

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor ,
o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 25/01/2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

CÂMPUS DE BOTUCATU

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA NO DESENVOLVIMENTO DAS
GLÂNDULAS MANDIBULARES EM ABELHAS *Apis mellifera* L.**

MARCELO POLIZEL CAMILLI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte dos requisitos para defesa de mestrado.

BOTUCATU – SP

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA NO DESENVOLVIMENTO DAS
GLÂNDULAS MANDIBULARES EM ABELHAS *Apis mellifera* L.**

MARCELO POLIZEL CAMILLI

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ricardo de Oliveira Orsi

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia como
parte dos requisitos para defesa de
mestrado.

BOTUCATU – SP

Janeiro – 2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Camilli, Marcelo Polizel, 1991-
C183e Efeito da suplementação proteica no desenvolvimento das glândulas mandibulares em abelhas *Apis mellifera* L. / Marcelo Polizel Camilli. - Botucatu: [s.n.], 2019
ix, 32 f.: fots. color., grafs. color., ils. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2019
Orientador: Ricardo de Oliveira Orsi
Inclui bibliografia

1. Abelha - Criação. 2. Abelha - Nutrição. 3. Abelha - Morfologia. 4. Geleia real. 5. Suplementação alimentar. I. Orsi, Ricardo de Oliveira. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

“Há um prazer nas florestas desconhecidas;
Um entusiasmo na costa solitária;
Uma sociedade onde ninguém penetra;
Pelo mar profundo e música em seu rugir;
Amo não menos o homem, mas mais a natureza.”
Lord Byron.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Marta Rita Polizel Camilli e Marcos Antonio Camilli (in memoriam) pela criação, educação, carinho e amor incondicional. Por todo o suporte que me deram para alcançar meus objetivos pessoais e profissionais.

Ao meu avô Antonio Luis Camilli, pela nossa amizade e por me despertar o interesse pelo mundo das abelhas.

A minha avó Cecília Souza e Silva Camilli por me ensinar a amar todo e qualquer ser vivo.

Ao meu irmão Marco Antonio Camilli por toda nossa amizade e cumplicidade.

A minha namorada Elisa Pioltine por estar ao meu lado em todos os momentos e incentivar minhas decisões.

Que esta seja uma pequena retribuição por tudo o que me proporcionam.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

Ao meu orientador Professor Doutor Ricardo de Oliveira Orsi, pela oportunidade de orientação, paciência e confiança depositada.

Ao Professor Doutor Luis Antonio Justulin Junior, por disponibilizar seu laboratório e pela assistência nas análises.

Aos amigos do NECTAR: Daniel, Samir, Maurice, Gabriel, Juliana, Aime, Alex, Wellington, Thais e Rodrigo pela colaboração e convivência diária.

Ao funcionário e amigo Maurício por toda a colaboração e parceria.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Marcelo Polizel Camilli nasceu na cidade de Bocaina – SP no dia 12 de setembro de 1991. Mudou-se para Dois Córregos aos sete meses de idade com sua mãe Marta Rita Polizel Camilli e seu irmão Marco Antonio Polizel Camilli.

Aos doze anos de idade começou a acompanhar seu avô Antonio Luis Camilli em seu apiário, despertando seu interesse no mundo das abelhas. Durante a adolescência sempre teve contato com a natureza, acampando e pescando com seus amigos, o que fez com que acendesse uma verdadeira paixão pelos seres vivos e escolhesse sua futura carreira profissional.

Em 2011, mudou-se para Botucatu – SP após ingressar no curso de Ciências Biológicas do Instituto de Biociências (IB) da Universidade Estadual Paulista (UNESP). No ano de 2014 teve contato com a sala de aula, tornando-se professor eventual da Escola Estadual Profa. Sophia Gabriel de Oliveira, por dois anos.

Em Julho de 2016 se interessou pelas linhas de pesquisa do Núcleo de Ensino, Ciência e Tecnologia em Apicultura Racional (NECTAR) da UNESP Botucatu e realizou um estágio no setor de apicultura. Graduou-se em Ciências Biológicas pelo IB, UNESP Botucatu em Dezembro de 2016 e ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da FMVZ, UNESP – Botucatu sob orientação do Prof. Dr. Ricardo de Oliveira Orsi. Seu trabalho de mestrado teve como objetivo avaliar os efeitos da suplementação proteica no desenvolvimento das glândulas mandibulares de abelhas *Apis mellifera*.

Sumário

Capítulo 1.....	1
Considerações iniciais.....	2
Abelhas <i>Apis mellifera</i>	2
Histórico da apicultura no brasil.....	3
Histórico da apicultura no brasil.....	4
Importância global.....	5
Geleia real e glândulas mandibulares.....	5
Alimentação das abelhas <i>A. mellifera</i>	7
Referências.....	9
Capítulo 2	16
Resumo	17
Material e métodos	19
Resultados.....	22
Discussão.....	26
Conclusão	28
Referências.....	28
Capítulo 3	31
Implicações.....	32

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Dietas proteicas que foram fornecidas a abelhas <i>A. mellifera</i>	19
Tabela 2. Análise bromatológica das dietas com diferentes níveis proteicos.....	20
Tabela 3. Consumo das dietas.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Castas encontradas em uma colônia de *Apis mellifera*.....2

Figura 2. Glândula mandibular e hipofaríngea de *Apis mellifera*.....6

Capítulo 2

Figura 1. Área do reservatório da glândula mandibular (μm^2) em função da suplementação proteica (0, 23, 25 e 27% de proteína bruta) dos enxames experimentais. * Diferença estatística em relação ao controle pelo teste Tukey. ($P < 0,05$).....23

Figura 2. Fotomicrografia representativa da média de área da glândula mandibular de abelhas *A. mellifera*. P0: controle; P23: 23% de PB; P25: 25 % de PB e P27: 27% de PB. A cor preta representa a área da glândula.....24

Figura 3. Altura da célula secretora da glândula mandibular (μm) em função da suplementação proteica (0, 23, 25 e 27% de proteína bruta) dos enxames experimentais. * Difere estatisticamente em relação ao controle pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). # Difere estatisticamente em relação aos demais grupos experimentais pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).....24

Figura 4. Fotomicrografias representativas da altura da célula secretora (μm) da glândula mandibular de abelhas *A. mellifera*. P0: controle P23: 23% de PB; P25: 25 % de PB e 27: 27% de PB.....25

Figura 5. A. Regressão polinomial referente à área da glândula mandibular (μm^2).
B. Regressão polinomial referente à altura da célula secretora (μm).....26

da florada, pois a entrada de alimento estimulará a oviposição da rainha, e subsequente aumento de operárias no período de produção apícola (WOLFF, 2007). É necessário, também, que os apicultores tomem os devidos cuidados na escolha correta dos substitutos do pólen, visando a formulação ideal da dieta, tempo de deterioração, estocagem e atratividade para as abelhas (HERBERT e SHIMANUKI, 1977).

O próprio pólen pode ser usado para suplementar os enxames, mas seu custo se torna muito alto e pode onerar o apicultor, por isso, alimentos alternativos de menor custo como soja, trigo, farelo de milho, sorgo, levedura de cana-de-açúcar, farinha láctea e ternero (sucedâneo para bezerros) se tornam opções mais vantajosas para substituir o pólen (CREMONEZ et al., 1998; LENGLER, 2000). Alguns apicultores optam por produtos regionais para a suplementação de seus enxames como feno de mandioca, farinha de vagem de algaroba ou farelo de babaçu (PEREIRA et al., 2006)

Diante deste contexto, o objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito da suplementação proteica em diferentes níveis no desenvolvimento das glândulas mandibulares de abelhas operárias nutrizas com 6 dias de idade.

A presente pesquisa resultará no capítulo II, artigo intitulado “**Ração proteica estimula o desenvolvimento das glândulas mandibulares de abelhas *Apis mellifera***”, o qual será submetido à revista “**Apidologie**”, conforme as suas regras de publicação.

3. Referências

AMDAM, G.V.; PAGE JR., R.E. The developmental genetics and physiology of the honeybees societies. **Animal Behavior**, Washington, v. 79, n. 5, p. 973-980, 2010.

ANUALPEC. **Anuário estatístico da pecuária de corte**, São Paulo: FNP Consultoria e Comércio Ltda. São Paulo, p. 224, 2015.

CAMPANA, J. B. & MOELLER E. F. Honey Bees: Preference for and Nutritive Value of Pollen from Five Plant Sources. **Journal of Economic Entomology**, New York, v.70, p.39-41, 1977.

COUTO RHN; COUTO LA. **Apicultura: Manejo e Produtos**. 3ª ed. Jabotical (SP): FUNEP, 2006.

CRAILSHEIM, K. Pollen consumption and utilization in worker honeybee (*Apis mellifera carnica*): dependence on individual age and function. **Journal of Insect Physiology**. Kidlington, v. 38, n. 6, p. 409-419, 1992.

CRAILSHEIM, K. The flow of jelly within a honeybee colony. **Journal of Comparative Physiology**, New York, v. 162, p. 681-689, 1992.

CRAILSHEIM, K. Trophallactic interactions in adult honeybee (*Apis mellifera* L). **Apidologie**, Paris, v. 29, n. 1-2, p. 97-112, 1998.

CRANE, E. **The world history of beekeeping and honey hunting**. London: Taylor & Francis, London, v.199. p. 680, 1999.

CREMONEZ, T. M.; D. DE JONG; M. M. G. BITONDI. Quantification of hemolymph proteins as a fast testing protein diets for honey bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, New York, v.91, p.1284-1289, 1998.

CUNHA, J. Mortandade disseminada das abelhas devido ao uso de agrotóxicos. Brasília, DF:mCâmara de Deputados, 2013. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/audiencias-publicas/audiencia-publica-2013/4-7-2013-mortandade-disseminada-das-abelhas-devido-ao-uso-de-agrotoxicos/apresentacoes>. Acesso em 08 mar. 2018.

DANFORTH, B. Bees – a primer. **Current Biology**, Maryland, v.17, n. 5, p. R156-R161, 2007.

DEGRANDI-HOFFMAN, G.; CHEN, Y.; HUANG, E.; HUANG, M. H. The effect of diet on protein concentration, hypopharyngeal gland development and virus load in worker honey bees (*Apis mellifera* L.). **Journal of Insect Physiology**, Kidlington, v. 56, p. 1184–1191, 2010.

DESEYN, J.; BILLEN, J. Age-dependent morphology and ultrastructure of the hypopharyngeal gland of *Apis mellifera* workers (hymenoptera, Apidae). **Apidologie**, Paris, v.36, p. 49-57, 2005.

ESTOUP, A.; SOLIGNAC, M.; COURTNET, J-M. Precise assessment of the number of patrines and of genetic relatedness in honey bee colonies. **Proceedings of the Royal Society B**, London, v.258, p. 1-7, 1994.

FREE, J. B. The social organization of honeybees. **Editoria Pedagogica e Universitaria**. 1980.

GONÇALVES, L. S. Africanized honey bee: introduction, adaptation and benefits. In: INTERNATIONAL APICULTURAL CONGRESS. **Proceedings**. Durban, v.31. p.1-3. 2001.

GUPTA, R. K. Taxonomy and distribution of different honeybee species. **Beekeeping for poverty alleviation and livelihood security**. Netherlands: Springer, p.63-103, 2014.

HALBERSTADT, K. Elektrophoretische untersuchungen zur sekretionstatigkeit der hypopharynxdruse der honeigbiene *Apis mellifera* L. **Insects Sociology**, Guyancourt, v.27, n.1, p. 61-77, 1980.

HANLEY, N. et al., Measuring the economic value of pollination services: Principles, evidence and knowledge gaps. **Ecosystem services**, Amsterdam, v.14, p. 124-132, 2015.

HAYDAK, M.H. Honey bee nutrition. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 15, p. 143-146, 1970.

HERBERT JR., E. W. **Honey Bee Nutrition**. In *The Hive and The Honey Bee*. Dadant & Sons. Hamilton, Illinois, p.197-233, 1992.

HERBERT JR., E. W.; H. SHIMANUKI; D. CARON. Optimum protein levels required by honey bees (Hymenoptera: Apidae) to initiate and maintain brood rearing. **Apidologie**, Paris, v.8, p.141-146, 1977.

HEYLEN, H. et al. The effects of four crop protection products on the morphology and ultrastructure of the hypopharyngeal gland of the European honeybee, *Apis mellifera*. **Apidologie**, Paris, v. 42, n.1, p. 103-116, 2011

HRASSNIGG, N.; CRAILSHEIM, K. Adaptation of hypofaryngeal gland development to the brood status of honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. **Journal of Insect Physiology**, Kidlington, v.44, n.10, p. 929-949, 1998.

KENNEDY, M. C. et al. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. **Ecology Letters**, Chichester, v. 16, p.584-599, 2013.

KLATT, K. B.;HOLZSCHUH, A.;WESTPHAL, A.; CLOUGH, Y.;SMIT, I.; PAWELZIK, E.; TSCHARNTKE T. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. **Proceedings of The Royal Society B**, London, p. 281, 2014.

KLEIN, A. M. et al., Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of The Royal Society B**, London, v. 274. P. 303-313, 2007.

LANDIM, C. C. Abelhas: morfologiae função de sistemas. São Paulo: **Ed. UNESP**, São Paulo, p.408, 2009.

LEBUHN, G. et al., Detecting Insect Pollinator Declines on Regional and Global Scales. **Conservation Biology**, Malden, v.27, p.113-120, 2012.

LENGLER, S. Alimentação artificial de abelhas. **Anais do XIII Congresso Brasileiro de Apicultura**, Florianópolis, SC, p.98-102, 2000.

MANNING, R. Artificial feeding of honeybees based on a understanding of nutritional principles. **Animal Production Science**. Clayton, v.56, p.1-15, 2016.

MARCHINI, L. C.; REIS, V. D. A.; MORETI, A. C. C. C. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, São Paulo, v.36, p.949-953, 2006.

MATTILA, H R; OTIS, G W Effects of pollen availability and *Nosema* infection during the spring on division of labour and survival of worker honey bees (Hymenoptera : Apidae). **Environmental Entomology**, Cary, v.35, p. 708-717, 2006.

MELLO, M.H.S.H.; SILVA, E.A.; NATAL, D. Abelhas africanizadas em área metropolitana do Brasil: abrigos e influências climáticas. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.37, n.2, p.237-241, 2003.

MICHENER, C. D. **The social behavior of the bees**: a comparative study. Cambridge: Harvard University Press, New York, 1974. 404 p.

MORETI, A. C. C. C. **PÓLEN: Alimento protéico para as abelhas: Complemento alimentar para o homem**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/Polen/index.htm>. Acesso em: 23 de maio de 2017

NAGAI, T.; INOUE, R. Preparation and functional properties of water extract and alkaline extract of royal jelly. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.84, p. 181-186, 2004.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, Medellin, v.120, n.3, p.321-326,2011.

PAGE JR., R.; PENG, C. Y. S. Aging and development in social insects with emphasis on the honey bee, *Apis mellifera* L. **Experimental Gerontology**, Philadelphia, v.36, n.4, p. 695-711,2001.

PAULINO, F. D. G. **Apicultura-Manual do agente de desenvolvimento rural: Alimentação artificial**. Brasília: Sebrae, Brasilia, cap.13, p. 107-114, 2004

PINTO, F.A. et al. Nutritional and temporal effects on hypopharyngeal glands of africanized honeybees (Hymenoptera – Apidae). **Sociobiology**, Pernambuco, v. 59, n.2, p.447-456. 2012.

POTTS, S. G. et al. Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology and Evolution**, Kidlington, v. 25, n.6, p. 345-353, 2010.

SCHMIDT, L.S.; SCHMIDT, J. O.; RAO, H.; WANG, W.; XU, L. Feeding preference and survival of young worker honey bees (Hymenoptera: Apidae) fed rape, sesame, and sunflower pollen. **Journal of Economic Entomology**, Cary, v.88, p.1591–1595, 1995.

SEELEY, T. D. The wisdom of the hive: the social physiology of honey bee colonies. **London: Harvard University Press**, London, p. 295, 1995.

SOMERVILLE, Doug. Fat Bees Skinny Bees. A manual on honey bee nutrition for beekeepers. **Australian Government Rural Industries Research and Development Corporation**, Goulburn, p. 1-142, 2005.

STORT, A.C.; GONÇALVES, L.S. A national survey of managed honey bee 2012-2013 annual colony losses in the USA: results from the bee informed partnership. **Journal of Apiculture Research**, Abingdon, v53, n.1, p.1-18,2014.

VÁSQUEZ, A. & OLOFSSON, C. T. The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. **Journal of Apicultural Research**, Abingdon, v.48, p.189-195, 2009.

WIESE, H. **Apicultura Novos Tempos**, 2ª Ed. – Guaíba: Agrolivros, p.17, 2005.

WINSTON, M. L. A Biologia da Abelha. **Porto Alegre: Magister**, Porto Alegre, p.276, 2003.

WITTER, S. & BLOCHTEIN , B. Effect of pollination by bees and other insects on the production of onion seeds. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 12, p. 1399-1407, dez. 2003

WOLFF, L.F. **Alimentação de enxames em apicultura sustentável**. Pelotas: Circular Técnica nº 63, 2007. Disponível em: <
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/746049/1/Circular63.pdf>>
. Acesso em: 23 de Maio de 2017

Ração proteica estimula o desenvolvimento das glândulas mandibulares de abelhas
Apis mellifera L.

Resumo

Foram utilizadas 12 colônias distribuídas de forma aleatória e divididos entre 4 grupos experimentais, com 3 repetições cada: P0, P23, P25 e P27, contendo 0, 23, 25 e 27% de proteína bruta (PB) na ração, respectivamente. Foram fornecidos 30 gramas de cada ração por enxame a cada 3 dias durante o período de 36 dias. Ao final do período experimental, foram coletadas 10 abelhas de cada tratamento com seis dias de idade para análises morfológicas da glândula mandibular (GM). Observou-se aumento significativo na área da GM para os grupos que receberam ração proteica, em relação ao P0. Com relação à altura da célula secretora da GM, todos os enxames que receberam ração proteica apresentaram aumento significativo em relação ao P0; entretanto, o grupo P23 promoveu aumento significativo da altura da célula secretora em relação aos demais grupos. Na análise de regressão, o nível ideal de proteína na ração para o desenvolvimento da GM é de 22,2% PB. Pode-se concluir que o uso de ração proteica promove aumento da área do reservatório e altura da célula secretora da glândula mandibular em abelhas operárias com seis dias de idade.

Palavras-chave: apicultura, nutrição, proteína, suplementação, morfologia, geleia real.

PB (Herbert e Shimanuki 1977) e longevidade e de peso estimado das glândulas hipofaríngeas, que foi de 25% (Manning, 2016), ambos em condições laboratoriais. Entretanto, neste estudo a suplementação proteica ocorreu em condições de campo, onde as colônias tinham acesso ao pólen existente nas proximidades do apiário, mostrando a capacidade das abelhas em equilibrarem sua dieta para atenderem as suas exigências nutricionais. Por outro lado, Zheng et al. (2014) propuseram que as colônias a campo necessitam de 29,5 a 34,0% de proteína bruta, ao analisarem o efeito da suplementação proteica no desenvolvimento da glândula hipofaríngea no início da primavera; este resultado é superior ao obtido nas condições deste experimento, provavelmente por ter sido realizado em diferente época do ano (entressafra) e não na estação da primavera, onde os enxames devem possuir acesso a maior diversidade de recursos alimentares.

Este estudo demonstra que o fornecimento de ração proteica em períodos de escassez afeta significativamente o desenvolvimento das GM de abelhas *A. mellifera*, podendo ser utilizado como ferramenta para auxiliar a manutenção e desenvolvimento das colônias, garantindo maior produtividade para o apicultor. Com base neste estudo recomenda-se como nível ideal 22,2% de PB para o desenvolvimento das GM em períodos de entressafra.

4 Conclusão

Conclui-se que o fornecimento de ração proteica estimula o desenvolvimento da glândula mandibular de abelhas *A. mellifera* operárias na fase de nutriz, sendo a necessidade proteica, para o máximo desenvolvimento desta glândula, estimada em 22,2% de proteína bruta.

5 Referências bibliográficas

- Babendreier, D.; et al. (2005) Influence of Bt-transgenic pollen, Bt-toxin and protease inhibitor (SBTI) ingestion on development of the hypopharyngeal glands in honeybees. *Apidologie*, v. 36, n. 4, p. 585-594
- Behmer ST (2009) Insect herbivore nutrient regulation. *Annu Rev Entomol* v. 54 p.165–187
- Carrillo, M.P., Kadri, S.M., Veiga, N., Orsi, R.O. (2015) Energetic feedings influence beeswax production by *Apis mellifera* L. honeybees. *Acta Scientiarum*. 37, 1

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

Degrandi-hoffman, G.; Chen, Y.; Huang, E.; Huang, M. H. (2010) The effect of diet on protein concentration, hypopharyngeal gland development and virus load in worker honey bees (*Apis mellifera L.*). *Journal of Insect Physiology*, v. 56, p. 1184–1191

Estevinho, L. M. et al. (2012) Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiological evaluation. *Int. J. Food Sci Tech.* v. 47, p. 429-435.

Harmen, P. H.1; Sharoni, S. (2016) Honey bee foragers balance colony nutritional deficiencies. *Behav Ecol Sociobiol* 70:509–517

Haydak, M.H. (1970) Honey bee nutrition. *Annual Review of Entomology*, v. 15, p. 143-146,.

HERBERT JR., E. W.; SHIMANUKI, H. (1977) Chemical composition and nutritive value of bee collected and bee-stored pollen. *Apidologie*. v.9, n.1, p.33-40, 1977

Heylen, H. et al. (2011) The effects of four crop protection products on the morphology and ultrastructure of the hypopharyngeal gland of the European honeybee, *Apis mellifera*. *Apidologie*, v. 42, n.1, p. 103-116

Hoover, S.E.R., Higo, H.A., Winston, M.L., (2006). Worker honey bee ovarian development: seasonal variation and the influence of larval and adult nutrition. *Journal of Comparative Physiology B* 176, p. 55–63.

Manning, R. (2016) Artificial feeding of honeybees based on an understanding of nutritional principles. *Animal Production Science*. v.56, p.1-15

Marchini, L.C., Reis, V.D.A., Moreti, A.C.C.C. (2006) Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Ciênc. Rural*. 36 (3), 949-953

Moretti, A. C. C. C. (2006) Pólen: Alimento protéico para as abelhas: Complemento alimentar para o homem. Artigo em Hypertexto. Disponível em:

http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/Polen/index.htm>. Acesso em: 23 de maio de 2017

Oliveira, M.E.C. (2013) Polietismo e detecção de vírus deformador de asas em abelhas *Apis mellifera scutellata* (Africanizada) e *Apis mellifera ligustica* (Europeia). Tese (Doutorado em Ciências/ Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 178

- Ost, P. R. et al. (2007) Aminoácidos digestíveis verdadeiros de alguns alimentos protéicos determinados em galos cecotomizados e por equações de predição. R. Bras. Zootec., v.36, n.6, p.1820-1828
- Paulino, F. D. G. (2004) Apicultura-Manual do agente de desenvolvimento rural: Alimentação artificial. Brasília: Sebrae, cap.13, p. 107-114
- Potts, S.G. et al. (2016) Safeguarding pollinators and their values to human well-being. Nature. 540, 220–229
- Rostagno, H.S. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2017. 186p.
- Sagili, R. R., T. Pankiw, and K. Zhu-Salzman. (2005). Effects of soybean trypsin inhibitor on hypopharyngeal gland protein content, total midgut protease activity and survival of the honey bee (*Apis mellifera* L.) Insect Physiol. 51: 953–957.
- Smolis-Skerl, M.I., Gregorc, A. (2010) Heat shock protein and cell death in situ localization in hypopharyngeal glands of honeybee (*Apis mellifera carnica*) workers after imidacloprid or coumaphos treatment. Apidologie. 41, 73-86
- Zar, J.H. (1996) Bioestatistical analysis. New Jersey: Prentice Hall. 718
- Zheng, B. et al. (2014) The effects of dietary protein levels on the population growth, performance, and physiology of honey bee workers during early spring. Journal of insect science. 14, 191
- Zerbo, A. C.; Moraes, R. L. M. S.; Brochetto-Braga, M. R. (2001) Protein requirements in larvae and adults of *Scaptotrigona postica* (Hymenoptera: Apidae, Meliponinae): midgut proteolytic activity and pollen digestion. Comparative Biochemistry and Physiology - Part B: Biochemistry and Molecular Biology, v.129, p.139-147;

Implicações

Constatou-se que durante o período de entressafra floral a suplementação proteica em níveis adequados *modula* positivamente o desenvolvimento das glândulas mandibulares de abelhas *A. mellifera*, aumentando a área de seu reservatório e altura das células secretoras. A suplementação proteica é uma técnica de manejo utilizada por apicultores recentemente, porém, não é senso comum uma dieta padrão ofertada aos enxames. Desta forma o estudo do nível proteico adequado na dieta destas abelhas é de suma importância para a apicultura em âmbito nacional e internacional.

Devido a escassez de informações sobre nutrição de abelhas *A. mellifera*, este experimento contribuirá sugerindo o teor de proteína bruta ideal que as abelhas de 06 dias de idade devem consumir para que atinjam o máximo desenvolvimento de suas glândulas mandibulares, aumentando assim a secreção de componentes da geleia real e, conseqüentemente, aumentando a disponibilidade de alimento para as abelhas jovens e rainha, crescendo o número de indivíduos na colônia e elevando a produtividade.