

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
NÚCLEO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DESENVOLVIMENTO RURAL  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –  
AMAZÔNIA ORIENTAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Luciano Costa

**NUTRIÇÃO DE OPERÁRIAS DE URUÇU-AMARELA,  
*Melipona flavolineata* FRIESE, 1900  
(APIDAE: MELIPONINA)**

Belém  
2008

**Luciano Costa**

**NUTRIÇÃO DE OPERÁRIAS DE URUÇU-AMARELA,  
*Melipona flavolineata* FRIESE, 1900  
(APIDAE: MELIPONINA)**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.  
Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Dr. Giorgio Cristino Venturieri.

Belém  
2008

## **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) –**

**Biblioteca Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural / UFPA, Belém-PA**

---

Costa, Luciano

Nutrição de operárias de urucu-amarela, *Melipona flavolineata* Friese, 1900 (Apidae: Meliponina) / Luciano Costa; orientador, Giorgio Cristino Venturieri. - 2008.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Amazônia Oriental, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2008.

1. Abelha sem ferrão – Criação. 2. Abelha sem ferrão - Alimentação e rações. 3. Mel. I. Título.

---

CDD – 22.ed. 638.1

**Luciano Costa**

**NUTRIÇÃO DE OPERÁRIAS DE URUÇU-AMARELA,  
*Melipona flavolineata* FRIESE, 1900  
(APIDAE: MELIPONINA)**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.  
Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Dr. Giorgio Cristino Venturieri.

Data da aprovação. Belém - PA: 27/02/2008

Banca Examinadora

---

Nome: Giorgio Cristino Venturieri  
Titulação: Doutor – Embrapa Amazônia Oriental

---

Nome: Felipe Andrés León Contrera  
Titulação: Doutor – CNPq/Embrapa

---

Nome: José de Brito Lourenço Júnior  
Titulação: Doutor – Embrapa Amazônia Oriental

Dedico este trabalho às abelhas jataí,  
tubuna, mirim e mandaçaia, onde tudo  
começou...

## AGRADECIMENTOS

Às instituições envolvidas no Mestrado em Ciência Animal, UFPA, UFRA e EMBRAPA Amazônia Oriental.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa que possibilitou este estudo.

Ao Dr. Giorgio Cristino Venturieri, pela orientação, paciência e amizade.

A equipe de colaboradores do Dr. Giorgio C. Ventueri: Glauber L. Moreira, Elisângela S. Rego, Nercy V. C. R. Pires, Marília M. Fernandes, Charles A. B. Pereira e José Alves Rocha.

Ao Dr. Joaquim Ivanir Gomes, à Dra. Regina C. V. Martins da Silva, à Dra. Fernanda Ilkiu Borges de Souza, à Msc. Silvane Tavares Rodrigues e demais membros da equipe do Laboratório de Botânica (Embrapa), pelos inúmeros auxílios prestados e pela amizade.

À Dra. Diva Anelie Guimarães (UFPA), pelas orientações e pelo uso de seu laboratório.

Ao Dr. Cláudio Vieira de Araújo (UFRA), pelo auxílio estatístico.

Ao Dr. Maurício de Castro Robert, pelo empréstimo de literaturas e auxílio estatístico.

Ao Dr. Felipe Andrés León Contrera (CNPq / Embrapa), pelas sugestões, que muito contribuíram com este trabalho.

Ao Dr. Fernando Sergio Zucoloto (FFCLRP – USP), pelas consultas durante a execução dos experimentos e análises das operárias.

A acadêmica de Agronomia (UFRA) Tatiana Lobato, pela amizade e auxílios na execução deste trabalho.

Ao acadêmico de Agronomia (UFRA) Peter Hanz Müller, pela amizade e pela dedicação a Meliponicultura e a Apicultura.

Aos amigos da Casa Vermelha (em ordem alfabética): Benjamim, Cláudia, Cristina, Daniel, Galvanda, Georgete, Ilma, Lucas, Marco, Naza, Paul, Phidias, Thiago, Trilby, Vânia, Yukie e, em especial: Jan e Rozilda, por manterem esta casa de gente boa!

Ao pessoal da Apisal: Marrom, irmãos Anderson e Douglas Schwanke e família, Gordo, Maurício, Sr. Joca e todos os demais.

Ao Nazareno (Duquinha) e família, ao Sr. Roque, ao Sr. Eduardo, ao Sebastião e demais meliponicultores que conheci no Pará. Pessoas dedicadas que amam as abelhas sem ferrão e muito sabem sobre estas belas criaturas.

Aos amigos e amigas de Curitiba: Thomas, Tiago, Tuca, Fabiano, Robson, Rafael, Fernanda, Neli, Gabi, Regina, Noelle, Célia e ... todos mais, pela camaradagem, que nunca falta, e pelo amor a natureza.

Aos meus pais, Aneiva M. Pavei Costa e Fausto Costa; aos irmãos, Giampaolo e Giuliana P. Costa pelo apoio e paciência; e ao Ian Davi, por ser um sobrinho esperto e querido.

Aos tios, tias e avó que sempre ajudam, em especial: aos tios Jorge e Teresa Zanella e família; e a avó Almerinda Acordi Pavei.

Agradeço, também, a todas as pessoas que participaram direta ou indiretamente na execução deste trabalho e que eu possa ter esquecido de citar o nome. Muito Obrigado!!!!

*“Prefiro ser essa metamorfose ambulante  
do que ter aquela velha opinião formada  
sobre tudo”.*

Raul Seixas.

## RESUMO

A criação de abelhas sem ferrão é antiga nas Américas. No entanto, a atividade ainda está subdesenvolvida, necessitando de melhorias nas técnicas de manejo. Este estudo avaliou alternativas nutricionais para a abelha amazônica *Melipona flavolineata*, visando substituição da alimentação com mel e pólen fermentado. As seguintes alternativas nutricionais foram comparadas com o mel (T1): xarope de açúcar invertido com minerais (T2) e este xarope acrescido de solução de aminoácidos e vitaminas nas seguintes concentrações: 0,5% (T3), 1,0% (T4) e 10% (T5). Ao pólen fermentado (T1) foram comparados alimentos fermentados com inóculo de pólen fermentado de *M. flavolineata*, constituídos de: pólen apícola (T2); levedo (T3); e extrato de soja, em duas diferentes concentrações de proteínas (T4, 12% e T5, 18%). O valor nutricional das dietas foi baseado no consumo diário, no peso das operárias, no tamanho dos ácidos das glândulas hipofaríngeas e no tamanho dos oócitos. Avaliaram-se, também, os custos dos ingredientes das dietas. Os resultados obtidos indicaram que dentre as alternativas para o mel, não houve diferenças estatísticas entre o controle e todos os tratamentos. Foram encontradas diferenças apenas entre os tamanhos dos ácidos das operárias alimentadas com os tratamentos 2 e 4, sendo o tratamento 4 superior. Os custos dos ingredientes indicaram o tratamento 2 como sendo mais barato que os demais. Dentre as alternativas para o saburá foram encontradas maiores diferenças. O consumo do tratamento 4 foi significativamente superior ao do T3, indicando maior aceitação do extrato de soja em relação ao levedo. Em relação aos demais parâmetros avaliados, o tratamento 5 foi superior a todos os demais e seu custo foi muito inferior ao do T2 e semelhante ao dos T3 e T4. Concluiu-se que as melhores alternativas para a nutrição de *M. flavolineata* são o xarope de açúcar invertido com minerais, e o pólen fermentado semi-artificial à base de extrato de soja. Colônias recém-formadas, com 500-600 abelhas, devem receber 10 a 20 ml de xarope e 25 g de pólen fermentado semi-artificial semanalmente.

*Palavras-chave:* Abelhas sem ferrão. Meliponicultura. Mel. Xarope de açúcar. Pólen fermentado. Levedo. Extrato de soja.

## ABSTRACT

Stingless beekeeping is an old practice in the Americas. However, the activity is still undeveloped, requiring management techniques improvements. This study evaluated nutritional alternatives for the Amazonian stingless bee *Melipona flavolineata*, looking for a food replacement for honey and fermented pollen. The following food replacement were compared to honey (T1): inverted sugar syrup with minerals (T2), inverted sugar syrup with amino acids and vitamins in the following concentrations: 0.5% (T3), 1.0% (T4) and 10% (T5). It was compared to fermented pollen (T1), fermented foods with inoculum of fermented pollen of *M. flavolineata* consisting of: commercial pollen of *A. mellifera* (T2); brewer's yeast (T3), and soybean extract in two different concentrations of proteins (T4, 12%; and T5, 18%). The nutritional value of the diet was based on the daily intake, on the weight of workers, on the size of hypopharyngeal glands acini and on the size of oocytes. The cost of the ingredients of the diets was also evaluated. The results showed that among the alternatives to honey, there were no significant differences between the control and all treatments. Differences were found only between the sizes of acini of workers that were fed by treatments 2 and 4, in which treatment 4 was superior. The costs of ingredients indicated the treatment 2 as cheaper than the others. Among the alternatives to the fermented pollen, larger differences were found. Consumption of treatment 4 was significantly higher than treatment 3, indicating a greater acceptance of soybean extract in relation to yeast. For other parameters evaluated, treatment 5 was superior to all others and its cost was much lower than the T2 and similar to T3 and T4. We concluded that the best alternative for the nutrition of *M. flavolineata* are the sugar inverted syrup with minerals, and semi-artificial fermented pollen based in soybean extract (T5, 18% proteins). Newly formed colonies, having 500-600 bees, must receive 10 to 20 ml of syrup and 25 g of semi-artificial fermented pollen weekly.

*Key-words:* Stingless bees. Meliponiculture. Honey. Sugar syrup. Fermented pollen. Yeast. Soybean extract.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
2.1 AS ABELHAS SEM FERRÃO.....	13
2.2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DAS ABELHAS.....	21
2.2.1 Estudos sobre Nutrição em Abelhas sem Ferrão.....	24
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
3.1 DIETAS TESTADAS.....	27
3.1.1 Dietas Alternativas para o Mel.....	27
3.1.2 Dietas Alternativas para o Saburá.....	29
3.2 ANÁLISE DO VALOR NUTRICIONAL DAS DIETAS.....	31
<b>4 RESULTADOS</b> .....	37
4.1 DIETAS ALTERNATIVAS PARA O MEL.....	37
4.2 DIETAS ALTERNATIVAS PARA O SABURÁ.....	46
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	54
5.1 DIETAS ALTERNATIVAS PARA O MEL.....	54
5.2 DIETAS ALTERNATIVAS PARA O SABURÁ.....	56
5.3 IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO NUTRICIONAL DE COLÔNIAS RECÉM- FORMADAS DE <i>Melipona flavolineata</i> .....	62
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	63
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	65
<b>APÊNDICE A</b> .....	71

## 1 INTRODUÇÃO

A criação de abelhas sem ferrão é uma prática antiga nas Américas. Na América Central, várias espécies, como a *Melipona beecheii*, foram domesticadas por indígenas como os Maias (Fig. 1) (KERR; PETRERRE JR; DINIZ FILHO, 2001; QUEZADA-EUÁN, 2001; CORTOPASSI-LAURINO, 2002; VILLANUEVA-G; ROUBIK; COLU-UCÁN, 2005; CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006). Muitos grupos indígenas do norte e nordeste brasileiro criavam abelhas sem ferrão e parte de seu conhecimento foi transmitida a populações tradicionais, que atualmente se dedicam a esta atividade (POSEY, 1983; CAMARGO; POSEY, 1990; KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; VENTURIERI; RAIOL; PEREIRA, 2003; CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006).

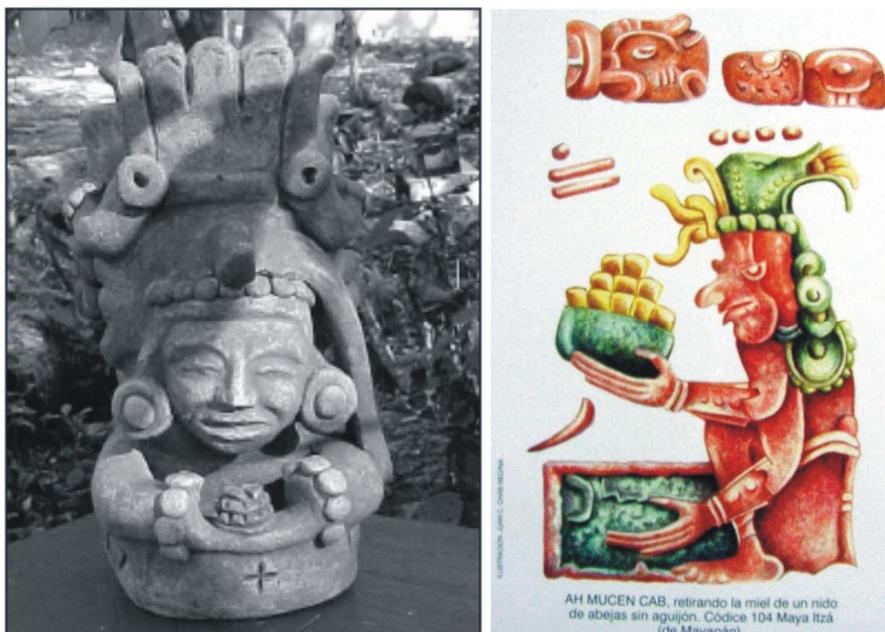


Figura 1. Duas representações do Deus Maia do mel, Ah-Mucen-Kab. Na esquerda, uma estátua representando a divindade segurando favos de cria ou potes de mel (QUEZADA-EUÁN, 2001). Na direita, uma ilustração do códice Maia de Madri, onde o Deus aparece colhendo mel de uma colméia de abelhas sem ferrão (CORTOPASSI-LAURINO, 2002).

Atualmente muitas espécies de abelhas sem ferrão têm sido criadas com diversas finalidades. Dentre elas, destaca-se como principal, a criação para produção de mel, como é o caso da *M. scutellaris*, da *M. fasciculata*, da *M. quadrifasciata*, da *M. subnitida*, da *Tetragonisca angustula* e da *Scaptotrigona depilis*, dentre outras (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; VENTURIERI; RAIOL; PEREIRA, 2003; CORTOPASSI-LAURINO, 2005; OLIVEIRA et al., 2006; PEREIRA et al., 2006; SOUZA et al., 2006; YAMAMOTO; AKATSU; SOARES, 2007). Destaca-se, também, a criação com a finalidade de polinizar culturas agrícolas, sendo que, para isto podem ser citadas as espécies *M. scutellaris*, *M. subnitida*, *M. quadrifasciata*, *Nannotrigona testaceicornis*, *S. depilis*, *T. angustula* e muitas outras com grande potencial (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; CRUZ et al., 2004; SANTOS et al., 2006; SLAA et al., 2006).

A meliponicultura, nome dado ao cultivo das abelhas indígenas sem ferrão (NOGUEIRA-NETO, 1997), enquadra-se no conceito de diversificação e melhor uso das terras da Amazônia, sendo uma prática de uso sustentado de recursos naturais (VENTURIERI, 2004). Este autor relata que a *M. flavolineata* ou uruçú-amarela, como é popularmente conhecida, é uma das espécies de abelha sem ferrão mais criada por agricultores familiares do nordeste paraense. Esta espécie apresenta ocorrência natural nos Estados do Amazonas, Pará, Maranhão e Tocantins (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002).

No Estado do Pará, a Embrapa Amazônia Oriental tem incentivado a meliponicultura entre agricultores familiares. Com esta finalidade, cursos sobre biologia e manejo de abelhas indígenas têm sido ministrados pelo interior do Estado, com distribuição de material didático e de caixas para a criação racional das principais espécies nativas (VENTURIERI, 2007).

No entanto, para a consolidação da meliponicultura como atividade comercial e de preservação da fauna silvestre, algumas metas precisam ser atingidas. Dentre estas metas, destaca-se a necessidade de aumentar o número de colônias disponíveis para a criação. Atualmente, na Amazônia, assim como em outras regiões brasileiras, a meliponicultura tem sofrido grande expansão e a oferta de colônias para criação ainda é bastante reduzida. Em função disso, a coleta de ninhos na natureza ainda é a forma tradicional de se obter colônias, mesmo sendo esta prática proibida, de acordo com a legislação brasileira (Lei nº 9.605/98). Além disso, os ninhos naturais de algumas espécies de meliponíneos são cada vez mais raros, devido à degradação ambiental.

Para que a multiplicação artificial de colônias possa ser executada em larga escala, é necessário conhecer e aprimorar alimentos substitutos para o mel e o saburá (pólen fermentado), de forma a garantir a nutrição de novas colônias, possibilitando seu

desenvolvimento adequado. Isto é especialmente necessário em períodos de pouca florada ou em locais onde as floradas não comportam um grande número de colônias. Falta de flores para sustentar colônias de abelhas é comum em centros de pesquisa, limitando as atividades relacionadas às colônias (CAMARGO, 1976; FERNANDES-DA-SILVA; ZUCOLOTO, 1990). Do mesmo modo, a criação comercial de abelhas (indígenas ou africanizadas), por lidar com grande número de colméias e devido ao investimento realizado, não deve ficar unicamente dependente dos fatores ambientais.

O aprimoramento das técnicas de manejo vem sendo apontado como alternativa para a conservação de diversas espécies de abelhas-sem-ferrão ameaçadas de extinção (MIKICH; BÉRNILS, 2004). A nutrição é um aspecto importante a ser aprimorado na criação racional de qualquer espécie, para que esta possa desempenhar seu potencial genético, a fim de aumentar os ganhos com a produção.

Nas abelhas do gênero *Melipona*, é importante que a alimentação apresente valor nutricional adequado ao seu metabolismo, uma vez que a determinação das castas é influenciada pela qualidade do alimento que é despejado nas células de cria (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; KERR, 1997; VIEIRA et al., 2004).

Assim, é evidente a importância de uma nutrição adequada, para a criação das abelhas do gênero *Melipona*, tanto para aumentar a produção de mel e outros produtos, como para a preservação das espécies. Deste modo, é possível manter a produção adequada de rainhas, operárias e zangões, para a manutenção de colônias fortes e que possam ser multiplicadas.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes alternativas nutricionais para o mel e o pólen fermentado (saborá), em operárias de *Melipona flavolineata* Friese, 1900, e discutir as implicações dos alimentos mais adequados para o manejo nutricional de colônias recém-formadas.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 AS ABELHAS SEM FERRÃO**

As abelhas (Apiformes) compreendem aproximadamente 16.000 espécies de himenópteros aculeados, que ao invés de predarem outros artrópodes, coletam pólen e néctar como fontes de proteínas e carboidratos (MICHENER, 2000). Dentre os Apiformes, Michener (2000) reconhece sete famílias de abelhas: Colletidae, Andrenidae, Stenotritidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae e Apidae. A família Apidae, por sua vez, é formada por três subfamílias, trinta e três tribos, cento e setenta gêneros, com aproximadamente 5.130 espécies.

Michener (1974) relata que a classificação das abelhas tem sido objetivo de muitas opiniões diferentes e que alguns estudiosos do grupo preferem considerar todas as abelhas em uma família: Apidae, enquanto outros preferem separá-las em variados números de famílias. Ele considera que existe mais concordância sobre as relações entre os grupos que sobre os níveis que cada grupo deveria ocupar na classificação.

Michener (2000) e Silveira, Melo e Almeida (2002) consideram Apinae, Nomadinae e Colletidae como pertencentes à família Apidae. A subfamília Apinae, por sua vez, seria subdividida, por Michener (2000), nas tribos Apini, Bombini, Euglossini e Meliponini. Sendo a tribo Meliponini aquela que contém as ditas abelhas indígenas sem ferrão. No entanto, Silveira, Melo e Almeida (2002) dividem Apinae em treze tribos, dentre elas a tribo Apini, dividida em quatro sub-tribos: Apina, Bombina, Euglossina e Meliponina. A sub-tribo Meliponina é, de acordo com estes autores, o grupo que contém as abelhas sem ferrão.

O número de espécies de abelhas sem ferrão existentes no mundo é ainda desconhecido e aumenta na medida em que novas espécies são descritas. Neste grupo, cerca de 200 espécies foram consideradas por Sakagami (1982), mais de 300 por Kerr, Carvalho e Nascimento (1996) e várias centenas por Silveira, Melo e Almeida (2002). Atualmente, são reconhecidas mais de 600 espécies, distribuídas em 56 gêneros. Destas, 400 espécies encontram-se na região Neotropical e estima-se que existam mais de 100 para serem descritas (CAMARGO, comunicação pessoal apud CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006).

As abelhas sem ferrão distribuem-se principalmente por regiões tropicais do planeta, mas alcançam partes subtropicais da Austrália (38°S), África (28°S) e América (32°S e pouco além do trópico de Câncer, no hemisfério Norte) (SAKAGAMI, 1982; CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006). No entanto, existe um gênero, *Melipona*, cuja distribuição é restrita a região Neotropical (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002), sendo este um dos melhor estabelecidos dentre os meliponíneos, com grande número de espécies (MOURE; KERR, 1950).

As abelhas sem ferrão (meliponíneos), assim como as abelhas melíferas (Apina, *sensu* SILVEIRA; MELO; ALMEIDA 2002), são exemplos de evolução social em abelhas. Ambos os grupos são altamente sociais, apresentando diversas características especializadas: vivem em grandes colônias, formadas por mãe(s) e filhos, apresentam extrema diferenciação de castas, as rainhas são incapazes de formar colônias sozinhas, possuem elaborados sistemas de arquitetura e de comunicação e são capazes de estocar grandes quantidades de alimento (MICHENER, 1974; SAKAGAMI, 1982).

Os meliponíneos possuem ferrão atrofiado, compensado por mandíbulas afiadas, operadas por fortes músculos (SAKAGAMI, 1982). Além disso, algumas espécies podem também apresentar glândulas produtoras de substâncias cáusticas, que podem causar queimaduras nas pessoas e outros animais, como acontece no gênero *Oxytrigona* (NOGUEIRA-NETO, 1997).

As colônias de meliponíneos podem apresentar número variável de indivíduos, dependendo da espécie. Podem variar de 300 a 400 indivíduos adultos em *M. quadrifasciata* (LINDAUER; KERR, 1958 apud SAKAGAMI, 1982), cerca de 1.000 em *M. compressipes fasciculata* (KERR; PETRERRE JR; DINIZ FILHO, 2001) até 5.000 a 180.000 em *Trigona spinipes*, sendo as colônias desta espécie mais populosas que as de *Apis mellifera*, conforme Lindauer e Kerr (1958 apud SAKAGAMI, 1982).

A maioria das espécies de meliponíneos nidifica em cavidades (que podem estar em troncos ou galhos ocos de árvores) de tamanho apropriado, com uma pequena abertura por onde entram (MICHENER, 1974). Algumas espécies podem nidificar em buracos entre as raízes de árvores, ou mesmo no solo, em ninhos abandonados de formigas, em cupinzeiros ou em buracos feitos por roedores (MICHENER, 1974; ROUBIK, 2006). Existem, também, espécies que podem construir ninhos expostos, porém, protegidos por um envoltório externo produzido pelas próprias abelhas (SAKAGAMI, 1982). Em ambientes alterados pela presença humana, algumas espécies podem nidificar em buracos de paredes, ou até mesmo em dejetos ocos como garrafas plásticas, caixas e pneus, como é o caso da *T. angustula* (CORTOPASSI-LAURINO, 2005; MALKOWSKI; FARAJ; SCHWARTZ-FILHO, 2006)

Os meliponíneos constroem seus ninhos com materiais diversos que encontram na natureza, e também com um outro material secretado pelas abelhas: a cera (NOGUEIRA-NETO, 1997). A cera é produzida pelas abelhas jovens, em glândulas presentes na porção dorsal do abdome, entre os segmentos (NOGUEIRA-NETO, 1997). Além da cera, todas as abelhas sem ferrão coletam resinas (própolis), algumas (especialmente as *Melipona* spp.) coletam barro, outras podem também coletar excrementos de vertebrados (*M. quadrifasciata* e

*T. spinipes*, por exemplo), fibras vegetais (*T. spinipes*, dentre outras) e sementes (*M. seminigra* e *M. fuliginosa*, por exemplo) (NOGUEIRA-NETO, 1997). A cera, misturada as resinas coletadas pelas operárias, chamada então de cerume, é o principal material de construção utilizado para a produção das estruturas existentes no ninho (MICHENER, 1974; SAKAGAMI, 1982).

Embora existam variações, o ninho da maioria dos meliponíneos, do gênero *Melipona* e demais gêneros, é formado por: uma área de cria, constituída por favos sobrepostos na horizontal, onde existem diversas células de crias; e potes de cerume, para estocagem de pólen e mel, conforme relatado em Michener, 1974; Sakagami, 1982; Nogueira-Neto, 1997 e outros. A figura 2 mostra um ninho de abelhas do gênero *Melipona*, onde podem ser observadas as estruturas existentes. Como exemplos de variações neste padrão, podem ser citadas as abelhas do gênero *Frieseomelitta*, que constroem favos em forma de cachos, não agrupados como um favo horizontal, e as espécies *Dactylurina staudingeri* e *Scaura longula* que fazem favos verticais (cf. NOGUEIRA-NETO, 1997). Existem também vários tipos intermediários a estes e pequenas variações destes, conforme descrito em Michener, 1974; Sakagami, 1982; Nogueira-Neto, 1997.

De modo geral, a entrada da colônia é representada por um tubo de cerume, no caso de muitos gêneros, exceto *Melipona*, e por raiadas ou estruturas variadas feitas de geoprópolis (barro misturado com própolis - resinas) no caso das espécies de *Melipona* (MICHENER, 1974; SAKAGAMI, 1982; NOGUEIRA-NETO, 1997) (Fig. 2). Internamente à entrada, existe outro canal (construído de cerume ou geoprópolis), o túnel de ingresso, que conduz a área de cria (NOGUEIRA-NETO, 1997) (Fig. 2). Os favos de cria são (em geral) envoltos por várias lâminas, sobrepostas, de cerume, cuja principal função é de isolamento térmico. A esta estrutura dá-se o nome de invólucro (NOGUEIRA-NETO, 1997) (Fig. 2). Nos favos de cria, podem ser identificadas células de coloração mais escura (da mesma cor do cerume) e células mais claras (da cor de fios de seda) (Fig. 2). As células mais escuras contêm ovos ou larvas que ainda não iniciaram o processo de metamorfose. As células mais claras contêm indivíduos que se encontram em fase de pupa. A coloração clara é devida à retirada do cerume, pelas operárias, a qual expõe o casulo de seda, tecido pela larva ao iniciar o processo de metamorfose, conforme descrito em Sakagami (1982). As extremidades da cavidade onde se encontra a colônia são geralmente cobertas por uma placa de material resistente, chamado de batume (Fig. 2), que pode ser constituído (geralmente) por uma mistura de barro com resinas, no caso das *Melipona* spp. ou de material predominantemente resinoso e com cera, no caso dos demais gêneros de meliponíneos (MICHENER, 1974). O batume tem a função de limitar

o espaço existente no oco e proteger a colônia, tampando fissuras. Além do que já foi citado, existem também outras estruturas, como a lixeira, depósitos de resina e de cera (Fig. 2).

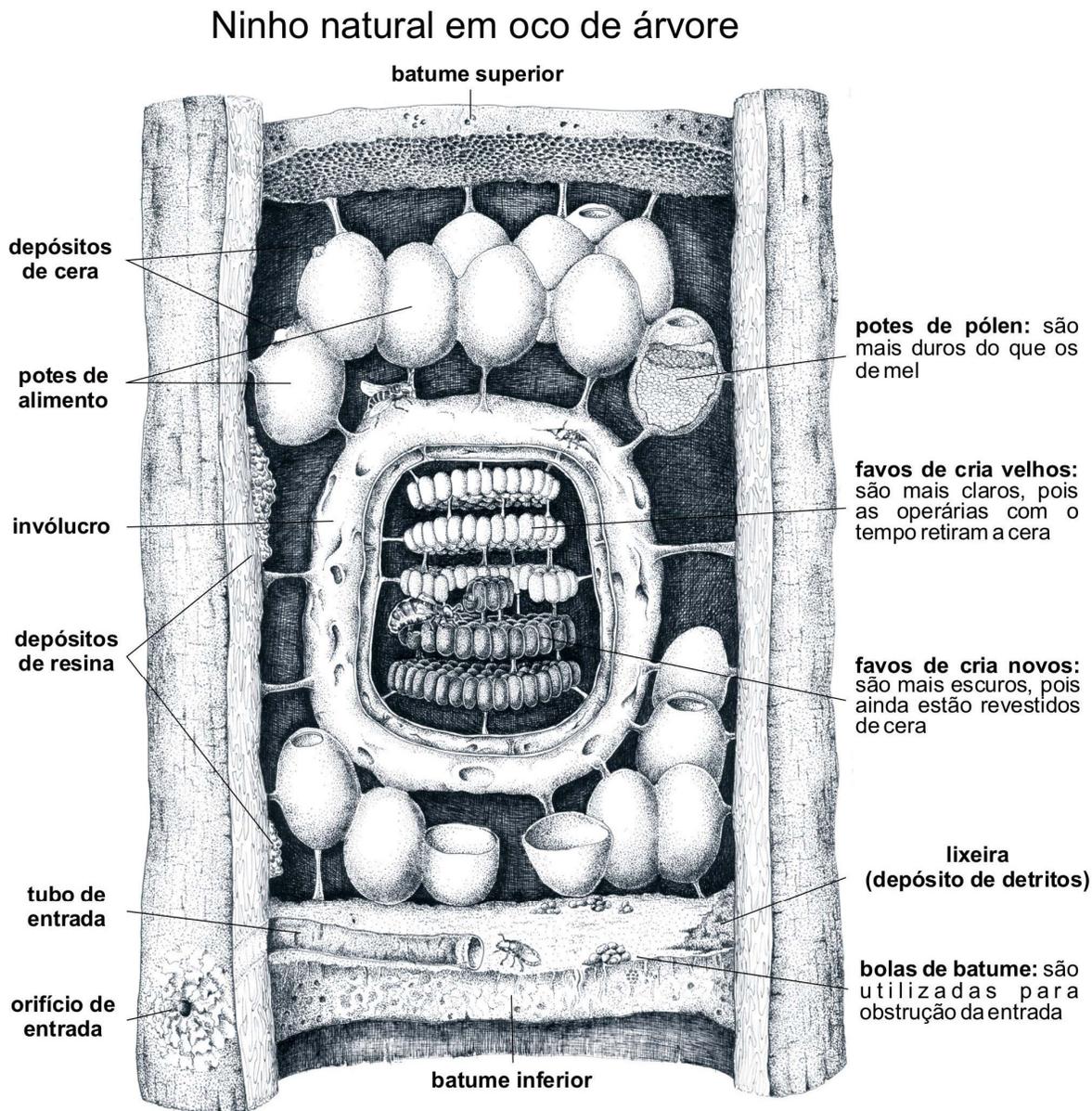


Figura 2. Representação de um ninho natural de *Melipona*, em oco de árvore. Nesta ilustração podem ser observadas as estruturas existentes em um ninho de meliponíneo. No entanto, devem ser consideradas as variações existentes neste grupo. Fonte: Venturieri (2004).

Em uma colônia de abelhas existem indivíduos machos e indivíduos fêmeas, distribuídos em três castas: os zangões, as operárias e a rainha. Em algumas espécies pode haver mais de uma rainha, como em *M. bicolor*, por exemplo (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Os insetos himenópteros apresentam peculiaridades genéticas que os distinguem de outros animais (NOGUEIRA-NETO, 1997). Nestes insetos, as fêmeas são diplóides e os machos são haplóides (WINSTON, 2003). Estes machos apresentam apenas uma série de cromossomos, provenientes da mãe, motivo pelo qual os machos dos himenópteros não têm pai (NOGUEIRA-NETO, 1997). Por isso, estes machos podem ser formados a partir de óvulos não fecundados, postos pela rainha ou pelas operárias, exceto em (dentre os meliponíneos) *Frieseomelitta* spp., gênero em que as operárias não podem ovipor (SAKAGAMI, 1982).

Nos meliponíneos (e outros himenópteros panmíticos), além da determinação do sexo através do sistema haplo-diplóide, em que os diplóides são fêmeas e os haplóides são machos, existe um outro sistema genético que determina o sexo nos diplóides (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; CARVALHO-ZILSE, comunicação pessoal<sup>1</sup>). Existe um gene chamado Complementary sex determiner (*csd*) (antigo gene *xo*) que apresenta diversas mutações (*csd1*, *csd2*... *csdn*) (CARVALHO-ZILSE, comunicação pessoal). Deste modo, se uma rainha *csd1/csd2* cruzar com um macho *csd3*, 100% da prole diplóide será fêmea (Tabela 1). De outro modo, se a rainha *csd1/csd2* cruzar com um macho seu irmão *csd1* (por exemplo), 50% da prole diplóide será macho e 50% será fêmea (Tabela 2). Estes machos diplóides, em geral, são estéreis ou cegos, ou têm número de espermatozoides muito menor, ou são mortos ao emergirem dos favos (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996). Geralmente, a rainha que ovipõe machos diplóides é morta pelas operárias (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Para evitar a formação de machos diplóides, Kerr, Carvalho e Nascimento (1996) recomenda que se tenha um mínimo de 44 colônias da espécie criada, em áreas alteradas onde não há colônias da mesma espécie na natureza. Este número é necessário, pois, segundo Yokoyama e Nei (1979 apud KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996) se a população for menor que 44 colônias, será eliminada em 15 gerações.

---

<sup>1</sup> CARVALHO-ZILSE. Comunicação pessoal, 16 de janeiro de 2007. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Amazonas, Brasil.

Tabela 1 - Cruzamento de rainha *csd1/csd2* com zangão *csd3*.

Gametas	<i>csd1</i> ♀	<i>csd2</i> ♀
<i>csd3</i> ♂	<i>csd1/csd3</i>	<i>csd2/csd3</i>
Prole diplóide: 100% fêmeas		

Fonte: Carvalho-Zilse, comunicação pessoal

Tabela 2 - Cruzamento de rainha *csd1/csd2* com zangão *csd1* (irmão da rainha).

Gametas	<i>csd1</i> ♀	<i>csd2</i> ♀
<i>csd1</i> ♂	<i>csd1/csd1</i>	<i>csd1/csd2</i>
Prole diplóide: 50% machos e 50% fêmeas.		

Fonte: Carvalho-Zilse, comunicação pessoal

Excetuando as espécies do gênero *Melipona*, nas demais espécies a determinação de casta, entre os diplóides, é alimentar, as rainhas são fêmeas super alimentadas (NOGUEIRA-NETO, 1997). Nestas espécies, em geral, as rainhas emergem de células reais, chamadas de realeiras (Fig. 3). A realeira é uma célula de tamanho maior que as normais (de onde nascem os zangões e as operárias). Na realeira as operárias depositam cerca de três vezes mais alimento que nas células normais (MENEZES; BONETTI; KERR, 2006).

As *Frieseomelitta* spp. não constroem realeiras. Uma larva penetra na célula vizinha e consome o alimento ali disponível e, devido ao seu tamanho maior, tece um casulo real (TERADA, 1974 apud NOGUEIRA-NETO, 1997). O mesmo pode também ocorrer em *Leurotrigona* (TERADA, 1974 apud NOGUEIRA-NETO, 1997).

A maior quantidade de alimento ingerido pela larva, ocasiona o desenvolvimento adequado das glândulas *corpora allata* (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; CARVALHO-ZILSE, comunicação pessoal). Estas glândulas são responsáveis pela secreção do hormônio juvenil III, que ativa os genes feminizantes (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; CARVALHO-ZILSE, comunicação pessoal). Deste modo, a larva fêmea, melhor alimentada, expressa características secundárias de fêmea (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; CARVALHO-ZILSE, comunicação pessoal). A larva fêmea que recebe menor quantidade de alimento não desenvolverá adequadamente as glândulas *corpora allata* e, assim, não produzirá hormônio juvenil III em quantidade suficiente para ativação dos genes feminizantes (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO,

1996; CARVALHO-ZILSE, comunicação pessoal). Deste modo, formam-se as operárias, fêmeas com características secundárias de machos.

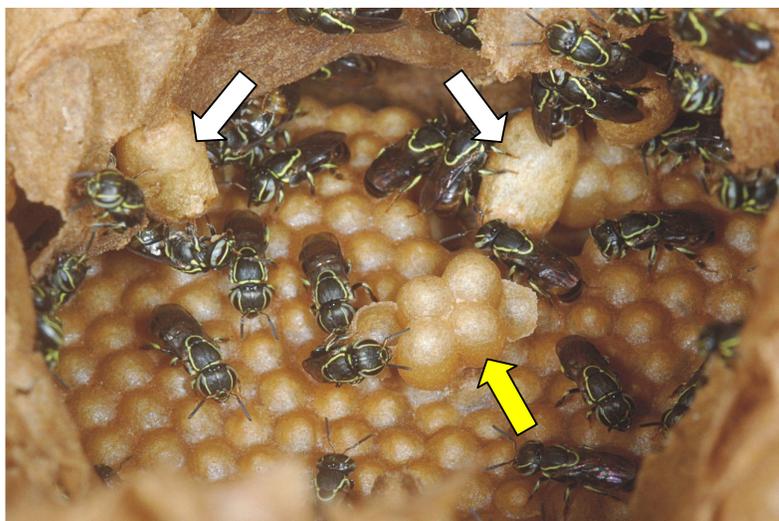


Figura 3. Células reais (setas brancas) e células comuns (seta amarela) em colônia de *Paratrigona peltata*. Foto: Giorgio C. Venturieri.

Nas abelhas do gênero *Melipona* não há formação de casulo real; as células de onde emergem zangões, operárias e rainhas são de tamanho igual (NOGUEIRA-NETO, 1997). De acordo com Kerr, Carvalho e Nascimento (1996), Kerr (1997) e Carvalho-Zilse (comunicação pessoal) a determinação de casta nas *Melipona* spp. é genética e alimentar.

De acordo com os autores, citados anteriormente, existem dois genes responsáveis pela determinação de casta, os genes A e B, com dois alelos cada um. Para ser rainha, é necessário que uma larva, bem alimentada, seja heterozigota para os genes A e B. Assim, em uma colônia forte, em período de florada, se uma rainha (AaBb) cruzar com um zangão (Ab, por exemplo) 75% da prole diplóide será operária e 25% será rainha (Tabela 3). No entanto, em uma colônia fraca, com pouco alimento estocado, devido à má nutrição das larvas, não haverá produção de rainhas (Tabela 4). As larvas fêmeas, quando bem alimentadas, desenvolvem adequadamente as glândulas *corpora allata* e, deste modo, produzem hormônio juvenil III suficiente para ativar os genes feminizantes A e B, em heterozigose, expressando características sexuais secundárias de fêmeas (VIEIRA et al., 2004; CARVALHO-ZILSE, comunicação pessoal). Larvas mal nutridas, mesmo sendo duplo heterozigotas, não desenvolverão adequadamente as glândulas *corpora allata* e, em função disso produzirão

pouco hormônio juvenil III, apresentando características sexuais secundárias de machos (VIEIRA et al., 2004; CARVALHO-ZILSE, comunicação pessoal).

Tabela 3 - Cruzamento de rainha AaBb com zangão Ab. Situação de colônia forte em ambiente com florada abundante.

Gametas	AB♀	Ab♀	aB♀	ab♀
Ab♂	AABb operária	AAbb operária	AaBb rainha	Aabb operária
Pole diplóide: 75% operárias e 25% rainhas.				

Fonte: Carvalho-Zilse, comunicação pessoal.

Tabela 4 - Cruzamento de rainha AaBb com zangão Ab. Situação de colônia fraca em ambiente com falta de florada.

Gametas	AB♀	Ab♀	aB♀	ab♀
Ab♂	AABb operária	AAbb operária	AaBb operária	Aabb operária
Pole diplóide: 100% operárias.				

Fonte: Carvalho-Zilse, comunicação pessoal.

## 2.2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DAS ABELHAS

As abelhas são visitantes florais por excelência. A alimentação, da fase larval à adulta depende basicamente das flores (RAMALHO; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT-GIOVANNINI., 1990). Exceção a esta regra encontra-se em algumas espécies de abelhas sem ferrão necrófagas, como a *Trigona hypogea*, que obtém proteínas a partir de carcaças ainda não deterioradas (ROUBIK, 1989; NOLL, 1997; MATEUS; NOLL, 2004).

A partir do néctar as abelhas produzem o mel, sua principal fonte de carboidratos (NOGUEIRA-NETO, 1997). Com o pólen, os meliponíneos elaboram uma massa chamada samora ou saburá, sua principal fonte de proteínas (NOGUEIRA-NETO, 1997). Os meliponíneos armazenam o mel e o saburá em estruturas denominadas de potes de alimento (NOGUEIRA-NETO, 1997). De acordo com este autor, o saburá é manipulado pelos meliponíneos com as suas mandíbulas e durante esse processo recebe secreções provenientes

das glândulas mandibulares e das glândulas hipofaríngeas. Além disso, leveduras (*Starmerella meliponorum* e *Candida apicola*) e bactérias (*Bacillus* spp.) crescem no saburá e secretam enzimas que realizam uma pré-digestão do alimento, acrescentando-lhe ácidos graxos, vitaminas, açúcares reduzidos e antibióticos (NOGUEIRA-NETO, 1997; ROSA et al. 2003). Roubik (1989) relata que as *Bacillus* spp. competem com sucesso com outras bactérias que são tóxicas ou que deterioram substâncias orgânicas.

Independentemente da posição sistemática e do hábito alimentar do inseto, as exigências nutricionais qualitativas são semelhantes, uma vez que a composição química dos tecidos e os processos metabólicos básicos são similares (PARRA, 1990). Deste modo, de acordo com este mesmo autor, os insetos têm como exigências nutricionais básicas os aminoácidos, as vitaminas e os sais minerais (nutrientes essenciais), bem como, os carboidratos, os lipídios e os esteróis (nutrientes não-essenciais). Os nutrientes essenciais são compostos que devem ser incluídos na dieta porque não podem ser sintetizados nem pelo sistema metabólico do animal nem por simbioses. Os nutrientes não-essenciais são elementos que devem ser consumidos para produzir energia e são convertidos de uma forma tal que os insetos possam utilizá-los através do processo metabólico.

Estudando *A. mellifera*, Groot (1953 apud SOMERVILLE, 2005) e Dadd (1977 apud PARRA, 1990), determinaram que esta abelha necessita de pelo menos, 10 aminoácidos essenciais: Arginina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptofano e Valina, sendo os demais aminoácidos sintetizados a partir destes. Para um desenvolvimento adequado a *A. mellifera* necessita de uma dieta contendo entre 20 e 25% de proteína bruta (SOMERVILLE, 2005). Souza et al. (2004) analisaram o pólen (saburá) e o mel, estocado em colônias de diferentes espécies do gênero *Melipona*, e determinaram uma concentração média de 19,5% de proteínas no saburá e 0,4% no mel.

Os carboidratos são a principal fonte de energia para os insetos. Eles podem ser convertidos em gorduras, para armazenamento, e contribuir para a produção de aminoácidos (PARRA, 1990). As abelhas utilizam o néctar das flores como principal fonte de carboidratos. A partir do néctar é elaborado o mel, que é rico em diversos tipos de açúcares. No mel de *A. mellifera*, foram identificados: glicose, frutose, sacarose, maltose, isomaltotetraose, maltulose, isomaltulose, nigerose, turanose, cojibiose, neotrehalose, gentiobiose, laminaribiose, leucrose, melesitose, rafinose, isopanose, isomaltetraose,  $\alpha$ -D-glicosilacarose, arabogalactomanose, erlose, dextrantriose, maltotriose, isomaltopentose, centose, 1-cestose, panose, isomaltotriose e 3- $\alpha$ -isomaltosilglicose (CRANE, 1983). Dentre estes, os açúcares redutores glicose e frutose são os mais abundantes, representando de 85 a 95% dos carboidratos totais. Souza et al.

(2004) estudou os méis de algumas espécies de *Melipona* da Amazônia e determinou que estes méis apresentam, em média, 70,60% de açúcares.

Os insetos utilizam lipídios e podem sintetizá-los a partir de proteínas e carboidratos, entretanto alguns ácidos graxos não são sintetizados pelos insetos, como é o caso dos ácidos linoléico e linolênico (PARRA, 1990). Estes ácidos estão relacionados com a formação de fosfatídios lipídicos, que quando ausentes podem afetar a ecdise de Lepdoptera e Ortoptera, bem como afetar a formação das asas e a emergência em Lepidóptera. De acordo com Dadd (1973) os esteróis são essenciais para quase todos os insetos, desde que estes não são capazes de sintetizá-los, a partir dos acetatos, como fazem os vertebrados. No entanto, de acordo com este autor, os esteróis podem ser sintetizados por simbiontes, como no caso dos afídeos. Os esteróis utilizados pelos insetos são semelhantes ao colesterol. Somerville (2005) relata existirem indícios de influência positiva do colesterol na taxa de postura da rainha de *Apis*. Em algumas espécies de abelhas do gênero *Melipona* estudadas na região amazônica, foram encontrados 0,15% de lipídios no mel e 4,00% no saburá (SOUZA et al., 2004).

Os sais minerais são importantes para o balanceamento iônico e a permeabilidade da membrana celular dos insetos, muitas vezes atuando como ativadores de enzimas ou parte de pigmentos respiratórios (PARRA, 1990). Sabe-se que os insetos necessitam de quantidades consideráveis de potássio, fosfato e magnésio, assim como, cobre, ferro, zinco e manganês; pouco cálcio, sódio e cloro para o crescimento e desenvolvimento (PARRA, 1990).

Pouco é conhecido sobre as necessidades minerais das abelhas e o conhecimento existente restringe-se a *A. mellifera*. Somerville (2005) relata que níveis excessivos sódio (cloreto de sódio) e cálcio são tóxicos para *A. mellifera*. Vários minerais têm sido identificados no pólen e no mel, incluindo potássio, magnésio, cálcio, sódio, ferro, cobre, manganês, zinco, alumínio, cádmio, cromo, chumbo, níquel e selênio. No entanto, muitos destes são elementos traço (SOMERVILLE, 2005). De acordo com este autor, o pólen normalmente contém entre 2 e 4% de cinzas. *Apis mellifera* apresenta maior taxa de postura quando alimentada com dietas de pólen contendo 0,5 a 1% de cinzas, dietas contendo acima de 2% de cinzas diminuem a quantidade de posturas efetuadas pela rainha. Abelhas alimentadas com dietas contendo 8% de cinzas praticamente interrompem o processo de postura (SOMERVILLE, 2005). Souza et al. (2004) analisaram o pólen estocado em colméias de *Melipona* spp. da região Amazônica e relataram que o pólen fermentado (saburá) apresentou concentração média de 2,1% de cinzas, enquanto o mel apresentou 0,2% de cinzas.

As vitaminas são substâncias orgânicas, não necessariamente relacionadas entre si, e que são exigidas em pequenas quantidades na dieta, desde que elas não podem ser sintetizadas

pelo organismo. Elas atuam nos processos metabólicos fornecendo componentes estruturais das enzimas (PARRA, 1990). Este autor relata que as vitaminas do complexo B (vitaminas hidrossolúveis) são essenciais para praticamente todos os insetos. Deste modo, tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, piridoxina e ácido pantotênico são essenciais para a maioria dos insetos, enquanto a biotina e o ácido fólico são essenciais para alguns. A colina, embora com função distinta às vitaminas do complexo B, é exigida em doses muito maiores que as vitaminas típicas e é essencial a todos os insetos. A colina e o meso-inositol são muitas vezes, chamadas de fatores lipogênicos, porque são componentes de fosfolipídios e estão envolvidos na estrutura da membrana lipídica e no transporte de lipoproteínas, além da colina ser um precursor da acetilcolina. Embora pouco seja conhecido sobre as funções bioquímicas do ácido ascórbico, ou vitamina C, em insetos ela parece ter função fagoestimulante.

Dentre as vitaminas lipossolúveis, a vitamina A é essencial à formação dos pigmentos visuais dos insetos; a vitamina E apresenta evidências de afetar o desenvolvimento reprodutivo; e a vitamina K está envolvida na manutenção da viabilidade dos espermatozóides dos insetos (PARRA, 1990).

Até o momento, pouco se conhece sobre a necessidade de vitaminas para abelhas. Somerville (2005) relata que quatro vitaminas do complexo B (ácido pantotênico, tiamina, riboflavina e piridoxina), a vitamina A e a Vitamina K estão relacionadas com o desenvolvimento da glândula hipofaríngea. Esta glândula é responsável pela secreção de geléia real, conseqüentemente, a secreção desta glândula afeta a oviposição da rainha de *A. mellifera*, assim como dos meliponíneos (SOMERVILLE, 2005; HARTFELDER et al., 2006).

### **2.2.1 Estudos sobre Nutrição em Abelhas sem Ferrão.**

O primeiro estudo sobre nutrição de abelhas sem ferrão foi realizado por Zucoloto (1973), que pesquisou a utilização de diferentes carboidratos por algumas espécies de meliponíneos: *S. postica*, *T. spinipes*, *Lestrimelitta limao*, *M. quadrifasciata*; e uma espécie de mamangava: *Bombus atratus*. Neste estudo, foi determinado que os carboidratos glicose, frutose, maltose, sacarose, trehalose, melezitose e sorbitol, podem ser utilizados na

alimentação das espécies estudadas, possibilitando uma alta taxa de sobrevivência das abelhas.

Posteriormente, Zucoloto (1976) estudou o valor nutritivo de alguns carboidratos para *S. postica* e observou que a glicose, a frutose, a sacarose e a maltose apresentaram valores nutricionais semelhantes ao mel da própria espécie, enquanto a trehalose, a melezitose e o sorbitol demonstraram valores nutricionais inferiores.

Depois disso, Fernandes-da-Silva, Muccillo e Zucoloto (1993) determinaram que a longevidade de operárias de *S. depilis* alimentadas com soluções de frutose e sacarose foi superior a longevidade de abelhas alimentadas com soluções de glicose e de maltose. Neste mesmo estudo, o autor demonstrou que o tempo médio de vida de abelhas alimentadas com solução de 10% carboidrato foi maior que o tempo de vida de abelhas alimentadas com solução de 1% carboidrato, indicando haver correlação entre concentração de açúcar e tempo de vida das abelhas.

Para substituição da alimentação com mel, Camargo (1976) recomenda a utilização de xarope de sacarose, na concentração de 70 a 80%. Kerr, Carvalho e Nascimento (1996) recomendam um xarope de água (50%) e sacarose (50%) e uma pastilha de complexo vitamínico com sais minerais. Nogueira-Neto (1997) recomenda fornecer as abelhas apenas uma mistura de água (40%) e sacarose (60%). Embora a alimentação das abelhas sem ferrão seja realizada, tradicionalmente, com xaropes de 50 a 80% de açúcares, é sabido que os méis destas abelhas apresentam concentração próxima a 70% (SOUZA et al., 2004).

Assim como na apicultura, muitos meliponicultores têm utilizado xarope de açúcar invertido (sacarose transformada em glicose e frutose). A inversão do açúcar é realizada através da energia térmica (aquecimento) e acidificação, pela adição de ácido cítrico ou tartárico. A principal vantagem, é que este processo ajuda a conservar o xarope (retardando a fermentação).

A nutrição protéica, assim como a nutrição energética, para meliponíneos, começou a ser estudada por Zucoloto (1975), que testou o valor nutricional de pólenes estocados em colméias de diferentes espécies de abelhas (*A. mellifera*, *M. quadrifasciata*, *Frieseomelitta varia*) para alimentação de *S. postica*. Neste estudo, foi observado que o pólen fermentado de *M. quadrifasciata* foi o alimento que mais se assemelhou ao alimento controle (pólen coletado em colônias de *S. postica*). Os pólenes de *A. mellifera* e *B. atratus* foram intermediários e o pólen de *F. varia* apresentou-se sem valor nutritivo para *S. postica*. De acordo com o autor, o pólen de *F. varia*, utilizado em seu experimento, não apresentou evidências de fermentação, sendo esta uma possível razão para seu baixo valor nutricional.

Depois de constatada a importância da fermentação para a alimentação de espécies de meliponíneos, Camargo (1976) elaborou uma dieta protéica para abelhas do gênero *Melipona*. Esta dieta foi elaborada com pólen de *Typha dominguensis* (taboa), misturado com mel e uma amostra de pólen fermentado por *Melipona* sp. Após fermentar por quinze dias esta mistura foi fornecida para colônias de *Melipona* sp., possibilitando o desenvolvimento dos ovários de rainhas recém-fecundadas, com sucesso.

Penedo, Testa e Zucoloto (1976), estudando o valor nutritivo do geval e do levedo de cerveja, como alternativas para a alimentação protéica de *S. postica*, determinaram que o levedo de cerveja é mais adequado que o geval. O levedo de cerveja apresentou melhores resultados para o desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas e dos ovários, quando misturado ao pólen de *S. postica*, na proporção de 75% (pólen) e 25% (levedo).

Posteriormente, Fernandes-da-Silva e Zucoloto (1990) testaram quatro diferentes dietas para *S. depilis*: 1) pólen da própria espécie mais solução de sacarose - 50% (alimento controle); 2) leveduras mais solução - 50% sacarose; 3) 1,5 g de pólen (coletado de colônia de *S. depilis*), misturado a 20 g de leveduras e 30 ml de solução de sacarose - 50%, fermentado por quinze dias; 4) igual à dieta três, porém, sem fermentação. Estes autores observaram que os tratamentos 1, 3 e 4 apresentaram o mesmo resultado quanto ao desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas. Observaram, também, que a dieta 3 apresentou melhor resultado, quanto ao desenvolvimento dos ovários, superior ao alimento controle. Os alimentos 1 e 4 não diferiram. A dieta 2 apresentou resultados inferiores aos demais tratamentos, em relação ao desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas e dos ovários.

Estudando a quantidade mínima de pólen e o valor nutricional de diferentes tipos de carboidratos, Fernandes-da-Silva, Muccillo e Zucoloto (1993) determinaram que uma operária adulta de *S. depilis* necessita de ao menos 0,8 mg de saburá/dia e que a sacarose e a frutose possibilitam maior longevidade, se comparados à maltose e glicose (que não diferiram entre si).

Empiricamente, muitos meliponicultores têm empregado na nutrição de suas colméias, suplementos alimentares contendo aminoácidos, vitaminas e minerais adicionados ao xarope de açúcar. Do mesmo modo, em analogia com a apicultura, meliponicultores têm adicionado extrato de soja ou pólen ao xarope de açúcar, intencionando aumentar a taxa de postura das rainhas, devido ao aumento de proteína e vitaminas na nutrição das colônias.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 DIETAS TESTADAS**

##### **3.1.1 Dietas Alternativas para o Mel**

Neste estudo foram avaliadas misturas já utilizadas, empiricamente, por meliponicultores. Estas misturas foram comparadas com o mel da própria espécie. Foram testadas dietas constituídas de xarope de açúcar invertido (sacarose fracionada em glicose e frutose), aminoácidos em diferentes concentrações, além de vitaminas e sais minerais. Buscou-se contemplar os requerimentos nutricionais das abelhas (ao menos parcialmente), na forma de xarope, facilitando o trabalho do meliponicultor.

Para preparação do xarope de açúcar invertido, utilizado nos tratamentos 2 a 4, descritos a seguir, bem como para complementar os demais tratamentos, procedeu-se da seguinte maneira. Para 5 kg de açúcar cristal, adicionou-se 5 g de ácido cítrico e um grama de sal mineral (Tabela 5). A esta mistura adicionou-se 3,3 L de água, para obter concentração de 60% de açúcar (brix). A mistura foi levada ao fogo e aquecida em temperatura superior a 80°C, por 30 minutos.

Os tratamentos 3 e 4 apresentaram formulação correspondente à utilizada por meliponicultores e possui concentração de aminoácidos semelhante a de proteína bruta encontrada no mel (0,4% a 0,7%), conforme Souza et al. (2004) e Somerville (2005). O tratamento 5 apresentou maior concentração de aminoácidos, para avaliar qual o efeito de maior ingestão destes elementos. A quantidade da solução complementar de vitaminas lipossolúveis, adicionada aos tratamentos, foi três vezes menor que a indicada pelo fabricante para pequenos pássaros. As soluções de aminoácidos e vitaminas, bem como os sais minerais, utilizados neste estudo são facilmente encontradas em lojas de produtos veterinários.

Foram testados os seguintes tratamentos. Valores para 100 ml de xarope (aproximadamente).

T1 = Mel de *M. flavolineata*. Alimento controle.

T2 = Solução de sacarose invertida (60%) com sais minerais, conforme descrito anteriormente.

T3 = 99,5 ml do T2 adicionado de 0,5 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis (Tabela 6), mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis (Tabela 7).

T4 = 99,0 ml do T2 adicionado de 1,0 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis.

T5 = 90,0 ml do T2 adicionado de 10,0 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis.

Tabela 5. Níveis de garantia fornecidos pelo fabricante do complexo mineral.

Complexo mineral	
Níveis de garantia por kg	
Ferro	67,500 mg
Cobre	17,000 mg
Manganês	33,000 mg
Zinco	77,000 mg
Cobalto	1,000 mg
Iodo	1,160 mg
Selênio	500 mg
palatabilizante	1,000 mg
veículo q.s.p.	1,000 g

Tabela 6. Níveis de garantia fornecidos pelo fabricante da solução de aminoácidos e vitaminas.

Solução de aminoácidos e vitaminas			
Níveis de garantia por kg			
Vit. B1	1,500 mg	Isoleucina	570 mg
Vit. B6	1,000 mg	leucina	1,620 mg
Vit. B12	2,000 mcg	Fenilalanina	936 mg
Pantotenato de cálcio	1,000 mg	Tirosina	180 mg
Glicina	13,260 mg	Treonina	421 mg
DL - metionina	10 g	Valina	1,314 mg
Metionina	426 mg	Alanina	5,900 mg
L - lisina	10 g	Hidroxiprolina	4,956 mg
Lisina	2,820 mg	Prolina	8,334 mg
L - carnitina	10 g	Cisteína	216 mg
Colina	10 g	Serina	480 mg
Arginina	2,364m g	Ácido aspártico	3,180 mg
Betaína	10 g	Ácido glutâmico	5,268 mg
Triptofano	156 mg	Glicose	200 g
Histidina	420 mg	veículo q. s. p.	1,000 g

Tabela 7. Níveis de garantia fornecidos pelo fabricante de vitaminas.

Vitaminas	
Níveis de garantia por litro	
Vit A	15,000,000.00 U.I
Vit D3	4,000,000.00 U.I
Vit E	1,000.00 mg
Vit B1	4,000.00 mg
Vit B2	1,500.00 mg
Vit B6	2,000.00 mg
Vit B12	4,800.00 mcg
Nicotinamida	10,000.00 mg

### 3.1.2 Dietas Alternativas para o Saburá

Nesta parte do estudo, foram comparados ao pólen fermentado da própria espécie (saborá) diferentes tipos de saborás semi-artificiais, constituídos de pólen comercial (pólen multifloral, coletado por *A. mellifera*), levedo de cerveja, extrato de soja, açúcar e água. Os saborás constituídos de pólen comercial e de levedo foram retirados de estudos já descritos na

literatura (CAMARGO, 1976; FERNANDES-DA-SILVA; ZUCOLOTO, 1990) para outras espécies de meliponíneos, havendo pequenas adaptações. Os saburás elaborados a partir de extrato de soja foram criados para este estudo. Estes saburás buscam contemplar o requerimento protéico das abelhas, que é de aproximadamente 20% (SOMERVILLE, 2005; SOUZA et al., 2004). Exceção foi o saburá de levedo, descrito na literatura (FERNANDES-DA-SILVA; ZUCOLOTO, 1990), que apresenta cerca de 13% de proteína bruta (PB) (uma vez que, é constituído por 30% de levedo, que contem cerca de 46% de PB – ver adiante, na descrição dos tratamentos e na Tabela 8) e que foi provado ser suficiente para a nutrição de *S. postica*. Por isso, buscou-se avaliar a utilização deste alimento para *M. flavolineata*. Alimento de proporções semelhantes foi elaborado, porém utilizando extrato de soja, ao invés de levedo, resultando em concentração de cerca de 12% de PB. Testou-se também alimento de extrato de soja com maior concentração de PB, aproximadamente 18%. Este foi realizado suspeitando que concentrações inferiores não seriam suficientes para a nutrição da espécie em questão. A estimativa de PB foi baseada nos níveis de garantia fornecidos pelos fabricantes (Tabelas 8 e 9).

A seguir são descritos os tratamentos testados no presente estudo. Valores para 100 g de alimento (aproximadamente).

T1 = Saburá de *M. flavolineata*. Alimento controle.

T2 = 58 g de pólen coletado por *A. mellifera*, 2 g saburá de *M. flavolineata* e 40 ml de água. Fermentado por quinze dias, conforme Camargo (1976).

T3 = 30 g levedo (*Saccharomyces cerevisiae*) (Tabela 8), 29 g de sacarose e 41 ml de água. Mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*. Esta mistura seguiu a mesma proporção apresentada em Fernandes-da-Silva e Zucoloto (1990) recebendo apenas um pouco mais de água. Esta mistura foi fermentada por dez dias.

T4 = 25 g extrato de soja (Tabela 9), 25 g de sacarose e 50 ml de água. Mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*. Fermentada por dez dias.

T5 = 43 g de extrato de soja, 14 g de sacarose e 43 ml de água. Mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*. Fermentada por dez dias.

Estes tratamentos foram complementados com solução de sacarose invertida (60%) (T2 do item anterior), fornecida a vontade.

Tabela 8. Níveis de garantia fornecidos pelo fabricante de levedo.

Levedo	
Níveis de garantia por 100 g	
Carboidratos	37,0 g
Proteínas	46,0 g
Gorduras	1,5 g
Fibras	29,0 g
Valor energético	340,0 kcal

Tabela 9. Níveis de garantia fornecidos pelo fabricante de extrato de soja.

Extrato de soja	
Níveis de garantia por 100 g	
Carboidratos	26,0 g
Proteínas	41,0 g
Gorduras	21,0 g
Fibras	0,01 g
Valor energético	453,3 kcal

### 3.2 ANÁLISE DO VALOR NUTRICIONAL DAS DIETAS

Para testar as dietas alternativas para o mel, foram coletados favos de cria, em fase de pupa, de colônias de *M. flavolineata* situadas no meliponário da Embrapa Amazônia Oriental (Fig. 4 A e B) em Belém, Pará (01°28'03'' S, 48° 29'18''O), durante os meses de março e abril. Estes favos foram acondicionados em caixas incubadoras (Fig. 4 C) (COSTA; VENTURIERI, 2007), onde a temperatura foi mantida em 30°C ( $\pm 2$ ) com umidade relativa entre 70-80%. A umidade foi mantida através da adição de recipiente com água, no interior da incubadora, quando necessário. Com as abelhas que emergiam dos favos (Fig. 4 D), foram formados grupos de 20 operárias. Cada grupo foi confinado, em caixa incubadora (conforme descrito anteriormente), dentro de caixas plásticas (8x8x4cm), e recebeu um dos tratamentos descritos anteriormente (Fig. 4 E e F).

Para testar as dietas alternativas para o saburá, foram coletados favos de cria, em fase de pupa, de colônias de *M. flavolineata*, situadas no meliponário da Embrapa Amazônia Oriental, conforme descrito anteriormente, durante os meses de maio e junho. Nestes favos,

apresentando a região central vazia (com células já desmontadas, devido à emergência das crias) as células da margem interna foram abertas com pinça de ponta fina, para que as abelhas emergissem (Fig. 5 A). Com as abelhas que emergiam, formavam-se os grupos de vinte abelhas para cada tratamento (Fig. 5 B). Assim que o número necessário de abelhas era atingido, os favos eram devolvidos para suas colônias de origem.

Nas duas formas de obtenção de abelhas recém-emergidas para a formação dos grupos experimentais, abelhas de diferentes colônias compunham os grupos, visto que seria difícil a formação de grupos de abelhas de mesma idade de uma mesma colônia. Assim, coletando operárias de várias colônias, foi minimizado o impacto sobre as colônias do meliponário. Posteriormente a coleta das abelhas, seguiu-se os mesmos passos descritos anteriormente.

As dietas, dos diferentes tratamentos, foram fornecidas em tubos de *ependorf* (Fig. 4 E e Fig. 5 B). Foi também fornecido, juntamente com cada tratamento, um tampa de garrafa pet com papel umedecido, pra as operárias defecarem (lixeira) (Fig. 4 E e Fig. 5 B). Os alimentos e a lixeira foram substituídos diariamente.

Para avaliar o consumo dos alimentos, estes foram pesados em balança de precisão (0,001 g) antes e após o fornecimento para as abelhas, em intervalos de 24 horas, por oito dias.



Figura 4. A = Coleta de favos no meliponário da Embrapa Amazônia Oriental. B = Aspecto dos favos coletados. C = Caixas incubadoras, onde os favos eram acondicionados para a emergência das abelhas. D = Aspecto das operárias recém-emergidas (0 dia de idade) de *M. flavolineata*. E = Caixa plástica com 20 operárias. Pode ser observado o tubo de *ependorf* contendo um dos tratamentos e uma tampa de garrafa *pet* com papel molhado, para as operárias defecarem (este recipiente era substituído diariamente). F = Grupo experimental acondicionado na caixa incubadora, pode-se observar também o recipiente com água (para manter a umidade) e o termohigrômetro (o círculo vermelho mostra as condições no interior da incubadora: 31°C e 74% de umidade relativa). Fotos: A e B - Annais Carvalho; D - Giorgio C. Venturieri; C, E e F - Luciano Costa.

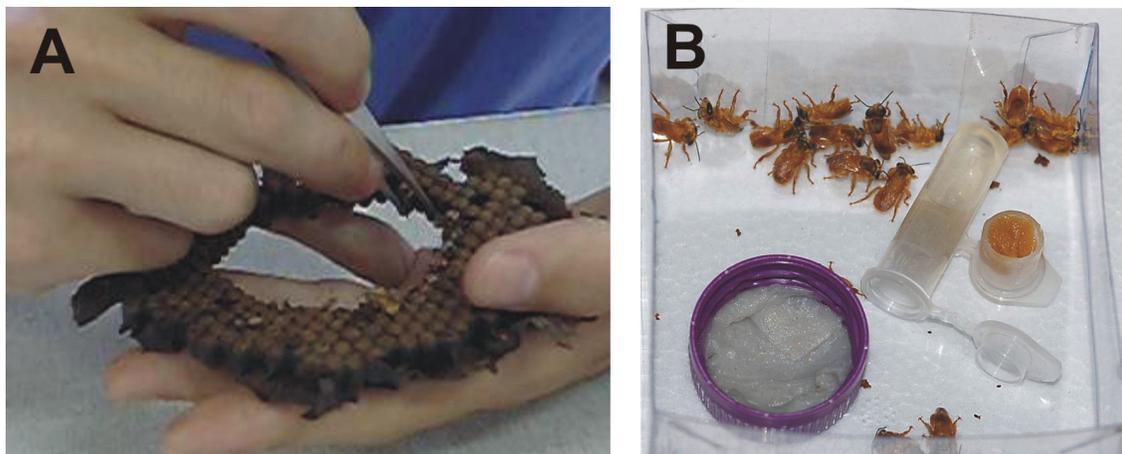


Figura 5. A = coleta de operárias para a execução dos experimentos de alternativas nutricionais para o saburá. As células eram abertas com auxílio de pinça e as operárias auxiliadas para sair dos casulos. B = grupo experimental composto por 20 operárias, coletadas conforme a figura anterior, acondicionado em caixa plástica. Pode ser observado um tubo de *ependorf* contendo solução de açúcar, outro contendo o tratamento 5 e uma tampa de garrafa *pet*, para as operárias defecarem. Fotos: A – Annais Carvalho; B – Giorgio C. Venturieri.

Para estimar o valor nutricional dos tratamentos empregados, foram utilizados os seguintes critérios: 1 - o consumo diário dos alimentos; 2 - o peso das abelhas ao final do experimento. O grupo de 20 abelhas foi pesado ao término do experimento, em balança de 0,001g de precisão; 3 - o desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas; e 4 - o desenvolvimento dos ovários (Fig. 6). O desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas e dos ovários foram escolhidos, como critérios de avaliação nutricional, devido ao conhecimento da influência da alimentação no desenvolvimento destas glândulas (CRUZ-LANDIM; AKAHIRA, 1966; PENEDO; TESTA; ZUCOLOTO, 1976; ZUCOLOTO, 1975; FERNANDES-DA-SILVA; ZUCOLOTO, 1990; FERNANDES-DA-SILVA; MUCCILLO; ZUCOLOTO, 1993). Outro fator motivador para a análise destas glândulas é o fato de que elas exercem papel fundamental na nutrição da rainha e no preparo do alimento larval, secretando a geléia real (CRUZ-LANDIM; ABDALLA, 2002). Do mesmo modo, os ovários das operárias importam para a produção de zangões e para a produção de ovos tróficos, que são comidos pela rainha (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996).

O método de análise das glândulas hipofaríngeas e ovários foi o mesmo utilizado por Penedo, Testa e Zucoloto (1976), Zucoloto (1975), Fernandes-da-silva e Zucoloto (1990) e Fernandes-da-Silva, Muccillo e Zucoloto (1993). Após oito dias de alimentação com os diferentes tratamentos, as abelhas foram fixadas em solução de Dietrich (Tabela 10)

(BEÇAK; PAULETE, 1976) por 48 horas e transferidas para álcool 70% até o momento de serem dissecadas. A dissecação foi realizada em microscópio estereoscópico. As glândulas foram retiradas e coradas em Carmim Acético (Tabela 10) (BEÇAK; PAULETE, 1976) por 3 a 5 minutos. Posteriormente, as glândulas foram montadas em glicerina, sobre lâmina e cobertas com lamínula, para observação em microscópio óptico.

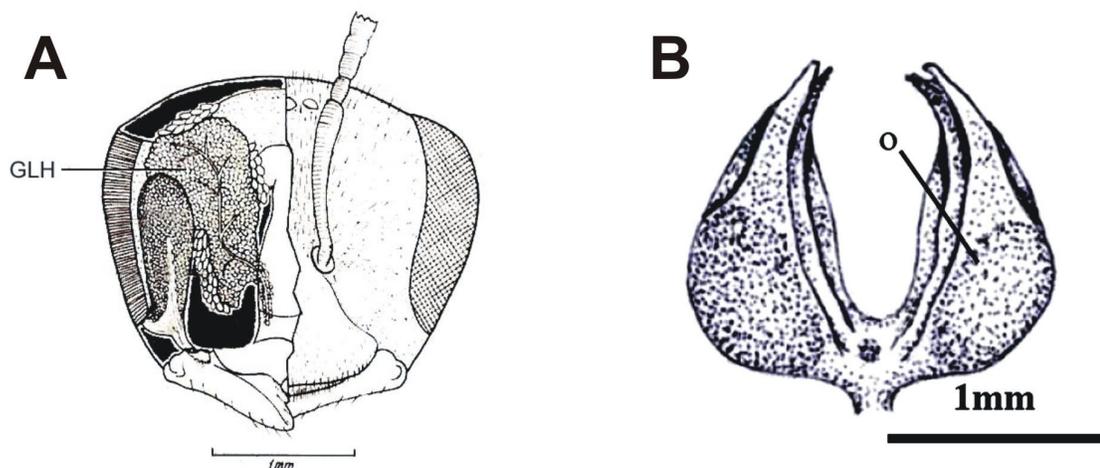


Figura 6. A – Cabeça de uma operária de *S. postica*. Detalhe da cabeça dissecada, mostrando o lóbulo direito das glândulas hipofaríngeas – GLH - (CRUZ-LANDIM; ABDALLA, 2002). B – Ovário de operária nutridora de *S. postica*, mostrando ovários e oócitos – O - (CRUZ-LANDIM, 2004).

Tabela 10. Composição do fixador: Fluido de Dietrich, e do corante: Carmim acético (Schneider).

Fluido de Dietrich		Carmim Acético (Schneider)	
Álcool 96°	30 ml	Carmim	0,4 g
Formalina (formaldeído a 40%)	10 ml	Água destilada	55 ml
Ácido acético glacial	2 ml	<i>Aquecer até ferver e então adicionar:</i>	
Água destilada	60 ml	Ácido acético glacial	45 ml

Fonte: Beçak e Paulete (1976).

O desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas foi verificado pela medida (em micrômetros -  $\mu\text{m}$ ) de 10 ácidos, escolhidos ao acaso, em cada abelha. Para tal, foram selecionadas aleatoriamente 10 abelhas de cada tratamento. Assim, foram tomadas 100 medidas de ácidos, para cada tratamento. Os ácidos, por não possuírem estrutura circular perfeita, foram medidos em duas dimensões (maior e menor, em cruz) e a média destes

valores representou a medida do ácino. O desenvolvimento dos ovários foi verificado pela medida ( $\mu\text{m}$ ) da largura e da altura do maior oócito encontrados em cada abelha, sendo a média entre estes valores a representante do tamanho do oócito. Assim, foram tomadas 10 medidas de oócitos para cada tratamento.

Para análise estatística foram utilizados os seguintes testes:

1) para a comparação dos dados de peso das abelhas, foi empregado o teste de Qui-quadrado de aderência, para proporções esperadas iguais, ao nível de significância de 5%;

2) para a comparação dos dados de consumo das dietas, do desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas e dos ovários, optou-se: A) pelo teste de Kruskal-Wallis (ou teste  $H$ ), quando foi constatada não-normalidade e homogeneidade de variância dos dados. Quando diferenças foram encontradas, os grupos foram comparados pelo método de Dunn, ao nível de significância de 5% (cf. ZAR, 1999); e B) pelo teste de ANOVA, quando foi constatada normalidade e homogeneidade de variância dos dados. Quando diferenças foram observadas, os grupos foram comparados pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (cf. ZAR, 1999). A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk, ao nível de significância de 1% (cf. ARANGO, 2001 e ZAR, 1999). A homogeneidade de variância foi avaliada pelo teste de Levene ao nível de significância de 5% (cf. ARANGO, 2001; ZAR, 1999).

Para estimar os custos relativos à produção dos diferentes alimentos, testados neste estudo, foi realizada uma pesquisa no mercado local. Cada item foi pesquisado em três estabelecimentos comerciais diferentes. Assim, o preço de cada item, utilizado para os cálculos, corresponde à média dos valores encontrados. Calculou-se, então, o custo de produção de 1 L de cada um dos xaropes testados como alternativa nutricional para o mel; e o custo de produção de 1 kg de cada um dos alimentos testados como substitutos para o saburá.

Com base nos dados obtidos neste estudo, buscou-se estimar os alimentos e quantidades adequadas para uma nutrição eficiente de colônias recém-formadas de *Melipona flavolineata*, conforme as técnicas de multiplicação artificial empregadas no meliponário da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, e descritas na literatura.

## 4 RESULTADOS

### 4.1. DIETAS ALTERNATIVAS PARA O MEL

Os grupos de 20 operárias de *M. flavolineata* alimentadas durante oito dias com os diferentes tratamentos (Fig. 7) consumiram, em média: T1 – controle =  $65,00 \pm 37,90$  mg/dia; T2 =  $41,13 \pm 26,50$  mg/dia; T3 =  $51,63 \pm 31,55$  mg/dia; T4 =  $38,13 \pm 27,72$  mg/dia; T5 =  $35,63 \pm 27,10$  mg/dia (Fig. 8). As diferenças entre os valores de consumo das dietas não foram significativas (Kruskal-Wallis:  $H = 4,3574$ ;  $GL = 4$ ;  $P = 0,3598$ ). Deste modo, pode-se afirmar que todos os tratamentos foram igualmente ingeridos. Considerando todos os tratamentos, cada abelha consumiu (em média) 2,32 mg de alimento por dia.



Figura 7. Operária de *M. flavolineata* alimentando-se no tubo de *eppendorf*, com xarope do tratamento 2. Foto: Luciano Costa.

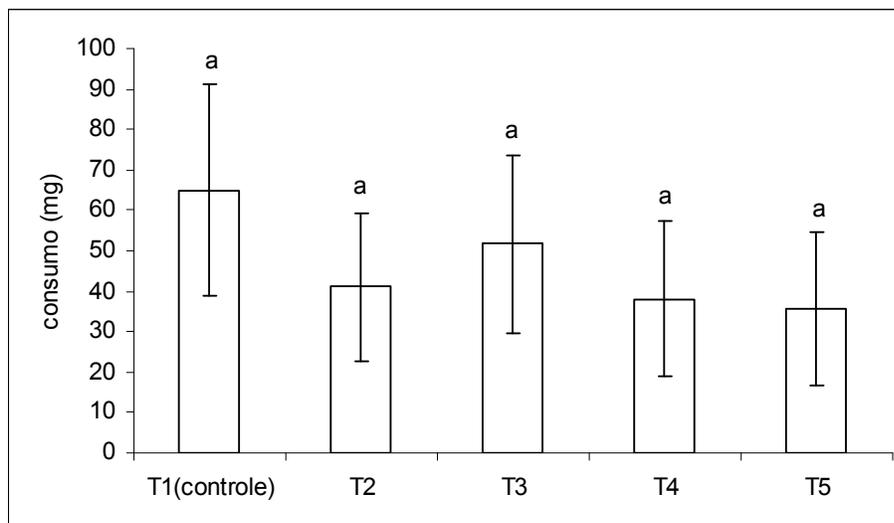


Figura 8. Quantidade média de alimento consumido por 20 operárias de *M. flavolineata*, durante os oito dias de experimento, (mg) e respectivos intervalos de confiança. As letras iguais sobre as barras indicam não haver diferença significativa entre os tratamentos (teste de Kruskal-Wallis:  $H = 4,3574$ ,  $GL = 4$ ,  $P = 0,3598$ ). T1(controle) = Mel de *M. flavolineata*. T2 = Solução de sacarose invertida (60%) com sais minerais. T3 = 99,5 ml do T2 adicionado de 0,5 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis. T4 = 99,0 do T2 adicionado de 1,0 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis. T5 = 90,0 ml do T2 adicionado de 10,0 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis.

O peso dos grupos de 20 operárias de *M. flavolineata*, ao término do experimento, foi de: T1(controle) = 1270,00 mg; T2 = 1211,00 mg; T3 = 1180,00 mg; T4 = 1224,00 mg; T5 = 1219,00 mg. Quando os pesos dos grupos experimentais foram comparados ao controle, não houve diferenças estatísticas (T1xT2 -  $\chi^2 = 1,403$ ,  $GL = 1$ ,  $P = 0,2442$ ; T1xT3 -  $\chi^2 = 3,306$ ,  $GL = 1$ ,  $P = 0,0722$ ; T1xT4 -  $\chi^2 = 0,848$ ,  $GL = 1$ ,  $P = 0,3675$ ; T1xT5 -  $\chi^2 = 1,045$ ,  $GL = 1$ ,  $P = 0,3162$ ), sendo todos semelhantes.

Tabela 11. Peso das 20 abelhas ao fim do experimento. Na coluna da direita é também apresentado o peso médio para uma abelha. Letras iguais seguindo os valores de peso indicam não haver diferença significativa ( $\chi^2 \leq 3,306$ ,  $GL = 1$ ,  $\alpha = 0,05$ ).

Tratamento	Peso do grupo (mg)	Peso unitário (mg)
T1 (controle)	1270,00 <sup>a</sup>	63,50
T2	1211,00 <sup>a</sup>	60,55
T3	1180,00 <sup>a</sup>	59,00
T4	1224,00 <sup>a</sup>	61,20
T5	1219,00 <sup>a</sup>	60,95

O tamanho médio dos ácidos das glândulas hipofaríngeas (Fig. 9) dos grupos de operárias de *M. flavolineata* submetidos aos tratamentos experimentais foi de: T1(controle) =  $28,26 \pm 02,28 \mu\text{m}$ ; T2 =  $27,51 \pm 02,94 \mu\text{m}$ ; T3 =  $27,91 \pm 02,49 \mu\text{m}$ ; T4 =  $28,68 \pm 02,85 \mu\text{m}$ ; T5 =  $27,88 \pm 02,88 \mu\text{m}$  (Fig. 10 e Fig 11). Foi encontrada uma diferença significativa entre os grupos (Kruskal-Wallis:  $H = 10,4394$ ,  $GL = 4$ ,  $P = 0,0336$ ). Conforme a comparação pelo método de Dunn, os tratamentos 2 e 4 foram significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ), sendo os ácidos das abelhas alimentadas com o tratamento 4 maiores que os das operárias alimentadas com o tratamento 2.

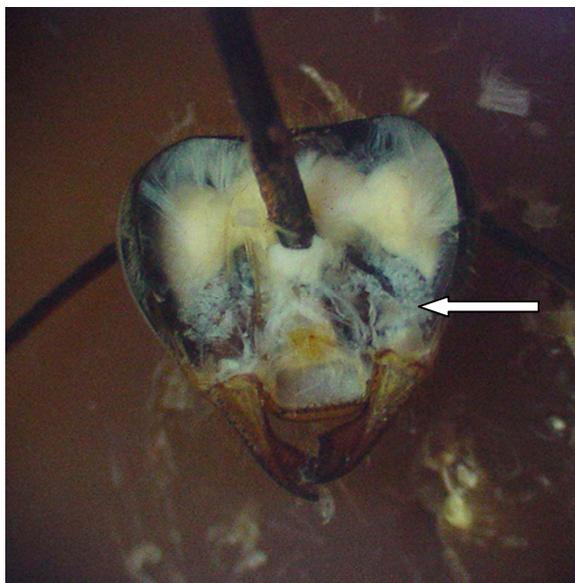


Figura 9. Região anterior da cabeça de operária de *M. flavolineata*, dissecada ao microscópio estereoscópico para a retirada da glândula hipofaríngea. A seta indica o lobo direito da glândula hipofaríngea, posicionado anteriormente ao olho. Foto: Luciano Costa.

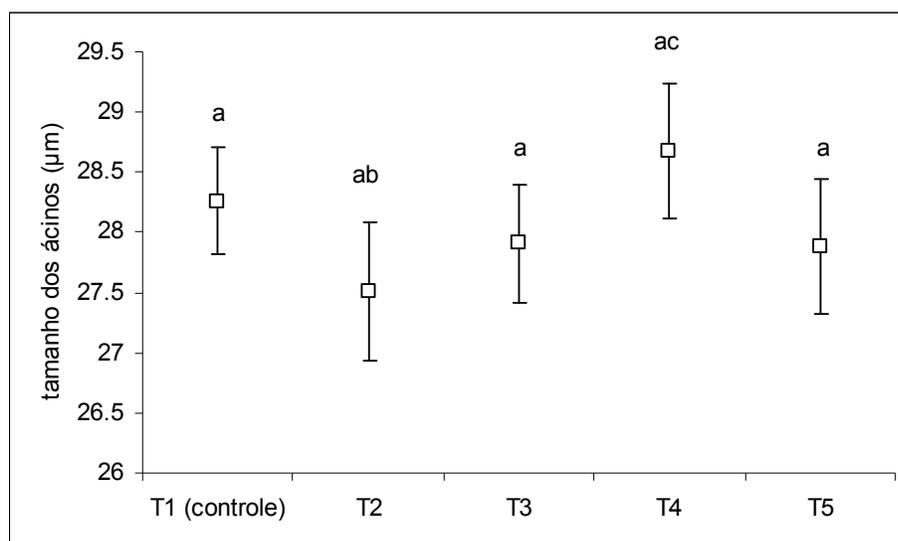


Figura 10. Médias e intervalos de confiança das medições dos ácidos da glândula hipofaríngea de *M. flavolineata*, para os tratamentos experimentados. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ( $H = 10,4394$ ,  $GL = 4$ ,  $P = 0,0336$ ), e comparações pelo método de Dunn ( $P < 0,05$ ). T1(controle) = Mel de *M. flavolineata*. T2 = Solução de sacarose invertida (60%) com sais minerais. T3 = 99,5 ml do T2 adicionado de 0,5 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis. T4 = 99,0 do T2 adicionado de 1,0 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis. T5 = 90,0 ml do T2 adicionado de 10,0 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis.

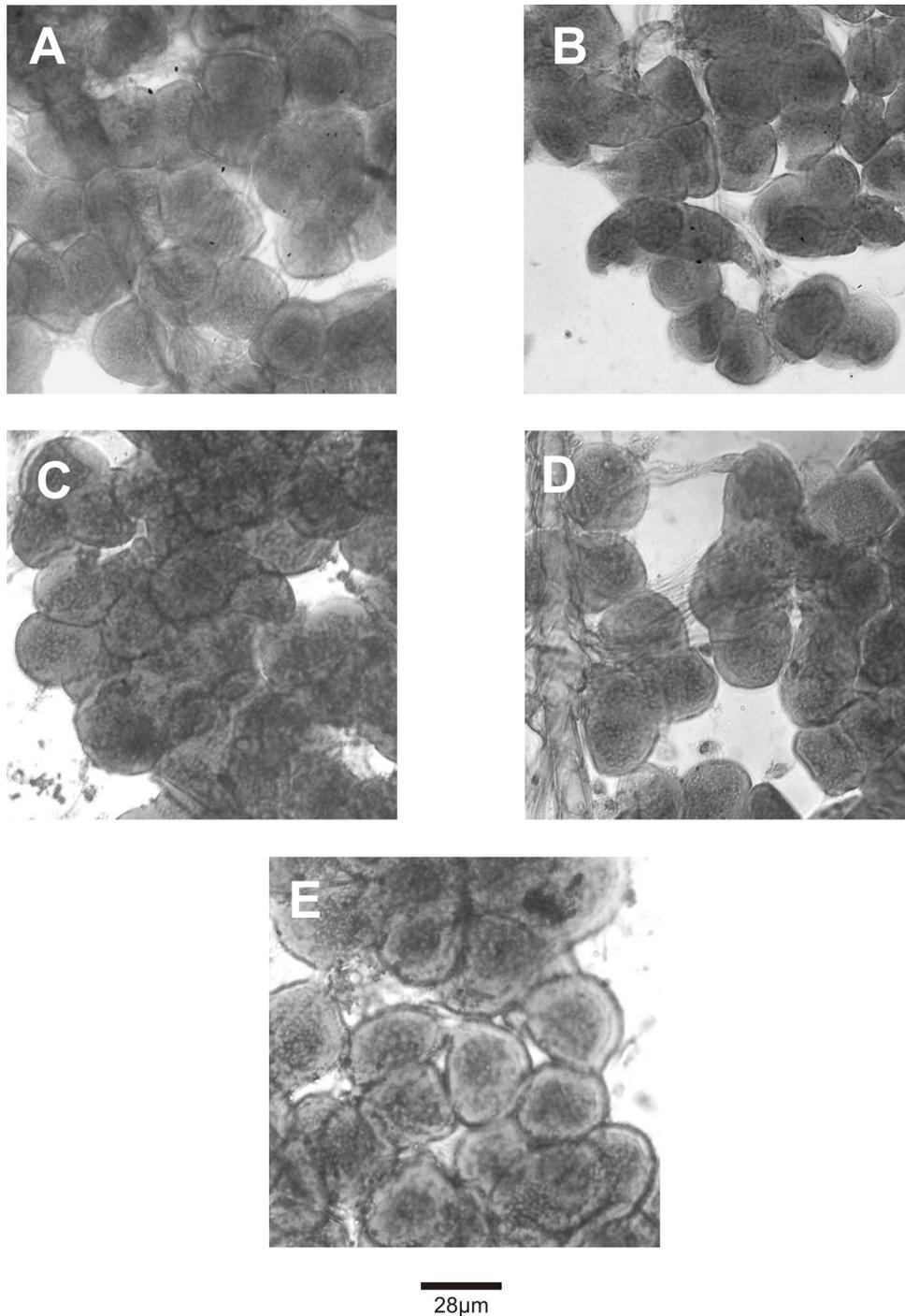


Figura 11. Fotomicrografias dos ácinos de glândulas hipofaríngeas de operárias de *M. flavolineata*, alimentadas com os tratamentos experimentais testados como alternativa nutricional ao mel. A = T1 (controle): Mel de *M. flavolineata*. B = T2: Solução de sacarose invertida (60%) com sais minerais. C = T3: 99,5 ml do T2 adicionado de 0,5 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis. D = T4: 99,0 do T2 adicionado de 1,0 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis. E = T5: 90,0 ml do T2 adicionado de 10,0 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis. Fotos: Luciano Costa.

A análise dos ovários (Fig. 12) das operárias dos diferentes grupos experimentais demonstrou não haver diferença entre os tratamentos, quanto ao desenvolvimento dos oócitos (ANOVA:  $F = 1,3236$ ,  $P = 0,2757$ ). O tamanho médio dos maiores oócitos encontrados nos ovários foi de: T1 =  $273,00 \pm 26,79 \mu\text{m}$ ; T2 =  $235,50 \pm 22,29 \mu\text{m}$ ; T3 =  $248,00 \pm 49,28 \mu\text{m}$ ; T4 =  $268,50 \pm 62,85 \mu\text{m}$ ; T5 =  $225,00 \pm 48,12 \mu\text{m}$  (Fig. 13 e 14). Operárias alimentadas com qualquer um dos tratamentos apresentaram oócitos de tamanhos semelhantes.

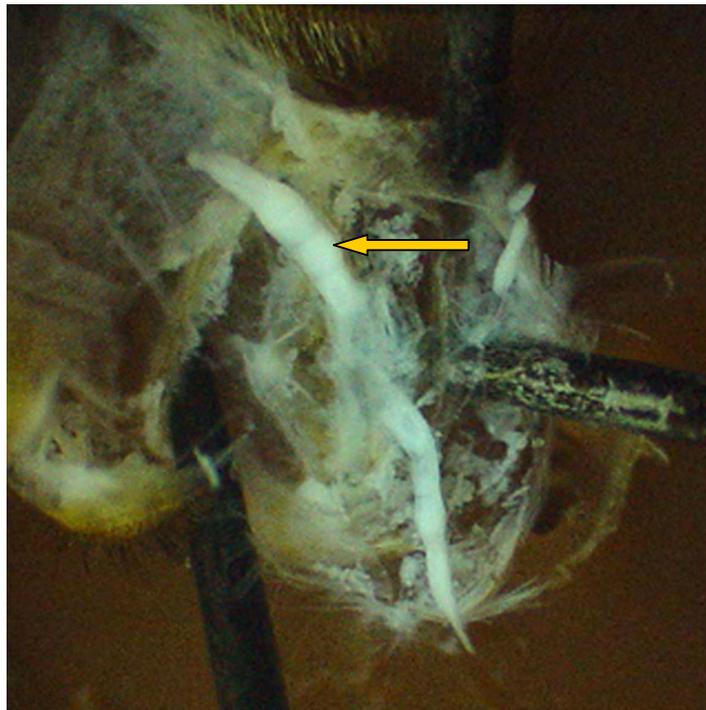


Figura 12. Abdome de operária de *M. flavolineata*, dissecado em microscópio estereoscópico, mostrando os ovários. A seta indica o ovário com o maior oócito. Foto: Luciano Costa.

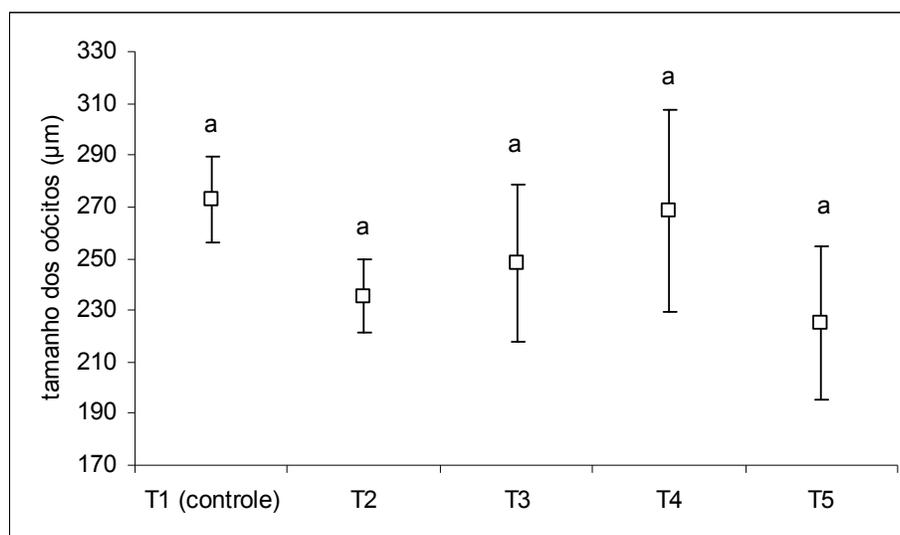


Figura 13. Médias e intervalos de confiança das medições dos maiores oócitos de *M. flavolineata*, para os tratamentos experimentados. Letras iguais sobre as barras indicam não haver diferenças entre os tratamentos, de acordo com o teste ANOVA ( $F = 1,3236$ ,  $P = 0,2757$ ). T1(controle) = Mel de *M. flavolineata*. T2 = Solução de sacarose invertida (60%) com sais minerais. T3 = 99,5 ml do T2 adicionado de 0,5 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis. T4 = 99,0 do T2 adicionado de 1,0 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis. T5 = 90,0 ml do T2 adicionado de 10,0 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis.

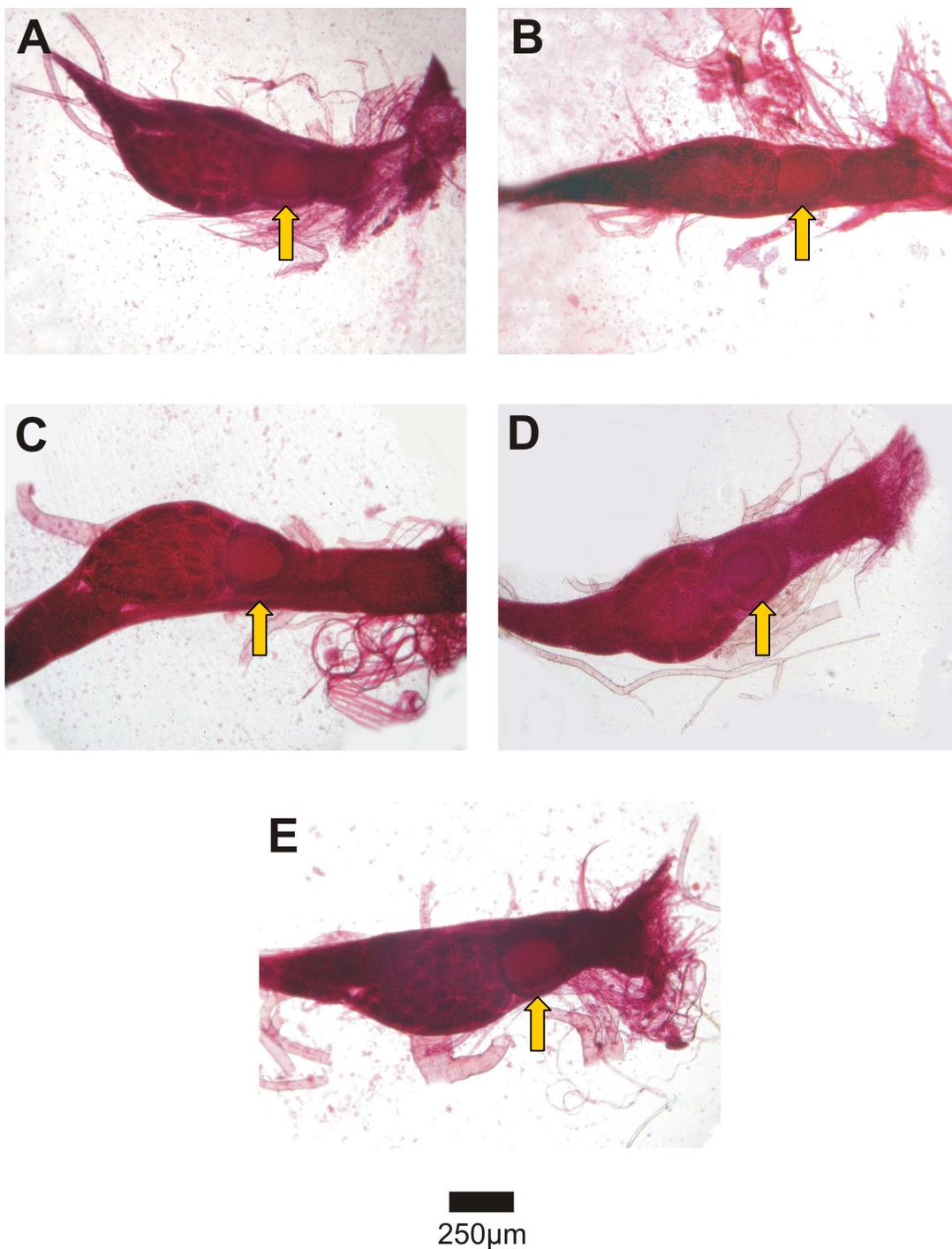


Figura 14. Fotomicrografia de ovários de operárias de *M. flavolineata*, alimentadas com os tratamentos experimentais testados como alternativas nutricionais para o mel. A = T1 (controle): Mel de *M. flavolineata*. B = T2: Solução de sacarose invertida (60%) com sais minerais. C = T3: 99,5 ml do T2 adicionado de 0,5 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis. D = T4: 99,0 do T2 adicionado de 1,0 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis. E = T5: 90,0 ml do T2 adicionado de 10,0 ml de solução de aminoácidos e vitaminas hidrossolúveis, mais 0,05 ml de solução complementar de vitaminas lipossolúveis. Fotos: Luciano Costa.

Analisando os custos dos itens envolvidos no preparo dos xaropes utilizados nos diferentes tratamentos, percebeu-se que aos tratamentos 3 a 5, apresentaram um acréscimo substancial nos custos dos xaropes (Tabelas 12, 13, 14 e 15). Quando comparados com o tratamento 2, o mais simples, o acréscimo de custo dos demais tratamentos foi de aproximadamente: T3 – 40% mais caro; T4 – 80% mais caro; e T5 - 9 vezes mais caro. Apenas o tratamento controle apresentou valor superior ao do tratamento 5. O mel de uruçú é comercializado por cerca de R\$ 20,00/litro, em Belém, PA.

Tabela 12. Custo dos ingredientes utilizados em 1 L do xarope utilizado como tratamento 2.

T2				
Itens	Quantidade	Unidade	Preço	Unidade
Açúcar	926,00	g	1,0408	R\$
Ácido cítrico	10,00	g	0,0700	R\$
Sal mineral	0,20	g	0,0011	R\$
Total	936,20	g	1,1119	R\$

Tabela 13. Custo dos ingredientes utilizados em 1 L do xarope utilizado como tratamento 3.

T3				
Itens	Quantidade	Unidade	Preço	Unidade
T2	994,50	ml	1,1812	R\$
Solução de AAs com vitaminas	5,00	ml	0,4280	R\$
Solução complementar de vitaminas	0,50	ml	0,0628	R\$
Total	1000,00	ml	1,6719	R\$

Tabela 14. Custo dos ingredientes utilizados em 1 L do xarope utilizado como tratamento 4.

T4				
Itens	Quantidade	Unidade	Preço	Unidade
T2	989,50	ml	1,1752	R\$
Solução de AAs com vitaminas	10,00	ml	0,8560	R\$
Solução complementar de vitaminas	0,50	ml	0,0628	R\$
Total	1000,00	ml	2,0940	R\$

Tabela 15. Custo dos ingredientes utilizados em 1 L do xarope utilizado como tratamento 5.

T5				
Itens	Quantidade	Unidade	Preço	Unidade
T2	899,50	ml	1,0683	R\$
Solução de AAs com vitaminas	100,00	ml	8,5600	R\$
Solução complementar de vitaminas	0,50	ml	0,0628	R\$
Total	1000.00	ml	9,6911	R\$

#### 4.2. DIETAS ALTERNATIVAS PARA O SABURÁ

Em média, cada grupo de 20 operárias consumiu diariamente: 117,13  $\pm$  68,20 mg do T1; 118,13  $\pm$  37,40 mg do T2; 68,75  $\pm$  29,50 mg do T3; 147,50  $\pm$  41,48 mg do T4; e 107,63  $\pm$  18,60 mg do T5 (Fig.10 e 11). Houve diferença significativa entre o consumo dos tratamentos (Kruskal-Wallis:  $H = 14,3761$ ,  $GL = 4$ ,  $P = 0,0062$ ). As comparações realizadas pelo método de Dunn demonstraram que o tratamento 3 foi significativamente menos consumido que o tratamento 4 ( $P < 0,05$ ) e que não houve diferença significativa entre os tratamentos, quando comparados com o controle (T1) ( $P > 0,05$ ). Desconsiderando o tratamento 3 e calculando a média de consumo dos demais tratamentos, cada operária de *M. flavolineata* consumiu 6,13 mg de alimento por dia.



Figura 15. Operárias de *M. flavolineata* alimentando-se do tratamento 5. Foto: Luciano Costa.

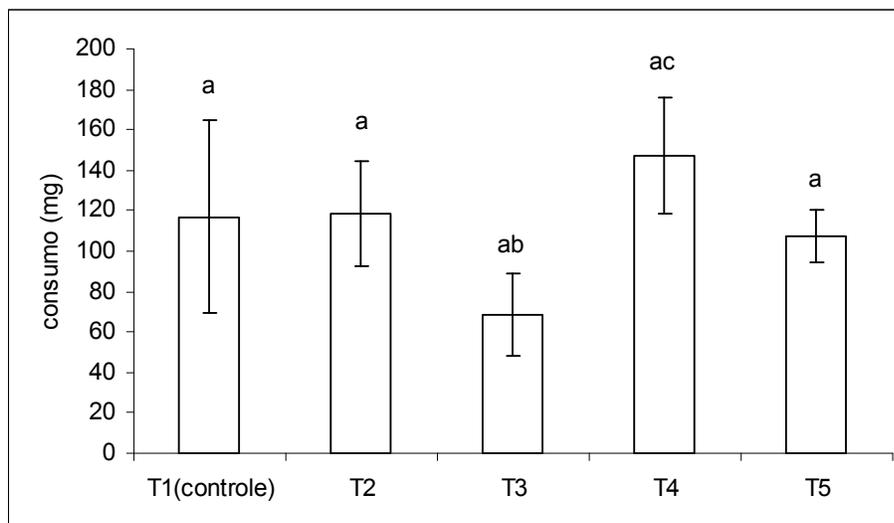


Figura 16. Consumo médio das dietas, experimentadas como alternativa nutricional ao saburá (mg) de *M. flavolineata*, e respectivos intervalos de confiança. Letras diferentes indicam diferenças significativas, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ( $H = 14,3761$ ,  $GL = 4$ ,  $P = 0,0062$ ) e com comparações pelo método de Dunn ( $P < 0,05$ ). T1(controle) = Saburá de *M. flavolineata*. T2 = 58 g de pólen coletado por *A. mellifera*, 2 g saburá de *M. flavolineata* e 40 ml de água, fermentado por quinze dias. T3 = 30 g levedo, 29 g de sacarose e 41 ml de água, mais inoculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentado por dez dias. T4 = 25 g extrato de soja, 25 g de sacarose e 50 ml de água, mais inoculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentado por dez dias. T5 = 43 g de extrato de soja, 14 g de sacarose e 43 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentada por dez dias.

A pesagem das abelhas ao fim do experimento (Tabela 16) demonstrou que as operárias alimentadas com os tratamentos 3 e 4 tiveram, respectivamente, os menores pesos. No entanto, as comparações dos tratamentos experimentais com o controle, demonstraram não haver diferenças significativas ( $T1 \times T2 - \chi^2 = 1,672$ ,  $GL = 1$ ,  $P = 0,2022$ ;  $T1 \times T3 - \chi^2 = 3,278$ ,  $GL = 1$ ,  $P = 0,0731$ ;  $T1 \times T4 - \chi^2 = 0,280$ ,  $GL = 1$ ,  $P = 0,6091$ ;  $T1 \times T5 - \chi^2 = 0,033$ ,  $GL = 1$ ,  $P = 0,8703$ ). O peso dos grupos alimentados com as dietas experimentais foi: T1(controle) = 1514 mg; T2 = 1586 mg; T3 = 1416 mg; T4 = 1485 mg; T5 = 1524 mg. O peso unitário médio das operárias alimentadas com os tratamentos foi: 75,70 mg para o T1(controle); 79,30 mg para o T2; 70,80 mg para o T3; 74,25 mg para o T4; e 76,20 para o T5.

Tabela 16. Peso dos grupos de 20 abelhas ao fim do experimento. Na coluna da direita é também apresentado o peso médio para uma abelha. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ( $\chi^2 \leq 3,278$ , GL = 1,  $\alpha = 0,05$ ).

Tratamento	Peso do grupo (mg)	Peso unitário (mg)
T1 (controle)	1514,00 <sup>a</sup>	75,70
T2	1586,00 <sup>a</sup>	79,30
T3	1416,00 <sup>a</sup>	70,80
T4	1485,00 <sup>a</sup>	74,25
T5	1524,00 <sup>a</sup>	76,20

A análise dos ácidos das glândulas hipofaríngeas revelou diferenças estatísticas entre os tratamentos experimentados (Fig. 17 e 18) (Kruskal-Wallis:  $H = 254,7445$ ,  $GL = 4$ ,  $P < 0,0001$ ). Os valores médios observados foram os seguintes: T1(controle) =  $50,80 \pm 03,53 \mu\text{m}$ ; T2 =  $50,20 \pm 05,28 \mu\text{m}$ ; T3 =  $41,67 \pm 06,27 \mu\text{m}$ ; T4 =  $47,31 \pm 03,70 \mu\text{m}$ ; T5 =  $56,11 \pm 03,85 \mu\text{m}$ . De acordo com a comparação, pelo método de Dunn, apenas o tratamento 2 foi igual ao controle ( $P > 0,05$ ), sendo que, para todos os demais foram encontradas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ). As operárias alimentadas com o tratamento 3 apresentaram os ácidos de menor tamanho nas glândulas hipofaríngeas, seguidas pelas operárias alimentadas com o tratamento 4. Operárias alimentadas com o tratamento 5 apresentaram ácidos de tamanho superior a todas as demais, inclusive maiores que os das operárias do grupo controle.

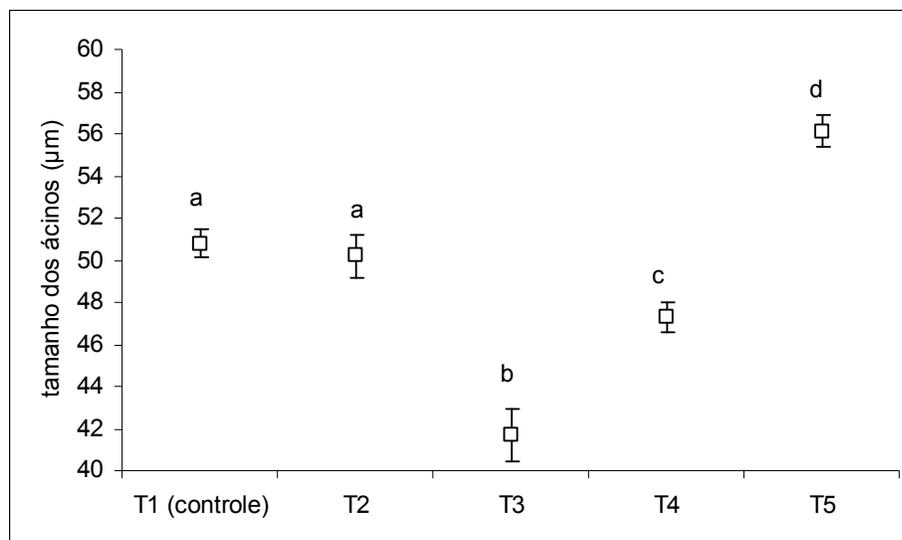


Figura 17. Médias e intervalos de confiança das medições dos ácidos da glândula hipofaríngea de operárias de *M. flavolineata*, para os tratamentos experimentados. Letras diferentes indicam diferenças significativas, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ( $H = 254,7445$ ,  $GL = 4$ ,  $P < 0,0001$ ), com comparações pelo método de Dunn ( $P < 0,05$ ). T1 (controle) = Saburá de *M. flavolineata*. T2 = 58 g de pólen coletado por *A. mellifera*, 2 g saburá de *M. flavolineata* e 40 ml de água, fermentado por quinze dias. T3 = 30 g levedo, 29 g de sacarose e 41 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentado por dez dias. T4 = 25 g extrato de soja, 25 g de sacarose e 50 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentado por dez dias. T5 = 43 g de extrato de soja, 14 g de sacarose e 43 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentada por dez dias.

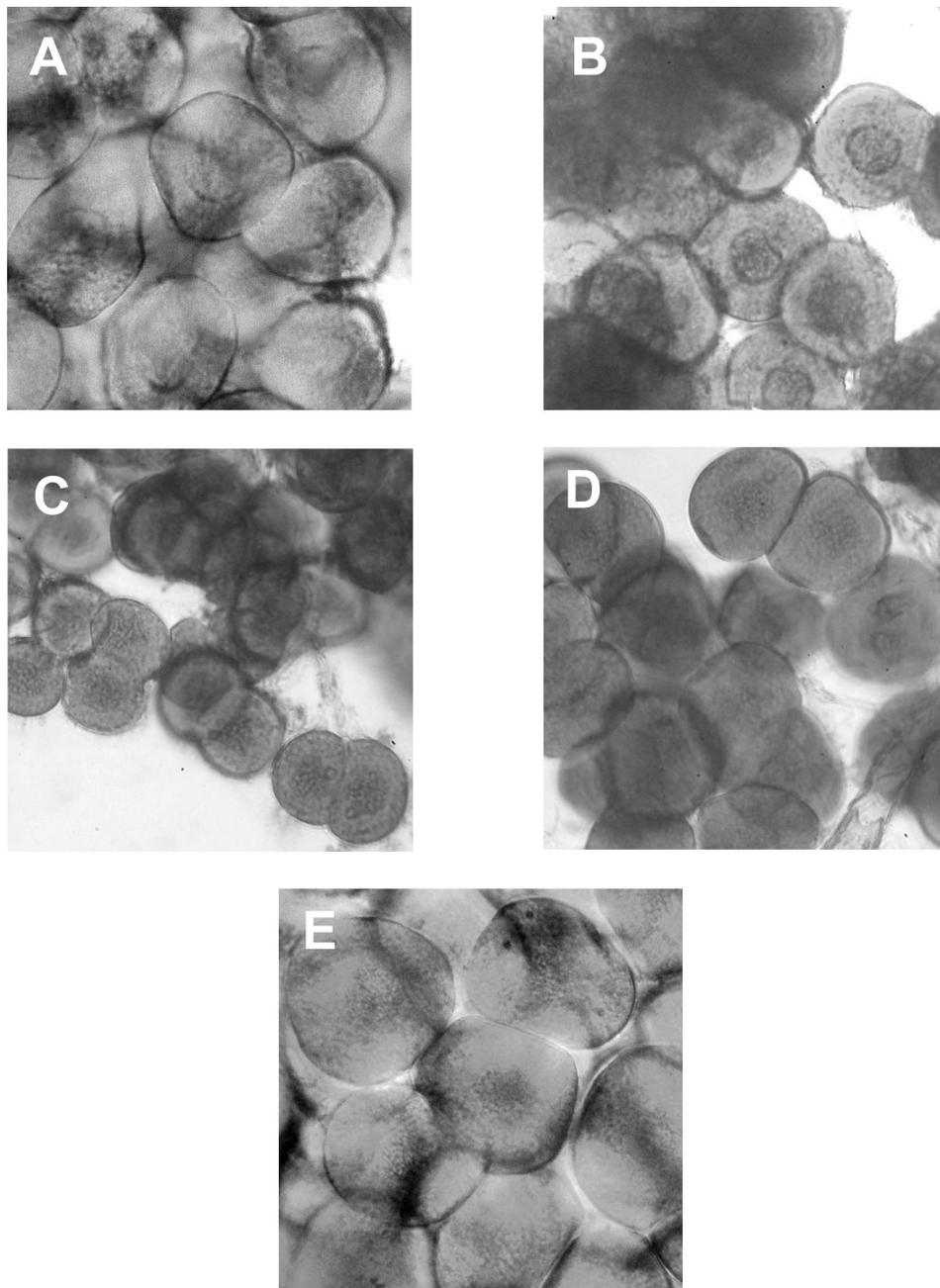


Figura 18. Fotomicrografias dos ácinos de glândulas hipofaríngeas de operárias de *M. flavolineata* alimentadas com os tratamentos experimentais testados como alternativa nutricional ao saburá. A = T1 (controle): Saburá de *M. flavolineata*. B = T2: 58 g de pólen coletado por *A. mellifera*, 2 g saburá de *M. flavolineata* e 40 ml de água, fermentado por quinze dias. C = T3: 30 g levedo, 29 g de sacarose e 41 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentado por dez dias. D = T4: 25 g extrato de soja, 25 g de sacarose e 50 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentado por dez dias. E = T5: 43 g de extrato de soja, 14 g de sacarose e 43 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentada por dez dias. Fotos: Luciano Costa.

A análise dos ovários das operárias de *M. flavolineata* demonstrou haver diferença significativa entre os grupos experimentais, quanto ao desenvolvimento dos oócitos (ANOVA:  $F = 15,9556$ ,  $P < 0,0001$ ) (Fig. 19 e 20). As médias e desvios dos tamanhos dos maiores oócitos observados foram as seguintes: T1 =  $542,3 \pm 238,64 \mu\text{m}$ ; T2 =  $569,7 \pm 212,32 \mu\text{m}$ ; T3 =  $435,5 \pm 84,41 \mu\text{m}$ ; T4 =  $714,7 \pm 240,75 \mu\text{m}$ ; T5 =  $1051,2 \pm 104,99 \mu\text{m}$ . A comparação pelo teste de Tukey demonstrou que os grupos 1, 2, 3 e 4 não diferiram quanto ao tamanho dos oócitos ( $P > 0,05$ ). No entanto, as operárias alimentadas com o tratamento 4 apresentaram oócitos significativamente maiores que os das operárias alimentadas com o tratamento 3 ( $P < 0,05$ ). As operárias alimentadas com o tratamento 5 apresentaram oócitos significativamente maiores que os das operárias alimentadas com os demais tratamentos ( $P < 0,05$ ).

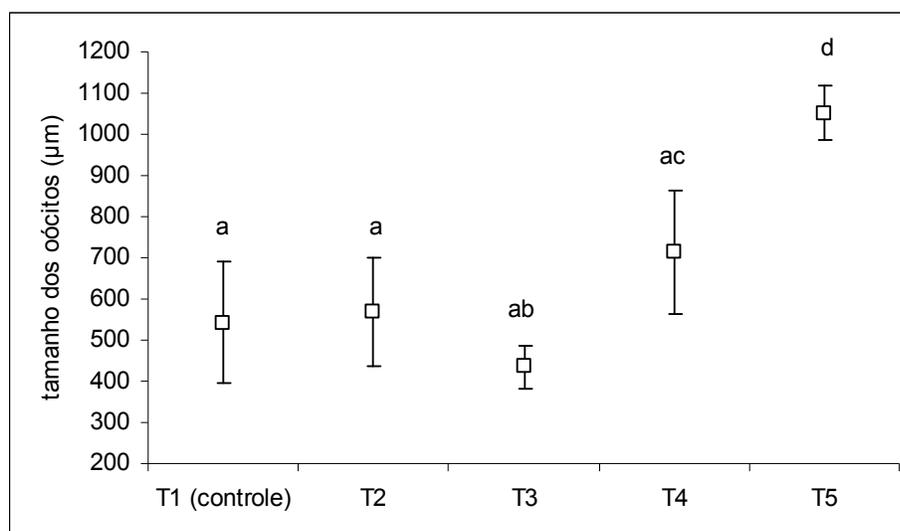


Figura 19. Médias e intervalos de confiança das medições dos maiores oócitos de operárias de *M. flavolineata*, para os tratamentos experimentados. Letras diferentes indicam diferenças significativas, de acordo com o teste ANOVA ( $F = 15,9556$ ,  $P < 0,0001$ ), com comparações pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). T1(controle) = Saburá de *M. flavolineata*. T2 = 58 g de pólen coletado por *A. mellifera*, 2 g saburá de *M. flavolineata* e 40 ml de água, fermentado por quinze dias. T3 = 30 g levedo, 29 g de sacarose e 41 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentado por dez dias. T4 = 25 g extrato de soja, 25 g de sacarose e 50 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentado por dez dias. T5 = 43 g de extrato de soja, 14 g de sacarose e 43 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentada por dez dias.

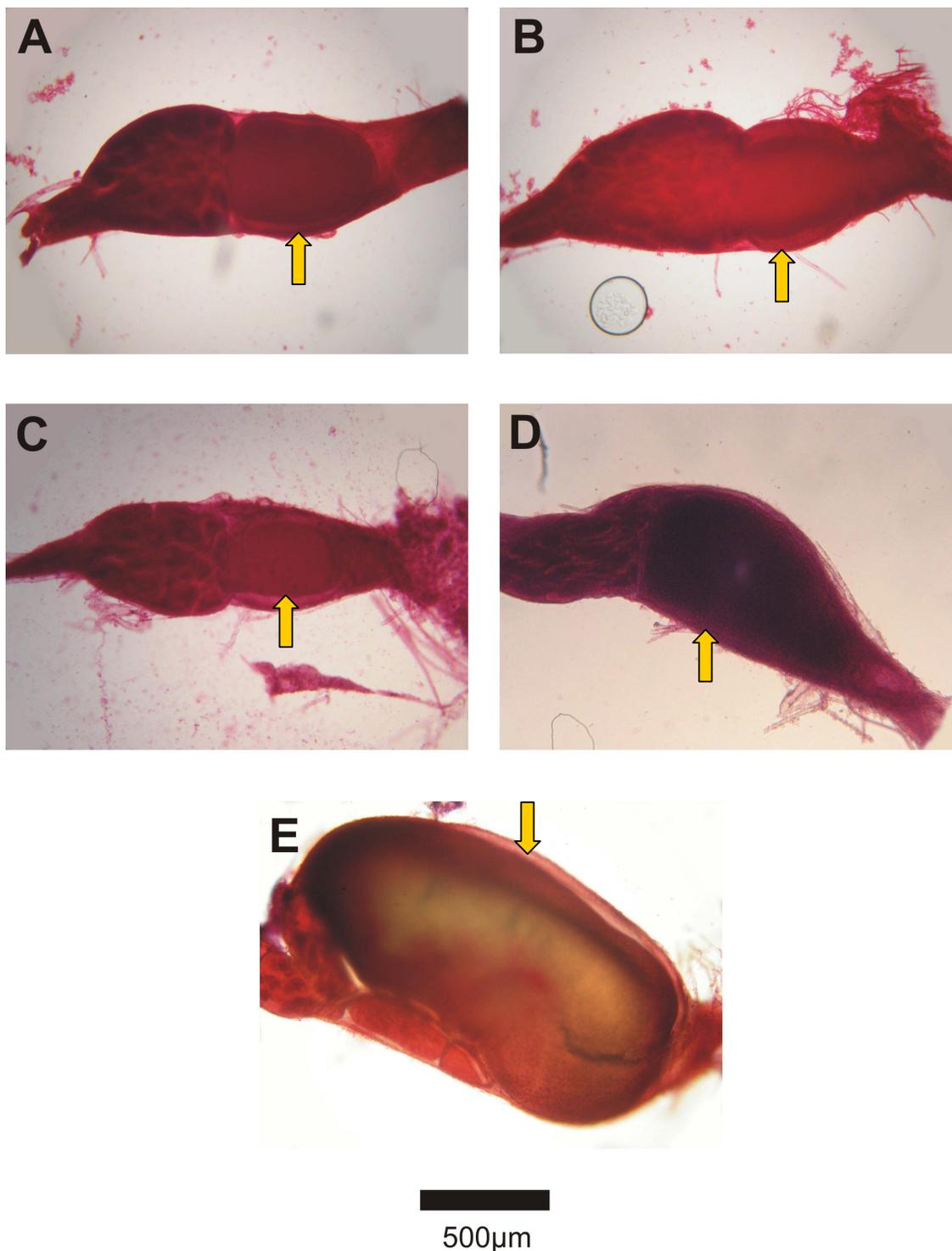


Figura 20. Fotomicrografia de ovários de operárias de *M. flavolineata*, alimentadas com os tratamentos experimentais testados como alternativas nutricionais para o saburá. A = T1(controle): Saburá de *M. flavolineata*. B = T2: 58 g de pólen coletado por *A. mellifera*, 2 g saburá de *M. flavolineata* e 40 ml de água, fermentado por quinze dias. C = T3: 30 g levedo, 29 g de sacarose e 41 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentado por dez dias. D = T4: 25 g extrato de soja, 25 g de sacarose e 50 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentado por dez dias. E = T5: 43 g de extrato de soja, 14 g de sacarose e 43 ml de água, mais inóculo de 2,4 g de saburá de *M. flavolineata*, fermentada por dez dias. Fotos: Luciano Costa.

Dentre os tratamentos empregados, o T2 (Tabela 17) foi o mais caro, em função do alto valor do pólen apícola encontrado no mercado local. Os tratamentos 3 e 4 (Tabelas 18 e 19) apresentaram valores semelhantes, sendo T4 pouco mais barato. O tratamento 5 (Tabela 20) apresentou maior custo de produção, quando comparado aos T3 e T4, devido ao aumento na quantidade de extrato de soja, porém, seu custo foi cerca de 12 vezes menor que o do tratamento 2.

Tabela 17. Custo dos itens envolvidos no preparo de 1 kg do tratamento 2.

T2				
Itens	Quantidade	Unidade	Preço	Unidade
Polén	580,00	g	92,66	R\$
Saburá	20,00	g	**	R\$
Água	400,00	ml	**	R\$
Total	1000,00	g	92,66	R\$

Tabela 18. Custo dos itens envolvidos no preparo de 1 kg do tratamento 3.

T3				
Itens	Quantidade	Unidade	Preço	Unidade
Levedo	300,00	g	4,37	R\$
Açúcar	290,00	g	0,33	R\$
Saburá	24,00	g	**	R\$
Aguá	410,00	ml	**	R\$
Total	1024,00	g	4,70	R\$

Tabela 19. Custo dos itens envolvidos no preparo de 1 kg do tratamento 4.

T4				
Itens	Quantidade	Unidade	Preço	Unidade
Extrato De Soja	250,00	g	4,25	R\$
Açúcar	250,00	g	0,28	R\$
Saburá	24,00	g	**	R\$
Água	500,00	ml	**	R\$
Total	1024,00	g	4,53	R\$

Tabela 20. Custo dos itens envolvidos no preparo de 1 kg do tratamento 5.

T5				
Itens	Quantidade	Unidade	Preço	Unidade
Extrato De Soja	430,00	g	7,32	R\$
Açúcar	140,00	g	0,16	R\$
Saburá	24,00	g	0,00	R\$
Água	430,00	ml	0,00	R\$
Total	1024	g	7,47	R\$

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 DIETAS ALTERNATIVAS PARA O MEL

Aparentemente, a adição de suplementos alimentares – aminoácidos, vitaminas e minerais – não compromete a ingestão do xarope pelas operárias, uma vez que o consumo dos tratamentos experimentados como alternativas nutricionais para o mel foi igual, independente da concentração desses elementos, indicando não afetar o paladar. Zucoloto (1973) demonstrou em condição experimental semelhante a do presente estudo, que por questão de paladar, os açúcares xilose e manitol não são ingeridos por *S. postica*, mesmo podendo ser metabolizados por estes insetos.

O peso das operárias não demonstrou diferenças significativas, indicando equivalência entre os tratamentos utilizados. No entanto, para uma avaliação mais eficaz da influência do peso, as operárias deveriam ter sido pesadas individualmente, marcadas anteriormente à execução do experimento e, posteriormente, deveriam ter sido pesadas novamente (foi realizada pesagem grupal ao fim do experimento, apenas). Deste modo, poderia ser empregado um teste de análise de variância, o que possibilitaria uma avaliação mais eficaz do parâmetro peso.

Os tamanhos de ácidos das glândulas hipofaríngeas, aparentemente, indicam a formação de um grupo com valores superiores para estas células, formado pelo controle (T1) e o tratamento experimental 4 (T4), e outro grupo com valores inferiores (T2, T3 e T5). No entanto, a análise do tamanho dos ácidos das glândulas hipofaríngeas demonstrou que em

relação ao grupo controle, alimentado com mel de *M. flavolineata*, todos os demais grupos experimentais apresentaram células com dimensões sem diferenças significativas. Portanto, em relação ao controle, todos os tratamentos são equivalentes. Houve diferenças estatísticas apenas entre os grupos 2 e 4 (sendo respectivamente: xarope contendo 60% açúcares, adicionado de minerais, e este xarope adicionado de suplemento aminoácido e vitamínico a 1%). Os tratamentos 3 e 5, contendo 0,5 e 10% de suplemento aminoácido vitamínico, não diferiram de nenhum outro tratamento, indicando que o suplemento testado teve o mesmo efeito na menor e na maior concentração experimentada.

Percebeu-se que apenas com dose 1% de suplemento no xarope (aproximadamente 0,8% de aminoácidos) obteve-se um resultado superior ao do xarope contendo apenas açúcares e minerais e, sendo assim, aparentemente mais próximo ao mel, apesar de Souza *et al.* (2004) relatarem que os méis de algumas espécies de *Melipona*, da região amazônica, apresentam cerca de 0,4% de proteínas. No entanto, tanto o xarope do tratamento 2 quanto o do tratamento 4 foram semelhantes ao controle (mel da espécie), o que torna a diferença entre eles muito sutil, para que o xarope suplementado possa ser considerado de valor nutricional superior.

A análise dos tamanhos dos maiores oócitos encontrados nos ovários das operárias de *M. flavolineata* demonstrou o mesmo padrão de valores encontrados para os ácinos das glândulas hipofaríngeas, aparentando haver um grupo de maiores valores, formado pelo controle (T1, mel) e pelo tratamento experimental 4 (T4 – xarope contendo 1% de suplemento). No entanto, não foram encontradas diferenças significativas para nenhum dos tratamentos, indicando não haver influência da suplementação com aminoácidos e vitaminas no desenvolvimento dos oócitos.

Os custos de fabricação dos tratamentos 3 a 5 demonstraram haver um incremento considerável nas despesas de produção dos xaropes contendo suplementos. Deste modo, este tipo de alimentação é desvantajosa economicamente, em relação ao tratamento experimental 2 (xarope contendo 60% de açúcares – brix – e complementado com minerais).

Como houve influência da suplementação (T4 – xarope contendo 1% de suplemento) sobre o desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas, é possível que este tipo de nutrição, por ser mais cara, seja justificada apenas em laboratórios científicos ou para criadouros conservacionistas situados em área urbana, que disponham de recursos para este fim. Nas cidades, a vegetação existente é pouca e alterada. Como consequência de menor oferta de recursos no ambiente urbano, o uso de uma alimentação mais complexa pode ser vantajoso.

Os resultados do presente estudo demonstram que apesar de suplementos aminoácidos-vitamínicos serem empregados empiricamente por muitos criadores (CASTAGNINO et al., 2006; observação pessoal), este tipo de alimentação não afeta substancialmente o desenvolvimento das abelhas e aumenta o custo de manejo das colméias. Resultado semelhante foi obtido por Castagnino et al. (2006), que alimentaram colônias de *A. mellifera* com suplemento aminoácido-vitamínico, juntamente com xarope de açúcar invertido. Eles concluíram que não houve influência no crescimento da área de cria das colônias e que este tipo de suplementação encarecia os custos com a alimentação.

Assim, o xarope de açúcar invertido (constituído de glicose, frutose e sacarose) (tratamento 2) apresenta valor nutricional semelhante ao mel de *M. flavolineata*, o que está de acordo com Zucoloto (1973), que determinou que os açúcares glicose, frutose, sacarose e maltose apresentam valor nutritivo, para *S. postica*, igual ao mel da própria espécie. Posteriormente, resultado semelhante foi obtido por Fernandes-da-Silva, Muccillo e Zucoloto (1993) para *S. depilis*.

Desse modo, é muito mais prático, para o meliponicultor, dar as abelhas simplesmente água com açúcar, ao invés de misturas complexas e difíceis de fazer, conforme escrito por Nogueira-Neto (1997). Este autor recomenda a utilização de açúcar cristal, por conter mais minerais em relação ao açúcar refinado.

## 5.2 DIETAS ALTERNATIVAS PARA O SABURÁ

Os dados de consumo das dietas experimentadas como alternativa ao saburá de *M. flavolineata* revelaram que os tratamentos 2 e 5 (pólen comercial – fermentado - e extrato de soja com açúcar – fermentado) foram consumidos em proporção idêntica ao alimento controle (T1 - saburá de *M. flavolineata*). Porém, os tratamentos 3 e 4 demonstraram maior contraste. Embora ambos não tenham sido significativamente diferentes do controle, percebeu-se uma tendência para menores valores de consumo no tratamento 3 e de maiores valores de consumo no tratamento 4, sendo que estes diferiram entre si, estatisticamente.

É provável que o tratamento 3, a base de levedo, não tenha apresentado boa palatabilidade para as operárias de *M. flavolineata*, uma vez que somente a partir do quinto

dia de experimento este alimento passou a ser consumido na mesma proporção que os demais tratamentos. A média de consumo do tratamento 3, nos quatro primeiros dias, foi cerca de três vezes menor do que a dos demais tratamentos. Além disso, este alimento foi fornecido para uma colônia recém-formada e as operárias o transferiram do alimentador para a lixeira e, posteriormente, para fora da colônia. Sensorialmente, este alimento apresentou coloração escura, odor desagradável e sabor amargo (levemente azedo) – não parecido com saburá de *M. flavolineata*. Mesmo para alimentação humana, as receitas contendo levedo aconselham misturá-lo, em pequena quantidade, em algo que disfarce seu sabor desagradável.

O tratamento 4, a base de extrato de soja e açúcar (na proporção de 1:1 - totalizando cerca de 12% de proteína bruta, PB – proporção semelhante a do tratamento 3), que foi significativamente mais consumido que o tratamento 3, indicou que o extrato de soja foi melhor aceito pelas as operárias de *M. flavolineata*, em comparação ao levedo, sendo portanto, uma alternativa nutricional mais viável para utilização no manejo desta espécie de abelha. O extrato de soja, a farinha de soja e outros produtos a base de soja são comumente utilizados na nutrição de *A. mellifera*, sendo todos muito atrativos (SOMERVILLE, 2005).

Embora o presente estudo tenha demonstrado que o levedo não é muito atrativo para as operárias de *M. flavolineata*, e que o extrato de soja é melhor opção para utilização na nutrição desta espécie, Penedo, Testa e Zucoloto (1976) estudaram o efeito da alimentação com levedo para *S. postica* e determinaram que a mistura de 75% pólen e 25% levedo apresentou valor nutricional superior ao controle, alimentação 100% a base de pólen da própria espécie. Posteriormente, Fernandes-da-Silva e Zucoloto (1990) utilizaram o mesmo alimento considerado no presente estudo como tratamento 3 e observaram que esta dieta apresentou valor nutricional, para *S. depilis*, superior ao pólen da espécie em questão.

Apesar de dados de consumo não terem sido apresentados por esses autores, é evidente que se os alimentos a base de levedo não tivessem sido consumidos em igual proporção ao pólen, ou superior, não teriam apresentado valor nutricional adequado. Somerville (2005) relata que o levedo é muito atrativo para as abelhas melíferas (*A. mellifera*), o que está de acordo com os resultados obtidos por Penedo, Testa e Zucoloto (1976) e Fernandes-da-Silva e Zucoloto (1990).

O peso das operárias não demonstrou diferenças significativas, falsamente indicando equivalência entre os tratamentos utilizados. São válidos, aqui, os mesmos comentários feitos sobre a tomada destes dados, na discussão de alternativas para o mel. Embora o método não tenha sido eficaz para avaliar diferenças de peso, pôde ser observado que as operárias alimentadas com os tratamentos 3 e 4 apresentaram, respectivamente, os menores pesos. Isto

indica serem estes os tratamentos menos eficientes quanto ao valor nutricional das dietas. Esta hipótese foi corroborada pelas análises de ácidos da glândula hipofaríngea e oócitos.

A análise das glândulas hipofaríngeas demonstrou que as operárias alimentadas com pólen comercial fermentado (tratamento 2) apresentaram desenvolvimento desta glândula de forma idêntica às operárias alimentadas com o saburá de *M. flavolineata* (tratamento 1 – controle), possuindo ácidos de tamanho estatisticamente idênticos. Camargo (1976) elaborou uma receita semelhante a do tratamento 2, porém, à base de pólen de *T. dominguensis* (taboa) e contendo mel. Esta autora relatou que colônias de *Melipona* sp. recém-formadas, alimentadas com esta dieta, desenvolviam rainhas fisogástricas que realizavam postura normalmente. Embora no presente estudo tenha sido utilizado pólen comercial, multifloral, coletado por *A. mellifera* e tenha sido utilizada água, ao invés de mel, o resultado está de acordo com o obtido por Camargo (1976).

As operárias alimentadas com o tratamento 3, a base de levedo, apresentaram valores significativamente menores do que todos os demais tratamentos, para os tamanhos dos ácidos das glândulas hipofaríngeas. Este resultado pode ser explicado das seguintes formas: 1º) a ingestão do alimento parece ter sido inferior ao consumo dos demais tratamentos. Isto está certo, pelo menos quando comparado com o tratamento 4 e bastante evidente nos primeiros quatro dias experimentais, conforme discutido anteriormente; 2º) este alimento apresenta cerca de 13% de proteína bruta (PB) e sabe-se que abelhas (*A. mellifera*, mais precisamente) necessitam de dieta contendo aproximadamente 20% de PB, para que possam se desenvolver e viver adequadamente (HEBERT, 1992 apud CREMONEZ; JONG; BITONDI, 1998; SOMERVILLE, 2005). Souza et al. 2004 estudou amostras de saburás presentes em colônias de três espécies de *Melipona* da região amazônica e determinou que estes apresentaram PB variando entre 15,7 e 23,8%. No entanto, conforme Fernandes-da-Silva e Zucoloto (1990), este mesmo alimento (tratamento 3, do presente estudo) a base de levedo, apresentou resultados muito diferentes para *S. postica*.

Esses autores concluíram que operárias alimentadas com esta dieta apresentaram ácidos das glândulas hipofaríngeas de tamanhos idênticos aos das operárias tratadas com saburá da própria espécie. É possível que a abelha *S. postica* necessite de menor quantidade de PB que a *M. flavolineata*, ou então, que o alimento a base de levedo tenha sido mais atrativo para *S. postica* e esta tenha consumido a dieta em maior quantidade para suprir suas necessidades protéicas. É possível, também, que o pólen de *S. postica* (utilizado como controle) apresentasse baixa concentração de proteína (origem floral de baixa qualidade) e, assim, o grupo controle também estaria subnutrido.

As operárias de *M. flavolineata* alimentadas com o tratamento 4, a base de extrato de soja e açúcar (na proporção de 1:1) e fermentado com inóculo de saburá, apresentaram ácidos das glândulas hipofaríngeas de tamanho significativamente inferiores aos das operárias alimentadas com saburá (T1 - controle), pólen comercial fermentado (T2) e extrato de soja e açúcar (na proporção de 3:1) fermentado (T5), porém significativamente superiores aos das operárias alimentadas com o alimento a base de levedo fermentado (T3).

Semelhante ao tratamento 3, o tratamento 4 apresenta concentração de proteína bruta (PB) de cerca de 12%, o que conforme discutido anteriormente é insuficiente para a nutrição de abelhas (HEBERT, 1992 apud CREMONEZ; JONG; BITONDI, 1998; SOUZA et al. 2004; SOMERVILLE, 2005) e isto justifica sua insuficiência nutricional. O fato do alimento a base de extrato de soja (T4) ter sido significativamente superior ao alimento a base de levedo (T3), quanto ao tamanho dos ácidos, pode ser justificado por seu maior consumo, em relação a este, provavelmente devido a apresentar maior palatabilidade para as operárias de *M. flavolineata*. Sensorialmente, esse alimento apresentou coloração amarelo-bege, odor agradável, sabor doce e levemente azedo. Ao menos, para o paladar humano, este alimento pareceu ser muito mais agradável que o alimento a base de levedo.

O tratamento 5, a base de extrato de soja e açúcar (na proporção de 3:1) e fermentado com inóculo de saburá, foi o que possibilitou as operárias de *M. flavolineata* o maior desenvolvimento dos ácidos das glândulas hipofaríngeas. As operárias tratadas com esta dieta apresentaram ácidos de tamanho superior, inclusive aos das alimentadas com o tratamento controle (saburá da própria espécie). A eficiência nutricional desta dieta pode ser justificada pelo fato de apresentar cerca de 18% de PB, que é próximo de 20% de PB, sabido como essencial para abelhas (HEBERT, 1992 apud CREMONEZ; JONG; BITONDI, 1998; SOMERVILLE, 2005) e está dentro do intervalo de PB encontrado nos saburá das espécies de *Melipona* pesquisadas por Souza et al. (2004).

O fato das células das glândulas hipofaríngeas terem sido significativamente maiores pode ser justificado pelo alto valor energético da dieta do tratamento 5, uma vez que o extrato de soja é rico em gorduras, que poderiam afetar positivamente o desenvolvimento destas células. Sensorialmente, o tratamento 5 apresentou características muito semelhantes às do alimento controle (saburá de *M. flavolineata*), bem como do tratamento 2, a base de pólen comercial. O tratamento 5 apresentou coloração amarelo-bege, odor fortemente ácido, sabor doce e fortemente azedo. Este tratamento, assim como o T2 e o T4, quando fornecido a uma colônia recém-formada, foi rapidamente consumido e transferido do alimentador para potes

sempre preenchidos com pólen ou para novos potes, onde foram estocados, ou então o próprio alimentador (tampa de garrafa *pet*) era transformado em pote e fechado.

O efeito dos tratamentos experimentados sobre o desenvolvimento dos oócitos apresentou resultados semelhantes aos que foram observados quanto ao desenvolvimento dos ácidos das glândulas hipofaríngeas. Do mesmo modo que observado anteriormente, para os ácidos, o saburá de *M. flavolineata* (T1 - controle) e o pólen comercial fermentado (T2) apresentaram efeito idêntico no crescimento dos oócitos, sendo equivalentes. Deste modo, novamente os dados do presente estudo corroboram os resultados obtidos por Camargo (1976). No entanto, devem ser consideradas as adaptações da receita de Camargo (1976), realizadas no presente estudo, conforme discutido anteriormente sobre as glândulas hipofaríngeas.

As operárias alimentadas com alimento a base de levedo (T3) e a base de extrato de soja (T4) também apresentaram oócitos sem diferenças significativas de tamanho, em relação aos tratamentos 1 e 2, mas que diferiram significativamente entre si (T3 e T4). Assim como observado para os ácidos das glândulas hipofaríngeas, o tratamento 4 apresentou efeito superior ao tratamento 3, demonstrando novamente que o extrato de soja é uma alternativa nutricional de maior valor, em comparação ao levedo, para *M. flavolineata*.

Assim como discutido anteriormente, sobre os ácidos das glândulas hipofaríngeas, é provável que este efeito seja função da aparente pouca aceitação do tratamento a base de levedo pelas operárias de *M. flavolineata*, que o consumiram em menor quantidade, em comparação ao alimento de extrato de soja. No entanto, pode ser observado que ambos, T3 e T4, possibilitaram o desenvolvimento de oócitos de tamanho estatisticamente igual ao controle, o que leva a crer que a concentração de 20% de proteína não é fundamental para o desenvolvimento destas células, visto que estes tratamentos apresentam entre 13 e 12% de proteína bruta (PB).

Aparentemente, a quantidade de 20% de proteínas é mais importante para as glândulas hipofaríngeas. Fernandes-da-Silva e Zucoloto (1990) alimentaram operárias de *S. postica* (em condições semelhantes as do presente estudo) com a dieta considerada aqui como tratamento 3 e observaram que estas operárias apresentaram oócitos de tamanhos significativamente maiores que os das operárias alimentadas com a dieta controle (saburá da própria espécie). Conforme já foi discutido anteriormente, na influência deste alimento para os ácidos da glândula hipofaríngea de *M. flavolineata*, o levedo parece ser uma alternativa mais adequada para *S. postica* que para a espécie aqui estudada.

O efeito do alimento a base de extrato de soja, com 18% de PB (T5), sobre o crescimento dos oócitos foi muito semelhante ao observado quanto ao efeito desta dieta sobre

o desenvolvimento dos ácinos da glândula hipofaríngea. As operárias alimentadas com T5 apresentaram oócitos significativamente maiores que os das operárias alimentadas com os demais tratamentos, incluindo o controle – saburá de *M. flavolineata*, que se espera que possua entre 15,7 e 23,8% de PB, a quantidade encontrada no pólen de três espécies amazônicas estudadas por Souza et al. (2004) e a quantidade de PB normalmente encontrada no pólen (SOMERVILLE, 2005).

É possível que a qualidade superior do tratamento 5 seja devido ao alto valor energético do extrato de soja, que é rico em gorduras, muito mais que o pólen, o que poderia possibilitar maior deposição de vitelo no oócito. De acordo com Cruz-Landim (2004), o vitelo dos oócitos das abelhas é constituído principalmente de proteínas, mas também de lipídios e glicogênio. Viera et al. (1999) relata que a soja apresenta proteínas de alto valor biológico, com excelente balanço de aminoácidos essenciais, alta concentração de treonina, valina, isoleucina, leucina, lisina e arginina, que são os mais requeridos pelas abelhas (SOMERVILLE, 2005), altos valores de potássio, fosfato e magnésio, importante para todos os insetos (PARRA, 1990) e diversos ácidos graxos.

Considerando o custo de produção dos tratamentos testados como alternativas para o saburá, ficou claro que apesar dos tratamentos 2 (pólen comercial fermentado) e 5 (extrato de soja e açúcar fermentado) serem boas opções para a alimentação de *M. flavolineata*, o tratamento 5, além de ter apresentado melhor valor nutricional, pode ser produzido a um custo muito inferior ao do tratamento 2 (doze vezes menor), visto que o valor do pólen apícola é muito maior que o do extrato de soja. Deste modo, o tratamento 5 é também o mais indicado quanto ao custo de produção.

Quanto à preparação dos tratamentos testados como alternativa para o saburá de *M. flavolineata*, foi observado que a adição de açúcar inibe a fermentação bacteriana, que produz o odor e o sabor azedo do saburá. Embora Camargo (1976) tenha produzido saburá semi-artificial misturando pólen de *T. dominguensis* com inóculo de saburá de *Melipona* sp. e mel. No presente estudo, tentativas de produção de saburá semi-artificial a base de pólen comercial misturado com xarope 60% açúcar e inóculo de saburá de *M. flavolineata* não apresentaram fermentação. Quando o xarope foi substituído por água, a fermentação ocorreu facilmente.

Do mesmo modo, o saburá semi-artificial a base de soja e açúcar na proporção de 3:1 (g:g), apresentou fermentação muito mais eficaz, que os tratamentos a base de levedo e soja na proporção de 1:1 com açúcar, sendo que nestes foi necessário adicionar mais água, para que a fermentação ocorresse. É possível que as bactérias presentes no saburá de *M. flavolineata* sejam mais sensíveis a presença de açúcar, uma vez que este tipo de problema na

fermentação não foi relatado por outros autores (CAMARGO, 1976; FERNANDES-DA-SILVA; ZUCOLOTO, 1990).

Recomendações para a produção do saburá semi-artificial encontram-se no apêndice A.

### 5.3 IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO NUTRICIONAL DE COLÔNIAS RECÉM-FORMADAS DE *Melipona flavolineata*

Na Embrapa Amazônia Oriental, as colônias de *M. flavolineata* são formadas, com sucesso, a partir de favos contendo em média 400 pupas próximas da emergência (dois favos de cerca de 12 cm de diâmetro e com a região central vazia, conforme os utilizados neste estudo) e um número entre 100 a 200 operárias adultas (campeiras e jovens), semelhante ao método “dois favos” descrito em Kerr, Carvalho e Nascimento (1996). Esta quantidade de abelhas é superior ao estimado por Aidar (1996) como sendo o número mínimo necessário para fundar uma colônia de *M. quadrifasciata*, estabelecido em cerca de 300 a 400 abelhas (considerando pupas e adultas).

No entanto, deve-se considerar que as colônias de *M. flavolineata* são mais populosas que as de *M. quadrifasciata*. As colônias de *M. quadrifasciata* apresentam cerca de 300 a 400 indivíduos adultos (LINDAUER; KERR, 1958 apud SAKAGAMI, 1982). A *M. flavolineata* apresenta número populacional mais parecido com o de *M. fasciculata*. As colônias de *M. fasciculata* apresentam cerca de 1000 a 1400 operárias adultas (KERR; PETRERRE; DINIZ FILHO, 2001).

Tentativas de formação de colônias de *M. flavolineata* com população menor que a citada anteriormente (dois favos e 100 a 200 abelhas adultas), resultam em proporção considerável de insucesso e em necessidades excessivas de cuidados contra formigas e forídeos (observação pessoal). Além disso, demoram muito para tornarem-se auto-sustentáveis e produtivas.

Como foi estabelecido que as operárias de até oito dias de *M. flavolineata* consomem aproximadamente 2,32 mg de xarope por dia, 500 a 600 operárias consumiriam cerca de 1,160 a 1,392 g de xarope por dia, ou aproximadamente 8,120 a 9,744 g por semana, que poderia ser arredondado para 10 g por semana de xarope. Considerando que as abelhas campeiras, devido

ao vôo, devem ter uma necessidade energética maior que as abelhas jovens, que ainda não voam para o campo, pode ser prudente aumentar esta quantia para 15 a 20 g de xarope por semana, devendo o meliponicultor estar atento a sobras ou a falta deste alimento. No entanto, deve-se atentar para o fato de que a maior parte da população ainda estará em fase de pupa. Assim, é possível que inicialmente, a dose de xarope deva ser menor, cerca de 10 ml por semana, e aumentada conforme o aumento da população e do consumo, devendo o meliponicultor estar atento.

As operárias de até oito dias de *M. flavolineata*, consomem cerca de 6,13 mg de saburá, ou de seu substituto por dia. Assim, 500 a 600 operárias consumiriam cerca de 3,065 a 3,578 g por dia, ou 21,455 a 25,746 g por semana, que poderia ser arredondado para 25 g por semana. Como a necessidade protéica é maior nas abelhas jovens, e muitas ainda não terão nascido no início, é possível que a quantia de 25 g de saburá seja suficiente por mais de uma semana, devendo o meliponicultor estar atento às necessidades da colônia. A observação é importante para que este alimento não falte e nem fique em excesso na colônia. A falta de saburá poderá comprometer a fisogastria da nova rainha e o seu excesso atrairá forídeos.

Deste modo, é recomendado que seja fornecido para as colônias recém-formadas, uma quantia entre 10 a 20 g (aproximadamente 10 a 20 ml) de xarope de 60% de açúcar invertido (enriquecido com minerais), semanalmente. Recomenda-se também que seja fornecido 25 g de saburá semi-artificial, feito com extrato de soja e açúcar (na proporção de 3:1 em peso), mais inóculo de saburá, fermentado por dez dias. O saburá semi-artificial deverá ser fornecido semanalmente ou em maior intervalo, dependendo de seu consumo.

Esta alimentação deverá ser fornecida até que as colônias se tornem auto-sustentáveis ou sempre que não houver disposição de floradas no ambiente.

## 6 CONCLUSÃO

Conclui-se que o xarope contendo 60% de açúcar invertido e enriquecido com minerais é a melhor alternativa, dentre as experimentadas, para a substituição da alimentação natural com mel. Este alimento foi consumido na mesma proporção que todos os demais, possibilitou o desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas (ácinos) e ovários (oócitos) de

forma satisfatória, semelhante ao mel de *M. flavolineata*, e apresentou o menor custo de ingredientes.

Colônias recém-formadas de *M. flavolineata* devem receber entre 10 e 20 ml deste xarope, semanalmente, até apresentarem auto-suficiência alimentar.

O alimento constituído de extrato de soja e açúcar (3:1, g:g), água (1:1, g de extrato de soja : ml de água) e inóculo de saburá (fermentado por 10 dias) é a melhor alternativa, dentre as testadas, para a substituição da alimentação natural com saburá. Este alimento foi consumido na mesma proporção que o controle (saburá de *M. flavolineata*) e possibilitou o melhor desenvolvimento da glândula hipofaríngea (ácinos) e dos ovários (oócitos). Além disso, por apresentar custo de produção muito inferior ao da segunda alternativa, o pólen comercial, o saburá semi-artificial a base de extrato de soja é o mais indicado para a nutrição de *M. flavolineata*.

Colônias recém-formadas de *M. flavolineata* devem receber 25 g de saburá semi-artificial, semanalmente ou em maior intervalo, até apresentarem auto-suficiência alimentar.

Recomenda-se que estudos futuros investiguem a influência das dietas aqui propostas, em âmbito colonial. Para tal, poderiam ser avaliados critérios como quantidade de cria, atividade de vôo, número de potes de alimento e peso das colméias. É importante, também, investigar a influência da alimentação sobre as crias geradas, como a razão sexual e de castas, a longevidade, o tamanho e o peso das operárias. É sugerido, também, que se pesquise o consumo dos alimentos semi-artificiais por faixa etária das operárias. Isto auxiliaria na determinação das quantidades de cada um dos alimentos a serem oferecidos para as colônias.

## REFERÊNCIAS

AIDAR, D.S. **A mandaçaia: biologia de abelhas, manejo e multiplicação artificial de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep.** (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética. 1996. 104p.

ARANGO, H.G. **Bioestatística teórica e computacional.** Ed. Guanabara Koogan S.A. 2001. 230p.

BEÇAK, W.; PAULETE, J. **Técnicas de Citologia e Histologia.** Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, Brasil, 1976. v.1, 305p.

CAMARGO, C.A. Dieta semi-artificial para abelhas da subfamília meliponinae (Hymenoptera, Apidae). **Ciência e Cultura**, v. 28, n. 4, p. 430-431. 1976.

CAMARGO, J.M.F.; POSEY, D.A. O conhecimento dos Kayapó sobre as abelhas sociais sem ferrão (Meliponidae, Apidae, Hymenoptera): Notas adicionais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, serie Zoologia., v. 6, n. 1, p. 17-42. 1990.

CASTAGNINO, G.L. et al. Desenvolvimento de núcleos de *Apis mellifera* alimentados com suplemento aminoácido vitamínico, Promotor L<sup>®</sup>. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 685-688. 2006.

CORTOPASSI-LAURINO, M. Relatos de viagem II: Meliponicultura no México. **Revista Mensagem Doce**, n. 66. 2002.

CORTOPASSI-LAURINO, M. A abelha jataí: uma espécie bandeira? (*Tetragonisca angustula* Latreille 1811). **Revista Mensagem Doce**, n. 80. 2005.

CORTOPASSI-LAURINO, M. et al. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, v. 37, p. 275–292. 2006.

COSTA, L.; VENTURIERI, G.C. Caixas incubadoras para a formação e observação de colônias de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponina). **Bioscience Journal**., Uberlândia, v. 23, Suplemento 1, p. 141-146, Nov. 2007.

CRANE, E. **O livro do mel**. Trad. de Astrid Kleinert Giovannini. São Paulo: Nobel. 1983. 226p.

CREMONEZ, T.M.; JONG, D.; BITONDI, M.M.G. Quantification of hemolymph proteins as a fast method for testing protein diets for honey bees (Hymenoptera: Apidae). **Apiculture and social insects**. v. 91, n. 6, p. 1284-1288. 1998.

CRUZ, D.O. et al. Adaptação e comportamento de pastejo da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) em ambiente protegido. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 293-298. 2004.

CRUZ-LANDIM, C. **Biologia do desenvolvimento em abelhas**. Depto. Biologia, Instituto de Biociências, UNESP/ Rio Claro. 2004. Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/ib/biologia/carminda.html>>. Acesso em: 5 jun. 2006.

CRUZ-LANDIM, C.; AKAHIRA, Y. Influência da alimentação no desenvolvimento de algumas glândulas de *Trigona (Scaptotrigona) postica* Latreille (Hymenoptera: Apoidea). **Papéis Avulsos de Zoologia, São Paulo**, v. 19, p. 63-78. 1966.

CRUZ-LANDIM, C.; ABDALLA, F.C. **Glândulas exócrinas das abelhas**. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP. 2002. 181p.

DADD, R.H. Insect nutrition: current development and metabolic implications. **Annual Review of Entomology**, v. 18, p. 381-420. 1973.

FERNANDES-DA-SILVA, P.G.; ZUCOLOTO, F.S. A semi-artificial diet for *Scaptotrigona depilis*. **Journal of Apicultural Research**, v. 29, n. 4, p. 233-235. 1990.

FERNANDES-DA-SILVA, P.G.; MUCCILLO, G.; ZUCOLOTO, F.S. Determination of minimum quantity of pollen and nutritive value of different carbohydrates for *Scaptotrigona depilis* Moure (Hymenoptera, Apidae). **Apidologie**, v. 24, p. 73-79. 1993.

HARTFELDER, K. et al. Physiological and genetic mechanisms underlying caste development, reproduction and division of labor in stingless bees. **Apidologie**, v. 37, p. 144-163. 2006.

KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; NASCIMENTO, V.A. **Abelha urucu: biologia, manejo e conservação**. Belo Horizonte: Acangáú. 1996. 144p.

KERR, W.E. Sex determination in honey bees (Apinae and Meliponinae) and its consequences. **Brazilian Journal of Genetics**, v. 20, n. 4. 1997.

KERR, W.E.; PETRERRE JR, M.; DINIZ FILHO, J.A.F. Informações biológicas e estimativa do tamanho ideal da colméia para a abelha tiúba do Maranhão (*Melipona compressipes fasciculata* Smith – Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 1, p. 45-52. 2001.

MALKOWSKI, S.R.; FARAJ, B.H.; SCHWARTZ-FILHO, D.L. Eficiência de garrafas-iscas na captura de enxames de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Hymenoptera, Apidae). In: XVI Congresso brasileiro de apicultura e II Congresso brasileiro de meliponicultura. **Anais**. Aracajú, SE. 2006.

MATEUS, S.; NOLL, F.B. Predatory behavior in a necrophagous bee *Trigona hypogea* (Hymenoptera; Apidae, Meliponini). **Naturwissenschaften**, v. 91, p. 94–96. 2004.

MENEZES, C.; BONETTI, A.M.; KERR, W.E. Viabilidade do método de criação de rainhas em laboratório, com a espécie *Scaptotrigona depilis*. In: XVI Congresso brasileiro de apicultura e II Congresso brasileiro de meliponicultura. **Anais**. Aracajú, SE. 2006.

MICHENER, C.D. **The social behavior of the bees**. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 1974. 404p.

MICHENER, C.D. **Bees of the world**. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD. 2000. 913p.

MICKCH, S. B.; BÉRNILS, R. S. **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná. 2004. 764p.

MOURE, J.S.; KERR, W.E. Sugestões para a modificação da sistemática do gênero *Melipona* (Hymen. – Apoidea). **Dusenía**, v. 1, n. 2, p. 125-131. 1950.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas sem Ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis. 1997. 446p.

NOLL, F.B. Foraging Behavior on Carcasses in the Necrophagic Bee *Trigona hypogea* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Insect Behavior**, v. 10, n. 3. 1997

OLIVEIRA, G.A. et al. Análises físico-químicas de méis de *Melipona quadrifasciata* do semi-árido da Bahia. In: XVI Congresso brasileiro de apicultura e II Congresso brasileiro de meliponicultura. **Anais**. Aracajú, SE. 2006.

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**; Editado por A.R. Panizzi/J.R.P. Parra. São Paulo: Manole. 1990.

PENEDO, M.C.T.; TESTA, P.R.; ZUCOLOTO, F.S. Valor nutritivo do geval e do levedo de cerveja em diferentes misturas com pólen para *Scaptotrigona (Scaptotrigona) postica* (Hymenoptera, Apidae). **Ciência e Cultura**, v. 28, n. 5, p. 536-538. 1976.

PEREIRA, D.S. et al. Umidade de méis de abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) em Mossoró-RN. In: XVI Congresso brasileiro de apicultura e II Congresso brasileiro de meliponicultura. **Anais**. Aracajú, SE. 2006.

POSEY, D.A. Folk Apiculture of the Kayapo Indians of Brazil. **Biotropica**, v. 15, n. 2, p. 154-158. 1983.

QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; MAY-ITZÁ, W.J.; GONZÁLEZ-ACERETO, J.A. Meliponiculture in México: problems and perspective for development. **Bee World**, v. 82, n. 4, p. 160–167. 2001.

RAMALHO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A. Ecologia nutricional de abelhas sociais. In: **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**; Editado por A.R. Panizzi/J.R.P. Parra. São Paulo: Manole. 1990.

ROSA, C.A. et al. Yeast communities associated with stingless bees. **Federation of European Microbiological Societies Yeast Research**, v. 4, p. 271-275. 2003.

ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University Press. 1989. 514p.

ROUBIK, D.W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v. 37, p. 124–143. 2006.

SAKAGAMI, S.F. Stingless Bees. p. 361-423, In: HERMAN, H.R. (ed) **Social Insects**, v. 3. New York, Acad. Press. 1982.

SANTOS, S.A.B. et al. Abelhas sem ferrão brasileiras: uma alternativa para polinização de plantas cultiváveis em casas de vegetação. In: VII Encontro Sobre Abelhas. **Anais**. 2006.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A. R.; ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte, MG, Min. Meio Ambiente/Fund. Araucária. 2002. 253p.

SLAA, E.J. et al. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, v. 37, p. 293-315. 2006.

SOMERVILLE, D. **Fat bees skinny bees - a manual on honey bee nutrition for beekeepers**. Australian Government. Rural Industries Research and Development Corporation. 2005. 150p.

SOUZA, B.A. et al. Influência do método de coleta sobre a qualidade microbiológica do mel da abelha urucu (*Melipona scutellaris*). In: XVI Congresso brasileiro de apicultura e II Congresso brasileiro de meliponicultura. **Anais**. Aracajú, SE. 2006.

SOUZA, R.C.S. et al. Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 2, p. 333-336. 2004.

VENTURIERI, G.C.; RAIOL, V.F.O.; PEREIRA, C.A.B. Avaliação da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os agricultores familiares de Bragança – PA, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 3, n. 2. 2003.

VENTURIERI, G.C. **Criação de abelhas indígenas sem ferrão**. Embrapa Amazônia Oriental. 2004. 36p.

VENTURIERI, G.C. Meliponicultura: Embrapa Amazônia Oriental. Disponível em: <<http://mel.cpatu.embrapa.br/>> Acesso em: 27 nov. 2007.

VIEIRA, C.R.; CABRAL, L.C.; PAULA, A.C.O. Composição centesimal e conteúdo de aminoácidos, ácidos graxos e minerais de seis cultivares de soja destinadas à alimentação humana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 7, p. 1277-1283, jul. 1999.

VIEIRA, C.U. et al. Expressão do gene hormônio juvenil metiltransferase em abelhas *Melipona scutellaris* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 71, suplemento, p. 378-380. 2004.

VILLANUEVA-G, R.; ROUBIK, D.W.; COLU-UCÁN, W. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán peninsula. **Bee World**, v. 86, n. 2, p. 35-41. 2005.

WINSTON, M.L. **A biologia da abelha**. Porto Alegre: Magister. 2003. 276p.

YAMAMOTO, D.Y.; AKATSU, I.P.; SOARES, A.E.E. Quantificação da produção do mel de *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae, Apinae) do município de Luiz Antônio, São Paulo, Brasil. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 23, suplemento 1, p. 89-93, Nov. 2007.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. 4th edn. Prentice Hall: New Jersey. 1999.

ZUCOLOTO, F.S. Utilização de carboidratos, como alimento, por algumas espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea). **Ciência e Cultura**, v. 25, n. 7, p. 663-665. 1973.

ZUCOLOTO, F.S. Valor nutritivo de pólenes usados por diferentes espécies de abelhas para *Nannotrigona (Scaptotrigona) postica* (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 35, n. 1, p. 77-82. 1975.

ZUCOLOTO, F.S. Valor nutritivo de alguns carboidratos para *Nannotrigona (Scaptotrigona) postica* (Hymenoptera, Apoidea). **Ciência e Cultura**, v. 28, n. 2, p. 193-194. 1976.

## APÊNDICE A - RECOMENDAÇÕES PARA A FABRICAÇÃO DO SABURÁ SEMI-ARTIFICIAL A BASE DE EXTRATO DE SOJA

Valores para a produção de 100 g.

*Itens necessários:*

- ❖ 2 frascos de vidro com tampa.
- ❖ Bastão de vidro ou colher.
- ❖ 43 g de extrato de soja.
- ❖ 14 g de açúcar.
- ❖ 43 ml de água, filtrada ou fervida.
- ❖ 2,4 g de saburá.

*Preparo:*

Limpe os materiais: frascos de vidro e tampas, bastão de vidro ou colher de metal, com álcool 70%. Coloque o extrato de soja no frasco de vidro. O frasco deve ficar preenchido até, no máximo, a metade da altura, pois a massa final irá fermentar. Assim, escolha um frasco grande.

Aqueça a água até a temperatura de 30°C, coloque-a no outro frasco de vidro. No frasco com água, acrescente o açúcar e o inóculo de saburá. Tampe o frasco e agite-o até dissolver o açúcar e o saburá.

A água com açúcar e saburá deverá ser despejada no outro frasco, contendo o extrato de soja. A mistura deverá ser feita gradualmente e auxiliada com o bastão de vidro ou colher. É importante que a massa fique homogênea, bem misturada.

Em seguida, o frasco deverá ser coberto com papel toalha, ou pano limpo, preso com elástico.

O frasco contendo a massa deverá ser acondicionado em local escuro, protegido de formigas, em temperatura ambiente, desde que não seja inferior a 20°C.

A partir do quarto ou quinto dia será percebido os sinais de fermentação, bolhas e crescimento da massa. Até o décimo dia este processo estabilizará, então, o frasco deverá ser tampado e poderá ser armazenado em geladeira ou congelador.

Antes de fornecer para as colônias de *M. flavolineata*, o saburá semi-artificial deverá estar em equilíbrio com a temperatura ambiente.