

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Veterinária



Dissertação

**Alimentação de *Apis mellifera* africanizadas:
Relação com a fisiologia, produção, sanidade e
segurança alimentar**

Mara Rúbia Romeu Pinto

Pelotas, 2010

MARA RÚBIA ROMEU PINTO

**Alimentação de *Apis mellifera* africanizadas:
Relação com a fisiologia, sanidade e segurança alimentar**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Veterinária da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Sanidade Animal).

Orientador: Prof. Dr. Fábio Pereira Leivas Leite

Pelotas, 2010

Dados de catalogação na fonte:

Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

P659a Pinto, Mara Rúbia Romeu

Alimentação de *Apis mellifera* africanizadas : relação com a fisiologia, produção, sanidade e segurança alimentar / Mara Rúbia Romeu Pinto ; orientador Fábio Pereira Leivas Leite. – Pelotas, 2010. – 100f. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Veterinária. Área de Concentração: Sanidade Animal. Faculdade de Veterinária. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

1.*Apis mellifera*. 2.Dietas. 3. Alimentação. 4.Nutrição.
5.Avaliação de dietas. I.Leite, Fábio Pereira Leivas. II.Título.

CDD: 638.13

Banca examinadora:

Prof. Dr. Fábio Pereira Leivas Leite (orientador)

Prof. Dr. João Carlos Deschamps

Prof. Dr. Marcelo Maraschin

Prof. Dr. Paulo Roberto Dallmann

DEDICATÓRIA

À minha família...

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Mara e Joaquim, e a minha irmã Rafaela, primeiramente pelo amor, carinho e incentivo durante todas as fases da minha vida. Sou grata também pelo apoio durante este trabalho.

Aos meus avós, Walquirya e Celso, por me apoiarem e acreditarem incondicionalmente em mim. O carinho de vocês é mais eficaz do que qualquer remédio.

Ao meu marido Fábio, pelo companheirismo e apoio, compreendendo minhas ausências, sempre me incentivando a seguir em frente.

Ao meu orientador, Prof. Fábio Pereira Leivas Leite, pelos ensinamentos profissionais e pelos incentivos, sempre disposto a ajudar e resolver os problemas que surgiram durante todo esse período.

Ao Prof. Aroni Sattler, principalmente pelo apoio nas fases iniciais deste trabalho, pela disponibilidade e generosidade no repasse de informações.

Ao Prof. João Carlos Deschamps, pelo apoio e incentivo desde as fases iniciais do trabalho e, por suas valiosas contribuições e sugestões.

Ao Prof. Paulo Roberto Dallmann, meu professor na época do CAVG, a quem tive a felicidade de reencontrar durante a execução deste trabalho como colega. Muitíssimo grata por sua colaboração e suas contribuições.

Ao Prof. Marcelo Maraschin, cuja presença foi fundamental para a realização de uma parte crucial deste trabalho. Pela disponibilização do laboratório, equipamentos e reagentes. Mais que um professor, um amigo e um mestre, no verdadeiro sentido da palavra.

À Maria Beatriz da Rocha Veleirinho (Bia), pela ajuda e apoio durante uma fase fundamental do trabalho, contribuindo de maneira decisiva para os resultados obtidos. O meu muitíssimo obrigado pela ajuda e pela amizade que nasceu junto com ele.

Ao Prof. Mauro Silveira Garcia, por disponibilizar o laboratório de Entomologia na fase piloto do trabalho, principalmente por sua gentileza e solicitude.

Ao Prof. Thomaz Lucia Jr., por todo o apoio dado na análise dos dados estatísticos deste trabalho.

Ao Prof. David de Jong, pela solicitude em esclarecer as dúvidas que surgiram durante a execução deste trabalho e, pelo envio de artigos.

Ao Prof. Ademilson Espencer, pela gentileza no envio de material bibliográfico.

Aos consultores apícolas Gustavo Osvaldo Zapata Reboulaz (Zapata pai) e Gustavo Emilio Zapata Postiglioni (Gustavinho), pelas preciosas informações e disposição em repassar suas experiências práticas.

Ao técnico agrícola, Ivanir Cella, pela inestimável ajuda no decorrer do trabalho e, pelo companheirismo, incentivo e amizade.

Ao tio Eloy (Eloy Puttkammer - *in memoriam*), amigo e mestre, sábio e generoso, "Um apaixonado pelo fantástico mundo das abelhas".

Aos apicultores, Luiz Celso Stefaniak, Agenor Castagna e Renato Zucco, por colocarem seus apiários à disposição para os experimentos de campo deste trabalho.

À Federação das Associações dos Apicultores de Santa Catarina (FAASC), na pessoa de seu presidente, Nésio Fernandes de Medeiros e, aos demais membros da diretoria, pelo apoio e suporte.

À amiga Vera Magali Radtke Thomé, que, com sua sensibilidade, me apoiou em um momento muito delicado.

À amiga Rosa Maria Somavilla Dutra Hasckel, pela revisão do presente trabalho, mas, principalmente, pelo seu carinho, paciência e solicitude.

À Universidade Federal de Pelotas (UFPel), através da Faculdade de Veterinária, pela oportunidade de aprendizado e crescimento que me proporcionou. E, todos os antigos e novos colegas que proporcionaram ótimos momentos de convivência e troca de experiências.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), em especial ao pessoal técnico e administrativo da Cidade das Abelhas, pelo apoio e colaboração.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pelo apoio financeiro na concessão de bolsa de auxílio acadêmico.

Resumo

PINTO, Mara Rúbia Romeu. **Alimentação de *Apis mellifera* africanizadas: relação com a fisiologia, produção, sanidade e segurança alimentar**. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Veterinária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A alimentação das abelhas *Apis mellifera* é considerada um dos principais gargalos da apicultura, influenciando em diversas áreas da atividade apícola. Nesta espécie, a alimentação é determinante, pois além de levar o suporte necessário para a manutenção, reprodução e produção, também é responsável pela diferenciação das castas. Em contraponto à sua importância, existem poucos estudos contemplando o desenvolvimento de dietas economicamente viáveis, de fácil aquisição e de resultados comprovados. Possivelmente, o seu desenvolvimento esteja condicionado aos alimentos disponíveis regionalmente. Estudos sobre as necessidades nutricionais básicas são bastante antigos e realizados com abelhas europeias. O desenvolvimento de pesquisas aplicadas abordando o tema, com o enfoque de testar a eficiência de dietas artificiais, parece ser mais recente e, ainda, necessita de aprimoramento, principalmente no que tange às metodologias de avaliação. Os dados da literatura são bem menos abundantes e mais incipientes do que aqueles referentes às outras espécies animais domésticas, como os mamíferos e aves. Com o objetivo de testar o efeito de dietas para *Apis mellifera*, realizou-se experimento em laboratório, com abelhas recém-emergidas, mantidas em incubadora a 32°C, umidade entre 70-80%, por seis dias, onde receberam as dietas e água *ad libitum*. Foram testadas sete dietas, utilizando-se como parâmetros de avaliação o teor de proteínas totais na hemolinfa, o peso das abelhas e o consumo das dietas. Quatro dietas apresentaram diferença significativa no teor de proteína da hemolinfa quando comparadas ao grupo controle, sendo que uma delas foi superior também nos parâmetros peso e consumo. Com base neste trabalho, as dietas que apresentaram melhor desempenho foram testadas em campo, em três regiões distintas, no Estado de Santa Catarina, avaliando-se as áreas de cria (zangão, aberta, fechada e total); as áreas de depósito de alimento (mel e pólen) e a porcentagem de infestação pelo ácaro *Varroa destructor*. No experimento de campo, notou-se uma grande variação dos dados, mesmo quando considerado o mesmo grupo de tratamento, demonstrando que as variáveis ambientais podem mascarar os

resultados e as diferenças significativas somente foram demonstradas nas áreas de cria aberta, cria total (região Serrana) e infestação por *Varroa destructor* (região Oeste Catarinense e Serrana) em comparação ao grupo controle. As dietas utilizadas não alteraram as características físico-químicas do mel produzido, podendo ser consideradas adequadas para suplementação alimentar em época de escassez de recurso natural de pólen.

Palavras-chave: *Apis mellifera*. Dietas. Alimentação. Nutrição. Avaliação de dietas.

Abstract

PINTO, Mara Rúbia Romeu. **Africanized *Apis mellifera* nutrition: relation with physiology, production, health and food safety**. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Veterinária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Feeding bees *Apis mellifera* is considered one of the main bottlenecks of beekeeping, having effects on entire production chain. In this species feeding is crucial, not only is necessary to support the maintenance, reproduction and production, but also is responsible for caste differentiation. In contrast to its importance, few studies addressing the development of economically viable diets, easy to purchase and with proven results. Possibly, their development is contingent on available food regionally. Studies on the basic nutritional needs are quite old and made with European bees. The development of applied research addressing this subject with the focus on testing the efficiency of artificial diets is more recent, and still needs improvement, especially in regard to the assessment methodologies. The literature data are much less abundant and more inchoate than those referring to other domesticated species, like mammals and poultries. Aiming to test the effect of diets for *Apis mellifera*, an experiment in laboratory was carried, with newly emerged bees, kept in an incubator at 32° C, humidity 70-80 %, for six days, where they received diet and water *ad libidum*. Seven experimental diets were tested, using to evaluate the following parameters, the total protein content in the hemolymph, the weight of the bees and the consumption of diets. Four diets showed significant differences in protein content of the hemolymph as compared to control group. One of which was also higher in the parameters weight and consumption. Based on this work, diets with better performance were tested under field conditions in three distinct regions of Santa Catarina state, were evaluated the brood area (drone, opened, closed and total), storage areas for food (honey and pollen), the percentage of *Varroa destructor* mite infestation, and the physical-chemical analysis of honey. In field experiments, we noted a wide variation in the data, even when considering the same treatment, suggesting that environmental variables might influence the results, and significant differences were demonstrated only in the areas of brood opened, brood total (Serrana region) and mite infestation (Oeste Catarinense and Serrana regions) compared to control. Diets did not alter the patterns of identity and quality of

honey produced, and may be considered appropriate for supplemental feeding during times of scarce of pollen.

Key-words: *Apis mellifera*. Diets. Nutrition. Diet evaluation.

Lista de Tabelas

ARTIGO 3

Tabela 1	Composição e teor de proteína bruta (PB) das dietas.....	61
Tabela 2	Médias e desvio padrão do teor de proteínas totais da hemolinfa em $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ e do peso das abelhas aos 0 dias de idade e aos 6 dias de idade, de acordo com a dieta administrada.....	64

ARTIGO 4

Tabela 1	Composição e teor de proteína bruta (PB) das dietas.....	80
Tabela 2	Média das medidas das áreas de cria de zangão, cria aberta, cria fechada, área total de cria, em cm^2 , 60 dias após início da alimentação. Apiários São Joaquim/SC, Rio das Antas/SC e Florianópolis/SC.....	82
Tabela 3	Média e desvio padrão da porcentagem de infestação pelo ácaro <i>Varroa destructor</i> , 60 dias após início da alimentação. Apiários São Joaquim/SC, Rio das Antas/SC e Florianópolis/SC.....	83
Tabela 4	Média das medidas das áreas de depósito de mel e pólen, em cm^2 , 60 dias após início da alimentação. Apiários São Joaquim/SC, Rio das Antas/SC e Florianópolis/SC.....	84
Tabela 5	Médias: análise físico-química de mel coletado 60 dias após início da alimentação. Apiários São Joaquim/SC, Rio das Antas/SC e Florianópolis/SC.....	85

Lista de abreviaturas e siglas

Açúcar de cana comercial refinado - AC

Açúcares redutores - Aç. red

Centímetros quadrados - cm²

Clima mesotérmico úmido com verão quente - Cfa

Clima mesotérmico úmido com verão fresco - Cfb

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ Parque

Ecológico Cidade das Abelhas - Epagri/Peca

Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (ensaio imuno-enzimático) - ELISA

Food and Agriculture Organization - FAO

Gramas - g

Hidroximetilfurfural - HMF

Hora - h

Kilogramas - kg

Levedura inativada de cana-de-açúcar - LCA

Levedura inativada de cerveja - LCV

Massa/massa – m/m

Massa/massa/massa- m/m/m

Massa/volume – m/v

Matéria seca - MS

Micrograma - µg

Microlitros - µL

Miligrama - mg

Mililitro - mL

Nitrogênio - N

Proteína texturizada de soja - PTS

Quilometro quadrado - km²

Sacarose aparente- Sac. apar.

Santa Catarina - SC

Tampão fosfato salino- PBS

Teor de proteína total da hemolinfa - PTH

United States Department of Agriculture - USDA

Volume/volume- v/v

SUMÁRIO

RESUMO.....	06
ABSTRACT.....	08
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	11
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2. ARTIGO 1- Alimentação e nutrição de abelhas <i>Apis mellifera</i>	20
Resumo.....	21
Abstract.....	22
Introdução.....	22
Alimentos naturais das abelhas –digestão e transformação.....	24
Necessidades nutricionais das abelhas	27
Necessidades nutricionais de acordo com a fase de desenvolvimento.....	32
Nutrição das abelhas adultas.....	33
Conclusões	35
Referências.....	35
3. ARTIGO 2- Alimentação suplementar para abelhas melíferas.....	39
Resumo.....	40
Abstract.....	41
Introdução.....	41
Histórico e evolução do uso da suplementação suplementar da <i>Apis mellifera</i>	43
Necessidade de suplementação alimentar.....	44
Revisão dos trabalhos realizados no Brasil.....	45
Metodologias para avaliação de dietas protéicas.....	49
Conclusões	50
Referências	51

4. ARTIGO 3- Efeito das dietas protéicas sobre o peso, consumo alimentar e teor de proteínas totais da hemolinfa de <i>Apis mellifera africanizada</i>.....	55
Resumo.....	56
Introdução.....	57
Materiais e Métodos.....	58
Procedência das abelhas e preparo das gaiolas.....	59
Preparo e administração das dietas.....	60
Preparo da solução de estabilização de amostra de hemolinfa.....	61
Extração da hemolinfa e preparo da amostra.....	61
Determinação da proteína total na hemolinfa.....	62
Determinação do peso das abelhas e consumo das dietas	62
Análise estatística.....	63
Resultados.....	63
Teor de proteína total da hemolinfa (PTH).....	63
Dietas e peso das abelhas.....	63
Dietas e Consumo.....	64
Discussão.....	65
Agradecimentos.....	68
Sumário para tradução ao idioma alemão.....	68
Referências.....	69
5. ARTIGO 4 - Avaliação das dietas para <i>Apis mellifera africanizada</i> em três regiões do Estado de Santa Catarina.....	72
Resumo.....	73
Abstract.....	74
Introdução.....	75
Materiais e Métodos.....	76
Local de implantação dos apiários.....	76
Formação dos apiários experimentais.....	78
Escolha, preparo e fornecimento das dietas.....	79
Medição de área de cria e de depósito de alimento.....	80
Infestação por <i>Varroa destructor</i>	81

Análise físico-química do mel.....	81
Análise estatística.....	81
Resultados e discussão.....	82
Conclusões.....	86
Agradecimentos.....	86
Referências	87
CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	90
REFERENCIAS GERAIS.....	92
ANEXOS.....	93

1. INTRODUÇÃO GERAL

A atividade apícola mundial, praticada em mais de 130 países, tem mostrando expansão na produção, disponibilizando uma diversidade de produtos e subprodutos nos últimos anos (EPAGRI/CEPA, 2009). Na década de 70, a produção mundial de mel era de 600.000 toneladas por ano (CRANE, 1975). Em 2007, conforme estimativa da FAO, a produção total de mel alcançou aproximadamente 1,4 milhão de toneladas, gerando um montante financeiro de aproximadamente 1,5 bilhões de dólares, cuja cifra, entretanto, aumenta consideravelmente à medida que são consideradas as produções de própolis, pólen, geleia real e cera, dentre outros, bem como os serviços de polinização utilizados, principalmente, na agricultura e na pecuária (EPAGRI/CEPA, 2009).

As abelhas participam da produção mundial de alimentos em vários níveis. O mel, o pólen e a geleia real são consumidos em todos os países do mundo. No entanto, é na polinização que as abelhas mais contribuem para a agricultura mundial, pois na produção vegetal comercial, a abelha aumenta entre 5 e 500% a produção, dependendo da espécie, variedade e condições de cultivo (DE JONG, 2000).

As abelhas *Apis mellifera* são utilizadas de forma generalizada no serviço de polinização dirigida. Isso se deve, não somente pela sua eficiência polinizadora, mas, principalmente, devido à sua disponibilidade, facilidade de manejo, por atingir facilmente altas populações e, por ser polinizadora de inúmeras culturas de importância econômica, cujas características facilitam sobremaneira a introdução de polinizadores em áreas cultivadas (KALVELAGE, 2000). Os serviços de polinização se tornam, cada vez mais, uma prática obrigatória, integrando as atividades agropecuárias, na maioria dos países, contribuindo, de maneira significativa, para o aumento da qualidade e melhoria da produtividade de produtos da horticultura, fruticultura, da lavoura (principalmente os grãos) e de pastagens (EPAGRI/CEPA, 2009).

Com uma extensão territorial de 8, 513 milhões de quilômetros quadrados, o Brasil possui vegetação e clima diversificados que favorecem a exploração da atividade apícola em todos os Estados da Federação. Embora exista um potencial favorável, a produção nacional de mel é ainda pouco expressiva, alcançando apenas o 11º lugar no ranking mundial. Essa posição pode ser melhorada à medida que os

segmentos da cadeia produtiva tornem os produtos apícolas mais competitivos, mediante a melhoria de qualidade, produtividade, preços acessíveis, mais investimento em desenvolvimento de tecnologia e inovação de processos, marketing e recursos humanos (EPAGRI/CEPA, 2009).

Além do mel, outros produtos e serviços podem gerar renda na apicultura, como a cera, pólen, própolis, geleia real, apitoxina, abelhas rainhas, famílias de abelhas e aluguel de colmeias para polinização (KALVELAGE et al., 2006).

A atividade pode ser implantada em áreas impróprias à agricultura, ou mesmo naquelas de preservação permanente por lei, permitindo assim seu aproveitamento econômico (KALVELAGE et al., 2006). A apicultura, por sua peculiaridade, permite ser praticada nas pequenas propriedades rurais, característica da agricultura familiar.

Santa Catarina possui uma vegetação natural abundante e diversificada, de boa qualidade para produção de mel de excelente qualidade, o que possibilita o desenvolvimento da atividade apícola em toda a sua extensão territorial (EPAGRI/CEPA, 2009; KALVELAGE et al., 2006).

O Estado de Santa Catarina ocupa uma área de 95.958 Km², situado entre os paralelos -25°57' e -29°29' e os meridianos 48°21' e 53°50' a Oeste de Greenwich. Conforme a classificação climática de Köeppen, o clima é mesotérmico úmido com verão quente (Cfa) e mesotérmico úmido com verão fresco (Cfb), nas regiões com altitude acima de 1000 metros, aproximadamente. Os dados meteorológicos médios e os fatores climáticos condicionam a presença de três regiões, hidrotérmicamente distintas, no Estado: litoral, planalto e oeste. Nas regiões oeste e litorânea, predominam altitudes inferiores a 500 metros, enquanto o planalto, situado entre as duas regiões, é caracterizado por altitudes superiores a 800 metros. Destaca-se uma área de transição com altitudes de 500 a 800 metros, principalmente entre as regiões do planalto e oeste (IDE et al., 1980).

Estima-se que aproximadamente 350 mil colmeias se encontrem distribuídas em praticamente todos os municípios catarinenses e que existam aproximadamente 30 mil apicultores, entre profissionais e amadores. Deste montante, cerca de três mil são considerados apicultores profissionais, tendo, na atividade, sua principal fonte de renda (EPAGRI/CEPA, 2009). A atividade apícola tem no Estado uma grande importância social, econômica e ecológica, gerando renda, fixando o homem ao campo, melhorando a qualidade de vida e não agredindo o meio ambiente.

O tema alimentação das abelhas tem sido levantado como prioritário pelos apicultores e pelos técnicos do Projeto de Apicultura da Epagri há alguns anos, sendo apontada como um gargalo na atividade apícola. Foi indicado como o principal assunto a ser pesquisado de forma participativa pela Epagri/Peca, em condições reais do Estado, buscando o estudo de dietas de fácil produção e utilização, que fosse bem aceita pelas abelhas e que garantisse a qualidade do mel produzido nas colmeias alimentadas.

A preocupação de técnicos e apicultores catarinenses, assim como de todas as pessoas envolvidas com apicultura, é que, mesmo em condições de flora apícola abundante e sob boas condições de manejo, não se consegue alterar o clima e o tempo em uma região. Em Santa Catarina, o clima não se comporta de forma estável o suficiente para garantir a segurança alimentar das abelhas durante todos os meses do ano. Ocorrem variações significativas de um ano para o outro, e a distribuição de chuvas não ocorre de forma homogênea, havendo períodos de seca e outros de chuva intensa, os quais, nem sempre, são previstos, sendo que, variações abruptas de temperatura, com ocorrência de geadas e neve também são comuns em algumas regiões do Estado. Nessas situações, a alimentação apícola torna-se imprescindível, o que justifica a demanda por estudos nessa área em condições reais no Estado com a finalidade de estabelecer um manejo alimentar eficaz e seguro.

Cuidados especiais devem ser tomados ao utilizar alimentação artificial, para garantir que os mesmos não deixem resíduos no produto final, assegurando, tanto a saúde das abelhas, quanto à saúde humana.

Levando-se em consideração que as abelhas existentes no Brasil são fruto do cruzamento entre abelhas europeias e abelhas africanas, denominadas de abelhas africanizadas e, que estas não possuem um padrão genético que as classifique com uma nova raça, entende-se que existam diferenças significativas entre os vários tipos de abelhas africanizadas, motivo pelo qual as abelhas brasileiras podem ser consideradas diferentes de outras abelhas africanizadas de outros países das Américas, e talvez até entre diversas regiões, justificando o fato de que os resultados de pesquisas, geradas em outras partes do mundo, possam não contemplar adequadamente as necessidades dessas abelhas.

No Brasil, as pesquisas com alimentação apícola são recentes. A existência de poucos trabalhos levantando a questão da alimentação de abelhas de um modo

sistêmico, relacionando a alimentação com outras variáveis, como biologia da abelha, produção apícola, saúde da colmeia e saúde pública, empregando conceitos de nutrição animal aplicada, mostra a necessidade de estudos nesse sentido.

O objetivo deste trabalho foi avaliar dietas na alimentação artificial de *Apis mellifera*, primando por aquelas que fossem viáveis economicamente, práticas no que tange ao manejo associado ao seu emprego e com ingredientes de fácil aquisição e emprego na alimentação apícola, facilitando a adoção pelo apicultor. Buscou-se avaliar parâmetros relacionados com a produção, fisiologia, sanidade das abelhas e na manutenção da qualidade do produto apícola para consumo humano, garantindo a segurança alimentar para as abelhas e para o consumidor.

2. ARTIGO Nº 1

Artigo a ser submetido à **Revista Ciência Rural** (Normas: Anexo 1)

Alimentação e nutrição de abelhas *Apis mellifera*

Mara Rúbia Romeu Pinto; Aroni Sattler; Tânia Patrícia Schafascheck; Fábio Pereira

Leivas Leite

Alimentação e nutrição de abelhas *Apis mellifera*

Feeding and nutrition of honey bees *Apis mellifera*

**Mara Rúbia Romeu Pinto¹ Aroni Sattler² Tânia Patrícia Schafascheck³ Fábio Pereira
Leivas Leite⁴**

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA-

RESUMO

A abelha tem requerimentos nutricionais próprios da sua espécie, devendo existir um balanço e um suprimento adequados para que as suas funções vitais possam ser supridas. As necessidades nutricionais são distintas nas diferentes etapas da vida das abelhas e também de acordo com as diferentes castas. No processo de digestão, o alimento sofre uma série de processos químicos, transformando-se em unidades menores, capazes de serem assimiladas com a finalidade de prover a nutrição de todas as células do organismo. O objetivo deste trabalho foi revisar os aspectos básicos relacionados à nutrição de abelhas melíferas, assim como as necessidades nutricionais, alimentos naturais e processos digestivos que servem de base para trabalhos de pesquisa aplicada em nutrição apícola.

Palavras-chave: *Suplementação alimentar, necessidades nutricionais, Apis mellifera.*

¹ Programa de Pós-graduação em Veterinária (PPGV), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, Brasil. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) /Parque Ecológico Cidade das Abelhas (PECA), Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: rubia@epagri.sc.gov.br. Autor para correspondência.

² Departamento de Fitossanidade/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI)/Estação Experimental de Videira (EEV), Videira, SC, Brasil.

⁴ Departamento de Microbiologia e Parasitologia/ Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, Brasil.

ABSTRACT

The honey bees have nutritional requirement own of their specie, therefore adequate balance and supply should exist so that their vital functions can be supplied. The nutritional needs are different during the stages of the life cycle of the bees, as well as with the different castes. The food suffers a series of chemical reactions during digestion process, becoming smaller units capable of be assimilated with the purpose of providing the nutrition of all cells of the organism. The objective of this work was to revise the basic aspects related to the nutrition of honey bees, as well as the nutritional needs, natural foods, and digestives processes that as considered as the base for the applied research in the honey bee nutrition.

Key-words: *Supplemental feeding, nutritional needs, Apis mellifera.*

INTRODUÇÃO

Nutrição e alimentação são conceitos relacionados, mas não equivalentes, embora as duas expressões sejam correntemente usadas para significar a mesma coisa (GIROU, 2003).

Nutrição é o conjunto de processos físicos, químicos e biológicos, através do qual o organismo utiliza, transforma e incorpora substâncias com as seguintes finalidades: suprir o organismo de energia necessária para os processos vitais; promover o desenvolvimento e manutenção das estruturas corporais; atender a produção e, disponibilizar substâncias necessárias para a regulação das reações físicas e químicas que se produzem no organismo (RIBEIRO, 2007).

Como alimento, se define toda a substância ou mistura de substâncias que, ao ser ingerido pelo indivíduo, leva ao seu organismo os constituintes necessários para o seu funcionamento normal. Não possuem uma fórmula química. Os alimentos são compostos por

substâncias distintas, mas somente algumas delas são úteis para o metabolismo, denominadas de nutrientes (GIROU, 2003).

Os nutrientes são substâncias químicas componentes dos alimentos, com estrutura definida, capazes de atender o processo de manutenção da vida e da produção. Atualmente, o conceito é mais amplo por incluir substâncias não originadas dos alimentos, como as vitaminas e aminoácidos sintéticos, e sais inorgânicos quimicamente puros (RIBEIRO, 2007). Já, aquela porção do nutriente que é digerida e absorvida pelo organismo animal se denomina nutriente digestível (PEIXOTO & MAIER, 1993).

As abelhas têm requerimentos nutricionais próprios da sua espécie, devendo existir um balanço e suprimento adequados para que as suas funções vitais possam ser supridas e, com isso, colaborar com a perpetuação da espécie. As necessidades nutricionais são distintas, não somente para as diferentes castas, mas também nas diferentes etapas da vida das abelhas (GIROU, 2003).

A abelha recebe energia do alimento que consome. No processo de digestão, o alimento que entra pela boca e é levado ao tubo digestivo, onde é decomposto em unidades menores para ser assimilado e transportado na hemolinfa com o fim de prover a nutrição de todas as células do corpo (DIETZ, 1975). Os nutrientes requeridos pelas abelhas são: água, carboidratos, proteínas, lipídeos, vitaminas e sais minerais (DIETZ, 1975; COUTO, 1998; GIROU, 2003).

Esta revisão apresenta aspectos relevantes sobre a nutrição e alimentação de *Apis mellifera* relacionados com as necessidades nutricionais, alimentos naturais e processos digestivos que servem de base para trabalhos de pesquisa em nutrição apícola aplicada.

Alimentos naturais das abelhas – digestão e transformação

Néctar e mel

O néctar é um líquido adocicado composto principalmente por sacarose, glucose e frutose, secretado por nectários florais e menos comumente por nectários extraflorais. Dependendo da origem floral, pode conter entre 5 a 80 % de açúcares. Fornece os carboidratos responsáveis pela fonte energética da dieta, sendo a matéria-prima para a elaboração do mel. As secreções de insetos utilizados pelas abelhas como fonte energética são denominadas pseudo-néctar ou “*honeydew*” (WINSTON, 1987). As operárias adultas necessitam basicamente de energia para executar suas funções. Essa energia é suprida pela ingestão de mel dos alvéolos ou pelo néctar, durante sua coleta, transporte e processamento na colmeia.

Durante a coleta e transporte, o néctar fica depositado na vesícula melífera. Durante esse processo, as abelhas adicionam ao néctar enzimas produzidas pelas glândulas hipofaríngeas e salivares. De acordo com LENGLER (2005), a elaboração do mel pelas abelhas resulta das seguintes modificações sobre o néctar: ação física de evaporação de água e a ação enzimática em que a invertase tem o papel mais importante (atuando sobre a sacarose) e, em muito menor escala, a ação da amilase (transformando amido em maltose) e da glicose-oxidase (transformando glucose em ácido glucônico e peróxido de hidrogênio). Após a regurgitação nos alvéolos do favo, as reações continuam acontecendo até que a maturação do mel se processe, culminando com a operculação dos favos.

Ainda não foram encontrados outras enzimas ou micro-organismos necessários para a digestão de carboidratos complexos, como a celulose, hemicelulose e pectina, no intestino das abelhas (MACHADO & CAMARGO, 1972).

Pólen

O pólen é o alimento protéico naturalmente coletado pelas abelhas, suprimindo também as necessidades de vitaminas, minerais e lipídeos. Após a coleta, o pólen é amassado, misturado com secreções glandulares, enzimas e mel. Sob a ação de micro-organismos específicos (*Saccharomyces* spp, *Lactobacillus* e *Pseudomonas*), ocorre fermentação láctica, diminuindo a tensão de oxigênio que contribui para a conservação, além de incrementar a porcentagem de vitaminas e proteínas solúveis em água. O produto desse processo é denominado “pão-de-abelha” (HERBERT, 1992).

O pólen é fundamental para o adequado desenvolvimento das crias, desenvolvimento e funcionamento das glândulas, dos ovários e na formação das gorduras corporais (HERBERT Jr. & SHIMANUKI, 1979). É consumido pelas operárias adultas e fornecido às larvas de operárias e zangões com mais de 3 dias após a eclosão do ovo (MACHADO & CAMARGO, 1972). O requerimento anual por colmeia foi estimado entre 15 e 55 kg (ECKERT, 1942; LOUVEAUX, 1958; SEELEY, 1985). Diferentemente das abelhas jovens, as campeiras não necessitam de pólen em sua dieta (STANDIFER, et al., 1970).

O teor de proteína do pólen varia de 10 a 36%. Alguns tipos de pólen contêm proteínas que são deficientes em certos aminoácidos adequados às necessidades nutricionais das abelhas. Com exceção da histidina e talvez da arginina, as abelhas não sintetizam nenhum aminoácido, os quais são obtidos, principalmente através do consumo do pólen (STANDIFER et al., 1970). Dessa maneira, é fundamental o comportamento das abelhas sociais na natureza, de coletarem polens de diferentes fontes vegetais, uma vez que sua mistura minimiza a possibilidade de ocorrerem deficiências (GIROU, 2003).

A digestibilidade aparente do pólen pelas abelhas *Apis mellifera* chega a 89%, o que evidencia sua grande eficiência em digerir e utilizar esse produto (SCHMIDT & BUCHMANN, 1985). A digestão parece ser feita através da micrópila (MACHADO &

CAMARGO, 1972), principalmente por enzimas proteolíticas existentes nos intestinos, as quais quebram as proteínas do pólen em suas unidades constituintes, absorvíveis pelo organismo. Esses aminoácidos são reorganizados em proteínas específicas da abelha. A digestão é ainda facilitada por micro-organismos presentes no canal alimentar (STANDIFER, 1967).

Segundo WINSTON (1987), o teor de gorduras no pólen pode variar de 1% a 20%, estando em geral abaixo de 5%. A lipase secretada pelo epitélio intestinal das operárias e zangões adultos faz a quebra dos lipídios existentes no pólen (MACHADO & CAMARGO, 1972).

De acordo com PATEL et al. (1960) e STANDIFER (1967), as principais proteínas encontradas na geleia real são derivadas da digestão e do metabolismo do pólen pelas glândulas hipofaríngeas das abelhas. Deficiências protéicas durante o estágio larval provocam má formação das glândulas hipofaríngeas das operárias (DUSTMANN & OHE, 1988), sendo essencial o consumo de pólen ou de dietas com composição equivalente para a produção de geleia real (GARCIA, 1992) e, conseqüentemente, para a alimentação das crias. Segundo FARRAR (1930), SPENCER-BOOTH (1960), TODD & REED (1970) e COUTO (1987), existe uma correlação positiva entre a quantidade total de crias e a quantidade de pólen armazenado na colmeia.

Os constituintes dos músculos, órgãos vitais, glândulas, pelos, asas, entre outros, e a reposição de tecidos desgastados, provêm do pólen (TODD & BISHOP, 1946). As abelhas recém-nascidas apresentam 13% do seu peso constituído por proteínas. Essas proteínas podem ser transferidas de uma parte a outra do corpo da abelha. Quando as glândulas responsáveis pela alimentação larval em abelhas jovens não são mais utilizadas, a proteína é transferida aos músculos das asas e às glândulas de produção de cera. A falta de alimento protéico interfere na síntese protéica (já que fornece material e energia necessários à síntese), na longevidade

das abelhas e na resposta imunológica das operárias. Dessa forma, o pólen, é essencial para o crescimento dos indivíduos, para a reprodução e desenvolvimento das colônias. A carência de pólen na natureza, portanto, ao afetar a fisiologia das abelhas também afeta a produtividade das colônias, já que as abelhas necessitam de alimentos protéicos para o desenvolvimento dos tecidos do corpo e das glândulas, como por exemplo, a glândula hipofaríngeas (GIROU, 2003).

Água

A água não é estocada na colmeia, mas coletada, quando necessário, a partir de diferentes fontes. A detecção de fontes de água depende de hidro-receptores que as abelhas têm nas antenas (FREE, 1980; GIROU, 2003). As abelhas não ingerem água, mas ela é extremamente importante para o controle da temperatura da colmeia, sendo que o aumento da temperatura interna da mesma pode ocasionar uma série de reações no comportamento das abelhas, entre elas a enxameação. A água também é usada para diluir os estoques de mel, especialmente quando há pouco fluxo de néctar. As abelhas são capazes de utilizar a água do néctar, por isso quando existe muita oferta de néctar, a colheita de água fica diminuída (FREE, 1980; GIROU, 2003).

Necessidades nutricionais das abelhas

Carboidratos

Os carboidratos são polidroxialdeídos, polidroxicetonas ou substâncias que liberam estes compostos por hidrólise. Quimicamente são classificados em monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. São compostos por carbono, hidrogênio e oxigênio,

estando estes últimos presentes na mesma proporção da água, sendo que alguns podem conter nitrogênio, fósforo e enxofre (PEIXOTO & MAIER, 1993; NELSON & COX, 2006).

A oxidação dos carboidratos é a principal via metabólica fornecedora de energia das células não-fotossintéticas (NELSON & COX, 2006).

As principais fontes de carboidratos para as abelhas são o néctar e o mel, contendo a frutose, a glucose e a sacarose como os principais constituintes, embora outros açúcares possam estar presentes em quantidades ínfimas, como a rafinose, a maltose e a melibiose (PERCIVAL, 1961). Os açúcares servem de energia para a colmeia, sendo utilizada pelas abelhas para a produção de calor, para o voo, para a secreção de cera, para a secreção do alimento larval e para outras atividades da colônia (FREE, 1980; GIROU, 2003).

As abelhas adultas são incapazes de usar o pólen como fonte de energia, visto que uma colônia pode morrer de fome mesmo que tenha reservas abundantes de pólen (WINSTON, 1987; COUTO, 1998; LENGELER, 2003).

Proteínas

Proteínas são macromoléculas biológicas constituídas de polímeros de aminoácidos, sendo compostas basicamente de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Frequentemente estão associadas com o enxofre e, algumas vezes, com outros elementos como o fósforo, o ferro e o cobalto (KRAUSE & MAHAN, 1985). Entre os compostos biológicos, são as substâncias que apresentam a maior diversidade funcional, apresentando-se como componentes estruturais, enzimas, hormônios, anticorpos, receptores, transportadores, entre outros (NELSON & COX, 2006).

Enquanto o néctar possui apenas uma quantidade insignificante de proteína, o pólen é a fonte natural de proteínas para as abelhas, necessária para a nutrição das larvas, para

o desenvolvimento das abelhas jovens e para a reparação das células corporais e das glândulas de abelhas adultas (GIROU, 2003).

As abelhas não são capazes de sintetizar todos os aminoácidos necessários para a síntese de suas próprias proteínas, precisando recebê-los através da dieta, sendo estes classificados como aminoácidos essenciais. DE GROOT (1953, apud SMITH, 2000) determinou o balanço adequado de aminoácidos essenciais para as abelhas, expressos em g/16g N como segue: leucina (4.5), isoleucina (4.0), valina (4.0), treonina (3.0), arginina (3.0), lisina (3.0), fenilalanina (2.5), histidina (1.5), metionina (1.5), triptofano (1.0).

Para o desenvolvimento das larvas, grandes quantidades de proteína são requisitadas. Após o nascimento, as abelhas precisam de muita proteína para a deposição de tecidos, músculos e glândulas. Assim sendo, as abelhas recém-nascidas têm uma alta necessidade de proteínas na dieta, pois as glândulas hipofaríngeas constituem o principal centro de produção de proteínas nas abelhas e o seu desenvolvimento está relacionado com o conteúdo protéico da dieta. As glândulas hipofaríngeas são bem desenvolvidas nas nutrízes, pois elas são as responsáveis pela secreção de produtos ricos em proteínas que são distribuídos através da trofolaxia (CRAILSHEIM, 1990).

Na primavera ou durante os períodos de forte fluxo de néctar, existe uma alta necessidade de proteína na colônia. Caso ocorra um desequilíbrio entre oferta e a demanda de pólen, as abelhas recorrem às suas reservas corporais de proteínas. Em situações de carência extrema de pólen, pode ocorrer canibalismo, caracterizado pela ingestão de larvas e ovos com a finalidade de satisfazer as necessidades básicas de proteína pelas abelhas (CRAILSHEIM, 1990).

O consumo de pólen pelas nutrízes aumenta à medida que se incrementa o número de crias alimentadas. Concluídas as tarefas de nutrízes, diminui abruptamente a necessidade de proteína e aumenta a necessidade de açúcares (GIROU, 2003).

Vitaminas

Vitaminas são substâncias orgânicas, de estrutura química diversa, que atuam na regulação do metabolismo e são necessárias para o crescimento e para o desenvolvimento (PEIXOTO & MAIER, 1993). Dividem-se em vitaminas hidrossolúveis e vitaminas lipossolúveis e são essenciais à saúde dos animais, mas não podem ser sintetizadas pelos mesmos, devendo, portanto, ser obtidas através da ingestão dos alimentos. Algumas vitaminas atuam como precursoras de coenzimas (NELSON & COX, 2006).

A principal fonte de vitamina para as abelhas é o pólen, embora uma pequena quantidade possa ser proveniente do néctar. Micro-organismos presentes no trato digestivo das abelhas também produzem vitaminas que podem ser aproveitadas pelas abelhas (HERBERT, 1992).

Em abelhas adultas, os requerimentos vitamínicos são mínimos (GIROU, 2003), com exceção das nutrízes, que necessitam de vitaminas na dieta para a secreção de alimento larval. HERBERT & SHIMANUKI (1978a) demonstraram a importância da tiamina, riboflavina para o desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas.

Para o desenvolvimento normal das crias, há a necessidade de vitaminas A e K (HERBERT & SHIMANUKI, 1978b), piridoxina (ANDERSON & DIETZ, 1976), inositol (NATION & ROBINSON, 1968) e ácido giberélico (NATION & ROBINSON, 1966).

Lipídios

Os lipídios são substâncias de origem biológica, quimicamente diferente entre si, tendo como característica em comum a insolubilidade em água (NELSON & COX, 2006) e a solubilidade em solventes orgânicos, como o clorofórmio, o etanol, o metanol, o éter e o benzeno (SMITH et. al., 1985). Podem ser classificados em: ácidos graxos, triacilgliceróis

(triglicerídeos ou gorduras neutras), fosfolipídios, esfingolipídios e esteróis (VOET & VOET, 1995).

Desempenham diversas funções biológicas, como: armazenamento de energia, elemento estrutural nas membranas biológicas, fatores enzimáticos, composição de hormônios e mensageiros intracelulares (NELSON & COX, 2006).

Na natureza, as abelhas retiram os lipídios do pólen, cuja taxa pode variar de 1 a 20 % (HERBERT, 1992). A composição lipídica de abelhas adultas difere da do pólen. No entanto, o 24-metileno colesterol, também encontrado no pólen, é o maior esterol das células corpóreas de abelhas rainhas e operárias (STANDIFER, 1967). O colesterol pode ser considerado essencial para abelhas (HERBERT, 1992) e a sua adição na dieta traz benefícios para o desenvolvimento das crias (HERBERT et al., 1980).

Minerais

Minerais são elementos ou compostos químicos inorgânicos, normalmente cristalinos, formados como resultado de processos geológicos (NICKEL, 1995). No entanto, esses elementos estão presentes também em compostos orgânicos, como fosfoproteínas e fosfolipídios. Desempenham papel essencial nos fluídos orgânicos, regulando o metabolismo de diversas enzimas, mantendo o equilíbrio ácido-básico, a pressão osmótica e o transporte de compostos nas membranas celulares. Fazem parte da constituição dos tecidos do organismo e estão envolvidos no processo de crescimento (KRAUSE & MAHAN, 1985).

Para as abelhas, os minerais requisitados são necessários, mas somente em pequenas quantidades, como por exemplo, o cobre, o zinco e o magnésio. No entanto, pouco ainda se sabe para uma satisfatória compreensão da importância dos minerais para a alimentação apícola (GIROU, 2003).

Em condições naturais, as abelhas não coletam minerais separadamente, sendo eles obtidos indiretamente através do pólen, do néctar e da água (DIETZ, 1975). O pólen contém de 2,5% a 6,5% de minerais, tomando como base o seu peso seco, sendo que os mais comumente encontrados são: potássio, fósforo, cálcio, magnésio e ferro (HERBERT, 1992).

As abelhas encontram os elementos minerais na fonte natural de alimento e a sua adição na dieta pode se tornar nociva (HERBERT & SHIMANUKI, 1978c).

Água

A água cumpre papel de transporte e dissolução de substâncias, e serve de meio para várias reações químicas (CRANE, 1990).

Toda a utilização dos açúcares na colmeia está intimamente ligada ao conteúdo de água do alimento, pois as abelhas diluem os alimentos com mais de 50% de açúcar para o seu consumo, inclusive o mel (SIMPSON, 1964). Além da importância na alimentação, a água é indispensável na manutenção da temperatura da colmeia, principalmente no verão, pois as abelhas refrigeram a colônia através da evaporação de água (DIETZ, 1975).

Necessidades nutricionais de acordo com a fase do desenvolvimento

Nutrição das crias

Segundo WINSTON (1987), uma larva é uma “máquina de comer”, recebendo até 10.000 visitas das nutrizas para receber alimento, o que faz com que ela aumente até 20 vezes de tamanho em apenas seis dias. Na fase larval, não existe comunicação direta entre o estômago e ânus, sugerindo que todo alimento consumido é armazenado e disponibilizado nas formas de pré-pupa e pupa como matéria-prima para a continuidade do desenvolvimento fisiológico. Nessa etapa, o recebimento de alimento é maior do que o consumo e, por isso, a

cria aparece como que nadando no alimento de aspecto leitoso. No terceiro dia, a taxa de provisão de alimento torna-se igual ao consumo (GIROU, 2003).

As larvas são nutridas com alimentos provenientes das secreções das glândulas hipofaríngeas e mandibulares das operárias. No entanto, secreções das glândulas pós-cerebrais e torácicas também podem ser adicionadas (FREE, 1980). As rainhas são sempre alimentadas com geleia real, composta por partes iguais de secreção das glândulas hipofaríngeas e mandibulares. O açúcar predominante nessa geleia é a glucose (BROUWERS, 1984). Em comparação com as crias de operárias, as crias de rainha, após o nascimento, deixam uma quantidade de geleia real que varia entre 60 a 120 mg por célula. Além disso, essa geleia real possui um conteúdo maior de ácido pantotênico e ácido fólico que a geleia real das crias de operárias (GIROU, 2003). No alimento das larvas jovens de operárias e zangões, predomina a glucose, mas em larvas de mais idade predomina a frutose (BROUWERS, 1984). A alimentação das larvas de operárias é semelhante a da rainha, consistindo de uma mistura de secreções das glândulas, sendo que 20-40% de líquido é proveniente das glândulas mandibulares. O alimento da cria de zangão é semelhante ao da cria de operária, mas fornecido em maior quantidade (DIETZ, 1975). Nessa etapa, a manutenção de um ambiente úmido é fundamental para que não ocorra dessecação da geleia real que circunda a larva. Para manter a umidade necessária, as abelhas depositam gotículas de água nos alvéolos dos favos (GIROU, 2003).

Nutrição das abelhas adultas

As abelhas começam a consumir pólen com poucas horas de vida, alcançando o consumo máximo em cinco dias de vida. Isso acontece porque as abelhas nascidas têm grande necessidade protéica para o desenvolvimento dos músculos, glândulas e estruturas corporais (WINSTON, 1987).

Graças ao controle do proventrículo, as abelhas jovens digerem o pólen de maneira muito eficaz. Ao examinar o reto das abelhas novas, normalmente não se nota grãos de pólen, ou eles encontram-se partidos. Nas abelhas campeiras, os grãos de pólen encontram-se intactos no reto. Paralelamente, as abelhas de menor idade recebem uma quantidade maior de alimento por parte das abelhas de mais idade por trofolaxia (GIROU, 2003).

As nutrizes são especializadas na distribuição do alimento no interior da colmeia. Consomem grande quantidade de pólen para produzir alimentos que serão distribuídos para as larvas e para a rainha. À medida que a função de nutrição dessas abelhas diminui e com o começo da atividade de campeira, as necessidades de proteína diminuem e aumenta o requerimento de carboidratos (GIROU, 2003).

As abelhas mais velhas têm dificuldade em digerir o pólen, pois o seu intestino diminui a secreção de enzimas digestivas. Em contraponto, as abelhas campeiras têm uma boa capacidade para recuperar os grãos de pólen em suspensão no néctar e no papo. Essa capacidade de reaproveitamento em conjunto com o alimento que elas recebem das nutrizes por trofolaxia, cobre as necessidades nutricionais das abelhas com mais idade quanto às proteínas (BOUCQUET, 1994 apud GIROU, 2003).

A rainha recebe geleia real como alimento por toda a vida e somente consome mel em caso de extrema necessidade, pois só a geleia é capaz de suprir as necessidades protéicas para a postura. O consumo de uma rainha adulta é de 65g de geleia real/ano, do qual 60g são necessários para a postura e, 5g como dieta de manutenção. Os ovos são ricos em proteínas e rainha seria incapaz de ingerir e digerir a quantidade de pólen necessária para a produção de semelhante quantidade de proteínas (CHAUVIN, 1968).

Os zangões adultos consomem uma mistura de mel, pólen e secreção glandular, que é fornecida pelas nutrizes. A alimentação dos zangões parece ter influência sobre as

glândulas produtoras de muco do sistema reprodutor. Precisam de um adequado provimento de açúcar para terem reservas que permitam o voo a grandes distâncias (GIROU, 2003).

CONCLUSÕES

Muito ainda precisa ser estudado sobre as necessidades nutricionais das abelhas, principalmente no que se refere ao conhecimento de requerimentos de nutrientes específicos. Dados referentes aos requerimentos quantitativos e qualitativos de minerais e lipídios são ainda mais escassos. Pesquisas básicas sobre nutrição devem ser intensificadas devido à sua importância como suporte às pesquisas aplicadas.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, L. M & DIETZ, A. Pyridoxine requirement of the honey bee. (*Apis mellifera*) for brood rearing. **Apidologie**, v. 67, p. 67-84, 1976.
- BROUWERS, E. V. M. Glucose/frutose ratio in the food of honey bee larvae during caste differentiation. **Journal of Apicultural Research**, v.23, p. 94-101, 1984.
- CHAUVIN, R. **Traité de biologie de l'abeille**. Paris: Masson et. 1968.
- COUTO, L. A. **Efeitos de fornecimento de rações sobre a produção de cria e alimento e sua herdabilidade em colméias de *Apis mellifera* infestadas com ácaro *Varroa jacobsoni***. 1987. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Melhoramento Genético Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- COUTO, L. A. Nutrição de abelhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., Salvador, BA. **Anais** ..1998. CD.
- CRAILSHEIM, K. The protein balance of the honey bee worker. **Apidologie**, v. 21, p. 417-429, 1990.
- CRANE, E. **Bees and beekeeping: science, practice and world resources**. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1990.

DIETZ, A. Alimentación de la abeja melífera adulta. In: **LA COLMENA Y LA ABEJA MELÍFERA**. Dadant & hijos (Eds.). Montevideo: Hemisferio sur, 1975. p.173-211.

DUSTMANN, J. H. & OHE, W. VON DER. Effect of cold snaps on the build up of honeybee colonies (*Apis mellifera* L.) in springtime. **Apidologie**, Versailles, França, v. 19, n.3, p. 245-254, 1988.

ECKERT, J. E. The pollen required by a colony of honeybees. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, Md, v.35, n.3, p.309-311, 1942.

FARRAR, C. L. The influence of the colony's straight on brood rearing. **Annual Report**, v.51/52, p.126-130, 1930.

FREE, J.B. **A organização social das abelhas (*Apis*)**. V. 13, São Paulo: Edusp, 1980. (Coleção Temas de Biologia).

GARCIA, R. C. **Produção de geléia real e desenvolvimento de colônias de abelhas *Apis mellifera* italiana e seus híbridos com africanizadas, em fecundação natural e instrumental**. 1992. 275 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

GIROU, N. G. **Fundamentos de la producción apícola moderna**. Bahía Blanca: Editorial Encestando S.R.L, 2003.

HERBERT JR, E. W. Honey bee nutrition. **The hive and the honey bee**. Graham, J. M (Ed), Hamiltom, Illinois: Dadant & Sons, 1992. Cap. 6, p. 197-233.

HERBERT, E. W. & SHIMANUKI, H. Effects off thiamine-or riboflavin-deficient diet fed newly emerged honeybees, *Apis mellifera* L. **Apidologie**, v. 9, p. 341-348, 1978a.

HERBERT, E.W. & SHIMANUKI, H. Effects off fat soluble vitamins on the brood rearing capabilities of honeybee fed a synthetic diet. **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v. 71, p. 689-691, 1978b.

HERBERT, E.W. & SHIMANUKI, H. Mineral requirements for brood-rearing by honeybee fed a synthetic diet. **Journal of Apicultural Research**, v.17, n. 3, p. 118-12, 1978c.

HERBERT, E.W. & SHIMANUKI, H. Seasonal protein preferences of free flying colonies of honey bees. **American Bee Journal**, Hamilton, Ill, v. 119, n. 4, p.298-302, 1979.

HERBERT JR, E. W. et al. Sterol utilization in honey bees fed a synthetic diet: effects on brood rearing. **Journal Insect Physiol**, v. 26, p. 287-289, 1980.

KRAUSE, M. V. & MAHAN, L. K. **Alimentos, nutrição & dietoterapia**. São Paulo: Roca, 1985. 1052 p.

LEGLER, S. Princípios básicos na nutrição alimentar de abelhas. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE APICULTURA, 8, EXPOAPIS, 7, ENCONTRO ESTADUAL DE MELIPONICULTORES, 2., Novo Hamburgo, RS. **Anais...2003**. CD.

LENGLER, S. Controle e qualidade do mel. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE APICULTURA, 10., Cambará do Sul, RS. **Anais...** 2005. p. 60-69.

LOUVEAUX, J. Recherches sur la récolt du pollen par les abeilles (*Apis mellifica* L.). **Annales De L' Abeille**, Paris, v. 1, p. 113-188, p. 197-221, 1958.

MACHADO, J. O. & CAMARGO, J. M. F. Alimentação em *Apis* e composição da geléia real, mel e pólen. In: CAMARGO, J. M. F. de (Org.). **Manual de apicultura**. São Paulo: Agronômica CERES, 1972. p. 117-142.

NATION, J. L. & ROBINSON, F. A. Gibberellic acid: effects of feeding in artificial diet for honey bees. **Science**, v. 152, p. 1765-1766, 1966.

NATION, J. L. & ROBINSON, F. A. Brood rearing by caged honey bees in response to inositol and certain pollen fractions on their diet. **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v. 61, p. 514-517, 1968.

NELSON, D. L. & COX, M. M. **Lehninger Princípios de Bioquímica**. 4 ed. São Paulo: Sarvier, 2006. 1202 p.

NICKEL, E. H. The definition of a mineral. **The Canadian Mineralogist**, v.33, n.3, p. 689-690, 1995.

PATEL, N. G. et al. Electrophoretic components of proteins in honeybee larval food. **Nature**, London, n. 186, p.633-634, 1960.

PEIXOTO, R. R. & MAIER, J.C.M. **Nutrição e alimentação animal**. 2 ed. Pelotas: UFPel, EDUCAT,1993. 169 p.

PERCIVAL, M. S. Types of nectar in Angiosperms. **The New Phytol**, v. 60, p. 235-281, 1961.

RIBEIRO, A. M. L. **Nutrição animal**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 2007. 93 p.

SCHMIDT, J. P. & BUCHMANN, S. L. Pollen digestion and nitrogen utilization by *Apis mellifera* L. (*Hymenoptera: Apidae*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, v.82, n.3, p. 499-503, 1985.

SEELEY, T, D. et al. **Honeybee ecology**: a study of adaptation in social life. New Jersey: Princeton University Press, 1985. 201 p.

SIMPSON, J. Dilution by honeybees of solid and liquid food containing sugar. **Journal of Apicultural Research**, v. 3, p. 37-40, 1964.

SMITH, E. L. **Bioquímica**: aspectos gerais. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985. 785 p.

SMITH, W. E. Honey bee nutrition and supplementary feeding. Agnote. **NSW Agriculture**. 2000. Acessado em 05 jan. 2010. Online. Disponível em: http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/117494/honey-bee-nutrition-supplementary-feeding.pdf

SPENCER-BOOTH, Y. Feeding pollens, pollen substitutes and pollens supplements to honeybees. **Bee World**, Bucks, Inglaterra, v. 1, n. 10, p.253-263, 1960.

STANDIFER, L. N. **Honey bee nutrition**. New York: Beekeeping in the United State, 1967. 147 p. (Agriculture Handbook, 335).

STANDIFER, L. N. et al. **Supplemental feeding of honey bee colonies**. Ithaca: Ny, US, 1970. 8p. (Information Bulletin, 413).

TODD. F. E. & BISHOP. R. K. **The role of pollen in the economy for the hive**. Washington: Departament of Agriculture, 1946. 9 p. (Bureau Entomology and Plant Quarentine, Bulletin, 531).

TODD, F.E. & REED, C.B. Brood measurement as a valid index to the value of honey bees as pollinators. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 63, p. 148-149, 1970.

VOET, D. & VOET, J. G. **Biochemistry**. 2 ed. US: Wiley, 1995. 1361 p.

WINSTON, M. L. **The biology of the honey bee**. Cambridge: Harvard University Press, 1987.

3. ARTIGO Nº 2

Artigo a ser submetido à **Revista Ciência Rural** (Normas: Anexo 1)

Alimentação suplementar para abelhas melíferas

Supplementary food for honey bees

Mara Rúbia Romeu Pinto; Aroni Sattler; Tânia Patrícia Schafascheck; Fábio

Pereira Leivas Leite

Alimentação suplementar para abelhas melíferas

Supplementary food for honey bees

**Mara Rúbia Romeu Pinto¹ Aroni Sattler² Tânia Patrícia Schafascheck³ Fábio
Pereira Leivas Leite⁴**

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA-

RESUMO

Além dos produtos tradicionais da apicultura, como o mel, o pólen, a própolis e a geleia real, as abelhas participam da produção mundial de alimentos, prestando serviço de polinização avaliado mundialmente em cem bilhões de dólares ao ano. Um adequado suporte nutricional é necessário para que as abelhas estejam prontas para expressar o potencial produtivo e reprodutivo. Nas últimas décadas, têm ocorrido mudanças climáticas e na vegetação, fazendo com que os alimentos naturais das abelhas sejam cada vez mais escassos, evidenciando a necessidade de suplementação alimentar. Vários trabalhos com este foco têm sido feitos com o objetivo de estabelecer dietas que supram as necessidades nutricionais das abelhas. O objetivo deste trabalho foi abordar o histórico do desenvolvimento da

¹ Programa de Pós-graduação em Veterinária (PPGV), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, Brasil. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI)/Parque Ecológico Cidade das Abelhas (PECA), Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: rubia@epagri.sc.gov.br. Autor para correspondência.

² Departamento de Fitossanidade/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI)/Estação Experimental de Videira (EEV), Videira, SC, Brasil.

⁴ Departamento de Microbiologia e Parasitologia/ Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, Brasil

suplementação alimentar para *Apis mellifera* e rever os estudos relacionados com abelhas africanizadas no Brasil.

Palavras-chave: *Apis mellifera*, nutrição, dietas, alimentação.

ABSTRACT

Besides the traditional products of the beekeeping, like honey, pollen, propolis, and royal jelly, bees participate in the world food production and in the pollination service. Their contribution in the pollination worldwide is estimated approximately in one hundred billion dollars a year. An adequate nutritional support is necessary so that the bees are ready to express the productive and reproductive potential. In the last decades, there have been changes in climatic and vegetation in global scale, thus the natural honey bees foods are scarcer, evidencing the need of supplementary feeding. Several studies with this focus have been made with the aim of establishing diets to supply the nutritional needs of the honey bees. The objective of this work was to address the historical development of supplemental feeding to *Apis mellifera*.

Key-words: *Apis mellifera*, nutrition, diets, feeding.

INTRODUÇÃO

Em todos os ramos da produção animal, a alimentação representa um dos principais fatores relacionados com o sucesso ou com o fracasso da atividade, não sendo

diferente sua importância na apicultura. Além da nutrição, fatores como clima, manejo, seleção e genética também são determinantes (GIROU, 2003).

Amplas mudanças ambientais têm sido observadas em diferentes regiões como consequência de novos métodos agrícolas, afetando tanto a flora apícola, quanto o apicultor. Os novos cultivos proveem novos alimentos para as abelhas, mas a promoção de uma agricultura convencional, matando invasoras antes da floração e as rápidas colheitas, leva a uma redução na quantidade de alimento para as abelhas. A essas modificações, associa-se a presença de colmeias em áreas onde a ocorrência de *Apis mellifera* não se dá de forma natural, ou seja, foram introduzidas pelo homem (CRANE, 1975; GIROU, 2003).

Com a profissionalização da atividade apícola, as abelhas passam a ser forçadas a produzir mais para serem exploradas com finalidade econômica e comercial. Tendem a ser selecionadas também para produtividade, não bastando que as colônias sejam capazes de satisfazer somente as suas necessidades vitais e suprir o requisito básico de perpetuação da espécie. Com o objetivo de garantir um crescimento populacional satisfatório para aproveitar as floradas, as colmeias necessitam de suporte alimentar adequado para manifestar toda a capacidade que sua genética tem condições de expressar (SAMMATARO & AVITABILE, 1998; PINTO et al., 2008).

Quando as necessidades nutricionais não são satisfeitas, a capacidade reprodutiva é afetada, assim como a produção (CAMARGO, 1972; FREE, 1980; CRANE, 1980; WINSTON, 1987; MORSE, 1990; CRANE, 1990; SAMMATARO & AVITABILE, 1998). A alimentação protéica deve satisfazer adequadamente às necessidades das abelhas na primeira fase da vida adulta, objetivando o desenvolvimento das glândulas produtoras de geleia real, garantindo a produção de alimento para a rainha e para as crias (PINTO, 2009).

Vários trabalhos têm sido realizados sobre o tema nutrição, abordando os mais diferentes aspectos, como o conhecimento das necessidades nutricionais das abelhas,

alimentos alternativos, alimentos tóxicos, formulação de dietas, eficiência de suplementos alimentares, entre outros.

Com a introdução das abelhas africanas (*Apis mellifera scutellata*) no Brasil, houve uma miscigenação com abelhas de raças europeias já existentes, dando origem a um poli-híbrido denominado abelhas africanizadas, as quais apresentam características morfo-fisiológicas distintas das abelhas europeias, podendo apresentar desempenhos diferente daqueles estudados em abelhas europeias.

O objetivo desta revisão foi verificar a evolução dos estudos sobre nutrição apícola com enfoque na suplementação alimentar e, abordar os trabalhos nacionais realizados sobre o tema.

Histórico e evolução do uso da suplementação artificial em abelhas *Apis mellifera*

O conhecimento sobre a importância de uma alimentação equilibrada para as abelhas existe desde a antiguidade. Segundo LANGSTROTH (1954), Lúcio Columela (séc. 1 d.C.) enfatizava a importância da alimentação artificial e dava instruções detalhadas a respeito, recomendando o fornecimento de mel ligeiramente aquecido e diluído em água, para ativar a postura. Em 1655, Samuel Hartlib recomendava que as abelhas fossem alimentadas no inverno com cereais secos ou pão embebido em cerveja (JOHANSSON & JOHANSSON, 1977). LEMAIRE (1918) ressalta a utilidade da alimentação para estimular a postura e a produção de crias com objetivo de obter forte população de abelhas. A necessidade de manter a colmeia nutrida antes do principal fluxo de néctar também é observada em DADANT (1934), que enuncia o seguinte axioma: “Devemos criar novas abelhas operárias para a colheita e não durante a colheita”. O desenvolvimento de colmeias fortes, segundo WHITEHEAD (1948), pode ser obtido através da manutenção da produção de crias ao se utilizar uma alimentação criteriosa. CAILLAS (1952) recomenda o fornecimento de alimento

estimulante para que ocorra o incremento populacional, pois uma colmeia necessita ter um número adequado de abelhas para que possa produzir e dar lucro.

Em DADANT (1975), as citações mais antigas sobre alimentação apícola aparecem a partir do ano 1920 quando os trabalhos ainda eram muito incipientes, trazendo dados gerais, como a provável quantidade de açúcar necessária para uma colônia de abelhas. Nos anos de 1930, começam a aparecer referências de nutrientes específicos.

Estudos utilizando abelhas europeias, tratando de nutrientes específicos sobre a fisiologia das abelhas, foram feitos no decorrer do século XX, principalmente por autores europeus e americanos (DADANT, 1975).

Em 1977, a *American Beekeeping Federation Research Committee* decidiu que fossem desenvolvidas pesquisas contemplando o desenvolvimento de substitutos satisfatórios de pólen a custos acessíveis (JOHANSSON & JOHANSSON, 1977).

Atualmente, o maior número de pesquisas sobre nutrição tem tido um enfoque mais aplicado, com a experimentação de dietas em diversas formulações.

O departamento de agricultura americano (USDA) investe em pesquisa aplicada visando o desenvolvimento de dietas artificiais para a obtenção de colmeias populosas para a polinização de cultivos, auxiliando na superação do impacto que o ácaro *Varroa destructor* infringiu sobre a população de abelhas melíferas (USDA, 2006).

Necessidade de suplementação alimentar

A alimentação artificial, de maneira geral, torna-se necessária quando as colônias encontram-se desprovidas de alimento ou na iminência de ficar sem suprimento (GIROU, 2003). Outras situações que justificam o uso dessa alimentação são: indisponibilidade de néctar e pólen na natureza e de mel armazenado na colmeia; estímulo para a postura da rainha, prevendo alta população nas floradas principais; na produção de cera; na situação de fome; na

criação de rainhas e; longos períodos de chuva quando as abelhas não conseguem coletar alimentos (SAMMATARO & AVITABILE, 1998).

As principais características que um alimento deve ter para ser considerado bom para as abelhas são: ausência de toxicidade, boa digestibilidade, palatável às abelhas, textura e granulometria que facilite o consumo, não estimulem a pilhagem, boa conservação e baixo custo (BOUCQUET, 1994 apud GIROU, 2003).

Revisão de trabalhos realizados no Brasil

Devido à importância do assunto alimentação e seu impacto na produção apícola, vários trabalhos têm sido feitos no Brasil, utilizando a literatura internacional como base.

Sob a ótica de suplementação, LENGLER & ROCHA (1986) foram os primeiros a fazer publicação em Congresso Brasileiro. Estudaram o efeito da alimentação protéica e energética na produção de mel, analisando o desempenho de dois tipos de colmeias (Schenk e Langstroth). Forneceram as dietas em alimentador tipo Doolittle na melgueira, no período de junho a setembro. Concluíram que o desempenho da colmeia Langstroth foi superior à colmeia Schenk, demonstrando, respectivamente, os seguintes resultados: quadros de cria (+10,35%, -1,53%); média da população (-4,76%, -25,28%) e; produção média de mel (21,97 kg, 20,6 kg).

O efeito do alimentador no fornecimento de dieta foi descrito por NEUMAIER et al. (1994), que utilizaram dieta composta de 52,63% de açúcar refinado, 31,57 % de mel, 10,52 % de farinha láctea e 5,26 % de água. Forneceram a dieta em dois tipos diferentes de alimentadores (cobertura e Boardmann) durante 80 dias. Compararam o efeito dos alimentadores quanto ao consumo da dieta, observando diferença significativa entre eles. Observaram um consumo médio de 9,292 kg/colmeia, com a utilização do alimentador de cobertura e 1,674 kg/colmeia, com o uso do alimentador Boardmann.

A influência da alimentação suplementar utilizando sucedâneos lácteos na formulação tem sido estudada. LENGLER (1994) testou três tipos de dieta, compostas de açúcar, mel e farinha láctea de consumo humano em diferentes proporções, não observando diferenças significativas sobre a área de cria de operária e zangão. SCHLEDER et al. (2002), estudando uma dieta à base de leite, observou que esse produto não deve ser usado na alimentação das abelhas, por causar diarreia, reduzir o tempo de vida das abelhas, consequentemente causando enfraquecimento e diminuição das colmeias, além de que o mel colhido nessas colmeias alimentadas diferia do mel normal, se assemelhando ao leite condensado. NEUMAIER et al. (1996) testaram três fontes energéticas diferentes (açúcar mascavo, açúcar refinado e açúcar cristal) em inclusão de 55%, sobre uma mistura constante de 30% de mel, 10% de farinha láctea de consumo humano e 5% de água. Compararam o intervalo de tempo em dias necessário ao desenvolvimento de núcleos até transferência para colmeias e o consumo de alimento suplementar por núcleo, verificando que o menor intervalo e consumo ocorreram no grupo cuja fonte energética era o açúcar mascavo.

LENGLER et al. (2002) testaram os efeitos de suplementação energético-protéica no desenvolvimento de núcleos de abelhas, utilizando açúcar refinado, açúcar invertido, leite em pó para terneiro e levedura seca de cana de açúcar, notando que este último ingrediente pode ser uma alternativa para a alimentação.

Com o objetivo de observar o efeito da nutrição na saúde das abelhas, CREMONEZ et al. (2002) realizaram estudos demonstrando que a alimentação pode interferir de forma positiva como ferramenta de prevenção contra enfermidades, estimulando o sistema imunológico. Ainda relacionado à saúde das colmeias, estudos foram realizados demonstrando que o uso de suplementação alimentar adequada pode reduzir para níveis insignificantes a mortalidade de abelhas por pólen tóxico (BARRERO et al., 2000a;

BARRERO et al., 2000b; SATTLER, 2001; BRIGUENTI & GUIMARÃES, 2002; CASTAGNINO et al., 2002).

A correlação entre área de cria e alimento em colônias de abelhas africanizadas, recebendo suplementação protéica com variáveis ambientais (temperatura externa máxima, temperatura externa mínima e precipitação pluviométrica) utilizando análise de correlação *Step Wise*, foi testada por TOLEDO et al. (2002). Demonstraram que a temperatura externa e a ocorrência de precipitação correlacionam-se negativamente com áreas de cria e alimento, influenciando diretamente as ocupações das áreas do favo.

AZEVEDO-BENITEZ & NOGUEIRA-COUTO (1998) estudaram dietas artificiais, visando à produção de geleia real e relacionaram as dietas com o desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas. Usaram pólen, farelo de soja, farelo de polpa cítrica e glutenose de milho em diferentes porcentagens na composição da dieta e, observaram que não houve influência significativa das dietas sobre a produção de geleia real. Verificaram diferença nos índices de aceitação de larvas transferidas e os níveis de proteína das dietas foram suficientes para suprir adequadamente as necessidades protéicas das operárias para o desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas.

SALOMÉ et al. (2000) estudaram, em Santa Catarina, as implicações da alimentação enérgica em *Apis mellifera*, utilizando três tipos de alimentos: xarope de açúcar invertido, açúcar refinado puro e torrões de açúcar produzidos segundo técnica italiana. Observaram que todas as apresentações de açúcar foram bem aceitas pelas abelhas. SOUSA (2004) observou que a alimentação energética não se constitui em grande problema, visto que a administração de misturas simples com sacarose (açúcar) em água foi suficiente para proporcionar energia às colmeias.

O uso de alimentos regionais nas dietas de abelhas tem sido testado. A aceitação da farinha de jatobá (*Hymenaea courbaril*) pelas abelhas foi observada por OLIVEIRA &

SOUZA (1996), que sugeriram sua utilização como alternativa de baixo custo para o semi-árido nordestino.

O desenvolvimento de colônias com diferentes alimentos protéicos, a partir da utilização de produtos regionais do Nordeste, como feno de mandioca, farinha de vagem de algaroba, farelo de babaçu, pólen apícola de *Palmae* e sucedâneo lácteo comercial na formulação de dietas, foi o alvo do trabalho efetuado por PEREIRA et al. (2006). Relacionando o uso das dietas com o peso e as áreas de cria e alimento, notaram que todos os alimentos testados foram eficientes para a manutenção das colônias, mas não observaram diferença significativa entre os tratamentos e as áreas de cria. Esses mesmos ingredientes foram testados quanto à toxicidade por PEREIRA et al. (2007), não sendo demonstrado efeito tóxico, mostrando que podem ser considerados como matéria-prima na elaboração de dietas. Já, a administração de farinha de bordão-de-velho (*Pithecellobium c.f. saman*) *in natura* para as abelhas apresentou efeito tóxico.

A influência de dietas contendo suplemento comercial tem sido alvo de investigações. SCHAFASCHECK (2005) avaliou o efeito de uma suplementação energético-protéica e observou que as colônias alimentadas apresentaram maior área de mel, embora não tenham antecipado o seu desenvolvimento. Observa ainda que a quase inexistência de estudos científicos sobre o efeito de suplementos alimentares na fisiologia das abelhas e no desenvolvimento das colmeias tem contribuído para manter as divergências em assuntos que se referem à produção apícola. LENGLER (2006), utilizando xarope de açúcar invertido puro e o mesmo xarope adicionado de Promotor L[®], não observou diferença entre os tratamentos. PINTO et al. (2008) estudaram dietas compostas de xarope de açúcar (60% açúcar refinado e 40% água); xarope de açúcar (60% açúcar refinado e 40% água) adicionado de suplemento comercial (vitaminas e aminoácidos), soja e açúcar (50% farinha de soja e 50% açúcar refinado). Relacionaram as dietas com a área de cria e depósito de alimento, verificando

diferença significativa quanto à área de depósito de alimento em comparação ao grupo controle não alimentado.

A avaliação da eficiência de dietas protéicas através de metodologia mais precisa, empregando técnicas laboratoriais, foi estudada por CREMONEZ et al. (1998), demonstrando que a quantificação de proteínas da hemolinfa era um parâmetro confiável para avaliação de dietas, já que se equivale ao método tradicional de determinação da área de cria em colônias confinadas.

DE JONG et al. (2009) testaram quatro dietas protéicas, sendo que duas delas eram rações comerciais, não disponíveis no mercado brasileiro. As outras dietas eram compostas de farinha de acácia e pólen. Demonstraram que as maiores concentrações de proteína na hemolinfa foram obtidas nos grupos alimentados com as rações, não sendo evidenciada diferença significativa entre si. No entanto, quando comparadas com pólen, uma das rações apresentou desempenho significativamente melhor do que as alimentadas com pólen.

Evidenciando a importância de dietas artificiais para o desenvolvimento das colmeias, MORAIS et al. (2009) publicaram um artigo sobre o tema em uma revista de ampla difusão entre os apicultores. Os autores solicitaram que os apicultores fizessem remessa de materiais e misturas usadas no campo para serem testadas, justificando que até então não havia produtos eficazes e ao mesmo tempo de baixo custo e, que os dados resultantes do estudo poderão fornecer importante subsídio para a apicultura brasileira.

Metodologias para avaliação de dietas protéicas

A eficiência de dietas normalmente tem sido avaliada através do consumo das dietas ou pela medida das áreas de cria em colmeias mantidas ao ar livre. A preferência das dietas é medida através da quantidade consumida. Esses parâmetros podem apresentar

algumas inconsistências, já que quando não há pólen disponível, as abelhas coletam inclusive materiais impróprios e de baixo valor protéico. No entanto, quando existe uma grande oferta de pólen na natureza, as abelhas tendem a preferi-lo em detrimento das dietas artificiais (CREMONEZ, 2001). Embora a determinação da área de cria seja uma medida adequada, pode ser afetada por fatores climáticos, como temperatura e umidade relativa (BRANDENBURGO & GONÇALVES, 1989), além de fatores relacionados à colmeia como idade da rainha, população da colônia, espaço para postura, sanidade, genética, entre outros. Para contornar esses problemas, pesquisadores têm utilizado núcleos de abelhas confinados em gaiolas, sendo este método muito eficaz. Porém, a utilização do mesmo torna-se caro e demorado, se estendendo por até 16 semanas (CREMONEZ, 1996). A eficiência de método laboratorial, avaliando as dietas através dos títulos de proteína total de abelhas confinadas em incubadora, foi estudada por CREMONEZ (2001), demonstrando ser tão eficiente para avaliar dietas protéicas quanto o método de determinação de áreas de cria em colônia confinada.

CONCLUSÃO

Várias pesquisas têm sido efetuadas no Brasil com o objetivo de fornecer um substituto alimentar para as abelhas, empregando diversas matérias-primas na sua formulação. No entanto, embora algumas dietas apresentem um bom desempenho, normalmente o custo torna o seu uso no campo impeditivo. A metodologia para avaliação das dietas é determinante para a confiabilidade dos dados. Os dados de experimentos executados com colmeias mantidas ao ar livre devem ser avaliados com muito critério, já que os fatores internos podem influenciar diretamente nos resultados. O declínio da população de abelhas está causando prejuízos em escala mundial, comprometendo seriamente a produção vegetal e, conseqüentemente, a produção de alimentos. No Brasil, esses problemas começam a ser

percebidos. As pesquisas sobre suplementação deveriam receber maior apoio e ter um projeto nacional de incentivo, devido aos impactos negativos que a apicultura tem sofrido diretamente sobre a atividade e, também, na produção de alimentos que dependem da polinização, como ocorre atualmente em outros países.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO-BENITEZ, A. L. G. & NOGUEIRA-COUTO, R. H. Estudo de algumas dietas artificiais visando à produção de geléia real em colméias de *Apis mellifera*. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5., Ribeirão Preto, SP, **Anais...**1998. p. 227-230.

BARRERO, F.M.C. et al. Avaliação de horários de coleta e atratividade de diferentes substitutos de pólen para abelha *Apis mellifera* (africanizada) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., Florianópolis, SC, **Anais...**2000a. CD.

BARRERO, F.M.C. et al. Atratividade de diferentes substitutos de pólen à abelha *Apis mellifera* (africanizada) In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 4., Ribeirão Preto, SP, **Anais...**2000b. p. 350.

BRANDESBURGO, M. A. M. & GONÇALVES, L. S. A influência de fatores ambientais no desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) **Revista Brasileira Biologia**, v. 49, p. 1035-1038, 1989.

BRIGHENTI, D. M. & GUIMARÃES, C.R. Influência da alimentação artificial de enxames de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) durante o florescimento do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* Mart.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., Campo Grande, MS, **Anais...**2002. p.16.

CAILLAS, A. **Lé secret des bonnes récoltes**. 5. ed. Orléans, Chez l'auteur, 1952. 233 p.

CAMARGO, J.M.F. de. **Manual de Apicultura**. São Paulo: Agronômica Ceres. 1972.

CASTAGNINO, G.L.B. et al. Uso do substituto de pólen na redução da mortalidade da cria ensacada brasileira em *Apis mellifera*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., Campo Grande, MS, **Anais...**2002. p. 37.

CRANE, E. La apicultura en el mundo – pasado y presente. In: Dadant e hijos (Eds.) **La colmena y la abeja melifera**. Montevideo: Hemisferio sur, 1975. p. 25-46.

CRANE, E. **A book of honey**. Oxford: Oxford University Press, 1980.

CRANE, E. **Bees and beekeeping: science, practice and world resources**. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1990.

CREMONEZ, T.M. **Avaliação de métodos para determinação da eficiência de dietas protéicas em abelhas *Apis mellifera***. 1996. 103p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Curso de Pós-graduação em Entomologia. Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras, Universidade de São Paulo.

CREMONEZ, T.M. **Influência da nutrição sobre aspectos da fisiologia e nutrição de abelhas *Apis mellifera***. 2001. 87p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Curso de Pós-graduação em Entomologia, Faculdade de Filosofia Ciência e Letras, Universidade de São Paulo.

CREMONEZ, T.M. et al. Quantification of hemolymph proteins as a fast method for testing protein diets for honey bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal Economic Entomologic**, v. 91, n. 6, p. 1284-1289, 1998.

CREMONEZ, T.M. et al. Efeitos da nutrição na saúde das abelhas. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5., Ribeirão Preto, SP, **Anais...**2002. p.225.

DADANT, C, P. **El método Dadant en apicultura**. 2. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 1934.

DADANT, C. P. **La colmena y la abeja melifera**. Montevideo: Hemisferio sur, 1975.

DE JONG, D. et al. Pollen substitutes increase honey bee haemolymph protein levels as much as or more than does pollen. **Journal of Apicultural Research and Bee World**, v, 48, n.1, p. 34-37. 2009.

FREE, J. B. **A organização social das abelhas (*Apis*)**. São Paulo: EPU Editora da Universidade de São Paulo, 1980.

GIROU, N. G. **Fundamentos de la producción apícola moderna**. Bahía Blanca: Editorial Encestando S.R.L, 2003.

JOHANSSON, T. S. K. & JOHANSSON, M. P. Feeding honeybees pollen and substitutes. **Bee World**, v. 58, p. 105-118, 1977.

LANGSTROTH, L. L. **La abeja y la colmea**. Trad. M. Pons Fábregues. 4. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 1954. 511 p.

LEMAIRE, P. **La conduite du rucher**. Paris, Bailliére, 1918.

LENGLER, S. Influência da alimentação suplementar sobre o desenvolvimento da cria em abelhas africanizadas. In: CONGRESSO CATARINENSE DE APICULTORES, 1., Urussanga, SC, **Anais...**1994. p. 61.

LENGLER, S. Desenvolvimento de núcleos de *Apis mellifera* alimentadas com suplemento aminoácido vitamínico, Promotor L[®]. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 685-688, 2006.

LENGLER, S. & ROCHA, I. C. Efeito da alimentação protéica e energética na produção de mel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5., Porto Alegre, RS.**Anais...**1986. CD.

LENGLER, S. et al. Efeito da suplementação energético-protéica e levedura seca de cana de açúcar no desenvolvimento de núcleos de abelhas africanizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., Campo Grande, MS, **Anais...**2002. p.113.

MORAIS, M. M. et al. A importância do uso de dietas artificiais para o desenvolvimento de colméias de abelhas *Apis mellifera*. **Mensagem Doce**, Apacame, 102, jun. 2009. Acessado em 15 fev. 2010. Online. Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/102/artigo5.htm>.

MORSE, R. A. **The ABC & XYZ of the bee culture**. 40. ed. Medina, Ohio: A. I. Root Co., 1990.

NEUMAIER, R. et al. Ação de dois modelos de alimentadores sobre o desenvolvimento intrínseco de colméias de abelhas africanizadas. In: CONGRESSO CATARINENSE DE APICULTORES, 1., Urussanga, SC. **Anais...**1994. p. 60.

NEUMAIER, R. et al. Efeito da alimentação suplementar no desenvolvimento de núcleos de abelhas africanizadas, na entressafra. In: CONGRESSO IBERO LATINOAMERICANO DE APICULTURA, 5., Mercedes, Uruguai. **Anais...**1996. CD.

OLIVEIRA, J.E.S. & SOUZA, D. C. Farinha de jatobá (*Hymenaea courbaril* Linn.) uma alternativa para alimentação das abelhas no semi-árido nordestino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., Teresina, Piauí. **Anais...** 1996. p.372.

PEREIRA, F. M. et al. Desenvolvimento de colônias de abelhas com diferentes alimentos protéicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 1-7, 2006.

PEREIRA, F. M. et al. Efeito tóxico de alimentos alternativos para abelhas *Apis mellifera*. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.533-538, 2007.

PINTO, M. R. Avanços em nutrição/alimentação apícola. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE APICULTURA DO RS, 14., Cachoeira do Sul, RS, **Anais...**2009. CD.

PINTO, M. R. et al. Avaliação de áreas de cria e de reserva de alimento em colônias de *Apis mellifera* africanizadas submetidas a diferentes dietas. In CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 35., Gramado, RS, **Anais...**2008. Online. Disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R1080-3.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2009.

SALOMÉ, L. G. et al. Alimentação artificial em *Apis*: implicações para a apicultura catarinense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., Florianópolis, SC, **Anais...**2000. CD.

SAMMATARO, D. & AVITABILE, A. **The beekeeper's handbook**. 3. ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1998.

SATTLER, A. Doenças das abelhas. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE APICULTURA, 6., Santa Cruz do Sul, RS. **Anais...**2001, p. 37.

SCHAFASCHEK, T. P. **Do convencional ao agroecológico**: normas, divergências e implicações sobre a produção apícola. 2005. 92f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SCHLEDER, E.J.D. et al. Caracterização de um produto apícola à base de leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., Campo Grande, MS, **Anais...**2002. p.78.

SOUZA, D. C. **Importância socioeconômica da apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural**. Brasília: Sebrae, 2004, p. 35-41.

TOLEDO, V. A. et al. Correlação das áreas de cria e alimento em colônia de *Apis mellifera* africanizadas recebendo suplementação protéica com variáveis ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., Campo Grande, MS, **Anais...**2002. p.111.

USDA. United States Department of Agricultural. **Developing an artificial diet for the honey bee, *Apis mellifera***. 2006. Acessado em 10 de jan. 2010. Online. Disponível em: <http://reeis.usda.gov/web/crisprojectpages/200663.html>

WHITEHEAD, S. B. **Apicultura Moderna**. Barcelona, Reverté, 1948.

WINSTON, M. L. **The biology of the honey bee**. Cambridge: Harvard University Press, 1987.

4. ARTIGO Nº 3

Artigo a ser submetido à **Revista Apidologie** (Normas: Anexo 2)

Efeito de dietas protéicas sobre o peso, consumo alimentar e teor de proteínas totais da hemolinfa de *Apis mellifera* africanizada

Mara Rúbia Romeu Pinto; Maria Beatriz da Rocha Veleirinho; Marcelo Maraschin; Fábio Pereira Leivas Leite

Efeito de dietas protéicas sobre o peso, consumo alimentar e teor de proteínas totais da hemolinfa de *Apis mellifera* africanizada

Mara Rúbia Romeu PINTO^a, Maria Beatriz da Rocha VELEIRINHO^b,

Marcelo MARASCHIN^c, Fábio Pereira Leivas LEITE^d

^aUniversidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil / Epagri-Parque Ecológico Cidade das Abelhas, Florianópolis, SC, Brasil. rubia@epagri.sc.gov.br

^bUniversidade de Aveiro/Laboratório de Química e Bioquímica, Portugal.

^cUniversidade Federal Santa Catarina / Centro de Ciências Agrárias Florianópolis, SC, Brasil.

^dUniversidade Federal de Pelotas / Instituto de Biologia – Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Pelotas, RS, Brasil.

Resumo – Abelhas *Apis mellifera* africanizadas, recém-emergidas, foram engaioladas e mantidas em estufa até os 6 dias de idade, com temperatura e umidade controladas. Foram testadas sete dietas fornecidas *ad libitum* às abelhas. Os teores de proteína bruta das dietas protéicas variaram entre 12,2 % e 24,4 %. Procedeu-se a coleta de hemolinfa nas abelhas recém-emergidas (Dia 0) e aos 6 dias de idade. Os parâmetros avaliados foram: a concentração de proteína total da hemolinfa, o peso das abelhas e o consumo das dietas. Quatro dietas apresentaram diferenças significativas em relação ao teor de proteína da hemolinfa de abelhas recém-emergidas e de abelhas de 6 dias de idade alimentadas com a dieta controle isenta de proteína. A dieta composta de 20% de levedura de cana de açúcar, 20% de proteína texturizada de soja e 60% açúcar de cana, foi mais eficiente em todos os parâmetros avaliados, apresentando diferença estatística ($P < 0,05$) em relação às demais dietas.

Palavras-chave: Abelhas africanizadas/ alimentação / nutrição / avaliação nutricional

1. INTRODUÇÃO

A alimentação constitui um dos principais pilares da atividade apícola e, juntamente com o clima e o tempo, atua regendo os principais eventos da organização social e da dinâmica populacional da colmeia, sendo determinante nos processos de diferenciação de casta, reprodução e produção (Free, 1980).

Em sua dieta, as abelhas necessitam de proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas, minerais e água para o seu desenvolvimento normal. Na natureza, as abelhas coletam o néctar (fonte energética) para suprir a necessidade de carboidratos; o pólen para satisfazer o requerimento de proteínas, minerais, lipídios e vitaminas; a água que cumpre papel de transporte e dissolução de substâncias, e serve de meio para várias reações químicas. As abelhas também podem utilizar secreções extraflorais como fonte de energia, sendo classificadas como “pseudo-néctar” (Couto, 1998; Lengler, 2003).

O alimento larval produzido pelas nutrízes é um produto da secreção das glândulas hipofaríngeas e mandibulares (Herbert, 1992). As glândulas hipofaríngeas são bem desenvolvidas nas nutrízes, apresentando grande atividade por volta do terceiro dia de vida (Girou, 2003). Elas são as responsáveis pela secreção de geleia real, que irá alimentar a rainha por toda a vida, os zangões e as larvas nos primeiros dias de vida (Crailsheim et al., 1990). Por isso, após o nascimento, as abelhas requerem uma dieta rica em proteínas de forma a garantir o desenvolvimento das glândulas e do tecido adiposo (Girou, 2003).

Vinte horas após emergirem, as abelhas começam a consumir pólen, alcançando o máximo de consumo aos cinco dias de idade (Hagedorn and Moeller, 1967), sendo que o corpo gorduroso intensifica a produção de proteínas entre o 5º e o

15º dia de vida da abelha adulta, sintetizando quantidade significativa de vitelogenina que será depositada na hemolinfa (Engels et al., 1990).

Níveis adequados de proteína na colônia tendem a elevar a quantidade de cria, incrementando os níveis populacionais da colmeia e, por consequência, a sua capacidade produtiva (Herbert and Shimanuki, 1977), além de propiciar a síntese de novas proteínas como as imunoproteínas (lisozima, apidecina, fenoloxidase, etc.) e a vitelogenina (Cremonez et al., 2002). Dessa forma, a alimentação equilibrada pode interferir de forma positiva como ferramenta de prevenção contra enfermidades, estimulando o sistema imunológico através do fornecimento de proteínas suficientes à síntese das imunoproteínas (Couto, 1998; Sattler, 2001). O teor de proteínas da dieta pode afetar o número de hemócitos, a porcentagem de hemócitos granulares e de plasmócitos, bem como a capacidade fagocitária das células de defesa das abelhas (Szymas and Jedruszuk, 2003).

Com base nesses conhecimentos, sabe-se que a alimentação protéica deve contemplar as exigências nutricionais das abelhas na primeira etapa da vida adulta, objetivando o desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas e mandibulares, garantindo a produção de alimento para a rainha e para as crias nos primeiros dias de vida, como base para a manutenção de colônias fortes, produtivas e saudáveis (Pinto, 2009).

As florações abundantes em países como o Brasil, até pouco tempo atrás, eram capazes de suprir as necessidades nutricionais das abelhas, porém, nos últimos anos houve uma série de modificações na flora apícola, devido principalmente ao avanço da agricultura sobre áreas verdes e de floresta (Cremonez, 1996; Girou, 2003). Além dessas modificações, sob condições de manejo, existem situações que levam à alteração

no fluxo de entrada de alimentos na colmeia, refletindo diretamente no desempenho e na saúde desta (Girou, 2003).

No Brasil, muitos apicultores têm utilizado o xarope de açúcar como base para estimular o aumento da densidade populacional, mesmo quando não há disponibilidade de fontes de pólen suficientes na natureza. No entanto, esse incremento é limitado e ocorre à custa das reservas corporais, principalmente protéicas e lipídicas, debilitando as abelhas, diminuindo sua longevidade e a produção da colmeia. A sanidade das colônias também fica comprometida e comumente pode-se observar mortalidade por fome, canibalismo, aumento na infestação por *Varroa destructor* e a ocorrência de enfermidades em colônias fracas (Crailsheim, 1990; Sattler, 2001).

Estudos desenvolvidos por Cremonoz et al. (2002) demonstraram que abelhas alimentadas com dietas ricas em proteína tiveram concentrações significativamente maiores de fenoxidase e lisozima em resposta à infecção, comparativamente ao título observado em abelhas alimentadas com xarope de açúcar.

O objetivo deste estudo foi testar o efeito de dietas protéicas, formuladas a partir de matérias-primas de fácil aquisição e de baixo custo, sobre o conteúdo protéico total da hemolinfa, peso e ingesta alimentar de *Apis mellifera*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Procedência das abelhas e preparo das gaiolas

Abelhas *Apis mellifera* africanizadas, procedentes do apiário de apoio da Epagri/Cidade das Abelhas, Florianópolis, SC, Brasil, foram utilizadas para a realização dos experimentos em laboratório.

Favos contendo abelhas emergentes foram colocados em incubadora a 32°C e umidade relativa entre 70 e 80%. Abelhas com até 24 horas de vida, que não tinham recebido alimentação foram consideradas como dia zero. Abelhas procedentes de mais de um favo de cria foram homogeneizadas em igual proporção, antes da contagem das mesmas para o engaiolamento. As abelhas foram distribuídas, 150 abelhas/gaiola, em gaiolas de madeira medindo 13x10x8cm com teto telado e laterais de vidro basculante. As gaiolas foram distribuídas aleatoriamente em sete grupos de dietas, em triplicata.

2.2. Preparo e administração das dietas

Foram testadas sete dietas, utilizando-se em suas formulações: açúcar de cana comercial refinado (AC), proteína texturizada de soja (PTS), levedura inativada de cana-de-açúcar (LCA), levedura inativada de cerveja (LCV) e água. O teor de proteína bruta na matéria seca (MS) das dietas foi determinado através de metodologia descrita por Silva e Queiros (2006). A composição das dietas e o teor de proteína encontram-se apresentados na Tab. I. Tanto água, quanto as dietas foram fornecidas *ad libidum*.

As dietas foram administradas sob a forma de hambúrgueres, através da adição de água em quantidade suficiente para uma consistência pastosa, com exceção da dieta D1, administrada na forma líquida de “xarope”, que foi utilizada como controle livre de proteína. A dieta D2 era uma ração comercial constituída de PTS, LCA e complexo protéico-vitamínico-mineral, mas a inclusão de cada constituinte não foi informada pelo fabricante.

Tabela I. Composição e teor de proteína bruta (PB) das dietas.

Dietas	Composição	Proteína bruta (MS)
D1*	50% AC, 50% água (v/v)	0,00 %
D2**	LCA, PTS, complexo vitamínico-mineral	24,4 %
D3	35% LCA, 65% AC (m/m)	17,0 %
D4	35% LCV, 65% AC (m/m)	14,6 %
D5	20% LCA, 20% PTS, 60% AC (m/m/m)	20,9 %
D6	40% LCA, 60% AC (m/m)	18,5 %
D7	25% LCA, 75% AC (m/m)	12,2 %

*dieta controle negativo, isenta de proteína. **dieta controle positivo: ração comercial.

2.3. Preparo da solução para estabilização de amostra de hemolinfa

Para prevenir a ocorrência de reações indesejáveis, como a melanização da hemolinfa, preparou-se uma solução de 0,1% de feniltiouréia (Sigma-Aldrich[®], P-7629, Grau I, 98%) e 0,005% de fluoreto de fenil-metanosulfonila (Sigma-Aldrich[®], P-78830, 99%) em tampão fosfato salino (PBS) pH 7,1.

2.4. Extração da hemolinfa e preparo da amostra

Com o auxílio de micropipeta (Digipet[®], 0,5-10,0 µL) foram coletadas amostras de hemolinfa de abelhas de 0 dia e de 6 dias de idade, de acordo com técnica adaptada de Cremones et al. (1998), a partir de uma pequena incisão entre o 2° e o 3° tergito dorsal, realizada com um alicate de cutícula. As ponteiros (Nalgene[®], 0,5-0,10 µL) utilizadas para a coleta foram previamente lavadas com solução de feniltiouréia 0,1 % em água (m/v).

As amostras consistiram de *pool* de hemolinfa de 10 abelhas, sendo que de cada gaiola fez-se três *pools*. Um microlitro de cada amostra foi adicionado de 99 µL de

solução para estabilização mantida a temperatura de -18°C até a determinação da concentração de proteína total da hemolinfa.

2.5. Determinação da proteína total na hemolinfa

Para analisar a eficiência das dietas, utilizou-se como parâmetro o teor de proteínas totais da hemolinfa de abelhas recém-emergidas, antes da alimentação (Dia 0) e com 6 dias de idade (Dia 6), segundo metodologia de Cremones et al. (1998).

A proteína total na hemolinfa foi determinada em leitor de ELISA (Thermoplate[®], modelo Tp-Reader) utilizando metodologia adaptada de Bradford (1976). Os teores de proteína total nas amostras foram obtidos com o auxílio de curva-padrão externa de soro albumina bovina (25 a 175 $\mu\text{g/mL}$, $y = 0,002x$, $r^2 = 0,997$).

2.6. Determinação do peso das abelhas e consumo das dietas

Aproximadamente 20 abelhas de 0 dia e 6 dias de idade, de cada gaiola, foram pesadas em balança analítica.

O consumo das dietas foi determinado a partir da diferença de valores entre a massa inicial do alimento e a massa final deste, utilizando balança analítica (Shimadzu[®], modelo AY220).

O cálculo dos valores da massa das dietas foi obtido através da secagem das mesmas, em estufa a 100°C , até obtenção de peso constante (Silva e Queiroz, 2006).

2.7. Análise estatística

Os resultados obtidos para a concentração de proteína na hemolinfa, consumo das dietas e peso das abelhas foram analisados estatisticamente por análise de variância de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$), utilizando o programa Statistix for Windows, versão 8.0, 2003.

3. RESULTADOS

3.1 Teor de proteína total da hemolinfa (PTH)

Os valores de PTH de acordo com cada dieta encontram-se apresentados na Tab. II.

Os maiores teores de PTH foram verificados nos grupos alimentados com D5 e D4, diferindo estatisticamente dos controles positivo (D2) e negativo (D1).

As dietas D2 e D3 apresentaram concentrações de PTH similares, não sendo demonstrada diferença entre si. Quando comparadas ao tratamento D1 (controle negativo) e às abelhas recém-emergidas, evidenciou-se diferença estatística.

As dietas D6 e D7 apresentaram os menores teores de PTH, não diferindo estatisticamente do controle negativo (D1) e das abelhas recém-emergidas (Dia 0).

3.2 Dietas e peso das abelhas

As abelhas que receberam a dieta D5 foram as que apresentaram o maior peso, demonstrando diferença significativa quando comparada aos demais grupos (Tab. II).

Os grupos que receberam as dietas D2 (controle positivo), D3, D4 e D6, diferiram estatisticamente dos demais grupos quanto ao peso das abelhas, mas não entre si.

Os menores pesos foram demonstrados no grupo de abelhas recém-emergidas, das abelhas alimentadas com a dieta controle negativo D1 e com a dieta D7, diferindo estatisticamente das demais dietas.

3.3 Dietas e consumo

O grupo D5 foi o que apresentou o menor consumo de todos os grupos, diferindo estatisticamente dos demais. A dieta mais consumida foi a D1, mostrando diferença significativa quando comparada a todos os outros grupos.

O consumo alimentar das abelhas alimentadas com as dietas D2 foi semelhante aos grupos alimentados com D3, D4, D6 e D7, não sendo demonstrada diferença significativa entre os tratamentos (Tab. II).

Tabela II. Médias e desvio padrão do teor de proteínas totais da hemolinfa em $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ e do peso das abelhas aos 0 dias de idade e aos 6 dias de idade, de acordo com a dieta administrada.

Dietas	PTH ($\mu\text{g}/\mu\text{L}$)	Peso/abelha (mg)	Consumo (g)
Dia 0	13,64 ($\pm 2,39$) ^{de}	93,00 ($\pm 1,00$) ^a	-
Dieta 1	09,90 ($\pm 0,66$) ^e	86,20 ($\pm 1,80$) ^a	8,50 ($\pm 0,40$) ^a
Dieta 2	27,86 ($\pm 1,37$) ^{bc}	100,00 ($\pm 1,80$) ^b	6,45 ($\pm 0,20$) ^b
Dieta 3	28,88 ($\pm 2,18$) ^{bc}	105,00 ($\pm 2,60$) ^b	6,60 ($\pm 0,20$) ^b
Dieta 4	36,14 ($\pm 1,80$) ^{ab}	108,00 ($\pm 2,10$) ^b	6,95 ($\pm 0,20$) ^b
Dieta 5	37,81 ($\pm 1,15$) ^a	110,00 ($\pm 1,60$) ^c	5,60 ($\pm 0,10$) ^c
Dieta 6	15,68 ($\pm 2,80$) ^{cd}	105,00 ($\pm 3,40$) ^b	6,38 ($\pm 0,10$) ^b
Dieta 7	14,17 ($\pm 1,55$) ^{de}	92,10 ($\pm 1,50$) ^a	6,33 ($\pm 0,40$) ^b

Valores com expoentes diferentes entre si apresentaram diferença estatística ($P < 0,05$)

4. DISCUSSÃO

A suplementação de alimentos pode assegurar um desenvolvimento contínuo das colônias mesmo quando a oferta de alimento natural for escassa. A alimentação suplementar resulta em benefícios, pois sendo fornecida aproximadamente seis semanas antes da florada prevista, subsidia o crescimento populacional da colmeia, otimizando o aproveitamento do fluxo de néctar, o que resultará em incremento na produção de mel (Standifer et al., 1977). Frequentemente, os apicultores utilizam xarope de açúcar para obter um aumento populacional, o que é insuficiente quando não existe disponibilidade suficiente de pólen na natureza (Morse, 1975).

Tradicionalmente, os principais substitutos protéicos usados na suplementação alimentar são: farinha de soja, levedura de cerveja e substitutos lácteos (Freitas & Echazarreta, 2001). A utilização de pólen comercial também ocorre. No entanto, na prática, o seu alto valor e a possibilidade da veiculação de patógenos limitam o uso do pólen coletado como fonte protéica (De Jong, 1977).

A confecção de dietas através da manipulação de aminoácidos essenciais e outros ingredientes necessários na sua forma pura é possível, porém extremamente dispendiosa, tornando o seu uso inviável economicamente (Cremones et al., 1998).

Várias fontes de proteína têm sido usadas na alimentação de abelhas, sendo a disponibilidade e o preço, fatores determinantes na escolha das matérias-primas. Nesse contexto, as dietas em estudo foram formuladas com levedura de cana-de-açúcar, levedura de cerveja e proteína texturizada de soja, por serem fontes protéicas de fácil aquisição, custo acessível e apresentarem partículas com granulometria adequada, capazes de serem aproveitadas pelas abelhas.

Como já era esperado, quando todas as dietas foram comparadas com a dieta controle isenta de proteínas (D1), aquelas que apresentaram maior teor de proteína bruta, produziram um maior teor de proteína total na hemolinfa (D2, D3, D4, D5, D6 e D7), quando observados os números absolutos (Tab II). Resultados semelhantes foram observados por Cremonez et al. (1998) ao comparar dietas protéicas contendo pão-de-abelhas, soja/levedura e pólen com dieta de xarope de açúcar, demonstrando que dietas livres de proteína não apresentam níveis de PTH adequados. Gregory (2006) e De Jong (2009) também observaram que os títulos de proteína na hemolinfa de abelhas que recebiam sacarose diferiam daqueles das dietas protéicas.

Quando as dietas protéicas foram comparadas quanto ao parâmetro PTH, os tratamentos D2 (controle positivo) e D3 não apresentaram diferença significativa entre si. Já, as dietas D6 e D7 demonstraram níveis menores de PTH, diferindo significativamente das demais dietas protéicas, mas mostraram-se sem diferença significativa quando comparadas às abelhas recém-emergidas e com as abelhas do grupo controle negativo (D1).

Na dieta D6, houve um resultado inesperado já que, com uma inclusão de 5% a mais de LCA em relação à dieta D3 (portanto, com um maior nível de proteína bruta) e, sendo esta a única diferença entre elas, esperava-se um teor maior de PTH nas abelhas alimentadas com D6. No entanto, a dieta D6 apresentou um menor título de PTH, inclusive com diferença estatística, quando comparado à dieta D3, requerendo estudos que elucidem o fato, como uma possível toxicidade relacionada com a matéria-prima. Não houve diferenças significativas quanto aos parâmetros peso e consumo entre D3 e D6.

Os resultados de PTH relacionados à dieta D7, não diferindo estatisticamente da dieta D1 livre de proteína (controle negativo) e dos títulos obtidos a partir de abelhas recém-emergidas, são devidos provavelmente ao baixo teor de PB da dieta D7 (12,2%).

Ao observar os resultados obtidos no parâmetro consumo (Tab.II), nota-se que o maior consumo ocorreu na dieta controle negativo D1, mas isso não foi refletido no nível de proteína na dieta. Embora o consumo tenha sido semelhante à maioria das outras dietas protéicas, o peso das abelhas e os níveis de PTH das abelhas alimentadas com D7 não diferiu daqueles do grupo controle negativo D1 e das abelhas de 0 dias de idade, corroborando com a observação de Cremonez (2001) de que o consumo das dietas, por si só, não se constitui em um método adequado de avaliação das mesmas.

Segundo Herbert (1992), o teor ideal de proteína para os substitutos de pólen encontra-se entre 20 a 23%.

A dieta D5 foi a mais eficiente, pois mesmo não demonstrando diferença estatística nos níveis de PTH com a dieta D4, diferiu significativamente quanto aos parâmetros peso e consumo, apresentando o maior peso e o menor consumo, o que pode ser traduzido como melhor conversão alimentar.

Considerando a diferença de proteína bruta entre as dietas D4 (14,6%) e D5 (20,9%), e a semelhança nos teores de PTH entre elas, não diferindo estatisticamente neste parâmetro, a utilização de D4 pode ser considerada em razão da simplicidade da composição e baixo custo, sendo que a mesma apresentou resultado superior e estatisticamente diferente à dieta controle positivo (D2) com 24,4% de proteína bruta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Professor David De Jong pela revisão dos manuscritos e solicitude em esclarecer as dúvidas que surgiram durante a execução deste trabalho. Também agradecemos ao Sr. Ivanir Cella, técnico agrícola, pelo apoio prestado nas etapas realizadas junto ao apiário, e ao Parque Ecológico “Cidade das Abelhas”, unidade da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) por disponibilizar o apiário e o laboratório para incubação das abelhas. Somos também gratos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela bolsa de auxílio acadêmico concedida.

Sumário para tradução ao idioma alemão

A alimentação representa uma parte fundamental para a sustentabilidade da atividade apícola e a suplementação de alimentos resulta em benefícios, pois assegura um desenvolvimento contínuo das colônias em lugares e épocas de escassez de néctar e pólen, além de prepará-las, em nível populacional adequado, para melhor aproveitamento do fluxo de néctar e para os serviços de polinização. A saúde das colmeias está diretamente ligada à alimentação adequada, já que esta fornece o suporte necessário à síntese de imunoproteínas e formação de células de defesa. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de dietas tomando como parâmetro o teor de proteínas totais da hemolinfa (PTH), consumo e peso das abelhas. Os experimentos foram realizados no Estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil. Favos de *Apis mellifera* africanizadas prestes a emergir foram colocados em incubadora a 32°C e umidade

relativa entre 70 e 80%. Abelhas nascidas em um tempo de 24h foram consideradas como “Dia 0”. Essas abelhas foram colocadas em caixas de madeira com teto telado e laterais de vidro basculante, contendo 150 abelhas/caixa, em triplicata. Os resultados foram analisados estatisticamente por Kruskal-Wallis. Dietas e água foram fornecidas *ad libidum*. As matérias-primas utilizadas nas dietas foram: proteína texturizada de soja (PTS), levedo de cerveja (LCV), levedo de cana-de-açúcar (LCA), açúcar de cana (AC). Os níveis de inclusão e teor de proteína bruta de cada uma das dietas encontram-se apresentados na Tabela 1. Para analisar o teor de proteínas totais da hemolinfa de abelhas recém-emergidas, antes da alimentação (Dia 0) e com 6 dias de idade (Dia 6), utilizou-se a metodologia de Cremonez et al (1998). As médias e desvio padrão de PTH ($\mu\text{g}/\mu\text{L}$) e peso/abelha/dieta (mg) estão na Tabela 2. As Dietas D2 (controle positivo), D3, D4 e D5 apresentaram diferença significativa no teor de PTH ($P < 0,05$) quando comparadas ao Dia 0 e com a Dieta D1 (controle negativo). Pode-se concluir que as dietas com maior teor de proteína bruta, resultam em maior teor de PTH em abelhas com 6 dias de idade. A Dieta D5 parece ter sido mais eficiente, pois além de converter em maior título de PTH, foi a que apresentou melhor desempenho nos parâmetros peso e consumo.

REFERÊNCIAS

- Bradford M. M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein-dye binding, *Anal. Biochem.* 72, 248-254.
- Couto L. A. (1998) Nutrição de abelhas. Anais do XII Congresso Brasileiro de Apicultura, 1998, CD-ROM.
- Crailsheim K. (1990) The protein balance of the honey bee worker, *Apidologie* 21, 417-429.

Cremones T. M. (1996) Avaliação de métodos para determinação de dietas protéicas para abelhas *Apis mellifera*, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil.

Cremones T.M. (2001) Influência da nutrição sobre aspectos da fisiologia e nutrição de abelhas *Apis mellifera*, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil.

Cremones T.M.; De Jong D & Bitondi M.G. (1998) Quantification of hemolymph proteins as a fast method for testing protein diets for honey bees (Hymenoptera: Apidae), *J. Econ. Entomol.* 91(6), 1284-1289.

Cremones T.M.; De Jong D & Bitondi M.G. (2002) Efeitos da nutrição na saúde das abelhas. *Anais do V Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, S.P.*, pp. 225-228.

De Jong D. (1977) Experimental enhancement of chalk brood infections, *Bee World* 57, 114-115.

De Jong D. (2009) Pollen substitutes increase honey bee haemolymph protein levels as much as or more than does pollen, *J. Apic.Res. and Bee World* 48(1), 34-37.

Engels, W.; Kaatz H.; Zillikens A.; Simões Z. L. P.; Trube A.; Braun R. Dittrich F. (1990) Honey bee reproduction: vitellogenin and caste-specific regulation of fertility. M. Hoshi and Yamashita (Eds) *Advances in Invertebrate Reproduction*, 5, 495-502.

Free J.B. (1980) A organização social das abelhas (*Apis*). Coleção Temas de Biologia, 13, São Paulo: Edusp.

Freitas J.C. A.; Echazarreta C. (2001) Fontes de proteína para suplementos de las abejas. *Anais do XV Seminário Americano de Apicultura, Tepic, Nayarit, México*, pp. 48-53.

Girou N. G. (2003) Fundamentos de la producción apícola moderna, Editorial Encestando S.R.L, Bahía Blanca.

Gregory P. G. (2006) Protein diets and their effects on worker weight, longevity, consumption and hemolymph protein levels of *Apis mellifera*. *Proceedings of the American Bee Research Conference*, [online] <http://ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/64133000/PDFFiles/427-ABJ%20146.pdf> (accessed on September 2009).

Hagedorn H. H.; Moeller F. E. (1967) The rate of pollen consumption by newly emerged honey bees, *J. Apic. Res.* 4, 85-88.

Herbert Jr., E. W. (1992) Honey bee nutrition. *The hive and the honey bee*. Graham, J. M (Ed), Hamiltom, Illinois: Dadant & Sons, pp. 197-233.

Herbert E.W.; Shimanuki, H. (1977) Brood-rearing capacity of caged honeybees fed synthetic diets, *J. Apic. Res.* 16(3), 150-153.

Lengler S. (2003) Princípios básicos na nutrição alimentar de abelhas. Anais do VIII Seminário Estadual de Apicultura, Novo Hamburgo, CD-ROM.

Morse R. A. (1975) *Bees and beekeeping*, Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.

Pinto M. R. (2009) Avanços em nutrição/alimentação apícola. XIV Seminário Estadual de Apicultura do RS, Cachoeira do Sul, RS, **Anais...**CD ROM.

Satler A. (2001) Doenças das abelhas. Anais do Seminário Estadual de Apicultura, CD-ROM.

Silva D. J.; Queiroz A. C. (2006) Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos, 3 ed., Viçosa:UFV, 235 p.

Standieffer L. N. Moeller, F. E; Kauffel N. M.; Herbert, Jr E. W.; Shimanuki H. (1977) Supplemental feeding f honey bee colonies. United States. Departament of Agriculture. Agriculture Information Bulletin n. 413, 8p. II

Szymas B.; Jedruszuk A. (2003) The influence of different diets on haemocytes of adult worker honey bee, *Apis mellifera* *Apidologie* 34, 97-102.

5 ARTIGO Nº 4

Artigo a ser submetido à **Revista Ciência Rural** (Normas: Anexo 1)

Avaliação de dietas para *Apis mellifera* africanizada em três regiões do Estado de Santa Catarina

Mara Rúbia Romeu Pinto; João Carlos Deschamps; Paulo Roberto Dallmann;
Fábio Pereira Leivas Leite

Avaliação de dietas para *Apis mellifera* africanizada em três regiões do Estado de Santa Catarina

Evaluation of diets for Africanized *Apis mellifera* in three regions of Santa Catarina state

Mara Rúbia Romeu Pinto¹; João Carlos Deschamps²; Paulo Roberto Dallmann³; Fábio Pereira Leivas Leite⁴

RESUMO

A eficiência de dietas para *Apis mellifera* foi avaliada a campo, em três regiões do Estado de Santa Catarina. As colmeias foram padronizadas quanto ao número de favos de cria, favos de alimento e introdução de rainhas fecundadas, filhas de uma única rainha. As abelhas receberam as dietas semanalmente, durante 60 dias. Os tratamentos utilizados e os teores de proteína bruta correspondente foram: D1- xarope de açúcar (0,0%); D2 – ração comercial (24,4%); D3 – levedura de cana-de-açúcar + açúcar comercial (17,0%); D4 – levedura de cerveja + açúcar comercial (14,9%); D5 – levedura de cana-de-açúcar + proteína texturizada de soja (20,9%). Os parâmetros avaliados foram: medida das áreas de cria (zangão, aberta, fechada e total), medida das áreas de depósito de alimento (mel e pólen), porcentagem de infestação por *Varroa destructor*. Diferenças significativas foram

¹ Programa de Pós-graduação em Veterinária (PPGV), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, Brasil. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) /Parque Ecológico Cidade das Abelhas (PECA), Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: rubia@epagri.sc.gov.br. Autor para correspondência.

² Centro de Biotecnologia – Cenbiot / Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, Brasil.

³ Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça / Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, Brasil.

⁴ Departamento de Microbiologia e Parasitologia/ Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, Brasil.

demonstradas ao comparar as rações protéicas com o grupo controle, nas áreas de cria aberta, cria total (região Serrana) e infestação por *Varroa destructor* (regiões Oeste Catarinense e Serrana). Realizou-se análise físico-química do mel obtido para verificação dos padrões de identidade e qualidade do produto final, que não foi alterado pelo fornecimento das dietas.

Palavras-chave: *abelhas melíferas, alimentação, áreas de cria, área de alimento, Varroa destructor.*

ABSTRACT

The efficiency of diets for *Apis mellifera* was evaluated in field conditions, in three different regions of Santa Catarina state. The hives were standardized on the number of combs, combs for food and introduction of fertilized queens, daughters from the same queen. The bees received the diets weekly for 60 days. The treatments and the corresponding crude protein were: D1-sugar cane syrup (0.0%), D2 - commercial bee food (24.4%); D3 - sugar cane yeast + sugar cane (17.0%) D4 – beer yeast + sugar cane (14.9%) D5 – sugar cane yeast + soy-bean textured protein + sugar cane (20.9%). The evaluated parameters were: brood areas (drone, opened, closed, and total), areas of storage of food (honey and pollen), and percentage of infestation by *Varroa destructor*. Significant differences were found in the areas of brood open, brood total in Serrana region and *Varroa destructor* infestation in the Oeste Catarinense and Serrana regions, when comparing protein diets with the control group. Physical-chemical analysis of honey obtained was carried out for verification of identity standards and quality of the final product, and it was not changes by the diets.

Key-words: *honey bees, feeding, Apis mellifera, brood area, food area, Varroa destructor.*

INTRODUÇÃO

A apicultura apresenta formas e esquemas diferentes nas diversas partes do mundo, variando as suas pautas durante os séculos, principalmente com a colonização de novas regiões, sendo modificada a cada década como consequência de novos métodos agrícolas, afetando a flora apícola. Os novos cultivos proveem novos alimentos para as abelhas, mas com a tecnificação da agricultura, promovendo rápidas colheitas e o controle de invasores antes da floração, tem ocorrido uma redução na quantidade de alimento para as abelhas. Além das mudanças mencionadas, existem dois fatores na apicultura que o homem, até agora, não tem conseguido alterar: o clima que determina qual alimento florescerá e o hábito das próprias abelhas (CRANE, 1975). As características produtivas e reprodutivas de colônias de abelhas são influenciadas pelo clima e disponibilidade de alimento na região. Assim, o armazenamento de alimento (mel e pólen), a postura da rainha e a ocupação dos favos estão sujeitas às variações sazonais (COSTA et al., 2000).

Em caso de condições ambientais desfavoráveis, as colmeias com pequena quantidade de cria podem morrer por fome, doenças ou canibalismo (CRAILSHEIM, 1990). As perdas de colmeias por enfraquecimento e abandono podem atingir 50% em algumas regiões. Nestes casos, a alimentação artificial das colmeias pode ser determinante (CREMONEZ, 2001; LENGLER, 2000).

A primeira publicação em Congresso Brasileiro de Apicultura, tratando do tema alimentação com foco na suplementação alimentar, foi realizado por LENGLER & ROCHA (1986), quando estudaram o efeito da alimentação protéica e energética na produção de mel, analisando o desempenho de dois tipos de colmeias (Schenk e Langstroth).

Em outros países, os estudos sobre nutrição e alimentação apícola, foram, na maior parte das vezes, realizados com abelhas de raças europeias. As abelhas existentes no

Brasil denominam-se abelhas africanizadas, sendo fruto do cruzamento de abelhas europeias com abelhas africanas (GONÇALVES, 1998). Não são consideradas como uma nova raça, por não apresentarem um padrão genético que as classifique como tal, portanto, deduz-se que haja diferenças significativas entre os vários tipos de abelhas africanizadas. Por esse motivo, pesquisas geradas em outras partes do mundo podem não contemplar adequadamente as necessidades dessas abelhas (PINTO et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar dietas no campo, anteriormente testadas em laboratório (PINTO et al., 2010, manuscrito em preparação). Os parâmetros estabelecidos para avaliação das dietas foram escolhidos em função da sua importância prática para a apicultura. Com isso, determinou-se a relação das dietas com as áreas de cria (total, cria aberta, cria fechada, cria de zangão, depósito de alimento total, depósito de pólen, depósito de mel) com a infestação por *Varroa destructor*. Para verificar a manutenção da qualidade do produto obtido, assim como uma possível contaminação ocasionada pelo uso das dietas, analisou-se amostras de mel das colmeias tratadas através das análises indicadas no regulamento técnico específico (BRASIL, 2000).

MATERIAIS E MÉTODOS:

1) Local de implantação dos apiários:

Os apiários foram implantados em três regiões do Estado de Santa Catarina que apresentam diferenças entre si, principalmente quanto ao clima, topografia e características geográficas, conforme segue:

1.1) Apiário São Joaquim/SC

Região Planalto, Mesorregião Serrana, Microrregião Campos de Lages, município de São Joaquim/SC: Clima temperado mesotérmico úmido e verão ameno e altitude superior a 800m. (IDE et al., 1980). De acordo com as zonas agroecológicas EPAGRI/CIRAM (2009), a temperatura média encontra-se entre 13,8 a 15,8°C. A média das temperaturas mínimas e as mínimas absolutas, para os meses de agosto, setembro e outubro são, respectivamente 6,8°C e -10°C; 7,6°C e -7,5°C; 9,2°C e -2,4°C. As horas de frio entre os meses de abril a outubro oscilam entre 642 e 847h, e entre 2231 e 2808h, quando considerada temperatura menor que 7,2°C, e menor que 13°C, respectivamente. Anualmente ocorrem de 20 a 29 geadas, a umidade relativa apresenta-se entre 79,9 e 83,4%, precipitação média anual entre 1360 e 1600 mm e a insolação anual total pode variar de 1824 a 2083h.

A vegetação é composta de floresta ombrófila mista, savana e floresta de araucária na bacia Pelotas-Canoas. Existem áreas de capões, florestas ciliares e bosques de pinheiros (EPAGRI/CIRAM, 2009). Segundo EPAGRI/CEPA (2009), as floradas predominantes para a produção de mel são: silvestres, vassouras e bracinga.

1.2) Apiário Rio das Antas/SC

Região Oeste, Mesorregião Oeste Catarinense, Microrregião Joaçaba, Zona Agroecológica Vale do Rio do Peixe e Planalto Central, Município de Rio das Antas/SC. Clima temperado mesotérmico úmido de verão ameno. Área de transição entre as regiões do planalto e oeste, com altitude de 500 a 800 metros (IDE et al., 1980). Segundo a classificação por zonas agroecológicas (EPAGRI/CIRAM, 2009), a temperatura média encontra-se entre 15,8 e 17,9°C. A média das temperaturas mínimas encontra-se entre 10,8 e 12,9. As horas de frio entre os meses de abril a outubro oscilam entre 437 e 642h, e entre 1653 e 2231h, quando considerada temperatura menor que 7,2°C, e menor que 13°C, respectivamente. Anualmente

ocorrem de 12 a 22 geadas, a umidade relativa apresenta-se entre 76,3 e 77,7%, precipitação média anual entre 1460 e 1820 mm e a insolação anual total pode variar de 2137 a 2373h.

A vegetação original de floresta ombrófila mista encontra-se descaracterizada, predominando a agricultura com culturas cíclicas e vegetação secundária sem palmeiras, seguida de floresta montana (EPAGRI/CIRAM, 2009).

1.3) Apiário Florianópolis/SC

Região Litorânea, Mesorregião Grande Florianópolis, Microrregião Florianópolis, Município de Florianópolis/SC: Clima subtropical, mesotérmico úmido com verão quente. A região apresenta altitude inferior a 500m (IDE et al., 1980). Considerando que o apiário estava localizado na ilha de Florianópolis, a altitude apresentava-se abaixo de 10m. De acordo com a classificação por zonas agroecológicas (EPAGRI/CIRAM, 2009), a temperatura média encontra-se entre 19,0 a 19,5°C. A média das temperaturas mínimas encontra-se entre 15,4 a 16,8°C. Raramente ocorre geada, sendo a ocorrência entre 0,3 a 3,0 episódios por ano. A umidade relativa apresenta-se entre 81,7 e 82,4%, a precipitação média anual entre 1270 a 1600 mm e a insolação anual total pode variar de 2021 a 2166h.

A vegetação original era composta de floresta ombrófila densa, sendo que atualmente predomina a vegetação secundária e manchas de formações pioneiras (flúvio-marinha e arbórea-mangue) (EPAGRI/CIRAM, 2009). No local do apiário, além da vegetação silvestre encontra-se uma área de eucalipto.

2) Formação dos apiários experimentais:

Em cada apiário experimental implantou-se 20 colmeias tipo Langstroth, constituídas de ninho com 10 caixilhos. As colmeias utilizadas já se encontravam com

abelhas, sendo, no entanto, uniformizadas antes do início do experimento, quanto ao número de favos de cria, alimento, cera puxada e cera alveolada.

Para padronização do material genético, procedeu-se a orfanação das colmeias e, após, introduziu-se rainhas fecundadas, filhas de uma única rainha, através de gaiolas de introdução. Após uma semana, verificou-se a liberação da rainha, assim como a postura.

Procedeu-se um sorteio para a formação dos grupos, sendo que cada um deles recebeu a mesma dieta. Cada grupo foi formado por quatro colmeias, sendo que estas foram distribuídas aleatoriamente e identificadas através de plaquetas com números.

3) Escolha, preparo e fornecimento das dietas:

Anteriormente ao experimento de campo, sete dietas foram testadas em laboratório (PINTO et al., 2010 manuscrito em preparação), utilizando metodologia adaptada de CREMONEZ et al. (1998). Cinco delas foram escolhidas para serem testadas neste experimento, sendo utilizadas quatro dietas protéicas e uma dieta livre de proteína, utilizando-se em suas formulações: açúcar de cana comercial refinado (AC), proteína texturizada de soja (PTS), levedura inativada de cana-de-açúcar (LCA), levedura inativada de cerveja (LCV) e água. O teor de proteína bruta na matéria seca (MS) das dietas foi verificado através de metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2006). A composição das dietas e o teor de proteína bruta correspondente encontram-se apresentados na tabela 1.

Nos apiários localizados em São Joaquim/SC e em Rio das Antas/SC, a alimentação foi iniciada na primeira semana do mês agosto de 2009 e no apiário de Florianópolis/SC, no início do mês de outubro de 2009.

Tabela 1. Composição e teor de proteína bruta (PB) das dietas.

Dietas	Composição	Proteína bruta (MS)
D1*	50% AC, 50% água (v/v)	0,00 %
D2**	LCA, PTS, complexo vitamínico-mineral	24,4 %
D3	35% LCA, 65% AC (m/m)	17,0 %
D4	35% LCV, 65% AC (m/m)	14,6 %
D5	20% LCA, 20% PTS, 60% AC (m/m/m)	20,9 %

*dieta controle negativo, isenta de proteína. **dieta controle positivo: ração comercial.

Para o preparo das dietas, procedeu-se a pesagem da matéria-prima em balança digital e a mistura foi feita através de misturador de ração em “Y”. Após a mistura, as dietas foram fracionadas em porções de 150g, sendo mantida em ambiente seco e protegida da luz. As dietas foram fornecidas semanalmente, durante 60 dias, na quantidade de 150g por colmeia, na forma de hambúrgueres confeccionados através da adição de água em quantidade suficiente para se obter uma consistência pastosa, com exceção da dieta livre de proteína, que foi fornecida na forma líquida de xarope, na quantidade de 500mL.

Utilizou-se alimentador de cobertura, posicionado logo acima do ninho, para o fornecimento do xarope. As dietas protéicas foram colocadas abaixo do alimentador de cobertura, sobre os favos do ninho.

4) Medição de área de cria e de depósito de alimento.

As áreas de cria e de reserva de alimento foram medidas em cm^2 . Para isso, utilizou-se um porta-favos confeccionado em madeira, com divisões de área de 4 cm^2 , feitas com arame fino, segundo metodologia adaptada de AL-TIKRITY et al. (1971).

A medida das áreas foi efetuada após 60 dias do início do fornecimento das dietas e constou da medição das seguintes áreas: cria aberta, fechada e de zangão; depósito de mel e de pólen.

5) Infestação por *Varroa destructor*

A porcentagem de abelhas infestadas por *Varroa destructor* foi verificada através da coleta de exemplares adultos das colmeias, feita de forma aleatória, com posterior cálculo do nível de infestação, segundo a Prova de David de Jong para diagnóstico de varroase em abelhas adultas, por ser prática e econômica. Para essa prova, utilizou-se frascos plásticos de boca larga, coador com malha de 4mm e água com sabão (MÉXICO, 2007).

6) Análise físico-química do mel

Para verificar os parâmetros de identidade e qualidade do mel produzido nas colmeias avaliadas, foram realizadas análises físico-químicas determinadas pela Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, no seu anexo – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (BRASIL, 2000). Os parâmetros verificados foram: açúcares redutores, umidade, sacarose aparente, acidez e hidroximetilfurfural (HMF), utilizando os protocolos contidos em publicação de VILHENA & ALMEIDA-MURADIAN (1999).

7) Análise estatística.

Os dados de cada uma das variáveis foram analisados estatisticamente por análise de variância de Kruskal-Wallis para dados não-paramétricos e pelo teste de Tukey, quando paramétricos ($P < 0,05$), utilizando o programa Statistix for Windows, versão 8.0, 2003.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar as áreas de cria, 60 dias após a uniformização das colmeias e início da alimentação, observou-se diferença significativa na área de cria aberta e na área de cria total, entre as dietas protéicas e a dieta controle negativo (D1), no apiário de São Joaquim/SC. Nas áreas de cria de zangão e de cria fechada não foi evidenciada diferença significativa, embora a menor área de cria fechada tenha sido observada no tratamento controle, vindo a contribuir com a diferença estatística demonstrada na medida de área total (tabela 2).

Nos outros apiários não foi demonstrada diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma das medidas de áreas de cria (tabela 2), provavelmente devido ao depósito de pólen, que por estar disponível e haver livre acesso das abelhas ao mesmo, suprimindo naturalmente as necessidades nutricionais das abelhas, pode ter sido o responsável pela ausência de diferença estatística quanto às áreas de cria, conforme observação feita por LENGLER (2000) e COUTO (1998).

Nas três regiões, a área de cria de zangão (tabelas 2) teve pouca importância sobre a área de cria total, conforme resultados também observados por PEREIRA (2005).

Tabela 2: Média das medidas das áreas de cria de zangão, cria aberta, cria fechada, área total de cria, em cm², 60 dias após início da alimentação. Apiários São Joaquim/SC, Rio das Antas/SC e Florianópolis/SC.

Dieta	Local	Cria zangão	Cria aberta	Cria Fechada	Cria Total
D1	São Joaquim	32	889 ^a	816	1737 ^a
	Rio das Antas	120	3532	2432	6084
	Florianópolis	238	4448	4424	9200
D2	São Joaquim	53	2347	1045	3445
	Rio das Antas	383	5118	3296	8797
	Florianópolis	264	4160	4152	8576
D3	São Joaquim	0	2258	1422	3680
	Rio das Antas	220	3444	2792	6456
	Florianópolis	568	4228	4788	9584
D4	São Joaquim	53	2715	1173	3941
	Rio das Antas	320	6010	4085	10416
	Florianópolis	192	5472	4288	9952
D5	São Joaquim	0	2315	1267	3581
	Rio das Antas	364	4914	4080	9358
	Florianópolis	272	5336	5752	11360

^a Diferença significativa para o mesmo local, na mesma coluna (P<0,05)

A infestação por *Varroa destructor* nos apiários de São Joaquim/SC e Rio das Antas/SC, foi maior no grupo controle, mostrando diferença estatística quando comparada às demais dietas, sendo que a porcentagem de infestação foi semelhante entre os grupos que receberam dietas protéicas. No apiário de Florianópolis não foi demonstrada diferença significativa na infestação pelo ácaro (tabela 3). Estes dados parecem estar relacionados com a quantidade de pólen disponível (tabela 4), pois segundo AZEVEDO (1996), a área de pólen é inversamente proporcional à infestação por *Varroa destructor*.

Tabela 3: Média e desvio padrão da porcentagem de infestação pelo ácaro *Varroa destructor*, 60 dias após início da alimentação. Apiários São Joaquim/SC, Rio das Antas/SC e Florianópolis/SC.

Dieta	% infestação <i>Varroa destructor</i>		
	São Joaquim/SC	Rio das Antas/SC	Florianópolis/SC
D1	8,086 (2,687) ^a	6,96 (1,7) ^a	0,606 (0,393)
D2	2,684 (2,571)	1,35 (1,37)	0,831 (0,240)
D3	3,089 (1,700)	0,80 (0,55)	0,538 (0,530)
D4	3,394 (0,836)	0,31 (0,54)	0,890 (0,310)
D5	2,988 (1,660)	0,73 (0,55)	0,671 (0,450)

^a Diferença significativa na mesma coluna (P<0,05).

Considerando as diferenças climáticas entre as regiões onde os experimentos foram instalados, no apiário de São Joaquim/SC as condições climáticas são mais severas, com temperaturas médias mínimas nos meses de agosto de 6,8°C e em setembro de 7,6°C, podendo atingir temperaturas mínimas absolutas entre -10 e -7,5°C. (Banco de dados EPAGRI/CIRAM - normais climatológicas), e a pouca disponibilidade de recursos alimentares naturais durante o período avaliado, notou-se diferenças significativas na área de cria aberta, área de cria total e porcentagem de infestação por *Varroa destructor*. Os dados sugerem que em local com condição climática desfavorável e em época de escassez de alimentos naturais, os benefícios da alimentação artificial ficam mais evidentes, concordando com observação de LENGLER (2000) e COUTO (1998). A verificação da florada foi feita

através da observação visual da vegetação, e também evidenciada pela pequena quantidade de pólen (tabela 4).

No apiário de Rio das Antas/SC, com condições climáticas intermediárias entre as regiões estudadas, com temperatura média das mínimas de 10,8 a 12,9°C e temperatura média anual de 15,8 a 17,9 (EPAGRI/CIRAM, 2009), apenas a diferença quanto à infestação pelo ácaro *Varroa destructor* foi evidenciada. Já, no apiário de Florianópolis, onde o experimento foi instalado em época com abundância de recursos naturais e com condições climáticas favoráveis, temperatura média anual de 19,0 a 19,5°C (EPAGRI/CIRAM, 2009), não foi observada diferença estatística em nenhum dos parâmetros estudados.

Nos três apiários experimentais, não foi observada diferença estatística nas áreas de depósito de mel e de pólen (tabela 4). Quando se observa a quantidade de pólen estocado por região, vê-se que no apiário de São Joaquim um pequeno depósito de pólen. Além da disponibilidade, a temperatura é um fator determinante na coleta de pólen, sendo que temperatura em torno de 25°C é considerada ideal para a coleta e abaixo de 10°C não se observa abelhas coletando pólen (GIROU, 2003). Este fato pode explicar a diferença de área de depósito de pólen entre as regiões (tabela 4).

Tabela 4: Média das medidas das áreas de depósito de mel e pólen, em cm², 60 dias após início da alimentação. Apiários São Joaquim/SC, Rio das Antas/SC e Florianópolis/SC.

Dieta	Mel			Pólen		
	São Joaquim	Rio das Antas	Florianópolis	São Joaquim	Rio das Antas	Florianópolis
D1	2173	5128	7024	210	1228	2336
D2	3776	10780	7092	304	1368	3092
D3	2082	7060	6144	450	1352	3652
D4	3674	11325	5304	232	1088	2440
D5	3664	11408	11832	442	948	3672

Os resultados das análises físico-químicas realizadas em amostras de mel coletado das colmeias, ao final do experimento, estão apresentados na tabela 5. Segundo a instrução normativa vigente (BRASIL, 2000) os níveis aceitáveis para mel floral são os seguintes:

umidade (máximo 20g/100g), acidez (máximo 50 miliequivalentes/kg), açúcares redutores (mínimo 65%), sacarose aparente (máximo 6g/100g), HMF (máximo 60mg/kg).

Tabela 5: Médias: análise físico-química de mel coletado 60 dias após início da alimentação. Apiário São Joaquim/SC, Rio das Antas/SC e Florianópolis/SC.

Dieta	Local	Umidade*	Acidez*	Aç. red.*	Sac. Apar.*	HMF*
D1	São Joaquim	17,20	19,95	82,00	1,39	1,37
	Rio das Antas	17,20	21,35	78,03	4,82	1,91
	Florianópolis	18,47	19,39	79,94	1,28	1,17
D2	São Joaquim	18,17	17,47	82,22	1,02	0,84
	Rio das Antas	16,52	18,68	83,06	2,83	2,26
	Florianópolis	17,72	18,19	80,58	1,06	1,02
D3	São Joaquim	17,94	19,11	79,97	1,15	1,33
	Rio das Antas	17,62	19,38	83,02	1,76	2,10
	Florianópolis	17,74	18,76	79,76	0,97	1,30
D4	São Joaquim	18,20	17,58	79,14	0,69	1,60
	Rio das Antas	18,73	22,72	84,99	3,45	2,01
	Florianópolis	17,45	18,03	82,70	0,84	1,22
D5	São Joaquim	17,70	18,75	80,67	0,86	0,85
	Rio das Antas	17,42	19,95	79,75	0,71	2,30
	Florianópolis	17,75	18,09	80,25	0,83	0,86

* as unidades utilizadas para cada parâmetros são as mesmas do regulamento técnico em vigor (BRASIL, 2000).

De acordo com KALVELAGE et al.(2006), a alimentação artificial pode ser classificada em alimentação de subsistência ou energética (composta basicamente por açúcar); e alimentação estimulante, sendo composta por substâncias protéicas e energéticas.

Os dados obtidos neste estudo mostram uma variação considerável, mesmo quando verificados dentro de um mesmo grupo de tratamento. As colmeias foram mantidas em ambiente natural, onde as abelhas se apresentavam livre para a realização dos voos, tendo, portanto, acesso aos recursos naturais, o que pode ser uma provável causa das variações, já que as interferências do ambiente podem acabar confundindo os dados, tornando difícil estimar a eficiência de dietas substitutas (CREMONEZ, 2001). Outros autores também mantiveram as abelhas com acesso aos recursos naturais (PINTO et al., 2008; PEREIRA et al., 2006; CASTAGNINO et al., 2006; SCHAFASCHECK, 2005; LENGELER, 1994), obtendo resultados variáveis. A influência dos fatores ambientais, como o livre acesso a fontes de pólen, pode ser contornado através do confinamento de pequenas colônias, sem acesso às

flores (HERBERT et al., 1977), no entanto, este procedimento é dispendioso e demorado (CREMONEZ, 2001). Novas técnicas de avaliação em campo, com baixo custo de execução, necessitam ser desenvolvidas para eliminar a interferência dos recursos alimentares naturais.

CONCLUSÃO

A eficácia das dietas está condicionada aos recursos naturais disponíveis, pois quando os mesmos estão disponíveis na natureza, torna-se difícil a avaliação, devido à interferência dos mesmos.

Nas condições em que o experimento foi realizado, as dietas protéicas avaliadas podem ser consideradas para a alimentação artificial de abelhas *Apis mellifera*.

O desenvolvimento de novas técnicas ou a associação de técnicas de campo e de metodologias laboratoriais, com custo acessível, deve ser considerado em trabalhos futuros.

Com base nas análises físico-químicas realizadas no presente trabalho, tanto a dieta controle de xarope de açúcar, quanto às dietas protéicas utilizadas nos tratamentos, nas quantidades e condições que foram fornecidas, não comprometeram a qualidade do mel produzido, obedecendo aos níveis exigidos no regulamento técnico específico (BRASIL, 2000).

AGRADECIMENTOS

Aos apicultores Luiz Celso Stefaniak (Rio das Antas/SC) e Agenor Castagna (São Joaquim/SC), por cederem seus apiários para os experimentos. À Epagri/Cidade das Abelhas, pelo apoio e empréstimo do apiário de Florianópolis/SC. Ao técnico agrícola Ivanir Cella,

pela ajuda imprescindível na execução do trabalho. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela bolsa de auxílio acadêmico.

REFERÊNCIAS

AL TIKRITY, W. S. et al. A new instrument for brood measurement in a honeybee colony. **American Bee Journal** v. 111, p-20-26, 1971.

AZEVEDO, A. L. G. **Estudo de parâmetros relacionados com a produção de geléia real em colméias de *Apis mellifera* mais e menos produtivas**. 1996. 158 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, São Paulo.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000**.

CASTAGNINO, G. L. et al. Desenvolvimento de núcleos de *Apis mellifera* alimentadas com suplemento aminoácido vitamínico, Promotor L[®]. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 685-688, 2006.

COSTA, F.M. et al. Características produtivas e reprodutivas de colônias de *Apis mellifera* submetidas à alimentação natural na região de Maringá – PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, Florianópolis, SC, **Anais...2000**. CD-ROM.

COUTO, L. A. Nutrição de abelhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12, [s.l] **Anais ..1998**. CD-ROM.

CRANE, E. La apicultura en el mundo – pasado y presente. In: **LA COLMENA Y LA ABEJA MELIFERA**. Montevideo: Hemisferio sur, 1975. p.25-46.

CRAILSHEIM, K. The protein balance of the honey bee worker. **Apidologie**, v. 21, p. 417-429, 1990.

CREMONEZ, T.M. **Influência da nutrição sobre aspectos da fisiologia e nutrição de abelhas *Apis mellifera***. 2001. 87p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Curso de Pós-graduação em Entomologia, Faculdade de Filosofia Ciência e Letras, Universidade de São Paulo.

CREMONEZ, T.M et al. Quantification of hemolymph proteins as a fast method for testing protein diets for honey bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 91, n. 6, p. 1284-1289, 1998.

EPAGRI/CEPA. **Síntese anual da apicultura de Santa Catarina 2008-2009**. Florianópolis, SC, 2009. Capturado em 23 de dez. 2009. Online. Disponível em: <http://cepa.epagri.sc.gov.br>

EPAGRI/CIRAM. **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, SC, 2009. 1010 p. Capturado em 23 de dez. 2009. Online. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/portal/website/index.jsp?url=jsp/agricultura/zoneAgroecologico.jsp&tipo=agricultura>

GIROU, N. G. **Fundamentos de la producción apícola moderna**. Bahía Blanca: Editorial Encestando S.R.L, 2003.

GONÇALVES, L. S. Principais impactos biológicos causados pela africanização das abelhas *Apis mellifera* e perspectivas da apicultura brasileira. In: **ENCONTRO SOBRE ABELHAS**, 3, 1998, Ribeirão Preto, São Paulo. **Anais...Ribeirão Preto**, USP/Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 1998, p.31-36.

HERBERT JR., E. W et al. Optimum proteins levels required by honey bees (Hymenoptera, Apidae) to initiate and maintain brood rearing. **Apidologie**, v.8, n. 2, p. 141-146, 1977.

IDE, B. Y. et al. **Zoneamento Agroclimático do Estado de Santa Catarina**, 2.a Etapa. Florianópolis: EMPASC, 1980.

KALVELAGE, H. et al. **Curso profissionalizante de apicultura**: informações técnicas. Florianópolis: Epagri, 2006. (Epagri. Boletim Didático, 45).

LENGLER, S. Influência da alimentação suplementar sobre o desenvolvimento da cria em abelhas africanizadas. In: CONGRESSO CATARINENSE DE APICULTORES, 1., Urussanga, SC, **Anais...1994**, p. 61.

LENGLER, S. Alimentação artificial de abelhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, Florianópolis, SC. **Anais ...2000**. CD-ROM.

LENGLER, S. & ROCHA, I. C. Efeito da alimentação protéica e energética na produção de mel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5., Porto Alegre, RS. **Anais...1986**. CD-ROM.

MÉXICO. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. **Manual de Patología Apícola**. 2007. Capturado em 20 de abr. 2007. Online. Disponível em: <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/apicola/manpato.pdf>

PEREIRA, F. M. **Desenvolvimento de ração protéica para abelhas *Apis mellifera* utilizando produtos regionais do Nordeste brasileiro**. 2005. 180 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará.

PEREIRA, F. M. et al. Desenvolvimento de colônias de abelhas com diferentes alimentos protéicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 1-7, 2006.

PINTO, M. R. et al. Avaliação de áreas de cria e de reserva de alimento em colônias de *Apis mellifera* africanizadas submetidas a diferentes dietas. In CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 35. Gramado, RS, **Anais...2008**. Online. Disponível em: <http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R1080-3.pdf>. Acesso em: 20 set. 2009.

SCHAFASCHEK, T. P. **Do convencional ao agroecológico: normas, divergências e implicações sobre a produção apícola.** 2005. 92p. Dissertação (Mestrado em agroecossistemas) - Curso de Pós-graduação em Ciências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA D. J. & QUEIROZ A. C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos,** 3 ed., Viçosa: UFV, 2006, 235 p.

VILHENA, F. & ALMEIDA-MURADIAN, L.B. **Manual de análises físico-químicas de mel.** São Paulo: Apacame, 1999.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES GERAIS

Considerando que os estudos de base relacionados à nutrição apícola são antigos e que muitas lacunas ainda precisam ser preenchidas para um melhor entendimento das necessidades nutricionais básicas das abelhas, torna-se necessário uma retomada em trabalhos com este enfoque, utilizando também abelhas africanizadas, já que os estudos existentes nesta linha contemplam pesquisas desenvolvidas com abelhas de raças europeias.

A avaliação de dietas, através da concentração de proteínas totais na hemolinfa, foi eficaz, rápida e de baixo custo, eliminando as variáveis ambientais. A associação desse parâmetro com peso das abelhas e consumo das dietas, além de não onerar a avaliação, pode demonstrar resultados confiáveis.

Das seis dietas protéicas avaliadas, quatro podem ser consideradas adequadas para suplementação alimentar em época de escassez de recurso natural de pólen.

No experimento de campo, além da metodologia ser demorada e trabalhosa, notou-se uma grande variação dos dados, mesmo quando considerado o mesmo grupo de tratamento, demonstrando que as variáveis ambientais podem interferir nos resultados e que por si só não se constitui na melhor forma de avaliação de dietas.

Considerando que a formulação “ideal” esteja relacionada com a disponibilidade e ao preço das matérias-primas disponíveis regionalmente, metodologias de avaliação que demande pouco tempo na execução e baixo custo são ferramentas importantes para uma rápida avaliação de dietas formuladas regionalmente.

Novas metodologias, que contemplem as diferenças regionais e que possam ser realizadas a campo, necessitam ser desenvolvidas e, trabalhos futuros devem

procurar estabelecer as épocas ideais para o fornecimento das dietas de acordo com cada região estudada.

REFERÊNCIAS GERAIS

CRANE, E. La apicultura en el mundo – pasado y presente. In: **LA COLMENA Y LA ABEJA MELIFERA**. Montevideo: Hemisferio sur, 1975. p.25-46.

DE JONG, D. O valor da abelha na produção mundial de alimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, Florianópolis, SC, **Anais...2000**. CD-ROM.

EPAGRI/CEPA. **Síntese anual da apicultura de Santa Catarina 2008-2009**. Florianópolis, SC, 2009. Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: janeiro 2010.

IDE, B. Y.; ALTHOFF, D. A.; THOMÉ, V.M.R.; VIZZOTTO, V.J. **Zoneamento Agroclimático do Estado de Santa Catarina**, 2. Etapa. Florianópolis: EMPASC, 1980.

KALVELAGE, H. Valor das abelhas *Apis mellifera* na produção agrícola de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, Florianópolis, SC, **Anais...2000**. CD- ROM.

KALVELAGE, H.; ESPINDOLA, E. A.; PINTO, M.R.R.; ORENHA, C.O.; CASSINI, F. L.; DELATORRE, S.F.; VIDY, V.; FUCHS, S. **Curso profissionalizante de apicultura**: informações técnicas. Florianópolis: Epagri, 2006. (Epagri. Boletim Didático, 45).

ANEXO 1- Normas para publicação da Revista Ciência Rural



Normas para publicação

1. CIÊNCIA RURAL - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.

2. Os **artigos científicos, revisões e notas** devem ser encaminhados via eletrônica e editados em idioma Português ou Inglês. Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. **O máximo de páginas será 15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras.** Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que **não poderão ultrapassar as margens e nem estar com apresentação paisagem.**

3. O artigo científico deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências; Agradecimento(s) ou Agradecimento (s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal, quando for necessário o uso, devem aparecer antes das referências. **Antes das referências deverá também ser descrito, quando apropriado, que o trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética e Biossegurança da instituição e que os estudos em animais foram realizados de acordo com normas éticas.** (Modelo .doc, .pdf).

4. A revisão bibliográfica deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) ou Agradecimento (s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal, devem aparecer antes das referências. **Antes das referências deverá também ser descrito, quando apropriado, que o trabalho foi aprovado pela**

Comissão de Ética e Biossegurança da instituição e, que os estudos em animais foram realizados de acordo com normas éticas. (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)).

5. A nota deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) ou Agradecimento (s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal, caso existam devem aparecer antes das referências. **Antes das referências deverá também ser descrito, quando apropriado, que o trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética e Biossegurança da instituição e que os estudos em animais foram realizados de acordo com normas éticas.** (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)).

6. Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista www.scielo.br/cr.

7. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios.

Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

8. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

9. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

9.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

9.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

9.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

9.4. Artigo completo:

O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICHS, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests ***Tribolium confusum*** (Coleoptera: Tenebrionidae), ***Tenebrio molitor*** (Coleoptera: Tenebrionidae), ***Sitophilus granarius*** (Coleoptera: Curculionidae) and ***Plodia interpunctella*** (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Acesso em: 20 nov. 2008. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Resposta de ***Sitophilus oryzae*** (L.), ***Cryptolestes ferrugineus*** (Stephens) e ***Oryzaephilus surinamensis*** (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, nov. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 nov. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

9.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

9.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f.

Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

9.7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

9.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

9.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico**. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic.

Proceedings... Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Acessado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em:

<http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>

UFRGS. **Transgênicos**. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em:

<http://www.zh.com.br/especial/index.htm>

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen.

Maturitas, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm>

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC.

10. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 800 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

11. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

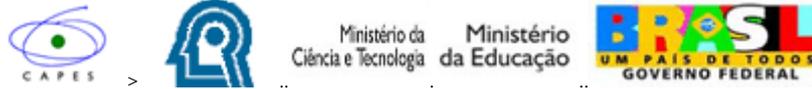
12. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.

13. Lista de verificação (Checklist [.doc](#), [.pdf](#)).

14. Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

15. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

16. Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.



Ciência Rural
Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Ciências Rurais
Prédio 42, Sala 3104 97105-900 - Santa Maria, RS, Brasil
E-mail: cienciarural@mail.ufsm.br
Fone/Fax: (55) 32208698
Fax: (55) 32208695

ANEXO 2 – Normas para publicação da Revista Apidologie

Apidologie

Instructions to authors

Submission of a paper implies that it reports original unpublished work, that it has not been accepted and is not under consideration for publication elsewhere. All authors must have read and approved the manuscript.

TYPES OF ARTICLES

The journal *Apidologie* publishes original articles, review articles, scientific notes, proceedings of scientific meetings, and extensive bibliographies in English. Original and review articles have an abstract in English and a general summary in German.

Submission of a paper implies that it reports original unpublished work, that it has not been accepted and is not under consideration for publication elsewhere. All authors must have read and approved the manuscript.

A - Original articles: they should be no longer than ten pages as a rule, i.e. about 30 000 characters (spaces excluded), including tables and figures (see template for more information).

B - Review articles: Their length is limited to about 60 000 characters, spaces excluded. See template for more information but the usual division into 'materials and methods, results and discussion' may be replaced by a more adapted structure.

C - Proceedings of scientific meetings: Summaries of communications are limited to 1 700 characters, spaces excluded. They have no chapters, bibliographic references, tables nor acknowledgments and are published by prior arrangement with the Editorial Board.

D - Scientific notes: *Apidologie* publishes brief notes to report information and observation of preliminary nature 1) for which additional data cannot be easily obtained or 2) which have an exceptional scientific interest. The length of such notes will be strictly restricted to two pages (about 5 500 characters, spaces excluded) and publication will depend on the availability of space in the journal and general interest to readers of *Apidologie*. This form is intended to augment scientific communication and is by no means for articles that are not of sufficient rigor to be published as full papers. All submissions must

include 'scientific note' in the title. Only the title is translated into French and German.

E- Extensive bibliographies: A two-page synopsis or introduction is published in the printed version, the bibliography itself being available online only. Before preparation and submission of such bibliographies, authors are advised to contact the Editorial office. References are published in HTML format in addition to PDF format.

SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

Manuscripts should be submitted via the Manuscript Management System (MMS) at: <https://mms-inra.edpsciences.org/is/apido/>. Please follow the instructions displayed on the screen after accessing the website. To register your submission, you need to enter your author identifier (ID). This is a unique and confidential number that is attributed to you upon your first submission to *Apidologie*. If you publish regularly with us, please note your author ID for future reference. Manuscripts should comply with the Instructions (http://www.apidologie.org/doc_journal/instructions/apido_instructions.pdf) and be submitted as a unique PDF file containing text, references, tables and figures (RTF or Word files can be also accepted if need be). The file should be labelled with the corresponding author's name, for example: Martin-2007-apido.pdf.

The manuscript should be typed in Times (12) double-spaced with margins of 3 cm at top, bottom and sides for editor's markings. Lines and pages should be numbered. Use italics only for latin names of organisms. The Editorial board requests that authors whose native language is not English have their manuscripts checked by an English-speaking colleague prior to submission. The Editorial Board maintains the option of returning, before evaluation, manuscripts which do not meet the instructions and/or acceptable standards of English.

Upon acceptance, the format required for text and tables is RTF or Word and for figures TIFF or EPS.

Upload it through MMS at <https://mms-inra.edpsciences.org/is/apido/>.

PEER REVIEW PROCESS

All manuscripts are examined initially by *Apidologie* scientific editors for their appropriateness to the journal. Those which do not match the scope of *Apidologie* or are of insufficient general interest are sent back promptly to their authors. Other manuscripts are sent to a minimum of two experts chosen by the handling editor. Reviewers are invited to present their comments and/or suggestions within 4 weeks after reception of the manuscript. Reviewers' comments are sent to the authors without their names to remain anonymous. Final acceptance is a decision of the handling editor and is based on the reviewers' reports and the editorial board advice.

In case of revision, the authors must indicate in which ways the comments and suggestions were taken into account or why they were not taken into account. The corrected version should be returned to the handling editor within 3 months after the decision has been made. After this delay, it will be considered as a new manuscript. Depending on the handling editor's decision, revised manuscripts may be sent out to reviewers a second time.

ELECTRONIC-ONLY MATERIAL

Electronic-only material is designed to provide supplementary information that is either too voluminous for printing or that is designed specifically for the Web, such as illustration in colour. Electronic-only material may include but is not restricted to: (Large) tables; Appendices; Programmes; Images; Videos. This option should be used whenever possible to reduce the length of the printed papers. Electronic-only material must be submitted together with the body of the manuscript for evaluation. For more information on the submission of this material (file requirements, etc.), please contact the production office at: anglezio@edpsciences.org.

OPEN ACCESS OPTION

To favour a broad and easy access to all published scientific information, *Apidologie* and its publisher EDP Sciences uses a service called **Open Access Option (OAO)**. It offers the possibility for authors to make their papers freely available to all interested readers (subscribers or non subscribers) as soon as the articles are published online. Otherwise, the policy of the journal is to have all articles made freely accessible 18 months after the print date. Authors who are interested in OAO should fill out the form that is sent with the proofs and return it with the corrected proofs. Authors (or their institution) should make a contribution, Price (550 € in 2008) covers only a fraction of the editing costs.

PROOFS AND REPRINTS

Proofs will be sent by electronic mail to the author for correspondence indicated on the title page. They should be carefully corrected and returned to the publisher within 48 h of reception. If this period is exceeded, the galley will be proofed only by the editorial staff of the publishing house and printed without the authors' corrections. Should substantial changes in the original manuscript be requested (other than typographical errors), they will be made at the author's expense. The PDF file is provided free of charge to the corresponding author. An order form for reprints – and, if required, for the publication of colour figures – will accompany the proofs.

COPYRIGHT

The author returns the signed transfer of copyright and publishing agreement form with the corrected proofs. Authors are allowed to make their articles available on personal sites, or their institution's website and Open Archive Initiative sites, provided the source of the published article is cited and the ownership of the copyright clearly mentioned. These sites must be non-profit sites. Reprint and post-print may be used (with the publisher's PDF).

Authors are requested to create a link to the published article in the publisher's internet service.

The link must be accompanied by the following text "The original publication is available at <http://www.apidologie.org/>."

Requests for reproduction should be sent to the publisher:
EDP Sciences
17, avenue du Hoggar
P.A. de Courtaboeuf, BP 112
91944 Les Ulis Cedex A (France)
edps@edpsciences.org

TEMPLATE FOR APIDOLOGIE

The manuscript should be typed in Times 12 double-spaced with margins of at least 3 cm at the top, bottom and sides for editor's markings. Lines and pages should be numbered.

Title

Authors: Forenames (in full) and SURNAMES of each author*

Address of all authors

Email of all authors

*Corresponding author: *this author being identified by an asterisk*: detailed postal address, phone and fax numbers

Short Title: *no more than 45 characters, including spaces.*

The manuscript should be arranged as follows: title page, abstract and keywords, introduction, materials and methods, results, discussion, acknowledgments, general summary (to be translated into German), references, figure captions, tables, figures. Tables and figures, with their captions, should not appear in the text, but be placed together on separate sheets at the end of the manuscript. Abbreviations should be punctuated. Uppercase letters should be accented, small capital should not be used.

Abstract

The abstract (no more than 850 characters, spaces excluded) should be in a form suitable for abstracting services. It should contain no paragraphs, footnotes, references, cross-references to figures and tables and undefined abbreviations.

Keywords

Up to five keywords should be supplied, they may be taken from the title, abstract or text. The plural form and uppercase letters should be avoided. Keywords should be written in bold lowercase letters, separated by slashes.

1. Introduction

Section headings should be numbered following the international numbering system (1., 1.1., 1.1.1., etc.).

1. Materials and Methods
2. Results
3. Discussion

Acknowledgements

General summary (for translation into German)

This summary (10% of the length of the article, excluding abstract and references, but not to exceed 2500 characters, spaces excluded) is intended for a general audience and should be written in non-technical language. It should mention the aim of the study, place it in the scientific context, provide brief information about methods and sufficient information on results (with reference to the tables and figures), and lastly the discussion and conclusion. It should be written in English and will be translated into German by the editorial office.

References

In the text, refer to author(s) name(s) and year of publication. When there are more than two authors, give the first author's name followed by et al. References cited together in the text should be arranged chronologically. Ex.: (Smith, 1979, 1980; Anderson and Smith, 1982a; Anderson et al., 1985).

In the reference list, the references should appear in alphabetical order. If there is more than one author, the order is as follows: publications of a single author in chronological order; publications of the same author with one co-author in chronological order; publications of the author with more than one co-author in chronological order.

Proceedings of articles submitted for publication, unpublished data, personal communications should not appear in the reference list but should be cited in the text as "unpubl. data".

All entries in the reference list must correspond to references in the text and vice versa.

The titles of journals should be abbreviated according to the rules of Biosciences Information Service (Biosis) or those of the Liste d'abréviations de mots des titres de publications en série (conforming to ISO 4, Centre international de ISSN, Paris). Words for which no abbreviation is given should be written in full. Examples are given below of the

layout and punctuation to be used in the references:

Article:

Anderson D.L., Trueman J.W.H. (2000) *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species, Exp. Appl. Acarol. 24, 165–189.

Book:

Ruttner F. (1988) Biogeography and taxonomy of honeybees, Springer Verlag, Berlin.

Chapter in a book:

Southwick E.E. (1993) Biology and social physiology of the honey bee, in: Graham J.M. (Ed.), The hive and the honey bee, Dadant and Sons, Hamilton, Illinois, pp. 171–196.

Electronic material:

Bogdanov S. (1999) Water content: comparison of refractometric methods with the Karl Fisher method, Annu. Meet. Int. Honey Comm. Dijon, [online] [http://www.apis.](http://www.apis.admin.ch/host/honey/minutes.htm)

[admin.ch/host/honey/minutes.htm](http://www.apis.admin.ch/host/honey/minutes.htm) (accessed on 16 August 2004).

For all other kinds of documents, please contact the managing editor (apidologie@sophia.inra.fr).

Figures and Tables

Illustrations should be numbered in Arabic numerals for figures and Roman numerals for tables, and should be referred to in the text by their number: Fig. 1, Tab. I. Lettering (symbols, numbers, etc., preferably in Arial font,) should not differ from figure to figure and should be of sufficient size to remain legible after reduction (letters 1–2 mm high after reduction to either one (6.5 cm) or two column (13.5 cm) format). Figures should be presented in the form of drawings on drawing or tracing paper or as sharp glossy prints. Half-tones should contain good contrast and should be originals (i.e.

not already reproduced); line drawings should have a white background. Photographs should be presented in the form of plates to be reproduced without reduction (maximum size 13.5 x 20 cm). The lettering should not be placed any closer to the edges than 1 cm. The figure captions should be explicit so that the illustrations are comprehensible without reference to the text.

In the paper version of the journal, figures are in black and white (for colour, authors should make a contribution, prices on request), but they appear in colour in the electronic version. Tables should not exceed 84 characters per line (140 if in landscape format). The title of each table should be written above the corresponding table. Figures and tables published elsewhere cannot be accepted without the prior consent of the publisher and the author(s).