

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 16/07/2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

CAMPUS DE BOTUCATU

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE FONTE INORGÂNICA DE FERRO NO
DESENVOLVIMENTO DA GLÂNDULA HIPOFARINGEANA DE ABELHAS *Apis*
mellifera L.

ALEX JUNJI SHINOHARA

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
dos requisitos para obtenção ao título de
Mestre.

BOTUCATU – SP

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

CAMPUS DE BOTUCATU

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE FONTE INORGÂNICA DE FERRO NO
DESENVOLVIMENTO DA GLÂNDULA HIPOFARINGEANA DE ABELHAS *Apis*
mellifera L.

ALEX JUNJI SHINOHARA

Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ricardo de Oliveira Orsi

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
dos requisitos para obtenção ao título de
Mestre.

BOTUCATU – SP

Junho – 2018

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

S556e Shinohara, Alex Junji, 1992-
Efeito da suplementação de fonte inorgânica de ferro no desenvolvimento da glândula hipofaríngeana de abelhas *Apis mellifera* L. / Alex Junji Shinohara. - Botucatu: [s.n.], 2018
viii, 28 f.: fots. color., grafs., ils. color.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2018
Orientador: Ricardo de Oliveira Orsi
Inclui bibliografia

1. Dieta. 2. Mineral. 3. Nutrição. 4. Entressafra. 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"

“(...)

Uma flor nasceu na rua!

Passem de longe, bondes, ônibus, rio de aço do tráfego.

Uma flor ainda desbotada

ilude a polícia, rompe o asfalto.

Façam completo silêncio, paralitem os negócios,

garanto que uma flor nasceu.

Sua cor não se percebe.

Suas pétalas não se abrem.

Seu nome não está nos livros.

É feia. Mas é realmente uma flor.

Sento-me no chão da capital do país às cinco horas da tarde

e lentamente passo a mão nessa forma insegura.

(...)

É feia. Mas é uma flor. Furou o asfalto, o tédio, o nojo e o ódio.”

A Flor e a Náusea – Carlos Drummond de Andrade

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Augusto S. Shinohara e Augusta M. Yuki Shinohara, por tudo que fizeram e deixaram de fazer por mim e pelos meus irmãos.

Aos meus familiares, em especial à minha tia Laura T. Shinohara e ao meu tio Alberto T. Shinohara. Obrigado por demonstrarem tamanha generosidade e por terem me ensinado que a família é o meu bem mais precioso.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por demonstrar Seu imenso amor por mim através da Graça e por me abençoar de tantas formas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa de estudos concedida.

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade de estudar num programa de excelência.

Ao Prof. Dr. Ricardo de Oliveira Orsi pela amizade, orientação e paciência. Muito obrigado pelos conselhos e ensinamentos que levarei para a vida toda.

Ao Prof. Dr. Luis Antonio Justulin Jr. e ao Dr. Sérgio Alexandre Alcantara dos Santos por me receber e auxiliar nas análises morfológicas realizadas no Laboratório de Matriz Extracelular – Departamento de Morfologia, Instituto de Biociências de Botucatu – UNESP.

Aos meus queridos amigos Thaís, Bolor, Adriana e Rodrigo pela amizade, aconselhamento e conversas sempre muito produtivas.

Aos amigos do grupo NECTAR, Maurício, Mineiro, Samir, Marcelo, Juliana, Roney, Cater, Maurice, Gabriel, alunos de iniciação científica e estagiários pela ajuda e amizade.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP – Botucatu.

Aos meus amigos Lucas e Guilherme, a quem eu considero meus irmãos.

A todos que, de alguma forma, me ajudaram nesta caminhada.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Descendente de imigrantes japoneses, Alex Junji Shinohara nasceu na cidade de São Paulo – SP no dia 25 de Setembro de 1992. Mudou-se para Atibaia-SP aos três anos de idade com seus pais Augusto Sueo Shinohara e Augusta Massayo Yuki Shinohara, e dois irmãos, Hugo Hideyuki Shinohara e Vivian Hidemi Shinohara.

Na sua adolescência, durante os períodos de férias escolares, viajava com seus primos à casa de seus tios Irene Yuriko Shinohara e Jorge Tsuruta (*in memoriam*) no município de Paranã – TO. Isso fez com que pudesse ter contato com a vida rural e animais, o que o ajudaria a escolher uma futura carreira profissional.

No ano de 2010, mudou-se para Botucatu – SP após ingressar no curso de Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Em Julho de 2014 até novembro de 2015 foi contemplado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) com uma bolsa de estudos pelo Programa Ciência Sem Fronteiras para uma Graduação Sanduíche na Auckland University of Technology (AUT), na cidade de Auckland, Nova Zelândia.

Com objetivo de finalizar sua graduação, em Janeiro de 2016 realizou seu estágio obrigatório no Setor de Apicultura, onde teve maior contato com a área que posteriormente, seria o tema de sua dissertação de mestrado. Graduou-se em Zootecnia em Junho 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 buscou avaliar os efeitos da suplementação de ferro no número e área dos ácinos das glândulas hipofaríngeas de abelhas *Apis mellifera* L.

Sumário

CAPÍTULO I	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
1. Histórico da apicultura no Brasil	2
2. <i>Apis mellifera</i> L.....	3
3. Sistema glandular.....	4
4. Nutrição.....	6
4.1. Minerais	7
4.1.1. Ferro.....	7
4.2. Suplementação artificial da dieta	8
5. Hipóteses e Objetivos	9
6. Referências bibliográficas.....	10
CAPÍTULO II.....	16
1. INTRODUCTION	17
2. MATERIAL AND METHODS.....	18
2.1. Treatment groups	18
2.2. Collection of nurse bees and morphological analysis	19
2.3. Statistical analysis.....	19
3. RESULTS	19
4. DISCUSSION	22
5. REFERENCES	24
CAPÍTULO III.....	27
IMPLICAÇÕES.....	28

LISTA DE FIGURAS

(Capítulo I)

- Figura 1.** Representação das castas de uma colmeia: operária (a), zangão (b) e rainha (c)..3
- Figura 2.** (Esq.) Representação da glândula hipofaringeana (GH) e sua localização na cabeça da abelha..5
- Figura 3.** Corte histológico da glândula hipofaringeana destacando o canal excretor e ácinos secretores (a)..5

(Capítulo II)

- Figure 1.** Hystological section of the hypopharyngeal glands of 6-day-old nurse bees (*Apis mellifera* L.) during the offseason.20

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Histórico da apicultura no Brasil

As diversas subespécies de abelhas *Apis mellifera* estão presentes em quase todos os continentes. Elas podem ser encontradas tanto em regiões de climas frios com invernos longos e rigorosos quanto nos trópicos, onde o inverno é quase imperceptível e as temperaturas são geralmente elevadas (GUPTA, 2014).

As linhagens europeias e africanas foram as subespécies introduzidas no Brasil, e apesar de possuírem características morfológicas únicas, são as comportamentais que mais se destacam (TOFILSKI, 2008). As abelhas europeias, no geral, constroem ninhos maiores em relação às africanas e possuem maior adaptação às baixas temperaturas. Além disso, possuem baixa defensividade e comportamento enxameatório (DE JONG, 1996; WINSTON, 1992). No entanto, as abelhas africanas apresentam maior resistência às doenças, melhor comportamento higiênico, alto comportamento enxameatório, e principalmente, maior defensividade (WINSTON, 1992; AUMEIER, 2001; MEDINA-FLORES et al., 2014).

As primeiras abelhas europeias foram introduzidas no Brasil aproximadamente no ano de 1839 pelo padre Antonio Carneiro Aureliano, que trouxe colmeias provenientes de Portugal e instalou-as no Rio de Janeiro. Neste período, a cera era muito utilizada para confeccionar velas para uso em atividades religiosas nas igrejas. Em 1845, imigrantes alemães trouxeram as *Apis mellifera mellifera* e iniciaram a apicultura na região sul do Brasil. Entre 1870 e 1880 foram introduzidas abelhas vindas da Itália (*A. m. lingustica*) (TRINDADE et al. 2004).

Com o intuito de impulsionar a apicultura brasileira por meio do melhoramento genético das abelhas, no ano de 1956 o professor Warwick Stevam Kerr trouxe para o Brasil rainhas da linhagem africana (em sua maioria da subespécie *A. m. scutellata*) para melhor adaptação ao clima brasileiro, maior potencial produtivo e maior resistência a doenças (WINSTON, 1992; OLIVEIRA, 2013). Entretanto, no ano de 1957, 26 enxames enxamearam e se estabeleceram no ambiente, iniciando o processo de africanização das abelhas, onde provavelmente rainhas europeias acasalaram com zangões africanos, produzindo um poli híbrido denominado “abelha africanizada”, que além de herdar comportamentos desejáveis como alto comportamento higiênico, resistência a doenças e adaptação ao clima tropical, também herdou o comportamento altamente defensivo e enxameatório, que embora tenham sido essenciais no processo de introdução e expansão da espécie, podem ser consideradas características indesejáveis para a apicultura (WINSTON, 1992).

Em aproximadamente 40 anos, as abelhas africanizadas estavam presentes em boa parte do continente, sendo limitadas às barreiras físicas e climáticas, como por exemplo, invernos rigorosos e cadeias montanhosas da Cordilheira dos Andes (DEL LAMA, 2004). Neste período

houve um impacto muito grande na apicultura e população, ocorrendo aumento nos casos de acidentes apílicos envolvendo humanos e animais (DE JONG, 1996).

2. *Apis mellifera* L.

As abelhas são insetos que pertencem à Família Apoidea da Ordem Hymenoptera. Dentre as mais de 20 mil espécies já identificadas, a *Apis mellifera* L. é a espécie com a distribuição mais ampla entre todas as espécies, presente em todos os continentes com exceção da Antártida (GUPTA, 2014).

As abelhas *Apis mellifera* L. vivem em uma complexa sociedade com sobreposição de gerações no ninho, cuidado cooperativo da prole e divisão de castas. Este comportamento social é chamado de eussocialidade e é o mais complexo tipo de organização social presente nos animais (YAN et al., 2014). As castas da colmeia são representadas pelas operárias (fêmeas semi-estéreis), zangões (machos férteis) e rainhas (fêmeas férteis) (Figura 1).

O número de operárias e zangões dentro de uma colmeia pode variar de acordo com vários fatores, como por exemplo, a época do ano, disponibilidade de alimento, genética e idade da rainha, e espaço disponível para expansão do ninho. No geral, uma única colmeia podem existir cerca de 2 a 80 mil operárias; de zero a aproximadamente 400 zangões; e uma rainha, que dentre várias outras funções, é responsável pela postura de aproximadamente 2500 a 3000 ovos todos os dias (EMBRAPA, 2003).



Figura 1. Representação das castas de uma colmeia: operária (a), zangão (b) e rainha (c). Fonte: Ferreira Apiary.

Durante os três primeiros dias após a eclosão dos ovos, todas as larvas se alimentam exclusivamente de geleia real. Após este período são alimentadas com mel e pólen, tendo seu desenvolvimento finalizado ao 21º dia para as operárias e 24º dia para os zangões. Para a formação de uma nova rainha, uma larva fêmea receberá geleia real até sua transformação em pupa, o que estimulará o desenvolvimento dos ovários e diminuirá o tempo total para o desenvolvimento, totalizando 14 dias para atingir a vida adulta (KAMAKURA, 2011).

O mecanismo pelo qual a alimentação exclusiva de geleia real induz esta diferenciação é incerto, porém CRIDGE et al., (2017) sugerem que processos epigenéticos podem ser responsáveis por estas mudanças fenotípicas entre as castas.

6. Referências bibliográficas

ALAUX, C.; DUCLOZ, F.; CRAUSER, D.; LE CONTE, Y.. Diet effects on honeybee immunocompetence. **Biology letters**, p. rsbl20090986, 2010.

ANDREWS, N. C. Forging a field: the golden age of iron biology. **Blood**, v. 112, n. 2, p. 219-230, 2008.

AUMEIER, P. Bioassay for grooming effectiveness towards *Varroa destructor* mites in Africanized and Carniolan honey bees. **Apidologie**, v. 32, n. 1, p. 81-90, 2001.

BARBOSA A. L.; PEREIRA F. M.; VIEIRA NETO J. M.; RÊGO J. G. S.; LOPES M. T. R.; CAMARGO R. C. R. Criação de Abelhas: apicultura. 1 Ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

BORTOLOTTI, L.; COSTA, C. Chemical communication in the honey bee society. 2014.

BRODSCHNEIDER, R.; CRAILSHEIM, K. Nutrition and health in honey bees. **Apidologie**, v. 41, n. 3, p. 278-294, 2010.

BOVI, T. S.; ONARI, P.; SANTOS, S. A. A.; JUSTULIN, L. A.; ORSI, R. O. Apitoxin harvest impairs hypopharyngeal gland structure in *Apis mellifera* honey bees. **Apidologie**, v. 48, n. 6, p. 755-760, 2017.

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

CRAILSHEIM, K.; SCHNEIDER, L. H. W.; HRASSNIGG, N.; BÜHLMANN, G.; BROSCHE, U.; GMEINBAUER, R.; SCHÖFFMANN, B. Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*): Dependence on individual age and function. **Journal of Insect Physiology**, v.38, n.6, p.409-419, 1992.

CRIDGE, A.; HARROP, T.; LOVEGROVE, M. REMNANT, E.; DEARDEN, P. Nutrition and Epigenetic Change in Insects: Evidence and Implications. In: **Advances in Insect Physiology**. Academic Press, p. 31-54, 2017.

CRUZ-LANDIM, C. Abelhas: morfologia e função de sistemas. 2009.

DE JONG, D. Africanized honey bees in Brazil, forty years of adaptation and success. **Bee World**, v. 77, n. 2, p. 67-70, 1996.

DEL LAMA, M.A.; SOUZA, R.O.; DURAN, X.A.A.; SOARES, A.E.E. Clinal variation and selection on MDH allozymes in honeybees in Chile. **Hereditas**, Sweden, v.140, n.2, p.149-153, 2004.

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**, v. 56, n. 9, p. 1184-1191, 2010.

DESEYN, J.; BILLEN, J. Age-dependent morphology and ultrastructure of the hypopharyngeal gland of *Apis mellifera* workers (Hymenoptera, Apidae). **Apidologie**, v. 36, n. 1, p. 49-57, 2005.

DOLEZAL, A. G.; TOTH, A. L. Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. **Current Opinion in Insect Science**, 2018.

EMBRAPA. **Organização social e desenvolvimento das abelhas *Apis mellifera***. Embrapa meio norte. 2003. Disponível em: <goo.gl/Wc2C6c >. Acesso em: 26/02/2018.

GANZ, T.; NEMETH, E. Iron homeostasis in host defence and inflammation. **Nature Reviews Immunology**, v. 15, n. 8, p. 500, 2015.

GOULD, J. L. Magnetic field sensitivity in animals. **Annual Review of Physiology**, v. 46, p. 585-598, 1984.

GUPTA, R. K. Taxonomy and distribution of different honeybee species. In: **Beekeeping for Poverty Alleviation and Livelihood Security**. Springer, Dordrecht, 2014. p. 63-103.

HATJINA, F.; PAPAETHIMIOU, C.; CHARISTOS, L.; DOGAROGLU, T.; BOUGA, M.; EMMANOUIL, C.; ARNOLD, G. Sublethal doses of imidacloprid decreased size of hypopharyngeal glands and respiratory rhythm of honeybees in vivo. **Apidologie**, v. 44, n. 4, p. 467-480, 2013.

Herbert Jr, E. W., & Shimanuki, H. (1978). Mineral requirements for brood-rearing by honeybees fed a synthetic diet. *Journal of Apicultural Research*, 17(3), 118-122.

HRASSNIGG, N.; CRAILSHEIM, K. The influence of brood on the pollen consumption of worker bees (*Apis mellifera* L.) colonies. **Journal of Insect Physiology**, v.44, p.393-404, 1998.

HSU, C. Y.; LI, C. W. The ultrastructure and formation of iron granules in the honeybee (*Apis mellifera*). **Journal of Experimental Biology**, v.180, p.1-13, 1993.

HSU, C. Y.; KO, F. Y.; LI, C. W. FANN, K. LUE, J. T. Magnetoreception system in honeybees (*Apis mellifera*). **PloS one**, v. 2, n. 4, p. e395, 2007.

IMDORF, A., RICKLI, M., KILCHENMANN, S. B., WILLE, H. Nitrogen and mineral constituents of honey bee worker brood during pollen shortage. **Apidologie**, v. 29, n. 4, p. 315-325, 1998.

JUMARIE, C.; ARAS, P.; BOILY, M. Mixtures of herbicides and metals affect the redox system of honey bees. **Chemosphere**, v. 168, p. 163-170, 2017.

KAMAKURA, M. Royalactin induces queen differentiation in honeybees. **Nature**, v. 473, n. 7348, p. 478, 2011.

KAPLAN, M.; KARAOGLU, O.; EROGLU, N. SILICI. S. Fatty acid and proximate composition of bee bread. **Food technology and biotechnology**, v. 54, n. 4, p. 497, 2016.

KELLER, I.; FLURI, P.; IMDORF, A. Pollen nutrition and colony development in honey bees: part 1. **Bee World**, v. 86, n. 1, p. 3-10, 2005.

KUBO, T.; SASAKI, M.; NAKAMURA, J.; SASAGAWA, H.; OHASHI, K. TAKEUCHI, H.; NATORI, S. Change in the expression of hypopharyngeal-gland proteins of the worker honeybees (*Apis mellifera* L.) with age and/or role. **The Journal of Biochemistry**, v. 119, n. 2, p. 291-295, 1996.

LIANG, C. H.; CHUANG, C. L.; JIANG, J. A.; YANG, E. C. Magnetic Sensing through the Abdomen of the Honey bee. **Scientific reports**, v. 6, 2016.

LOCKE, Michael; NICHOL, H. Iron economy in insects: transport, metabolism, and storage. *Annual review of entomology*, v. 37, n. 1, p. 195-215, 1992.

MEDINA-FLORES, C. A.; GUZMÁN-NOVOA, E.; HAMIDUZZAMAN, M. M.; ARÉCHIGA-FLORES, C. F.; LÓPEZ-CARLOS, M. A. Africanized honey bees (*Apis mellifera*) have low infestation levels of the mite *Varroa destructor* in different ecological regions in Mexico. *Genetics and Molecular Research*, v. 13, n. 3, p. 7282-7293, 2014.

NAUG, D. Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses. *Biological Conservation*, v. 142, n. 10, p. 2369-2372, 2009.

NETO, M. A. C. S.; WINTER, C.; TERMIGNONI, C. (Ed.). **Temas Avanzados em Entomologia Molecular: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular**. Itabajara da Silva Vaz Junior, 2013.

NICHOL, H.; LAW, J. H.; WINZERLING, J. J. Iron metabolism in insects. *Annual review of entomology*, v. 47, n. 1, p. 535-559, 2002.

OHASHI, K.; NATORI, S.; KUBO, T. Expression of amylase and glucose oxidase in the hypopharyngeal gland with an age- dependent role change of the worker honeybee (*Apis mellifera* L.). *The FEBS Journal*, v. 265, n. 1, p. 127-133, 1999.

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

PERNAL, S.F.; CURRIE, R.W. Pollen quality of fresh na 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, v.31, p.387-409, 2000.

HOULSTON, T. H.; CANE, J. H.; BUCHMANN, S. L.. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen–pistil interactions, or phylogeny?. *Ecological monographs*, v. 70, n. 4, p. 617-643, 2000.

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

SOBRAL, F. et al. Flavonoid composition and antitumor activity of bee bread collected in northeast Portugal. **Molecules**, v. 22, n. 2, p. 248, 2017.

SOETAN, K. O.; OLAIYA, C. O.; OYEWOLE, O. E. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. **African journal of food science**, v. 4, n. 5, p. 200-222, 2010.

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

SOMERVILLE, D. C. & NICOL, H. I. Mineral content of honeybee-collected pollen from southern New South Wales. **Australian journal of experimental agriculture**, v. 42, n. 8, p. 1131-1136, 2002.

TOFILSKI, A. Using geometric morphometrics and standard morphometry to discriminate three honeybee subspecies. **Apidologie**, v. 39, n. 5, p. 558-563, 2008.

TRINDADE, M. S. A.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, W. E.; FREITAS, R. S.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA, D. S.; MARACAJÁ, P. B. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 1, 2004.

WIESE, H. **Apicultura: Novos tempos.** 2ª ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. 378p.

WINSTON, M. L. The biology and management of Africanized honey bees. **Annual Review of Entomology**, v. 37, n. 1, p. 173-193, 1992.

WRIGHT, G. A.; NICOLSON, S. W.; SHAFIR, S. Nutritional Physiology and Ecology of Honey Bees. **Annual review of entomology**, v. 63, 2017.

YAN, H.; SIMOLA, D. F.; BONASIO, R.; LIEBIG, J.; BERGER, S. L.; REINBERG, D. Eusocial insects as emerging models for behavioural epigenetics. **Nature Reviews Genetics**, v. 15, n. 10, p. 677, 2014.

ZALUSKI, R.; JUSTULIN, L. A.; ORSI, R. O. Field-relevant doses of the systemic insecticide fipronil and fungicide pyraclostrobin impair mandibular and hypopharyngeal glands in nurse honeybees (*Apis mellifera*). **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 15217, 2017.