



Selection of *Apis mellifera* colonies through evaluation of hygienic behavior

Seleção de Colônias de *Apis mellifera* por meio da avaliação do comportamento higiênico

FARIAS, Laécio dos Santos⁽¹⁾; DE JESUS, Milena Conceição⁽²⁾; MODESTO, Vitor Castor⁽³⁾; DA COSTA, Miriam Monteiro⁽⁴⁾; BRITO, Ediane Rodrigues⁽⁵⁾; PINHEIRO, Emmanuel Emydio Gomes⁽⁶⁾; DE CARVALHO, Carlos Alfredo Lopes⁽⁷⁾

⁽¹⁾ 0000-0002-7568-6065; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Ba, Brasil. farias.lae@aluno.ufrb.edu.br.

⁽²⁾ 0009-0002-4870-9441; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Ba, Brasil. milenaconceicao772@gmail.com.

⁽³⁾ 0009-0000-2883-2616; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Ba, Brasil. vitor.castor@outlook.com.

⁽⁴⁾ 0000-0002-0360-3435; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Ba, Brasil. costa.monteiomc@gmail.com.

⁽⁵⁾ 0000-0003-2236-1045; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Ba, Brasil. ediane.agroeco@gmail.com.

⁽⁶⁾ 0000-0002-6302-2085; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Ba, Brasil. emmanuel.pinheiro@gmail.com.

⁽⁷⁾ 0000-0002-3306-3003; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Ba, Brasil. calfredo@ufrb.edu.br.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

Hygienic behavior is an important characteristic of social bees and involves the ability to detect and remove sick or dead brood from the hive. This ability is crucial for controlling diseases and parasites that can affect the health of the colony. Bees that exhibit hygienic behavior have greater disease resistance and higher productivity. Understanding this behavior can help in the selection of more resistant bees and in the development of more effective management strategies for beekeeping. This study aims to identify colonies of *Apis mellifera* with hygienic behavior in a group of wild colonies. The research was carried out at the Insect Research Center (INSECTA), at the Federal University of Recôncavo of Bahia (UFRB). The 16 colonies from wild swarm capture and installed in standard Langstroth boxes were evaluated. Hygiene behavior was evaluated using the pup perforation method, with subsequent assessment of the removal rate of dead pups 24 hours after perforation. This procedure was performed three times, and colonies that removed more than 80% of dead broods at least twice were considered hygienic. All colonies evaluated in the experiment showed high average rates (above 80%) of hygienic behavior, being considered hygienic colonies. Thus, the 16 evaluated colonies can be used in breeding programs. Possibly, the frequent exchange of queens in search of healthy and more productive colonies in commercial apiaries in the region, favored the production of hygienic wild swarms, which may justify the results obtained in this study.

RESUMO

O comportamento higiênico é uma característica importante das abelhas sociais e envolve a capacidade de detectar e remover crias doentes ou mortas da colmeia. Essa habilidade é crucial para o controle de doenças e parasitas que podem afetar a saúde da colônia. As abelhas que exibem comportamento higiênico têm maior resistência a doenças e maior produtividade. A compreensão desse comportamento pode ajudar na seleção de abelhas mais resistentes e no desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficazes para a apicultura. Este estudo tem como objetivo identificar colônias de *Apis mellifera* com comportamento higiênico, em um plantel de colônias selvagens. A pesquisa foi realizada no Núcleo de Pesquisa dos Insetos, (INSECTA), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Foram avaliadas 16 colônias provenientes de captura de enxames selvagens e instaladas em caixas padrão Langstroth. A avaliação do comportamento higiênico foi por meio do método da perfuração das crias, com posterior avaliação da taxa de remoção das crias mortas em 24 horas após a perfuração. Esse procedimento foi realizado três vezes e as colônias que removeram acima de 80% das crias mortas em pelo menos duas vezes foram consideradas

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 05/10/2023

Aprovado: 10/01/2024

Publicação: 29/01/2024



Keywords:

Beekeeping; Bee health; Defense mechanism.

Palavras-Chave:

Apicultura; Sanidade Apícola; Mecanismo de defesa.

higiênicas. Todas as colônias avaliadas no experimento apresentaram índices médios elevados (acima de 80%) de comportamento higiênico, sendo consideradas colônias higiênicas. Dessa forma, as 16 colônias avaliadas podem ser utilizadas em programas de melhoramento do plantel. Possivelmente, a troca frequente de rainhas na busca de colônias saudáveis e mais produtivas em apiários comerciais na região, favoreceu a produção de enxames selvagens higiênicos, o que pode justificar os resultados obtidos neste estudo.

Introdução

A polinização realizada pelas abelhas é um serviço vital para o meio ambiente. No Brasil, cerca de 85% das 141 culturas analisadas dependem da polinização por insetos, principalmente pelas abelhas (Giannini et al., 2015). Esses insetos possuem uma relação simbiótica com as plantas, que fornecem néctar e pólen, constituindo a base de sua dieta energética e proteica (Souza e Evangelista-Rodrigues e Pinto, 2007). Além disso, a polinização contribui para o desenvolvimento dos frutos, melhora a qualidade das sementes e evita perdas na produção (Nascimento et al., 2012).

A espécie exótica de abelha *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) desempenha um papel importante na polinização das culturas agrícolas devido à sua natureza generalista, coletando néctar e polinizando uma ampla variedade de plantas (Imperatriz-Fonseca et al., 2012). Isso ocorre devido ao processo de africanização, que ocorreu com a chegada das abelhas africanas *Apis mellifera scutellata* em 1956 e das subespécies de abelhas melíferas europeias introduzidas no Brasil no século XIX, resultando em populações híbridas de abelhas africanizadas (Oliveira e Cunha, 2005).

No entanto, assim como outros organismos vivos, as abelhas estão sujeitas a parasitas e patógenos que podem causar danos às colônias (Reybroeck et al., 2012). Dentre esses problemas, os microsporídios *Nosema* spp. (Michalczyk e Sokół, 2014) e os ácaros *Varroa destructor* (Rosenkranz et al., 2010) são apontados como causadores de perdas de colônias em *A. mellifera*. Além disso, fatores climáticos podem ter um impacto negativo nas colônias, podendo comprometer a fisiologia e o comportamento das abelhas dependendo do nível de estresse (Le Conte e Navajas, 2008).

A sanidade das colônias de abelhas pode afetar o desenvolvimento da apicultura, uma vez que as abelhas *Apis mellifera* são suscetíveis a doenças causadas por bactérias, vírus, fungos e outros parasitas, além de desordens metabólicas, nutricionais, hormonais e intoxicações diversas (Carvalho, 2004). Um dos agentes causadores de doenças é o ácaro *Varroa destructor* (Torres e Barreto, 2013), considerado o principal problema para a atividade apícola em todo o mundo, causando alta mortalidade de colônias e graves prejuízos econômicos (Murilhas e Casaca, 2004). Esse ácaro parasita tanto as larvas quanto as abelhas adultas e está presente em várias regiões do mundo (Tentcheva et al., 2006). No Brasil, ele foi introduzido em 1972, espalhando-se rapidamente e agora está presente em todo o país. Nos

últimos anos, as taxas de infestação nas colônias aumentaram e, em algumas regiões do Brasil, já se assemelham às observadas na Europa, segundo Carneiro et al. (2007).

Os danos causados pelos ácaros dependem do nível de infestação na colônia, sendo que os principais sintomas incluem malformação de órgãos e redução do peso das abelhas, o que compromete a longevidade da população da colônia (Duay et al., 2003). Para minimizar esses danos, foram desenvolvidos alguns acaricidas sintéticos, como os organofosforados e os piretroides. No entanto, alguns desses produtos causam altos níveis de resistência nas populações de ácaros (Lodesani, 2004), além de poderem contaminar o mel e a cera dentro da colônia (Bogdanov, 2006). Diante dessa situação, tem havido um crescente interesse por parte dos pesquisadores em encontrar alternativas de combate a doenças e pragas, como o controle de Varroa por meio de produtos naturais que não contaminem o mel e a cera (Castagnino e Orsi, 2012) e a seleção de rainhas com comportamento higiênico mais acentuado. Um mecanismo extremamente importante e eficaz associado ao comportamento higiênico é a capacidade da colmeia de recuperar rapidamente a perda populacional (Dustmann, 1993).

O comportamento higiênico das abelhas tem se mostrado uma alternativa ao uso de produtos químicos para o controle de doenças, tornando-se uma ferramenta essencial na seleção e melhoria das colônias de abelhas, tanto em pequenos apiários com 100 colmeias quanto em grandes apiários com mais de 500 colmeias (Rothenbuhler, 1964; Gramacho, 1999). No entanto, mesmo sendo mais eficiente nesse processo, os genes que contribuem para esse comportamento estão presentes em menor escala nas colônias, o que torna necessária a seleção e multiplicação desses genes (Gramacho e Gonçalves, 1994).

O comportamento higiênico das abelhas africanizadas envolve várias etapas, como a inspeção, a remoção das células operculadas e, por fim, a eliminação das crias mortas (Palacio et al., 2010). Para determinar se uma colmeia é considerada higiênica, é necessário realizar testes para avaliar sua capacidade de remover as crias mortas ou doentes dentro de um período de 24 horas. Colmeias que conseguem remover 80% ou mais das crias mortas são consideradas higiênicas, enquanto aquelas que removem menos do que esse valor podem ser descartadas e consideradas não higiênicas (Gramacho e Gonçalves, 1994).

O comportamento higiênico desempenhado pelas abelhas africanizadas envolve várias etapas, como inspeção, remoção das operculas e eliminação das crias mortas (Palacio et al., 2010). Essas etapas são fundamentais para determinar se uma colmeia é considerada higiênica ou não. Testes são realizados para avaliar a capacidade da colônia em limpar as crias mortas ou doentes dentro de um período de 24 horas. Colônias que conseguem remover 80% ou mais das crias mortas são consideradas higiênicas, enquanto aquelas que removem menos do que esse valor podem ser classificadas como não higiênicas (Gramacho e Gonçalves, 1994).

As abelhas africanizadas são conhecidas por serem mais higiênicas e, portanto, mais resistentes em comparação com as raças europeias. O comportamento higiênico pode ser

influenciado pelo fluxo de néctar, já que a entrada de néctar estimula a taxa de remoção de crias mortas ou doentes (Guerra Jr et al., 2000). A alta capacidade de higiene, incluindo a rápida remoção de resíduos, larvas, abelhas doentes ou mortas, além da maior resistência a enfermidades e parasitas, capacidade defensiva elevada, habilidade de enxameação e rápida dominância genética, foram fatores determinantes para o sucesso adaptativo das abelhas africanizadas (Silva et al., 2006).

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo identificar colônias de *A. mellifera* com comportamento higiênico em um conjunto de colônias selvagens, visando obter colônias selecionadas para aprimoramento do plantel de colmeias.

Material e Métodos

O estudo foi realizado entre outubro de 2022 e janeiro de 2023, no apiário experimental do Grupo de Pesquisa Insecta da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia (12°40'015" S, 39°04'57" O e altitude 230 m). Cruz das Almas possui clima tropical quente úmido, classificado como "Af" segundo a classificação de Köppen (SEI, 2014), temperatura média de 23°C, 1136 mm de precipitação pluviométrica anual e 80% de umidade média. Foram utilizadas 16 colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas instaladas em colmeias modelo Longstroth. As colônias selecionadas para a pesquisa foram identificadas numericamente, como mostra a figura 1.

Figura 1
Identificação de caixas. Fonte: Arquivo Insecta, 2022.



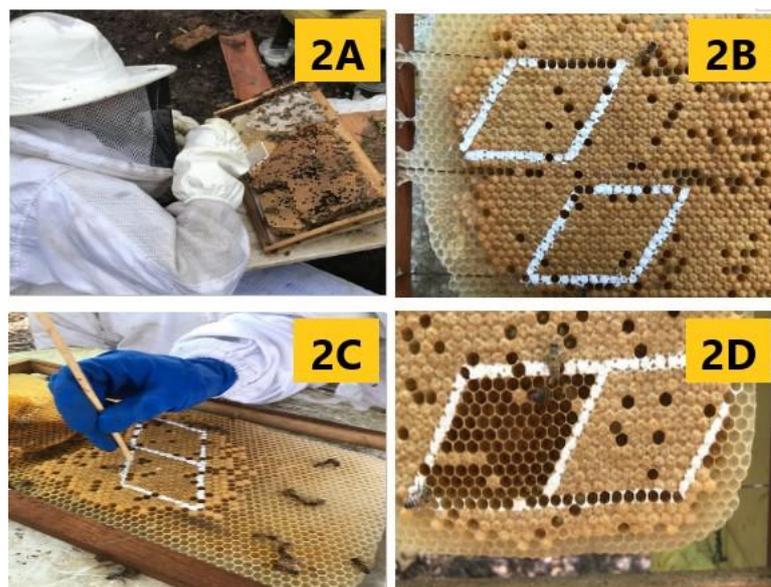
Para determinar a taxa de comportamento higiênico das colônias, foi utilizado o método de perfuração das células de crias por um alfinete entomológico, testado por (Newton e Ostasiewski 1986) e modificado por (Gramacho e Gonçalves 1994).

De todas as colmeias avaliadas retirou-se um quadro de crias operculadas com idade de 10 a 14 dias, nos quais foram selecionadas e marcadas, com o auxílio de um corretivo de cor branca, duas áreas vizinhas contendo 100 células, figura 2A, no formato de losango (paralelogramo), sendo uma área para perfuração e outra sem perfuração para controle, conforme ilustrado na Figura 2B. A perfuração foi realizada com auxílio de alfinete entomológico de 2mm (dois milímetros), o qual foi introduzido no centro do opérculo atingindo a cria conforme a figura 2C.

Após a perfuração das 100 células, o quadro de crias foi devolvido para a colônia, onde permaneceu por 24 horas, para que as operárias realizassem ou não a desoperculação e remoção das crias mortas ou danificadas pelo alfinete. Depois desse período, o quadro foi removido para avaliação das duas áreas e a quantificação das células abertas, conforme a figura 2D. A quantificação das células abertas ocorreu tanto na área com perfuração como na área controle, sendo em seguida, dividido o total dessas células vazias pelo número de células perfuradas. O procedimento de avaliação do comportamento higiênico (CH) foi realizado por três vezes, com intervalo de 15 a 20 dias. Foi considerada higiênica as colônias que apresentaram CH% maior ou igual a 80% em pelo menos duas das três repetições.

Figura 2

Marcação da área com células operculadas (2A), delineamento das áreas (2B), perfuração com alfinete entomológico (2C) e análise após 24h de perfuração(2D). Fonte: Arquivo Insecta, 2022.



Resultados e Discussão

De acordo com a tabela 1, é possível observar que 100% das colônias avaliadas obtiveram o status de colônias higiênicas. Possivelmente, a troca frequente de rainhas na busca de colônias saudáveis e mais produtivas em apiários comerciais na região, favoreceu a produção de enxames selvagens higiênicos, o que pode justificar os resultados obtidos neste estudo.

Os resultados para o percentual de remoção de pupas mortas foram maiores em abelhas africanizadas no sertão paraibano, onde três dos quatro grupos de apiários estudados apresentaram colônias com percentual de remoção de pupas mortas acima de 90% (Olinto et al. 2015).

Tabela 1:
Avaliações e status finais de higienicidade das colônias.

COLÔNIAS	1ª AVALIAÇÃO (%)	2ª AVALIAÇÃO (%)	3ª AVALIAÇÃO (%)	STATUS FINAL
4	95	45	100	Higiênica
5	95	97	97	Higiênica
9	92	100	87	Higiênica
12	97	92	100	Higiênica
16	97	99	96	Higiênica
21	94	98	96	Higiênica
23	97	84	78	Higiênica
25	90	95	100	Higiênica
33	95	74	88	Higiênica
38	93	88	97	Higiênica
46	98	90	99	Higiênica
48	92	81	88	Higiênica
51	94	85	100	Higiênica
53	99	92	88	Higiênica
54	91	93	99	Higiênica
60	96	95	100	Higiênica

Nota: dados da pesquisa (2022)

De acordo com o estudo de Gramacho e Gonçalves (1994), uma colônia é considerada higiênica quando consegue remover pelo menos 80% das crias perfuradas. Nesse sentido, todas as colmeias analisadas apresentaram um bom comportamento higiênico, considerando o resultado final obtido.

Em algumas avaliações dessas colônias foram detectadas a remoção de menos de 80% das crias mortas, como mostra na tabela, podendo ser compreendido pelo horário em que a avaliação foi feita, ou até pela presença de chuvas nesses dias, respectivamente.

A manutenção de colônias resistentes é de extrema importância para um manejo eficaz de pragas e doenças, representando uma alternativa mais sustentável em comparação à dependência de antibióticos e acaricidas. Segundo Gonçalves et al. (2008), o uso desses produtos elimina a possibilidade de seleção.

Além dos benefícios mencionados anteriormente, a seleção de colônias higiênicas também desempenha um papel importante na preservação da diversidade genética das abelhas. Ao promover a reprodução das colônias mais resistentes, essa técnica contribui para a conservação de características genéticas desejáveis, como comportamento higiênico e resistência a doenças. Isso é crucial em um cenário onde as abelhas enfrentam desafios crescentes, como o aumento da prevalência de patógenos e a exposição a pesticidas agrícolas.

A seleção de colônias higiênicas é uma técnica altamente eficiente para eliminar infecções em colônias de abelhas sem a necessidade de utilização de substâncias químicas. Isso resulta em melhorias na saúde e no tamanho populacional das colônias, além de aumentar a produção de produtos apícolas de alta qualidade. Contudo, para que essa prática seja mais amplamente adotada, é crucial disseminar o conhecimento sobre sua importância e os benefícios associados. Conscientizar apicultores, produtores de alimentos e o público em geral sobre o papel vital das abelhas na polinização e na manutenção da biodiversidade pode levar a um maior apoio e investimento em estratégias de manejo sustentável.

Conclusão

Todas as colônias avaliadas no experimento apresentaram índices médios elevados (acima de 80%) de comportamento higiênico, sendo consideradas colônias higiênicas, portanto estão aptas para participarem em programas de melhoramento genético do plantel de colmeias.

Agência financiadora

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processos 406973/2021-0 e 305950/2021-5), a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB e a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

REFERÊNCIAS

- Bogdanov, S. (2006). Contaminants of bee products. *Apidologie*, 37: 1-18. Calderón, R.A.; Van Veen, J.W.; Sommeijer, M.J. and Sanchez, L.A. 2010. Reproductive

- biology of *Varroa destructor* in Africanized honey bees. *Exp Appl Acarol*, 50: 281-297.
- Carneiro, F. E.; Torres, R.R.; Strapazzon, R.; Ramírez, S.A.; Guerra Junior, J.C.V.; Koling, D.F. and Moreto, G. (2007). Changes in the reproductive ability of the mite *Varroa destructor* (Anderson e Trueman) in Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera: Apidae) colonies in Southern Brazil. *Neotrop Entomol*, 36: 949-952.
- Carvalho, J.C. Avaliação de esporos (2004). *Paenibacillus larvae* subsp. larvae em mel de apiários do estado do Piauí e de métodos de detecção. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa. 39p.
- Castagnino, G.L.B. e Orsi, R.O. (2012). Produtos naturais para o controle do ácaro *Varroa destructor* em abelhas africanizadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47: 738-744.
- DE JONG, D.; MORSE, R. A.; EICKWORT, G. E. (1982) Mite pests of honey bees. A. *Rev. Ent.* 27: 229-252
- Duay, P., De Jong, D. and Engels, W (2003). Weight loss in drone pupae (*Apis mellifera*) multiply infested by *Varroa destructor* mites. *Apidologie*, 34: 61-65.
- Giannini, T. C.; Cordeiro, G. D.; Freitas, B. M.; Saraiva, A. M.; Imperatriz-Fonseca, V. L (2015). The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. *Pollination in Brazil. Journal of Economic Entomology*. v. 108, n. 3, p. 849-857.
- Gonçalves, J. C.; Message, D.; Teixeira, A. B.; Pereira, F. M.; Lopes, M. T. R (2015). Comportamento higiênico em abelhas africanizadas. Teresina: Embrapa Meio-Norte, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento N° 82, 20 p.
- Gramacho, K. P.; Gonçalves, L. S (1994). Estudo comparativo dos métodos de congelamento e perfuração de crias para avaliação do comportamento higiênico em abelhas africanizadas. In: CONGRESSO LATINOIBEROAMERICANO DE APICULTURA, 4. Anais. Cordoba-Argentina, 1994. p. 45.
- Gramacho, K. P.; Golçanves, L. S.; Rosenkranz, P.; De Jong, D. (1999). Influence of body fluid from pin-killed honey bee pupae on hygienic behavior. *Apidologie*, v. 30, n. 5, p. 367-374.
- Imperatriz-Fonseca, V.L.; Saraiva, A. M.; Canhos, D. A. L.; Alves, D. A. (Org.) (2012). Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 477p.
- Le Conte, Y.; Navajas, M. (2008). Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, v. 27, n. 2, p. 499-510.
- Lodesani, M. (2004). Control strategies against *Varroa* mites. *Parassitologia*, 46: 277-279.

- Martinez, O. A.; Soares, A. E. E. (2012). Melhoramento genético na apicultura comercial para produção da própolis. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.13, n.4, p.982-990.
- Mcaffee, A.; Chapman, A.; Lovinella, I.; Gallagher-Kurtzke, Y.; Collins, T. F.; Higo, H.; Madilao, L. L.; Pelosi, P.; Foster, L. J. (2018). A death pheromone, oleic acid, triggers hygienic behavior in honey bees (*Apis mellifera* L.). *Scientific Reports*, v. 8, id.5719.
- Michalczyk, M.; Sokol, R. (2014). Nosemosis in honey bees. *Polish Journal of Natural Science*, v. 29, n. 1, p. 91-99.
- Murilhas, A.; Casaca, J (2004). Conviver com a varroa em Portugal. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Universidade de Évora. Agro 354/01, 32 p.
- Nascimento, W. M; Gomes, E. M. L; Batista, E. A; Freitas, R. A (2012). Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*, v. 30, n. 3, p. 494-498.
- Olinto, F. A.; DA Silveira, D. C.; Lima, D. C.; Maracajá, P. B (2015). Comportamento higiênico em colmeias de *Apis mellifera* L. africanizadas no Sertão da Paraíba. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n. 3, p. 08-12..
- Oliveira, ML de; Cunha, J. A. Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, (1836) (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica. *Acta Amazônica*, v. 35, n. 3, p. 389-394.
- Palacio, A.; Figini, E.; Rodriguez, E. y Ruffinengo, S. (1996). Evaluación de distintos métodos utilizados para estimar el comportamiento higiénico en la abeja melífera. 50 Congreso Ibero Latinoamericano de Apicultura, Mercedes. UR.
- Palacio, M.A., Rodriguez, E., Gonçalves, L., Bedascarrasbure, E., Spivak, M. (2010). Hygienic behaviors of honey bees in response to brood experimentally pin-killed or infected with *Ascosphaera apis*. *Apidologie*. 41(1). p 602–612.
- Reybroeck, W.; Daeseleire, E.; De Brabander, H. F.; Herman, L. (2012). Antimicrobials in beekeeping. *Veterinary Microbiology*, v. 158, n. 1-2, p. 1-11, 2012.
- Rosenkranz, P.; Aumeiera, P.; Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of Varroa destructor. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 103, n. suppl 1, p. S96-119, 2010.
- Rothenbuhler, W. C. Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of F1 and backcross generations to disease-killer brood. *American ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 2012913 5 *Zoology*, v.4, p.111-123, 1964.
- SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Tipologia climática köppen. Disponível em: <https://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_a_climatica_segundo_koppen_2014.pdf>. Acesso em: 21 abr 2023.

- Silva, A. L. S.; Sosnowski, L. A.; Velho, N. M. R. (2006). Avaliação preliminar do comportamento higiênico sanitário em colmeia da empresa SER *Apis*, coletadas no Vale do Paraíba. In: X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação. Anais do VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, São José dos Campos-SP.
- Souza, D. L.; Evangelista-Rodrigues, A.; De Caldas Pinto, M. S. (2007). As abelhas como agentes polinizadores. REDVET. *Revista electrónica de Veterinária*, v. 8, n. 3.
- Tentcheva, D.; Gauthier, L.; Bagny, L.; Fievet, J.; Dainat, B.; Cousserans, F.; Colin, M.E. and Bergoin, M. (2006). Comparative analysis of deformed wing virus (DWV) RNA in *Apis mellifera* and *Varroa destructor*. *Apidologie*, 37: 41-50.