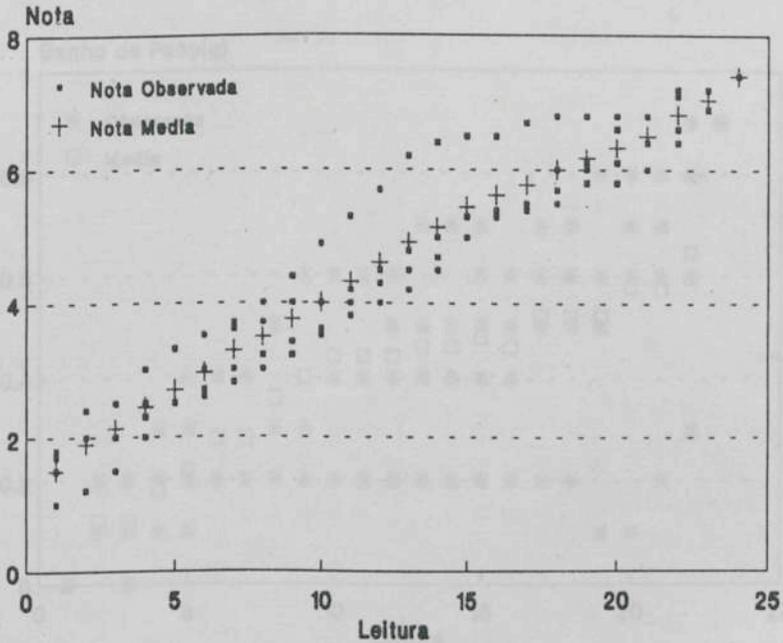


FIGURA 3 - Notas Observadas para cada Colônia Formada e Média das Notas das Colônias em cada Leitura; Método 2.

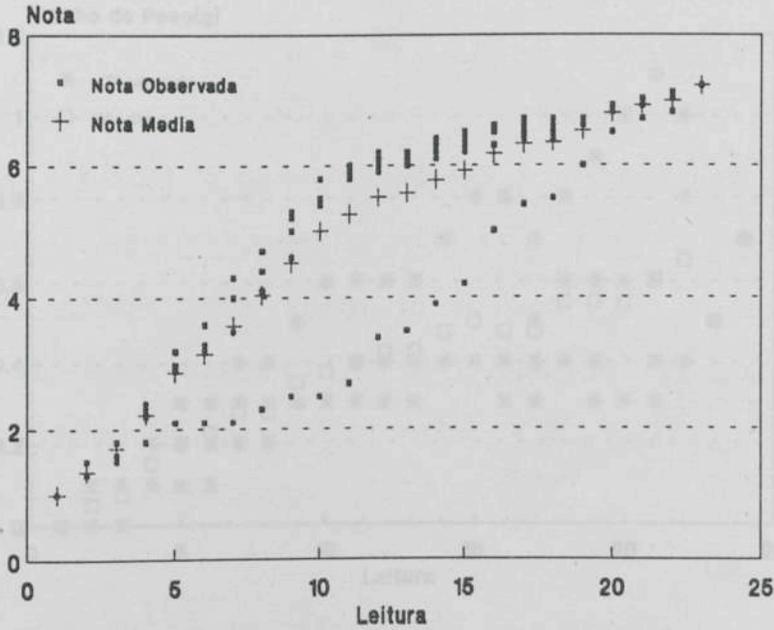


FIGURA 4 - Notas Observadas para cada Colônia Formada e Média das Notas das Colônias em cada Leitura; Método 3.

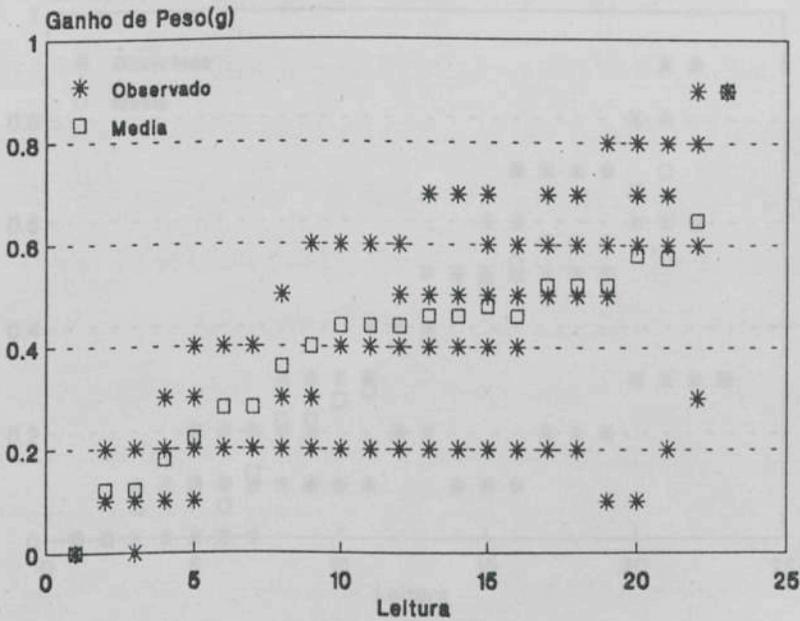


FIGURA 5 - Ganho de Peso Acumulado Observado e Média; Método 1.

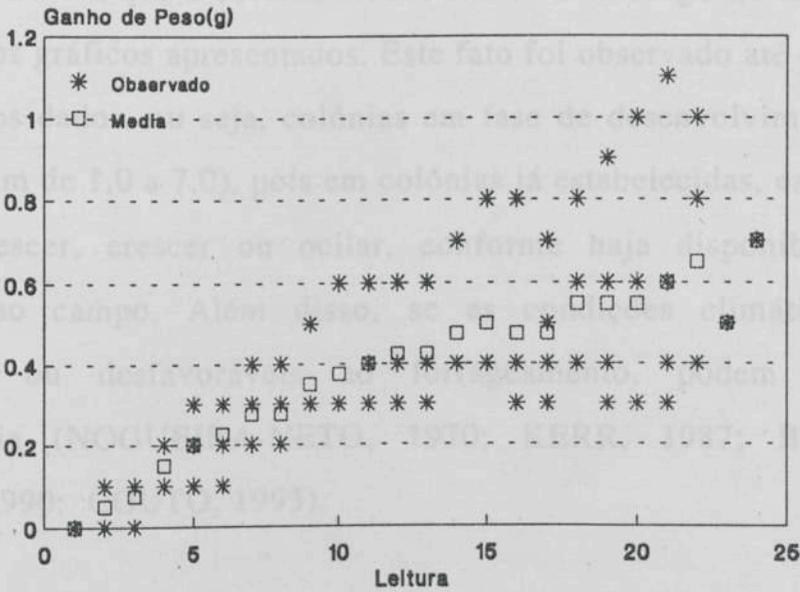


FIGURA 6 - Ganho de Peso Acumulado Observado e Média; Método 2.

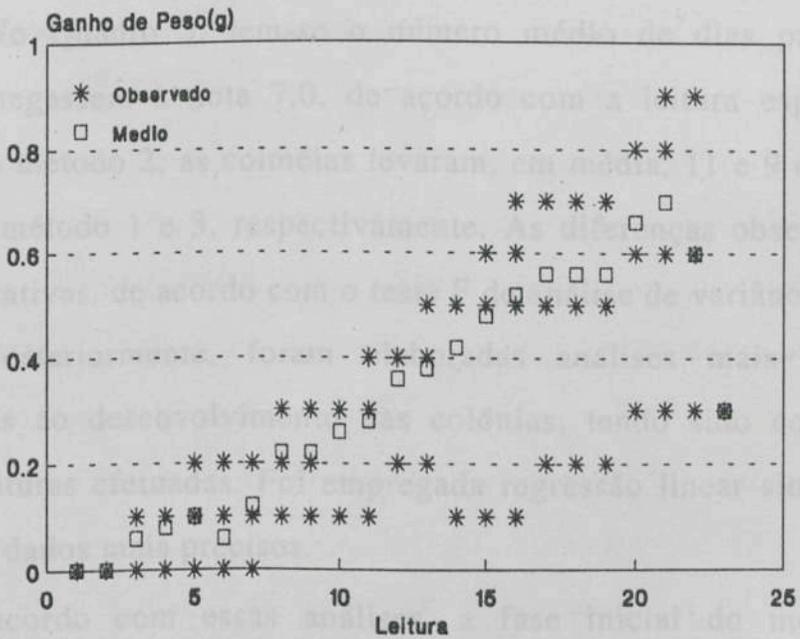


FIGURA 7 - Ganho de Peso Acumulado Observado e Média; Método 3.

O aumento da variação do ganho de peso em relação à variação da nota, à medida que a colônia cresce em nota ao longo do tempo, ficou evidente nos gráficos apresentados. Este fato foi observado até onde foram coletados os dados, ou seja, colônias em fase de desenvolvimento (notas que variaram de 1,0 a 7,0), pois em colônias já estabelecidas, essa variável pode decrescer, crescer ou oscilar, conforme haja disponibilidade de alimento no campo. Além disso, se as condições climáticas forem favoráveis ou desfavoráveis ao forrageamento, podem apresentar interferência (NOGUEIRA-NETO, 1970; KERR, 1987; BARROS e KROGH, 1990; COUTO, 1993).

3.3. *Comparação entre os Métodos com Relação ao Desenvolvimento das Colônias*

3.3.1. *Tempo Médio até Atingir Nota 7,0*

No Quadro 3, tem-se o número médio de dias para que as colônias chegassem à nota 7,0, de acordo com a leitura específica no gráfico. No método 2, as colônias levaram, em média, 11 e 9 dias a mais do que no método 1 e 3, respectivamente. As diferenças observadas não são significativas, de acordo com o teste F de análise de variância.

Posteriormente, foram elaboradas análises mais detalhadas relacionadas ao desenvolvimento das colônias, tendo sido consideradas todas as leituras efetuadas. Foi empregada regressão linear simples, para obterem-se dados mais precisos.

De acordo com essas análises, a fase inicial do método 3 é diferenciada dos outros dois métodos. As colônias permanecem por um período inicial de mais ou menos 30 dias sob os cuidados de laboratório,

QUADRO 3 - Médias, Valores Máximos e Mínimos e Teste F do Tempo Médio para as Colônias Atingirem Nota 7,0

| Método | Mínimo | Média | Máximo | Valor F | Nível Significância P |
|-----------|--------|-------|--------|---------|-----------------------|
| 1 | 200 | 216 | 230 | 1,66 | 0,234 |
| 2 | 220 | 227 | 240 | | |
| 3 | 210 | 218 | 230 | | |
| \bar{X} | 210 | 220,3 | 233,33 | | |

em estufa, antes de serem abertas no campo; prática esta que não foi adotada nos outros métodos, nos quais as colméias possuíam campeiras com idade ideal para forrageamento.

As porcentagens de colônias formadas e de colônias que chegaram à nota 7,0, para cada método, encontram-se no Quadro 1. O método 3 demonstrou ser menos eficiente quanto ao número de colônias formadas. Isto pode estar relacionado à complexidade da manipulação inicial durante a formação das colônias, neste método. A simplicidade no manejo do método 2 proporcionou 100% de sucesso, além do que não há problema com acasalamento controlado e aceitação de rainha fisogástrica introduzida para a formação da nova colônia, como ocorre nos métodos 1 e 3.

Essas análises só devem ser consideradas como comparação entre os métodos e o número de colônias formadas. Deve ser lembrado que os processos biológicos e genéticos da população intercruzante do meliponário estão associados ao "efeito Yokoima e Nei", no qual, segundo KERR e VENCOVSKY (1982), a heterogeneidade da população de meliponínios é o principal fator relacionado à sobrevivência dessas espécies.

3.3.2. Ajuste de Modelos que Representam o Comportamento Médio das Notas com o Tempo

Para comparar os métodos com relação ao desenvolvimento das colônias durante o tempo, foram feitas análises de regressões lineares separadamente para cada método (Figura 8).

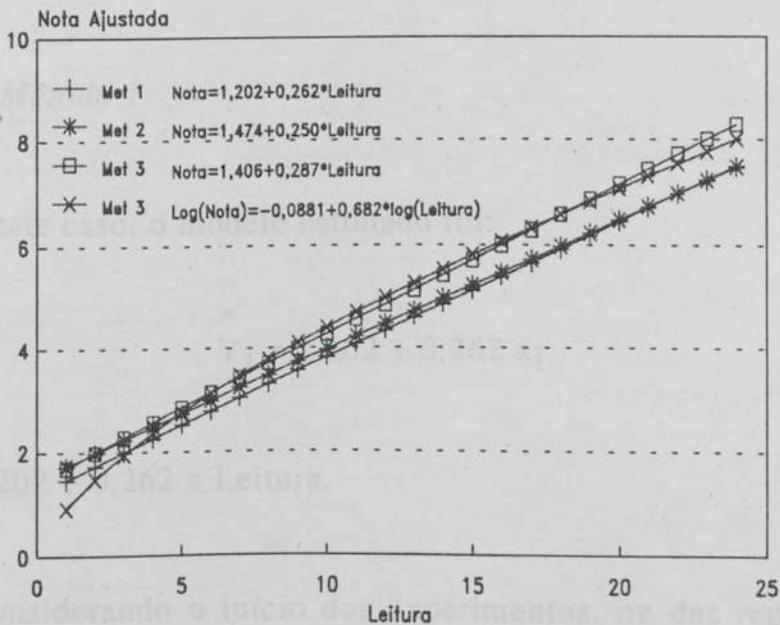


FIGURA 8 - Notas Ajustadas das Colônias dos Três Métodos, pelos Modelos Lineares.

O estudo de cada método foi subsidiado por ajustes de mínimos quadrados, os quais forneceram modelos matemáticos representativos e específicos do método estudado. Desta forma, pode-se definir a variação da nota num determinado período de tempo, bem como estimar o tempo médio gasto por método de formação, para a colônia chegar à nota 7,0.

Inicialmente, ajustou-se o modelo linear $y = a + bx$ ($y = \text{nota}$; $x = \text{leitura}$), tendo sido verificado um bom ajuste para os dois primeiros métodos; o método 3 apresentou comportamento distanciado do linear. Estes resultados serão discutidos a seguir.

Deve-se salientar, aqui, que como as colônias não são independentes de uma leitura para outra, suposição básica para reavaliação dos testes estatísticos na análise de regressão, não foi elaborada nenhuma comparação em nível de significância, mas sim de caráter exploratório.

3.3.2.1. Método 1

Neste caso, o modelo estimado foi:

$$\hat{Y}_i = 1,202 + 0,262 x_i$$

ou $\text{nota} = 1,202 + 0,262 \times \text{Leitura}$.

Considerando o início dos experimentos, ou das repetições, ou seja, $\text{Leitura} = 0$, tem-se que a nota é estimada em $a = 1,202$, ou então que, para chegar à nota 7,0, o modelo estima que o método 1 levará em média:

$$7,0 = 1,202 + 0,262 \times \text{Leitura}$$

$\text{Leitura} = (7,0 - 1,202)/0,262 = 22,13$ ou 221,3 dias.

FIGURA 9 - Resíduos do Método 1

O coeficiente $b = 0,262$, também chamado de coeficiente de inclinação da reta, mostra que a cada leitura, ou a cada dez dias, as colônias do método 1 tiveram uma variação da nota igual a 0,262 vez.

O coeficiente de determinação R^2 , que indica a porcentagem da variabilidade dos dados que é explicada pelo modelo, ou regressão, é dado por:

$$R_2 = \frac{SQ_{REG}}{SQ_{TOT}} \times 100 = \frac{300,026}{316,650} \times 100 = 94,75\%.$$

Pela análise dos resíduos ($r_1 = \text{nota} - \hat{Y}$), não se verifica a falta de linearidade do ajuste, já que, como pode ser observado pela Figura 9, estes se distribuem aleatoriamente em torno do zero. Por outro lado, verificou-se forte correlação entre os resíduos de até dez leituras subsequentes (Quadro 4), confirmando a não-independência entre as notas de cada leitura.

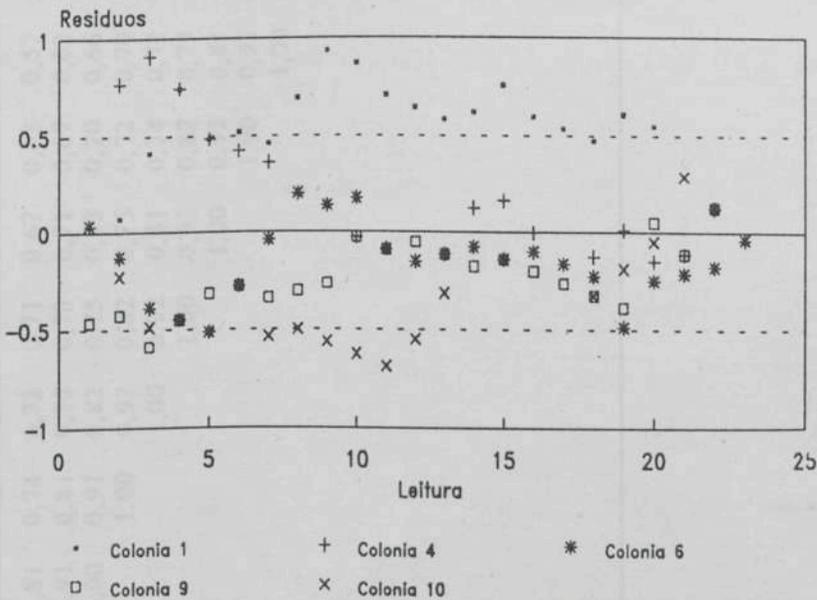


FIGURA 9 - Resíduos do Modelo Linear; Método 1.

3.3.2.2. Método 2

As colônias do método 2 levaram, em média, $22,10 \times 10 = 221$ dias para chegar à nota 7,0; com $R^2 = 91,65\%$, $a = 1,474$ e $b = 0,250$.

Nesse caso, as colônias tiveram uma variação na nota igual a 0,250 vez a cada dez dias; um pouco menor que a do método 1, que foi de 0,262, tendo sido observada uma diferença mínima de 0,3 dias, para chegar à nota 7,0, entre os dois métodos.

Analisando a Figura 6A a 9A, do apêndice, referentes ao método 2, observa-se um comportamento homogêneo e linear com respeito à nota, com exceção da colônia 15 do método 2 (Figura 9A, do apêndice), que se destacou das demais, apresentando aumento rápido da nota até a 11ª leitura (110 dias), diminuindo o ritmo entre as leituras 12 e 20.

Essa diferença entre os comportamentos fica evidente também na Figura 10, onde os resíduos referentes à colônia 15 revela falta de linearidade.

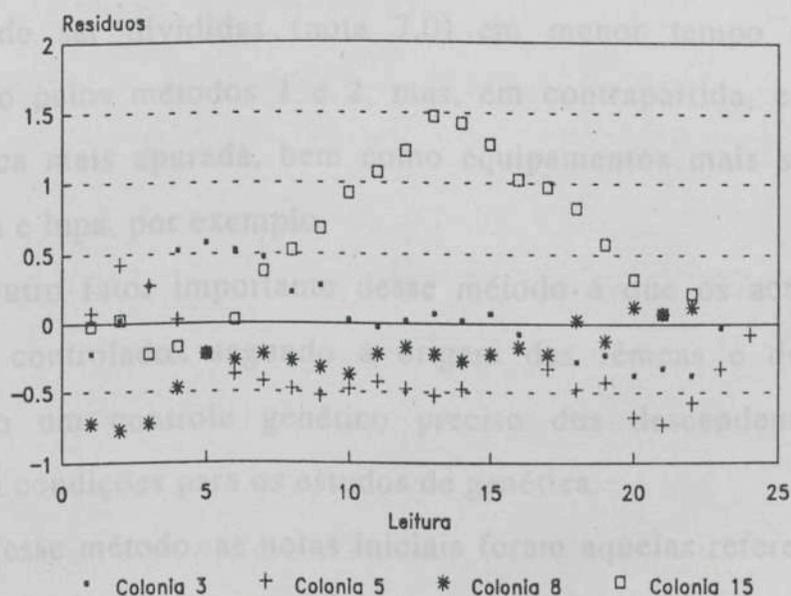


FIGURA 10 - Resíduos do Modelo Linear; Método 2.

Um fator que pode estar interferindo nessas diferenças é a época de montagem das colônias do método 2. As colônias 3, 5 e 8 foram iniciadas entre fevereiro e março, no outono, finalizando no início da primavera. A colônia 15 foi iniciada em 12 de agosto, com a 11ª leitura efetuada entre novembro e dezembro, início do verão.

3.3.2.3. Método 3

O modelo ajustado para o método 3 é menos eficiente que os demais, com $R^2 = 82,05$ e parâmetros $a = 1,406$ e $b = 0,287$. Pela função $\text{Nota} = 1,406 + 0,287 \times \text{Leitura}$, o tempo para uma colônia chegar à nota 7,0 é de 195 dias, o que representa, em média, 26 dias a menos que as colônias dos dois outros métodos.

Nesse caso, observando o item referente à metodologia empregada para formação das colônias, nota-se que este método requereu maiores cuidados iniciais de manejo e de acasalamento confinado (CAMARGO, 1976), demonstrando que podem ser obtidas colônias em condições de ser divididas (nota 7,0) em menor tempo que aquele representado pelos métodos 1 e 2, mas, em contrapartida, esse método exige técnica mais apurada, bem como equipamentos mais sofisticados, como estufa e lupa, por exemplo.

Outro fator importante desse método é que os acasalamentos podem ser controlados segundo a origem das fêmeas e dos machos, conseguindo um controle genético preciso dos descendentes, o que proporciona condições para os estudos de genética.

Nesse método, as notas iniciais foram aquelas referentes à data da primeira leitura, e não ao período inicial de desenvolvimento ovariano das rainhas recém-acasaladas em laboratório, no qual as operárias mais a

rainha acasalada permaneceram mais ou menos 30 dias em estufa, a 28-30°C (CAMARGO, 1976). Após este tempo e o completo desenvolvimento fisogástrico da rainha, o grupo de abelhas passou a ser denominado "colônia", como nos outros métodos. Se esse período for considerado, o tempo necessário para se obter uma colônia com nota 7,0 será aproximadamente o mesmo nos três casos (método 1, 2 e 3).

Nesse caso, o ajuste linear não foi o mais adequado. Os resíduos apresentaram comportamento tendencioso com relação ao tempo (Figura 11). A colônia 13 destaca-se das demais, o que pode reforçar a hipótese da influência da época em que foi iniciada. Ao contrário das outras colônias que tiveram suas leituras iniciadas em agosto e passaram pelo verão inteiro, durante os seus desenvolvimentos, essa teve início em maio, terminando em novembro.

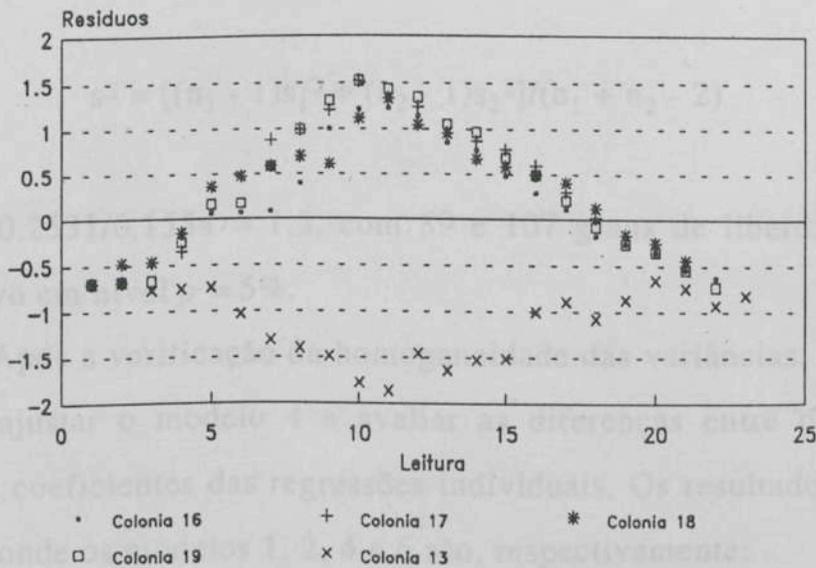


FIGURA 11 - Resíduos do Modelo Linear; Método 3.

3.3.3. Comparação entre os Modelos Ajustados

Continuando as análises de regressão e considerando as semelhanças observadas entre os métodos 1 e 2, ajustou-se um quarto modelo, em que os dois métodos foram incluídos simultaneamente:

$$\text{Nota} = a_1 + a_2 + b \times \text{Leitura}$$

em que

$$a_1 = 1 \text{ e } a_2 = 0, \text{ para método 1; e}$$

$$a_1 = 0 \text{ e } a_2 = 1, \text{ para método 2.}$$

Antes do ajuste do modelo, verificou-se por meio do teste de $F = s_2^2/s_1^2$ que as variâncias observadas dos dois métodos (s_1^2, s_2^2) podem ser estimadas por um único valor:

$$s^2 = [(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2]/(n_1 + n_2 - 2)$$

pois, $F = 0,2531/0,1554 = 1,5$, com 89 e 107 graus de liberdade, não é significativo em nível $p = 5\%$.

Após a verificação da homogeneidade das variâncias, o próximo passo foi ajustar o modelo 4 e avaliar as diferenças entre os métodos quanto aos coeficientes das regressões individuais. Os resultados estão no Quadro 5, onde os modelos 1, 2, 4 e 6 são, respectivamente:

$$(1) \text{ Nota} = a_1 + b_1 \times \text{leitura} \text{ (método 1);}$$

$$(2) \text{ Nota} = a_2 + b_2 \times \text{leitura} \text{ (método 2);}$$

$$(4) \text{ Nota} = a_1 + a_2 + b \times \text{leitura} \text{ (b conjunto); e}$$

$$(6) \text{ Nota} = a + b + \text{leitura} \text{ (a e b conjunto).}$$

QUADRO 5 - Análise de Covariância entre os Métodos 1 e 2

| Fonte | Modelo | Coeficientes | | SQ _{resíduo} | QM _{resíduo} | GL _{resíduo} |
|------------------------|--------|--------------|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | a | b | | | |
| Método 1 | (1) | 1,202 | 0,2624 | 16,6241 | 0,1554 | 107 |
| Método 2 | (2) | 1,474 | 0,2501 | 22,5217 | 0,2531 | 89 |
| (1) + (2) | (3) | | | 39,1458 | 0,4085 | 196 |
| | | $a_1=1,286$ | | 39,1458 | 0,2013 | 196 |
| Conjunto (mesmo b) | (4) | | 0,2566 | | | |
| | | $a_2=1,392$ | | 39,4554 | 0,2003 | 197 |
| (4) - (3) | (5) | | | 0,3096 | 0,3096 | 1 |
| Conjunto (mesmo a e b) | (6) | | | 40,2819 | 0,2304 | 198 |
| (6) - (4) | (7) | | | 0,8265 | 0,8265 | 1 |

Tem-se um acréscimo na soma de quadrados dos resíduos, se for considerado um b conjunto (modelo 4):

$$39,4554 - 39,1458 = 0,3096;$$

somente 1,538 maior que $s_3^2 = 0,2013$ das regressões individuais. Este valor, considerando o teste F com 1 grau de liberdade, não é significativo a $p = 0,05$.

Portanto, supondo agora b_1 e b_2 iguais (modelo 4), resta verificar o acréscimo na soma de quadrados dos resíduos, se $a_1 = a_2$ (modelo 6). Neste caso, tem-se:

$F = 0,8265/0,2003 = 4,126$ com 1 grau de liberdade, e $H_0: a_1 = a_2$ é rejeitada em nível $p = 5\%$.

Têm-se, então, evidências de diferenças entre os métodos 1 e 2, se as suas médias forem ajustadas à variável tempo (leitura).

Assim, o modelo 4 ajustado é:

$$\text{Nota} = 1,268 a_1 + 1,398 a_2 + 0,2566 \times \text{leitura}.$$

Então, para o método 1, tem-se que, para chegar à nota 7,0, segundo o modelo 4, é necessário que:

$$7,0 = 1,268 + 0,2566 \times \text{leitura}.$$

Assim:

$$\text{Leitura} = (7,0 - 1,286)/0,2566 = 22,34 = 223 \text{ dias}.$$

Analogamente, para o método 2, tem-se:

$$\text{Leitura} = (7,0 - 1,398)/0,2566 = 21,83 = 218 \text{ dias}.$$

Nota-se uma diferença de aproximadamente cinco dias somente, o que pode estar refletindo as diferenças entre a média das notas iniciais, que para o método 2 apresenta-se ligeiramente maior, ou seja, 1,5 em relação ao método 1, com média inicial igual a 1,4.

O ajuste para o método 3 demonstrou que há diferença de comportamento dessas para as colônias dos outros dois métodos, não apresentando comportamento linear. Vários modelos foram testados e o que melhor se ajustou ao método 3 foi o DUP_{Log} . Incluindo a colônia 13, obteve-se $R^2 = 89,34$, e sem ela $R^2 = 96,37$.

O modelo estimado de:

$\log(\text{nota}) = -0,0881 + 0,682 \times \log(\text{leitura})$ leva a estimativas de $[\log(0,7) + 0,0881]/0,682 = \log(\text{leitura})$, assim, $\log(\text{leitura}) = 2,9824$ ou 197,4 dias para chegar à nota 7,0.

3.4. Análise por Época de Início das Leituras

Independentemente do método empregado para a formação das colônias, observou-se comportamento semelhante entre elas, com relação às datas de início e finalização das leituras.

Dessa forma, decidiu-se realizar uma análise gráfica descritiva, procurando avaliar as evidências de possíveis influências ambientais no crescimento e aumento das notas das colônias, sem considerar o método usado para a formação destas.

Os experimentos foram ordenados de acordo com a data inicial de cada colônia. Três gráficos foram obtidos, e cada um inclui um grupo de colônias iniciadas no mesmo período.

Assim, foram obtidas colônias iniciadas no período de 23/2/93 a 5/3/93 (Figura 12); 15/3/93 a 24/5/93 (Figura 13); e 12/8/93 a 16/8/93 (Figura 14).

Analisando a Figura 14 e a ascendência da curva que representa o comportamento do grupo de colônias em relação ao aumento de nota com o tempo (leituras), verifica-se o crescimento maior até a 10^a leitura, quando as colônias estão com notas em torno de 6,0. Já nos dois outros gráficos, nesta mesma leitura, as colônias não ultrapassaram a nota 4,0. Desta forma, ficou evidente a influência da época do ano nos seus desempenhos, ou seja, as colônias iniciadas após os meses de inverno em Viçosa - MG, período entre os meses de maio e julho, apresentaram crescimento mais acelerado.

Considerando que a maioria das colônias do método 3 (colônias 16, 18 e 19) foi iniciada após o inverno e que este método apresentou maior rapidez para as colônias alcançarem a nota 7,0, serão necessárias repetições em épocas semelhantes, para todos os métodos, a fim de poder compará-los com mais precisão.

Para isso, é importante um número maior de colônias-matrizes, no sentido de não faltar material para a execução dos estudos. Estima-se um mínimo de 12 a 15 matrizes, com notas acima de 8,0, para se realizar o mesmo número de repetições estudadas neste trabalho.

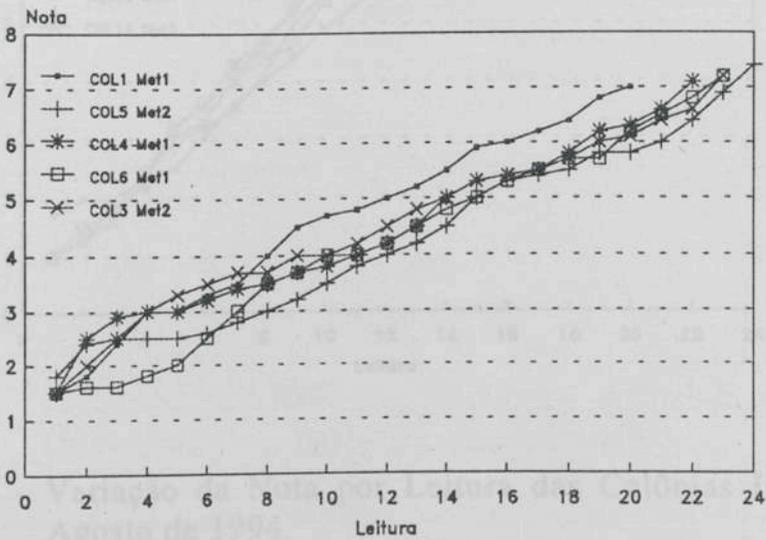


FIGURA 12 - Variação da Nota por Leitura das Colônias Iniciadas entre 23/2 e 5/3/1994.

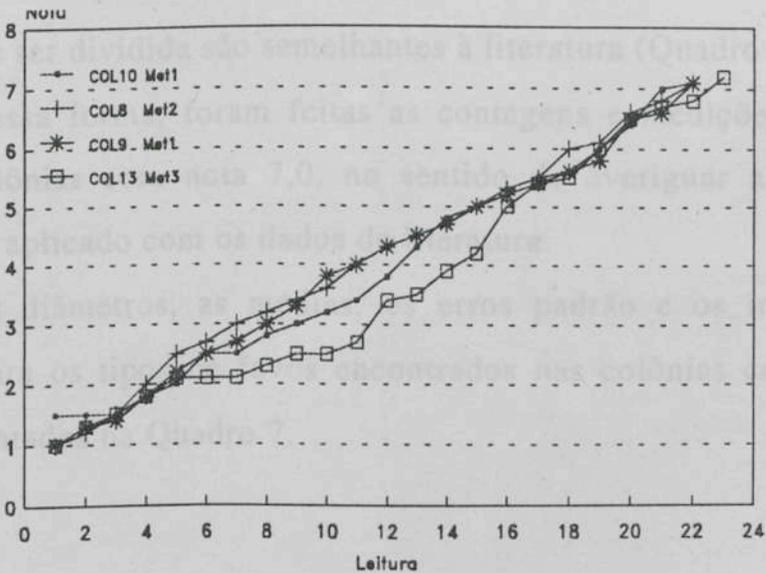


FIGURA 13 - Variação da Nota por Leitura das Colônias Iniciadas entre 15/3 e 24/5/1994.

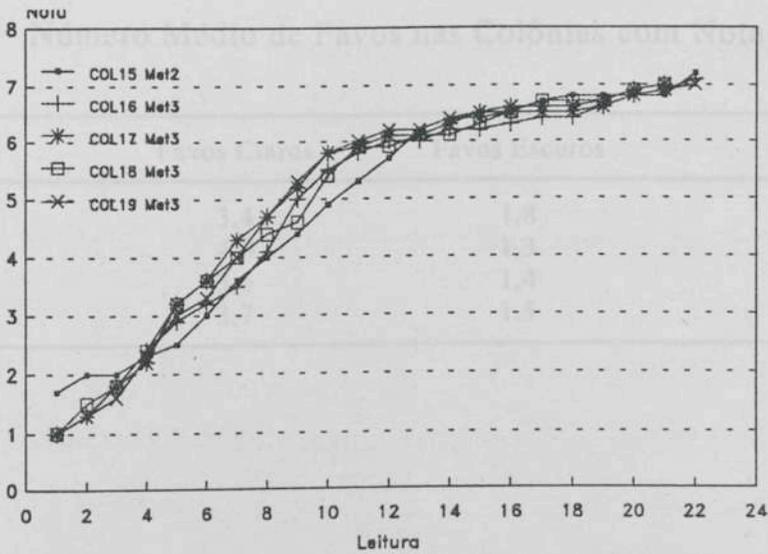


FIGURA 14 - Variação da Nota por Leitura das Colônias Iniciadas em Agosto de 1994.

3.5. Análise dos Favos

A comparação do número de favos observados para as colônias do experimento com nota 7,0 e o número de favos numa colônia em condições de ser dividida são semelhantes à literatura (Quadro 6).

Dessa forma, foram feitas as contagens e medições dos favos daquelas colônias com nota 7,0, no sentido de averiguar a relação do método aqui aplicado com os dados de literatura.

Os diâmetros, as médias, os erros padrão e os intervalos de confiança para os tipos de favos encontrados nas colônias com nota 7,0 estão apresentados na Quadro 7.

E = escuro; I = intermediário; CL = claro-léve; CP = claro-pupa; CN = claro-nascente; Li = limite inferior e Ls = limite superior.

QUADRO 6 - Número Médio de Favos nas Colônias com Nota 7,0

| Método | Favos Claros | Favos Escuros | Total |
|--------|--------------|---------------|-------|
| 1 | 3,4 | 1,8 | 5,2 |
| 2 | 4,0 | 1,3 | 5,3 |
| 3 | 3,6 | 1,4 | 5,0 |
| Média | 3,7 | 1,5 | 5,1 |

QUADRO 7 - Frequência e Diâmetros dos Tipos de Favos por Método, Quando as Colônias Chegaram à Nota 7,0

| Tipo de Favo | Método | Frequência | Diâmetro (cm) | | | Desvio Padrão |
|--------------|--------|------------|---------------|-------|-----------|---------------|
| | | | L_i 90% | Média | L_s 90% | |
| E | 1 | 9 | 3,2 | 4,0 | 5,0 | 0,49 |
| | 2 | 5 | 3,4 | 5,3 | 7,1 | 0,89 |
| | 3 | 7 | 3,2 | 4,3 | 5,5 | 0,57 |
| I | 1 | 2 | 0,6 | 7,2 | 15,1 | 1,25 |
| | 2 | 3 | 1,4 | 5,3 | 9,3 | 1,36 |
| | 3 | 4 | 3,0 | 6,0 | 9,1 | 1,31 |
| CL | 1 | 5 | 4,3 | 5,6 | 6,9 | 0,62 |
| | 2 | 4 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 0,20 |
| | 3 | 4 | 4,0 | 5,5 | 6,9 | 0,61 |
| CP | 1 | 5 | 6,5 | 7,1 | 7,0 | 0,29 |
| | 2 | 4 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 0,21 |
| | 3 | 5 | 6,1 | 6,9 | 7,7 | 0,37 |
| CN | 1 | 5 | 4,7 | 6,1 | 7,6 | 0,68 |
| | 2 | 5 | 4,0 | 5,9 | 7,1 | 0,88 |
| | 3 | 5 | 4,6 | 5,8 | 7,0 | 0,56 |
| Geral | E | 21 | 3,7 | 4,4 | 5,3 | 0,35 |
| | I | 9 | 4,2 | 6,0 | 7,4 | 0,74 |
| | CL | 13 | 5,3 | 5,8 | 6,4 | 0,31 |
| | CP | 14 | 6,3 | 7,1 | 7,0 | 1,18 |
| | CN | 15 | 5,2 | 5,9 | 6,6 | 0,39 |

E = escuro; I = intermediário; CL = claro-larva; CP = claro-pupa; CN = claro-nascente; L_i = limite inferior e L_s = limite superior.

Observa-se que as frequências relativas e absolutas, dentro de cada tipo de favo, são semelhantes entre os métodos, o que evidencia que o padrão adotado para coleta dos dados foi adequadamente quantificado para todas as colônias. Os cálculos foram feitos em nível de significância igual a 90%:

$$IC_{90\%}(\text{Diâmetro}) = \text{Média} \pm t_{0,5;(n-1)gl} \times \text{Erro Padrão da Média.}$$

4. CONCLUSÕES

Nota-se que, para cada tipo de favo, os intervalos de confiança dos métodos se justapõem e que pela análise de variância não se observou diferença significativa entre os métodos, isto é, o padrão adotado para nota 7,0, nos três métodos, está homogêneo (igual para todas as colônias).

O intervalo de confiança para favos do tipo claro P (CP) apenas se justapõe com o intervalo referente ao favo do tipo intermediário (II), que tem menor frequência e maior variabilidade (EP = 0,74).

Os favos novos (EE) apresentaram menor diâmetro médio, e os claros (P) apresentaram maior diâmetro médio, o que coindidiu com as observações de NOGUEIRA-NETO (1948; 1970).

4.2. Métodos Estudados

O método 3 demonstrou ser o mais eficiente para a formação de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep com nota 7,0, ou acima desta, em tempo mais curto (195 dias), para as condições de Viçosa, MG e de

Manejo adotadas neste experimento. Porém, demonstrou ser menos eficiente quanto ao número de colônias que chegaram à nota 7,0: 71,43% de sucesso.

Para a meliponicultura, em geral, e onde se dispõe de mais de 44 colônias, o método 2 demonstrou ser o mais indicado, por apresentar manejo simplificado e requerer menos material para sua execução, tendo apresentado 100% de sucesso com relação às colônias iniciadas e terminadas, enquanto com o método 1, 83,33% das colônias chegaram à nota 7,0.

4. CONCLUSÕES

Os métodos 1 e 3 seriam os mais indicados em locais com baixo número de colônias. Por estes dois métodos, podem-se selecionar rainhas

4.1. Número de Colônias Formadas

Em 14 meses de experimento, foram formadas 14 colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep. com nota 7,0, a partir de seis matrizes, com notas que variaram entre 5,0 e 7,0, inicialmente, o que representa 2,33 colônias por matriz ou duas colônias por matriz por ano. Naturalmente ocorrem, no máximo, uma enxameagem por ano (KERR, 1994, comunicação pessoal). Isto demonstra que a multiplicação artificial, de acordo com a metodologia aqui empregada, teve seus resultados satisfatórios.

4.2. Métodos Estudados

O método 3 demonstrou ser o mais eficiente para a formação de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep. com nota 7,0, ou acima desta, em tempo mais curto (195 dias), para as condições de Viçosa-MG e de

manejo adotadas neste experimento. Porém, demonstrou ser menos eficiente quanto ao número de colônias que chegaram à nota 7,0: 71,43% de sucesso.

Para a meliponicultura, em geral, e onde se dispõe de mais de 44 colônias, o método 2 demonstrou ser o mais indicado, por apresentar manejo simplificado e requerer menos material para sua execução, tendo apresentado 100% de sucesso com relação às colônias iniciadas e terminadas, enquanto com o método 1, 83,33% das colônias chegaram à nota 7,0.

Os métodos 1 e 3 seriam os mais indicados em locais com baixo número de colônias. Por estes dois métodos, podem-se selecionar rainhas não aparentadas e utilizá-las na formação de novas colônias, aumentando, assim, o número de alelos na população local, com a finalidade de diminuir as possibilidades de produção de machos diplóides.

O método 3 permite estudos mais detalhados sobre genética, pois possibilita a realização de cruzamentos direcionados com zangões e rainhas de colônias ou de linhagens conhecidas para estudo de suas descendências. O melhor desempenho das colônias formadas por este terceiro método pode estar relacionado à fase inicial a qual suas colônias são submetidas: permanecem em estufa a 28 - 30°C até que a rainha acasalada em laboratório apresente o abdome desenvolvido. A partir deste momento, ela está incapacitada de realizar vôos e uma possível cópula natural.

De acordo com as análises das datas de formação das colônias e de seus desempenhos, a época de formação destas demonstrou ter influência no desempenho das colônias. As colônias formadas no segundo semestre de 1993, após o inverno na região de Viçosa-MG, apresentaram crescimento mais rápido de que aquelas iniciadas no primeiro semestre e

que passaram pelo período de inverno durante seus desenvolvimentos. Com base nesses resultados, deve-se iniciar a multiplicação artificial de colônias de meliponínios, nessa região, após o mês de agosto.

Os métodos 1 e 2 não apresentaram diferenças significativas entre si, quanto ao tempo necessário para as colônias atingirem nota 7,0. Como o método 2 não necessita manipulação de rainha fisogástrica no momento da formação das colônias, considera-se ser o de manejo mais simples, apresentando 100% de sucesso para as colônias iniciadas e terminadas. Entretanto, em regiões onde ocorre endogamia (formação de machos diplóides), por possuir número de colônias inferior a 44, este método deve ser descartado.

4.3. Variáveis Peso e Nota

A variável ganho de peso apresentou maior variabilidade quando comparada à variável nota, e maior variação com o decorrer das leituras.

As variáveis peso e nota apresentaram relação positiva, a qual aumentou com o tempo, até as colônias chegarem à nota 7,0.

A variável peso pode ser constante, enquanto a variável nota cresce. Assim, não se pode admitir que só o ganho de peso seja suficiente para avaliar o estado geral de uma colônia de *Melipona quadrifasciata* Lep.

A avaliação de cada enxame deve ser feita com base em observação de cada elemento que os compõe: a organização interna das abelhas recém-unidas, jovens e adultas, para a formação do enxame; o trabalho das campeiras, movimentação na entrada da caixa; a quantidade dos favos de crias; a altura do invólucro do ninho; os potes de alimento

construídos; a resina armazenada nas paredes da caixa; a postura da rainha; a entrada de barro da colméia; e, também, o seu peso.

4.4. Alimentação Artificial com Xarope-A

A composição do alimento ministrado às colônias demonstrou ser satisfatória quanto à nutrição e à palatabilidade para *Melipona quadrifasciata* Lep. Não houve mortalidade de crias, o tamanho e a quantidade de abelhas nascidas foram normais e as rainhas acasaladas em laboratório apresentaram postura e desenvolvimento abdominal normais.

A quantidade de xarope-A fornecida para cada colônia, conforme o seu estado de desenvolvimento ou nota, mostrou que este deve ser ministrado progressivamente, para evitar excessos e fermentações.

As quantidades de pólen e xarope-A devem ser ministradas com base no número de abelhas da colônia, na sua nota e nas condições climáticas e de floradas da época, observando que colônias em bom estado raramente necessitam de alimentação extra, salvo em condições de frio e chuvas intensas.

O pólen fornecido em potes fechados não forneceu inconvenientes ao exceder a quantidade assimilável para a colônia. Este alimento não deve ser fornecido em potes abertos ou furados. Quando isto foi feito, houve entrada de forídeos nas colméias.

A forma de alimentação interna dentro das colônias foi a mais indicada, por causa da competição com abelhas africanizadas, quando os ensaios foram realizados com o auxílio de alimentadores externos coletivos.

O tamanho dos potes artificiais de cera de abelhas africanizadas deve seguir as medidas específicas para cada espécie de melipona

estudada. Quando maiores ou menores que o padrão utilizado pela espécie, estes foram destruídos pelas operárias e a cera foi reutilizada para outras atividades dentro da colônia (Figura 1(a)).

4.5. Revisões das Colônias

O intervalo entre as revisões é de fundamental importância para o bom desenvolvimento das colônias. A metodologia aqui aplicada e descrita nos itens 2.2 e 2.5 apresentou resultados satisfatórios quanto à manutenção das colônias-matrizes e ao desenvolvimento das colônias formadas. Não ocorreu morte de crias por estresse das revisões, excesso de lixo dentro das colméias ou morte de colônias por falta de alimento e cuidados relacionados ao manejo.

O número de favos de crias e os seus estágios de desenvolvimento, para as colônias com nota 7,0, foram semelhantes ao citado por NOGUEIRA-NETO (1948).

Os favos do tipo intermediário (larvas em fase de alimentação) apareceram em menor frequência nas colônias estudadas. Os favos do tipo escuro (novos) apresentaram menor diâmetro, quando comparados com os outros tipos de favos.

4.6. Caixas Cúbicas com Alças

O modelo de colméia selecionado para a execução do experimento promoveu facilidades no manejo durante as revisões. Sempre que os favos de crias foram inspecionados, a ausência de subdivisões internas na colméia permitiu boa visibilidade e rapidez na tarefa. As

caixas não devem permanecer abertas por muito tempo durante as revisões.

Para a espécie estudada, apenas duas alças proporcionaram um bom espaço interno para crescimento das colônias (volume = 3,072 l), nas condições do meliponário da Universidade Federal de Viçosa.

Algumas colônias receberam a terceira alça (volume = 4,608 l), porém o seu desempenho não foi melhor do que aqueles em caixas com duas alças. O acúmulo de geoprópolis nessas colméias foi maior, e as colônias permaneceram com notas semelhantes às daquelas das colônias de caixas com duas alças.

Os desmatamentos, as queimadas e a ação predatória de melifeiros têm diminuído acentuadamente o número de colônias de abelhas nativas nas matas brasileiras. A consanguinidade em áreas onde é baixo o número de colônias acelera a morte dos meliponinos, em consequência do nascimento de machos diplóides, da eliminação da rainha pelas operárias e da falta de operárias.

Com o objetivo principal de aumentar o número de colônias de meliponinos em um determinado local; desenvolver estudos relacionados ao manejo e à alimentação artificial; e auxiliar na preservação das abelhas nativas, foram avaliados três métodos de formação de novas colônias: 1) formação em colmeias; 2) formação com rainha fisiológica acasalada naturalmente; e 3) formação com rainha acasalada em laboratório, e estudados alguns aspectos da biologia de *Melipona quadrifasciata* Lep.

O método 1 possibilitou a formação de seis colônias, das quais cinco chegaram à nota 7,0, tendo sido obtido 83,33% de sucesso. No método 2, quatro colônias foram formadas e todas obtiveram sucesso.

5. RESUMO

Os desmatamentos, as queimadas e a ação predatória de meleiros têm diminuído acentuadamente o número de colônias de abelhas nativas nas matas brasileiras. A consangüinidade em áreas onde é baixo o número de colônias acentua a morte dos meliponínios, em consequência do nascimento de machos diplóides, da eliminação da rainha pelas operárias e da falta de operárias.

Com o objetivo principal de aumentar o número de colônias de meliponínios em um determinado local; desenvolver estudos relacionados ao manejo e à alimentação artificial; e auxiliar na preservação das abelhas nativas, foram avaliados três métodos de formação de novas colônias: 1) formação em orfandade; 2) formação com rainha fisogástrica acasalada naturalmente; e 3) formação com rainha acasalada em laboratório, e estudados alguns aspectos da biologia de *Melipona quadrifasciata* Lep.

O método 1 possibilitou a formação de seis colônias, das quais cinco chegaram à nota 7,0, tendo sido obtido 83,33% de sucesso. No método 2, quatro colônias foram formadas e todas obtiveram sucesso

(100%); no terceiro método 71,43% das sete colônias formadas chegaram à nota 7,0.

Foram aplicadas as mesmas técnicas de alimentação artificial com xarope-A, o mesmo manejo e o mesmo sistema de revisões para todas as colônias. Os tamanhos de potes artificiais foram testados e foi encontrada uma medida ideal para *Melipona quadrifasciata* Lep: 1,5 cm de diâmetro por 2,5 cm de altura.

Durante as revisões, notas foram atribuídas às variáveis relacionadas ao desenvolvimento das colônias. Para avaliar os diferentes métodos, foram utilizadas análises de covariância. As análises de variância foram empregadas para análise do número de dias que as colônias demoraram para atingir o desenvolvimento equivalente à nota 7,0.

Os modelos matemáticos que representaram o comportamento dos métodos 1, 2 e 3 em relação ao crescimento das colônias (nota x leitura) foram, respectivamente:

$$\text{Nota}_1 = 1,202 + 0,262 \times \text{leitura};$$

$$\text{Nota}_2 = 1,474 + 0,250 \times \text{leitura}; \text{ e}$$

$$\text{Nota}_3 = 1,406 + 0,287 \times \text{leitura}.$$

O método 3 foi o que demonstrou melhor desempenho quanto ao tempo de desenvolvimento das colônias, ou seja, 195 dias para alcançarem a nota 7,0. Porém, é o que mais necessitou de equipamentos de laboratório, como lupa e estufa, e manejo complexo nos primeiros dias de formação das colônias até o desenvolvimento ovariano das rainhas copuladas.

O método 2 demonstrou ser o mais simples, compreendendo menos material e manejo mais facilitado. O único cuidado com este método é não utilizá-lo em regiões onde o número de colônias esteja

abaixo de 44. A formação das colônias com rainhas que copulam, ao acaso, com zangões de sua mesma área de reprodução, pode incorrer à endogamia ou efeito "Yokoyama e Nei", o que representa o principal problema para este método.

O método 1 permite a introdução de rainhas fisogástricas de regiões variadas ou mesmo de longas distâncias, permitindo o aumento no número de alelos na população geneticamente ativa.

A variável peso não deve ser a única observação considerada durante avaliação de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep., pois algumas colônias demonstraram comportamento que evidencia esta afirmação, mantendo o peso constante e aumentando a nota geral.

O presente trabalho propôs a avaliação de colônias-filhas de *Melipona quadrifasciata* Lep. por elementos durante a multiplicação artificial de colônias-matrizes e estudos de manejo e biologia da espécie, para a meliponicultura em geral.

6. SUMMARY

Deforestation, burnings and the honey predatory harvests have been responsible for the extinction of most stingless bee species (Meliponini, Apidae). When the colonies number is less than 44, death of colonies increase because both the birth of diploids males and the elimination of the queen by the colony workers. Therefore, the elimination of workers in those colonies will be a natural consequence. In order to increase the number of colonies, three methods of artificial multiplication of meliponinios colonies were studied: 1) formation of orphans colonies; 2) formation of colonies with physogastric queen mated naturally and, 3) formation of colonies with physogastric queen mated in laboratory. The number of repetitions and the successful results of those methods were: 6 colonies (83,33% survived); 4 colonies (100% survived), and 7 colonies (71,43% survived), respectively. The same technique of artificial feeding with Syrup-A, the same handling and the same revision were applied to all colonies. The mathematical models that represented the performance of

the colonies formed were: $\text{Grade}_1 = 1,202 + 0,262 \times \text{reading}$; $\text{Grade}_2 = 1,474 + 0,250 \times \text{reading}$; and $\text{Grade}_3 = 1,406 + 0,281 \times \text{reading}$. In the environment of Viçosa-MG, method 3 presented the best results for artificial formation of colonies reaching Grade 7,0 in 195 days. Nevertheless, it was more laborious and required a sophisticated laboratory equipment. Method 2 was less laborious, but it should not be used when the number of colonies is less than 44. The reason is that, in this method, the mating occurs at random and, in this case, there is a major possibility of virgin queens mating with males which have alleles not equal to those of the queens. Method 1 allows the introduction of physiogastric queens of different regions, providing the increase of the sexual alleles not in the active genetically population and so avoiding the "effect Yokoima and Nei". The variable "weight" can not be the only one to be taken into consideration for grading the colonies. The colony 4, for example, had constant weight while the grade increased. In the case of *Melipona quadrifasciata* colonies the various elements that makes the colony must to be evaluated and the amount of the grades provides the colony a general grade. That can give a better precision for the inference of the grades. During a one year study, 2,33 colonies for which matrix were formed of artificial multiplication. In nature, 1:1 is the maximal that may occur.

BIBLIOGRAFIA

- ABSY, M.L.; BEZERRA, E.B.; KERR, W.E. Plantas nectaríferas utilizadas por duas espécies de abelhas da Amazônia. *Acta Amaz.*, 10(3):271-81, 1980.
- ABSY, M.L.; CAMARGO, J.M.F.; KERR, W.E.; MIRANDA, I.P.A. Espécies de plantas visitadas por Meliponinae (Hymenoptera: Apoidea) para coleta de pólen na região do Médio Amazonas. *R. Bras. Biol.*, 44(2):227-237, 1984.
- ABSY, M.L. & KERR, W.E. Algumas plantas visitadas para obtenção de pólen por operários de *Melipona seminigra merrilli* em Manaus. *Acta Amaz.*, 7(3):309-315, 1977.
- AIDAR, D.S.; CAMPOS, L.O.; POMPOLO, S.G.; MESSAGE, D.; AIDAR, T. Influência ambiental na multiplicação artificial de Meliponíneos: *Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). In: CONGRESSO DE ENTOMOLOGIA, 15, Caxambu-MG, 1995. Anais... Caxambu-MG, 1995. 215p.
- AIDAR, D.S. Estado comparativo dos sistemas de reprodução em Meliponinae e Apinae (Hymenoptera, Apidae): consequências ecológicas. In: CONGRESSO DE ENTOMOLOGIA, 15, Caxambu-MG, 1995. Anais... Caxambu-MG, 1995. 95p.
- AIDAR, D.S. & CAMPOS, L.A.O. Resposta de meliponíneos à alimentação artificial (*Melipona quadrifasciata* Lep. MELIPONINAE, APIDAE). *Ann. Ent. Etologia*, 12:105-106, 1993.

BARKER, R.J. & LEHNER, Y. Acceptance and sustenance value of naturally occurring sugars fed to newly emerged adult workers of honey bees (*Apis mellifera* L.). *J. Exp. Zool.*, 187:277-286, 1972a.

BARKER, R.J. & LEHNER, Y. Influence of diet on sugars found by thin-layer chromatography on thoraces of honey bees (*Apis mellifera* L.). *J. Exp. Zool.*, 184:157-165, 1972b.

BARROS, J.R.S. & KROGH, H. Apicultura migratória com a abelha-triúfa. *Cienc. Cult.*, 42(10):847-7, 1990.

BARROS, J.R.S. *Meliponicultura migratória para produção de mel com Melipona scutellaris* (Urban, 1920) (Hymenoptera: Apidae). UNESP, 1994. (Tese M.S.).

BIBLIOGRAFIA

BEGO, L.R.; MAETA, Y.; TESUKA, T.; ISHIDA, K. Floral preference and flower consistency of a Brazilian stingless bee, *Nannotrigona rufocornis* Lep. in a greenhouse (Hymenoptera, Apidae). *Bull. Fac. Agric., Shizuoka Univ.*, 23:40-54, 1989.

ABSY, M.L.; BEZERRA, E.B.; KERR, W.E. Plantas nacteríferas utilizadas por duas espécies de *Melipona* da Amazônia. *Acta. Amaz.*, 10(3):271-81, 1980.

ABSY, M.L.; CAMARGO, J.M.F.; KERR, W.E.; MIRANDA, I.P.A. Espécies de plantas visitadas por Meliponinae (Hymenoptera; Apoidea) para coleta de pólen na região do Médio Amazonas. *R. Bras. Biol.*, 44(2):227-237, 1984.

ABSY, M.L. & KERR, W.E. Algumas plantas visitadas para obtenção de pólen por operárias de *Melipona seminigra merrillae* em Manaus. *Acta. Amaz.*, 7(3)309-315, 1977.

AIDAR, D.S.; CAMPOS, L.O.; POMPOLO, S.G.; MESSAGE, D.; AIDAR, T. Influência ambiental na multiplicação artificial de Meliponínios: *Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). In: CONGRESSO DE ENTOMOLOGIA, 15, Caxambu-MG, 1995, *Anais...*, Caxambu-MG, 1995. 215p.

AIDAR, D.S. Estudo comparativo dos sistemas de reprodução em Meliponinae e Apinae (Hymenoptera, Apidae): conseqüências ecológicas. In: CONGRESSO DE ENTOMOLOGIA, 15, Caxambu-MG, 1995, *Anais...*, Caxambu-MG, 1995. 95p.

AIDAR, D.S. & CAMPOS, L.A.O. Resposta de meliponínios à alimentação artificial (*Melipona quadrifasciata* Lep, MELIPONINAE, APIDAE). *Ann. Enc. Etologia*, 12:105-106, 1994.

- BARKER, R.J. & LEHNER, Y. Acceptance and sustenance value of naturally occurring sugars fed to newly emerged adult workers of honey bees (*Apis mellifera* L.). *J. Exp. Zool.*, 187:277-286, 1972a.
- BARKER, R.J. & LEHNER, Y. Influence of diet on sugars found by thin-layer chromatography on thoraces of honey bees (*Apis mellifera* L.). *J. Exp. Zool.*, 188:157-163, 1972b.
- BARROS, J.R.S. & KROGH, H. Apicultura migratória com a abelha tíuba. *Ciênc. Cult.*, 42(10):847-7, 1990.
- BARROS, J.R.S. *Meliponicultura migratória para produção de mel com Melipona scutellaris* (Uruçu). Jaboticabal, UNESP, 1994. (Tese M.S.).
- BEGO, L.R., MAETA; Y., TESUKA, T.; ISHIDA, K. Floral preference and flower constancy of a brazilian stingless bee, *Nannotrigona testaceicornis* kept in a greenhouse (Hymenoptera, Apidae). *Bull. Fac. Agric., Shim. Univ.*, 23:46-54, 1989.
- BENNETT JR., C.F. Stingless beekeeping in Western Mexico. *The Geog. Rev.*, 54(1):85-92, 1964.
- CAMARGO, C.A. *Determinação do sexo e controle de reprodução em Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera, Apidae). Ribeirão Preto, USP, Faculdade de Medicina, 1976. 140p. (Tese D.S.).
- CAMARGO, C.A. Produção de machos diplóides de *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera, Apidae). *Cien. Cult.*: 267, 1974 (Resumo).
- CAMARGO, C.A. Properties of the X_0 gene, sex-determining in *Melipona quadrifasciata* Lep. (HYMENOPTERA, APIDAE). In: INTERNATIONAL CONGRESS OF I, 8, V.S.S.I., p.191-192, 1977.
- CAMARGO, C.A. Sex determination in bees XI. Production of diploid males and sex determination in *Melipona quadrifasciata*. *J. Apic. Res.* 18(2):77-84, 1979.
- CAMARGO, J.M.F. Biogeografia de Meliponini (HYMENOPTERA, APIDAE, APINAE): a fauna amazônica. In: 1º ENCONTRO SOBRE ABELHAS, Ribeirão Preto-SP, *Anais...*, Ribeirão Preto-SP, v.1, 1994. p.46-59.
- CAMPOS, L.A.O. Abelhas indígenas sem ferrão. Univ. Federal de Viçosa, MG. *Informe Técnico*, 12(67):1-5, 1991.

- CAMPOS, L.A.O. Reprodução em *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera, Apidae) II - Cópula com rainha fisogástrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 14, Juiz de Fora-MG, 1987, *Resumos...*, Juiz de Fora-MG, 1987.
- CARVALHO, G.A.; KERR, W.E.; NASCIMENTO, V.A. Sex determination in bees. XXXIII. Decrease of Xo heteroalleles in a finite population of *Melipona scutellaris* (Apidae, Meliponini). *R. Bras. Genet.*, 1994 (no prelo).
- COUTO, A.L. *Estudo do desenvolvimento de colônias formadas artificialmente a partir do uso de pacotes de abelha africanizada, européia e F1 (africanizada X européia) sob diferentes condições ambientais*. Ribeirão Preto, USP, Faculdade de Medicina, 1993. 116p. (Tese M.S.).
- DADANT, C.C. Beekeeping equipment. In: Joe M. Graham (ed.) *The hive and the honey bee*. Hamilton, Dadant & Sons, 1992. Cap. 12, p.537-573.
- DARAKJIAN, P. *Aspectos da variabilidade do comportamento de postura nas células de cria em Melipona quadrifasciata LEPELETIER (HYMENOPTERA, APIDAE, MELIPONINAE)*. São Paulo, USP, 1991. 78p. (Tese M.S.).
- EMELEN, von D.A. Consultoria do criador de abelhas. *Chác. Quint.*, 72:471-473, 1945.
- FERNANDES, S.P.G. & ZUCOLOTO, F.S. Influência de microorganismos no valor nutritivo do pólen, para *Scaptotrigona depilis* MOURE (HYMENOPTERA, APIDAE). In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS DE RIBEIRÃO PRETO, 1, Ribeirão Preto-SP, *Anais...*, Ribeirão Preto-SP, p.232-242. 1994.
- FERREIRA, F.H.N. *Aspectos da estratégia reprodutiva em Tetragonisca angustula angustula Latreille, 1811 (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae)*. Univ. São Paulo - USP, Ribeirão Preto, SP, 1993, 105p (Tese M.S.).
- FRISCH, K. *La vida de las abejas*. 4.ed. Editorial Labor, S.A., Barcelona, Espanha, 1984, 127-149pp.
- FRISCH, K. The solar compass as the basis of communication in the colony. *Am. Bee J.*, 98:100-101, 1958,

- FRISCH, K.v. Uber den geschmacksinn der bienen. *Z. vergl. Physiol.*, 21:1-156, 1934.
- GUIBU, L.S.; RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Exploração dos recursos florais por colônias de *Melipona quadrifasciata* (APIDAE, MELIPONINAE). *Rev. Brasil. Biol.*, 48(2):299-305, 1988.
- HEBERT JR., E.W. Honey bee nutrition. In: *The hive and the honey bee*. Chapter VI. Edited by Dadant & Sons, Hamilton, Illinois, pp. 197-224, 1992.
- IHERING, H. von. A uruçú na apicultura nordestina. *Chácaras e Quintais*, vol. 46: 292-296. 1932.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. & KLEINERT-GIOVANNINI, A. Visita das abelhas sociais às flores. In: ENCONTRO PAULISTA DE ETOLOGIA, 1, Jaboticabal-SP, *Anais...*, Jaboticabal-SP, Associação Zootecnistas do Estado de São Paulo, p.187-194, 1983.
- INOUE, T.; SAKAGAMI, S.F.; SALMAH, S. & YAMANE, S. The process of colony multiplication in the Sumatran stingless bee *Trigona (Tetragonula) laeviceps*. *Biotropica*, 16(2):100-111, 1984.
- KERR, W.E. Criando as abelhas indígenas. *Chácaras e Quintais*, 72:472-473, 1945.
- KERR, W.E. Estudos sobre o gênero *Melipona* III. In: ANAIS DA ESCOLA DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ, Piracicaba-SP, *Anais...*, Piracicaba-SP, Vol.5, p.181-294, 1948.
- KERR, W.E & KRAUSE, W. Contribuição para o conhecimento da bionomia dos Meliponini. Fecundação da rainha em *Melipona quadrifasciata* Lep. *Dusenya*, 1:275-282, 1950.
- KERR, W.E. Bases para o estudo da genética de populações dos Hymenoptera em geral e dos Apinae sociais em particular. In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ", Lavras, MG, *Anais...*, Lavras, MG, p.219-341, 1951.
- KERR, W.E. & MAULE. Geographical distribution of stingless bees and its implications (Hymenoptera, Apidae). *J. New York Ent. Soc.*, 57:2-17, 1964.

- KERR, W.E.; SAKAGAMI, S.F.; ZUCCHI, R.; PORTUGAL ARAÚJO, V.; CAMARGO, J.M.F. Observação sobre a arquitetura dos ninhos e comportamento de algumas espécies de abelhas sem ferrão das vizinhanças de Manaus, Amazonas (Hymenoptera, Apoidea). *Atas. Simp. Biota Amazônica*, 5:255-309, 1967.
- KERR, W.E.; CUNHA, R.; PISANI, J.F. Genética de determinação do sexo XII. Aplicação de métodos numéricos para agrupar sexos e castas de *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lep. (Apidae). *Rev. Brasil. Biol.*, 38(2):319-394, 1978.
- KERR, W.E. & VENCOVSKY, R. Melhoramento genético em abelhas I. Efeito do número de colônias sobre o melhoramento. *Rev. Brasil. Genét.*, 5:279-285, 1982.
- KERR, W.E.; ABSY, M.L.; SOUZA, A.C.M. Espécies Nectaríferas e Poliníferas utilizadas pela Abelha *Melipona compressipes fasciculata* Smith (Meliponinae, Apidae), no Maranhão. *Acta Amazônica*, 16/17 (número único):145-156, 1986, 1987.
- KERR, W.E. *Biologia, manejo e genética de Melipona compressipes fasciculata* Smith (Hymenoptera: Apidae). Univ. Fed. Maranhão, São Luiz, MA. 1987, 141p. (Tese Titular).
- KERR, W.E.; NASCIMENTO, V.A.; CARVALHO, G.A. Há salvação para os Meliponínios? In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 1, Ribeirão Preto-SP, *Anais...*, Ribeirão Preto-SP, p.1-60, 1994.
- KERR, W.E. Progresso na genética de abelhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 10, Pousada do Rio Quente, *Anais...*, Pousada do Rio Quente, p.264-277, 1994.
- LAIDLAW JR., H.H. Production of queens and package bees. In: *The hive and the honey bee*. Chapter XXIII. Edited by Dadant & Sons, Hamilton, Illinois, p.989-1041, 1992.
- MACKENSEN, O. Viability and sex determination in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Genetics*, 36:500-509, 1951.
- MELO, G.A.R. & CAMPOS, L.A.O. 1987. Variação do padrão de faixas na população de *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1936 no Estado de Minas Gerais (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 14, Juiz de Fora-MG, *Anais...*, Juiz de Fora-MG, 1987.

- MENEZES, A.M.L.; CARVALHO, G.A.; NASCIMENTO, V.A.; AIDAR, D.S.; KERR, W.E. Transporte de rainhas fisiogástricas-novo método para seleção e aumento da população geneticamente ativa de Meliponínios. *Rev. Brasil. Genét.*, 16(3):322, 1993.
- MICHENER, C.D. Biogeography of the bees. *Ann. Mo. Bot. Gard.*, 66:277:347, 1979.
- MICHENER, C.D. *The social behavior of the bees. Comparative study.* Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 404pp., 1974.
- MOURE, J.S. & CAMARGO, J.M.F. *Melipona capixaba*, 1994.
- MOURE, J.S. & KERR, W.E. Sugestões para a modificação da sistemática do gênero *Melipona* (HYMENOPTERA, APOIDEA). *Dusenya*, 1 (2):105-29, 1950.
- MOURE, J.S. Notas sobre as espécies de *Melipona* descritos por Lepeletier em 1836 (HYMENOPTERA, APIDAE). *Rev. Brasil. Biol.*, 35(4):615-23, 1975.
- NASCIMENTO, V.A.; CARVALHO, G.A.; MENEZES, A.M.L.; AIDAR, D.S.; KERR, W.E. Técnica para aumento de população da abelha uruçú (*Melipona scutellaris* Lep.) para fins de seleção. *Ciência e Cultura* (supl.): 856, 1993.
- NOGUEIRA-NETO, P. A colméia racional para algumas de nossas abelhas que não ferream. *Chácaras e Quintais*, 77:559-561, 1948.
- NOGUEIRA-NETO, P. *A criação racional das abelhas indígenas sem ferrão.* 2.ed. Tecnapis, São Paulo, SP. 1970, 365p.
- NOGUEIRA-NETO, P. Meliponicultura. *Chácaras e Quintais*, 106(2): 324, 1962a.
- NOGUEIRA-NETO, P. Novas técnicas para criar Meliponínios (HYMENOPTERA, APIDAE, MELIPONINAE). *Publ. Tecnapis sobre Ecologia e Etologia (Ecoetologia)* nº 5, 15p, 1993.
- NOGUEIRA-NETO, P. O início da apicultura no Brasil. *Biol. Agric.*, 49:3-14, 1962b.
- NOGUEIRA-NETO, P. Stingless bees and their study. *Bee World*, 32(10):73-76, 1951.

- PINTO de OLIVEIRA, A. A abelha uruçú. *Chácaras e Quintais*, 76:214-215, 1947.
- RODRIGUES, W. & VALLE, R.C. Ocorrência de ocos em matas de baixo da região de Manaus, Amazonas. Estudo preliminar. *Publ. INPA, Série Botânica*, 16:1-8, 1964.
- ROUBIK, D.W. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge, University Press, New York, 514p. 1989.
- SAKAGAMI, S.F.; MONTENEGRO, M.; KERR, W.E. Behavioral studies of stingless bees with special references to the oviposition process V. *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lapeletier. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI Zool.*, 15(4):578-607, 1965.
- SAKAGAMI, S.F. Techniques for the observation of behaviour and social organization of stingless bees by using a special hive. *Papéis avulsos do Depto. Zool. Secr. Agric.*, 19:151-162, 14 figs, 1966.
- SCHWARZ, H.F. The genus *Melipona*. *Bull. American Mus. Nat. History*, 63:231-460, 1983.
- SHIMANUKI, H.; KNOX, D.A.; DE JONG, D. Bee diseases, parasites and pests. In: Spivak, M.; Fletcher, D.J.C.; Breed M.D. (eds.). *The african honey bee*. Westview Press, Boulder, Colorado, p.238-296, 1991.
- SOMMER, P.G. *Ecologia a serviço das abelhas*, 1994 (prelo).
- SOMMER, P.G. Observações sobre colônias naturais de *Melipona quadrifasciata* Lep. que ocupam colméias vazias de *Apis mellifera*. *Ciência e Cultura*, 33(5):701-702, 1980.
- TAMBASCO, A.J. Processo reprodutivo em *Melipona quadrifasciata* e seu impacto na população geneticamente ativa. *Ciênc. Cult. (Supl.)*: 103-4, 1979.
- TERADA, Y. Enxameagem em *Frieseomelitta varia* L. (Hymenoptera, Apidae). In: Homenagem à W.E. Kerr. Rio Claro, SP. Brasil. pp. 293-299. 1972.
- VASIL, I.K. & HERRERA-ESTRELLA, L. Da revolução verde à revolução genética. *O Correio da UNESCO*, 22(8):30-34, 1994.
- VELLARD, J. *Une civilization du miel. Les indiens Guaiakys du Paraguay*. Ed.: Librairie Gallinard, Paris, 1939, 1-189, 24 pls.

- WALKER, I. *Algumas considerações sobre um programa de zoneamento da Amazônia. 2º capítulo de "Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas"*. Ed. Adalberto L. Val., Roberto Figlionolo, Eliana Feldberg. INPA, Manaus, AM, 1:37-46, 1991.
- WALLER, G.D. Evaluating responses of honey bees to sugar solutions using an artificial-flower feeder. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 65:857-862, 1972.
- WIESE, H. *Nova apicultura*. 7.ed. Porto Alegre, Agropecuária, 493p., 1986.
- WILLE, A. & OROZCO, E. Observations on the founding of a new colony of *Trigona cupira* (Hymenoptera, Apidae) in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 22(2):253-287, 1975.
- YOKOYAMA, S. & NEI, M. Population dynamics of sex-determining alleles in honey bees and self-incompatibility alleles in plants. *Genetics*, 91: 609-626, 1979.
- ZUCOLOTO, F.S. Aspectos gerais da nutrição de insetos, com especial referência em abelhas. In: 1º ENCONTRO SOBRE ABELHAS DE RIBEIRÃO PRETO, Ribeirão Preto-SP, *Anais...*, Ribeirão Preto-SP, p.27-37, 1994.

APÊNDICE A

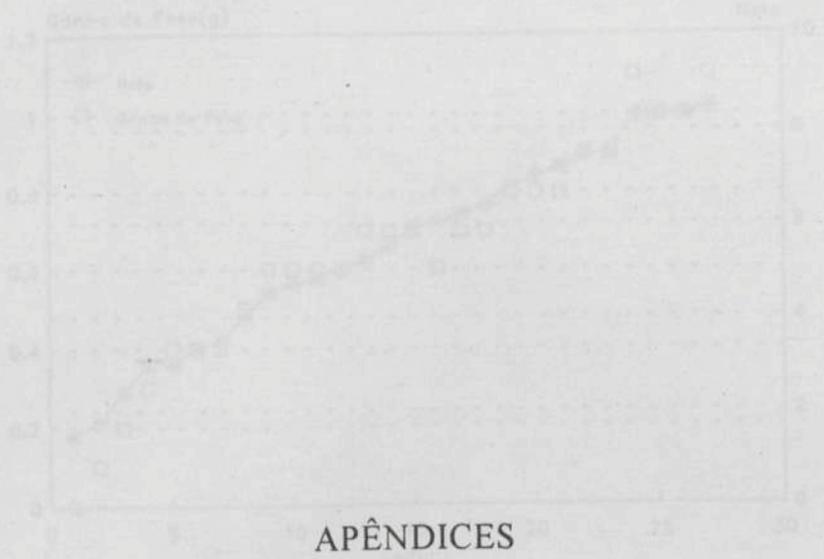


FIGURA 1A - Variação de Peso e Nota; Colônia 1, Método 1 (23/2/93).



FIGURA 2A - Variação de Peso e Nota; Colônia 4, Método 1 (3/3/93).

APÊNDICE A

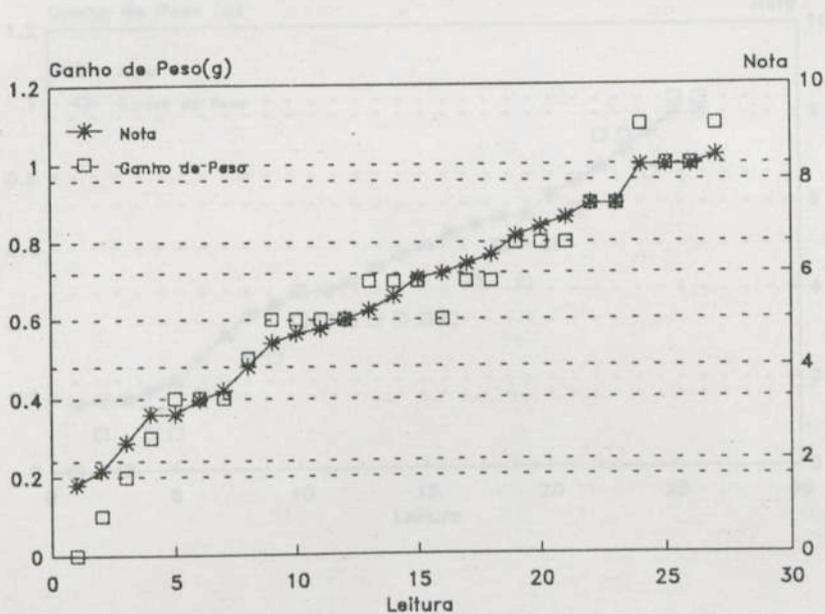


FIGURA 3A - Variação de Peso e Nota; Colônia 6, Método 1 (3/3/93)

FIGURA 1A - Variação de Peso e Nota; Colônia 1, Método 1 (23/2/93).

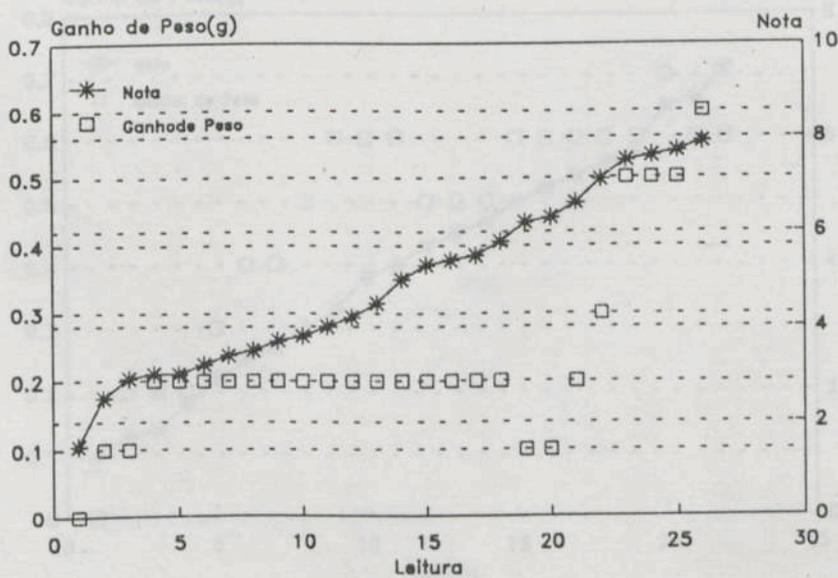


FIGURA 2A - Variação de Peso e Nota; Colônia 4, Método 1 (3/3/93).

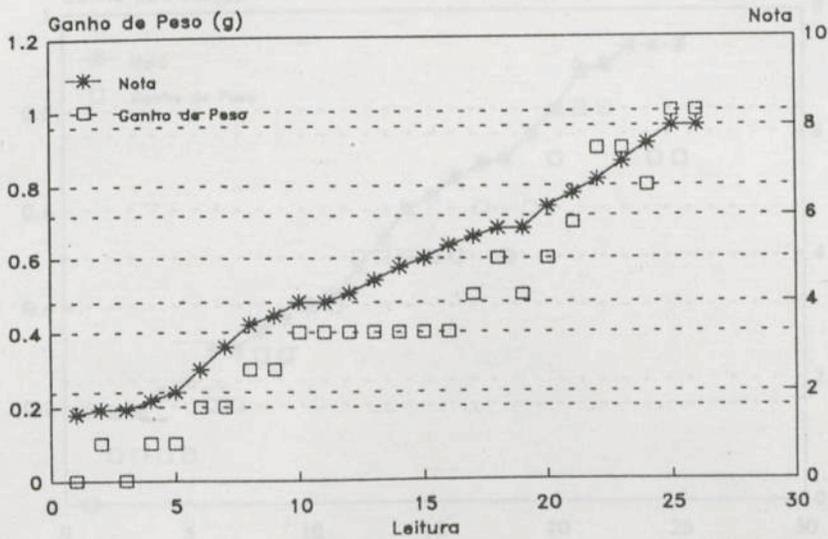


FIGURA 3A - Variação de Peso e Nota; Colônia 6, Método 1 (5/3/93).

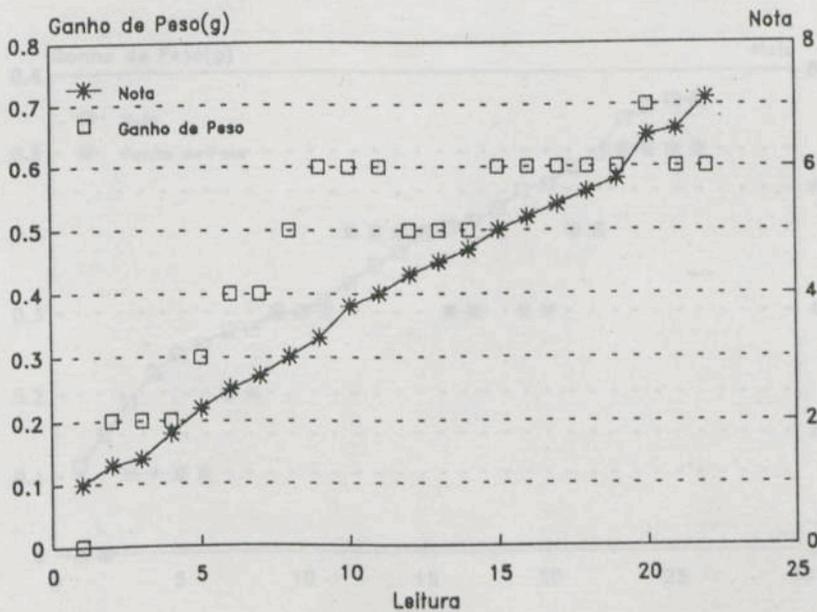


FIGURA 4A - Variação de Peso e Nota; Colônia 9, Método 1 (4/4/93).

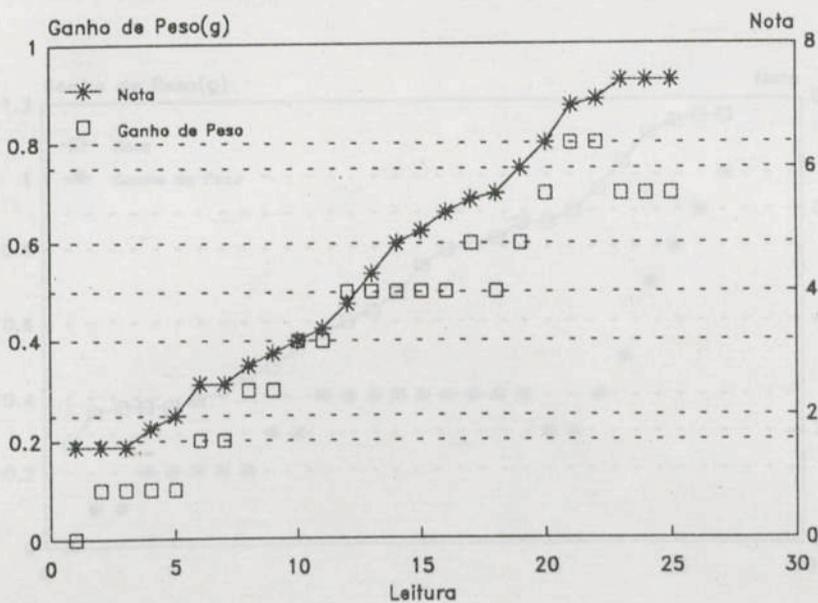


FIGURA 5A - Variação de Peso e Nota; Colônia 10, Método 1 (15/3/93).

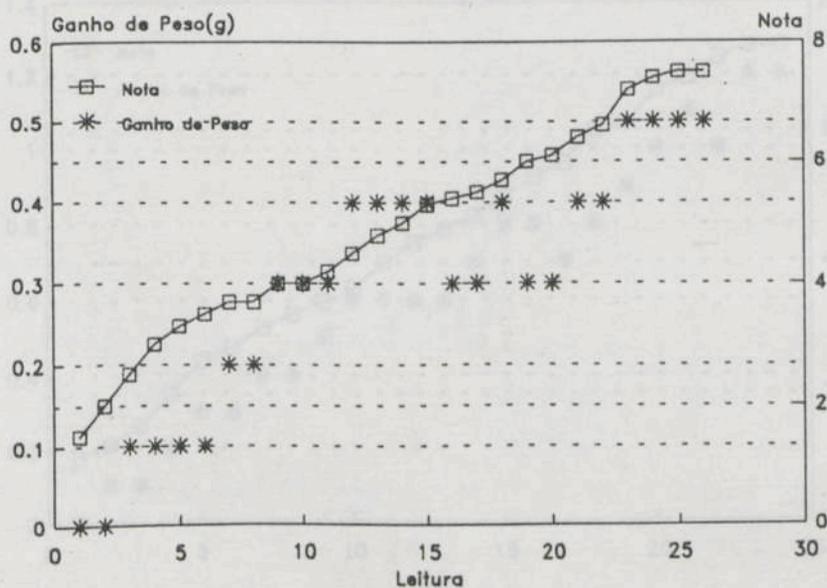


FIGURA 6A - Variação de Peso e Nota; Colônia 3, Método 2 (5/3/93).

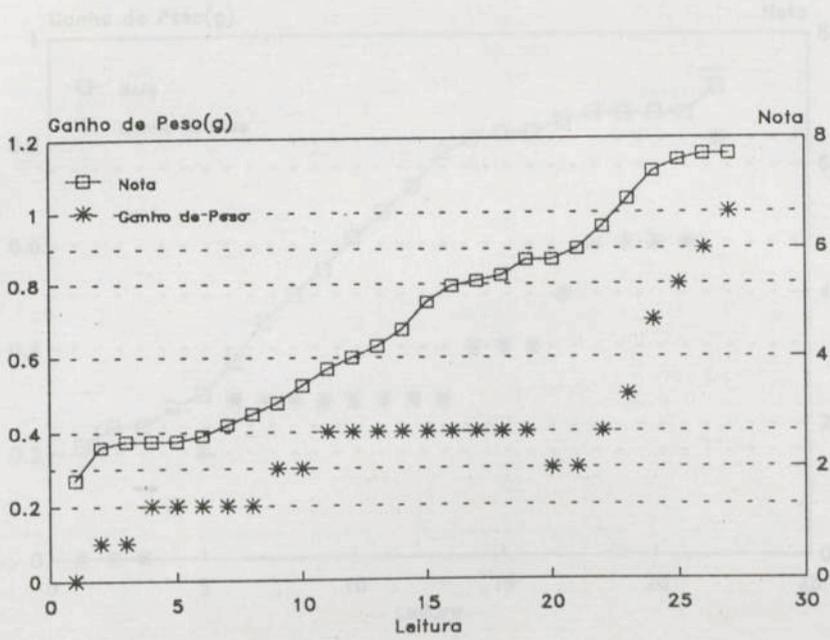


FIGURA 7A - Variação de Peso e Nota; Colônia 5, Método 2 (23/3/93).

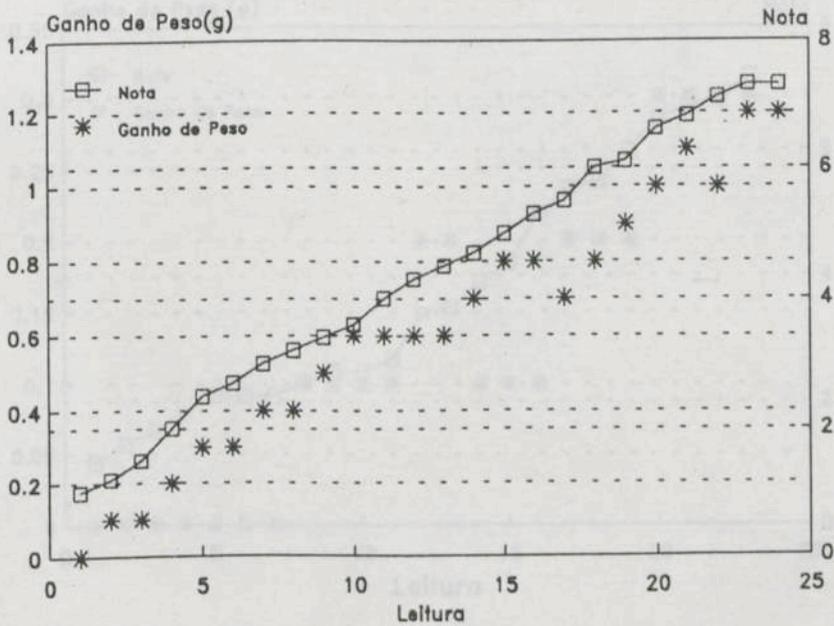


FIGURA 8A - Variação de Peso e Nota; Colônia 8, Modelo 2 (25/3/93).

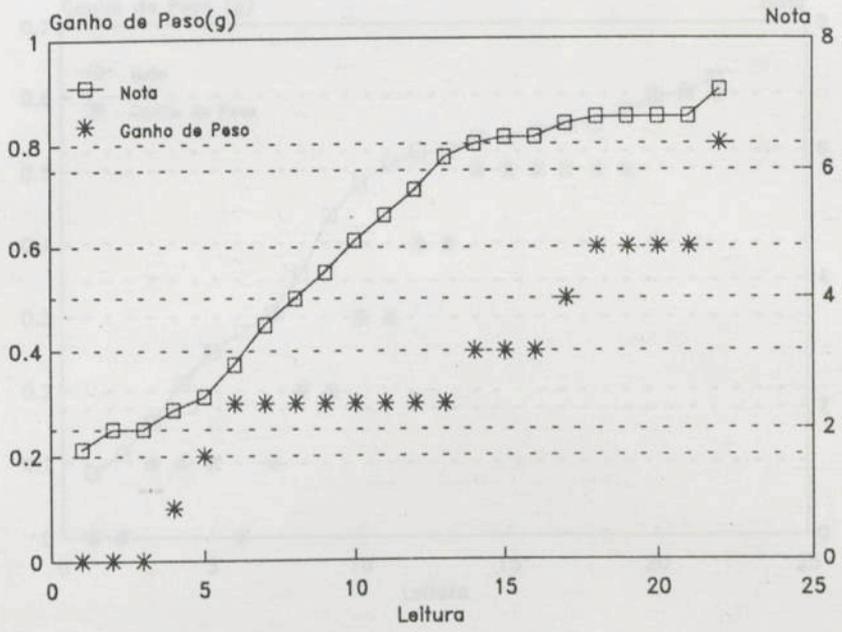


FIGURA 9A - Variação de Peso e Nota; Colônia 15, Método 2 (12/8/93).

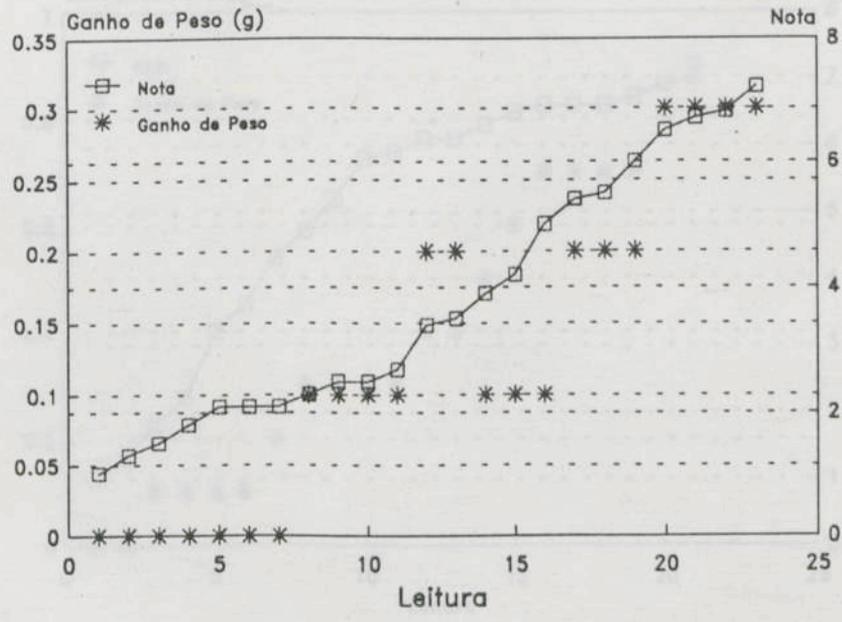


FIGURA 10A - Variação de Peso e Nota; Colônia 13, Método 3 (24/5/93).

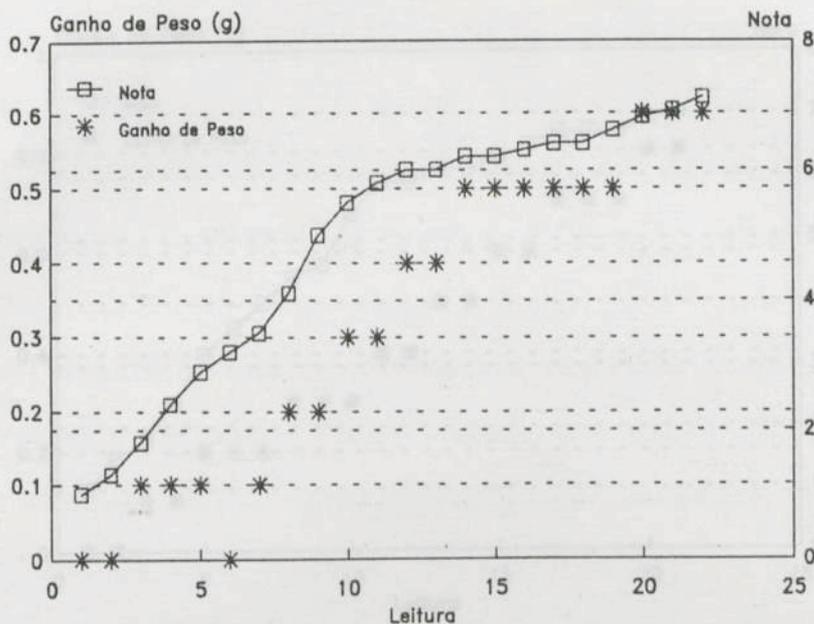


FIGURA 11A - Variação de Peso e Nota; Colônia 16, Método 3 (14/8/93).

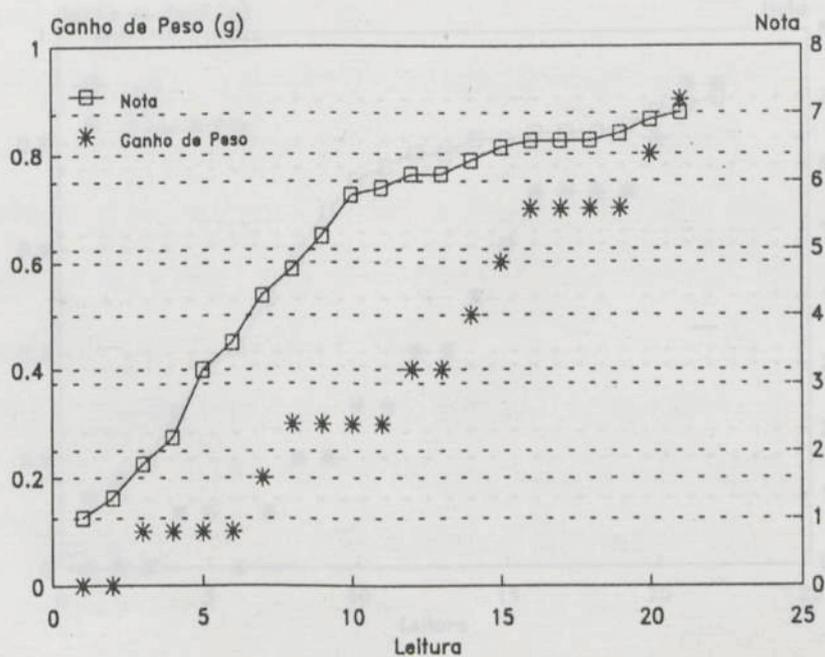


FIGURA 12A - Variação de Peso e Nota; Colônia 17, Método 3 (16/8/93).

APÊNDICE B

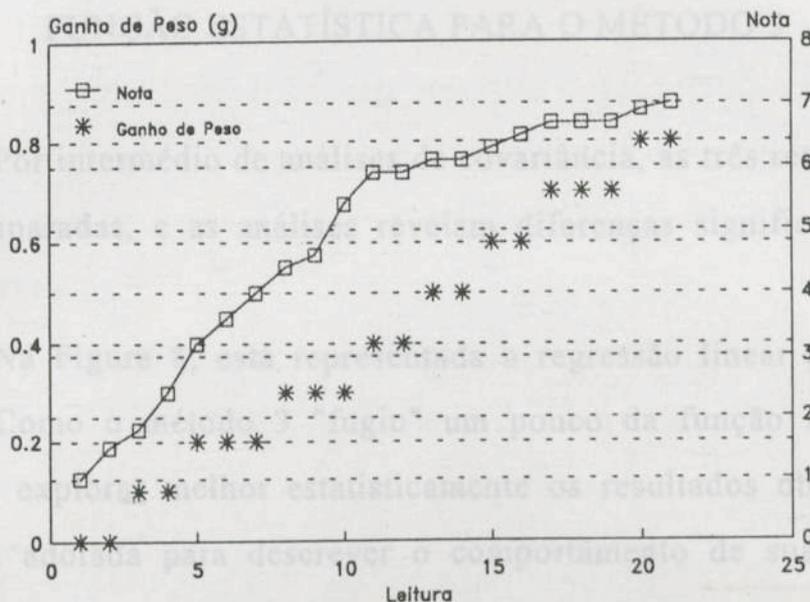


FIGURA 13A - Variação de Peso e Nota; Colônia 18, Método 3 (16/8/93).

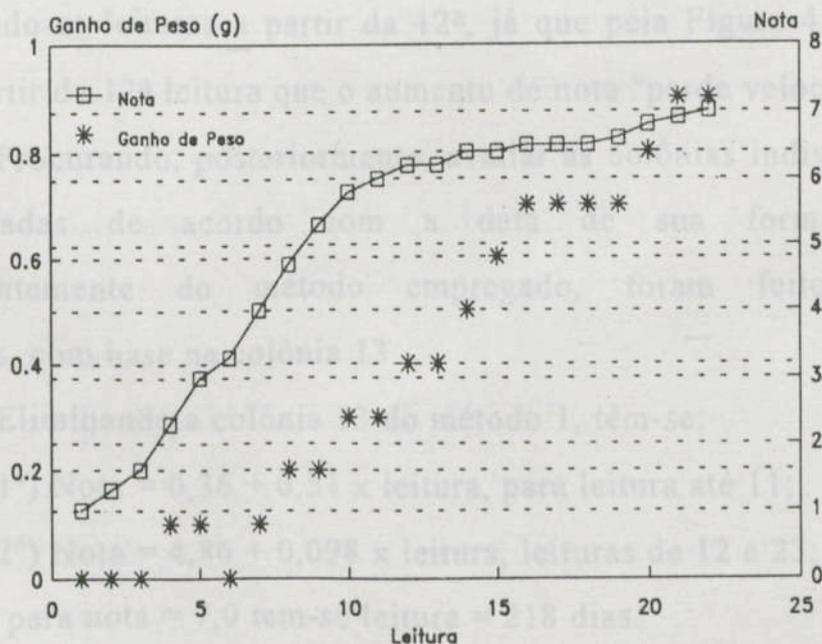


FIGURA 14A - Variação de Peso e Nota; Colônia 19, Método 3 (16/8/93).

APÊNDICE B

FUNÇÃO ESTATÍSTICA PARA O MÉTODO 3

Por intermédio de análises de covariância, as três retas ajustadas foram comparadas, e as análises revelam diferenças significativas entre elas.

Na Figura 8, está representada a regressão linear para os três métodos. Como o método 3 "fugiu" um pouco da função linear, e no sentido de explorar melhor estatisticamente os resultados obtidos, outra função foi adotada para descrever o comportamento de suas notas em relação ao tempo (leituras).

A função ajustada foi:

Nota: αe^{β} (leitura).

Foi realizado um ensaio para ajustar duas notas para este método. A primeira, considerando o dia 110 (11^a leitura), e a segunda considerando as leituras a partir da 12^a, já que pela Figura 4 observa-se que é a partir da 12^a leitura que o aumento de nota "perde velocidade".

Procurando, posteriormente, avaliar as colônias individualmente ou agrupadas de acordo com a data de sua formação, mas independentemente do método empregado, foram feitos estudos estatísticos, com base na colônia 13.

Eliminando a colônia 13 do método 1, têm-se:

1º) Nota = $0,36 + 0,51 \times$ leitura, para leitura até 11;

2º) Nota = $4,86 + 0,098 \times$ leitura, leituras de 12 a 23; e

$R^2 = 89\%$, para nota = 7,0 tem-se leitura = 218 dias.

COMPARAÇÃO ENTRE AS VARIÂNCIAS

Para a comparação entre as variâncias das três regressões, foi feito o teste de homogeneidade entre elas, isto é, foi verificado se s^2_1 , s^2_2 e s^2_3 estão estimando o mesmo α^2 (variância), que no caso seria o $QM_{\text{resíduo}}$ se uma só regressão fosse ajustada para os métodos.

Têm-se:

$s^2_1 = 0,1554$, com $v_1 = 107$ graus de liberdade;

$s^2_2 = 0,2531$, com $v_2 = 89$ graus de liberdade; e

$s^2_3 = 0,7326$, com $v_3 = 107$ graus de liberdade.

Lembrando que $a = 3$ (três métodos).

Segundo Bartlett, M/C tem distribuição X^2 com $(a-1)$ graus de liberdade sob H_0 .

Então, M/C é igual, aproximadamente, a 68, que é muito maior do que $X^2_{2gl; p=0,01} = 9,21$. Isto é, M/C é bem maior que $X^2_{2;0,01}$, sugerindo a rejeição de H_0 em nível de $p = 1\%$ de significância.

Como o método 3 é o que apresenta a maior variância, com $s^2_3 = 0,7326$, foi feito o teste $H_0: \alpha^2_1 = \alpha^2_2$, para verificar se os métodos 1 e 2 também se diferenciam entre si.

Tem-se que s^2_2/s^2_1 tem distribuição F com (v_2, v_1) graus de liberdade. Mas:

$$s^2_2/s^2_1 = 0,2531/0,1554 = 1,6287 < F_{(89;107)gl; p=0,05} = 1,5.$$

Portanto, em nível alfa = 5%, não se pode rejeitar a hipótese de que $H_0: \alpha^2_1 = \alpha^2_2$.

Então, conclui-se que a diferença entre as três variâncias provém do método 3 e, em consequência, não faz sentido considerar ajuste comum para os três métodos.

A comparação entre as retas ajustadas e a análise de covariância dos métodos 1 e 2 é demonstrada pelo Quadro 5.

