



Boletim Técnico-Científico Insecta

Volume 2 | Número 4
2022

ISSN: 2763-6887

Publicação do Grupo de Pesquisa Insecta do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Sobre os Autores:

Vanessa Santos Louzado das Neves é Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutoranda em Ciências Agrárias/UFRB.

Vitor Castor Modesto é Graduando em Biologia/UFRB.

Laécio dos Santos Farias é Graduando em Agronomia/UFRB.

Emmanuel Emydio Gomes Pinheiro é Médico Veterinário/UFRB, Mestre em Ciência Animal nos Trópicos/UFBA e Doutorando em Ciências Agrárias/UFRB.

Samira Maria Peixoto Cavalcante da Silva é Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Agrárias/UFRB.

Carine Mascena Peixoto é Bióloga, Mestre em Microbiologia Agrícola e Doutora em Ciências Agrárias/UFRB.

Geni da Silva Sodré é Engenheira Agrônoma/UFBA, Mestre e Doutor em Ciências (Entomologia)/USP.

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho é Engenheiro Agrônomo/UFBA, Mestre em Ciências Agrárias/UFBA e Doutor em Ciências (Entomologia)/USP.

COMO DETERMINAR O NÍVEL DE INFECÇÃO DE *Vairimorpha* spp., AGENTE CAUSADOR DA NOSEMOSE EM ABELHAS?

Vanessa Santos Louzado das Neves

Vitor Castor Modesto

Laécio dos Santos Farias

Emmanuel Emydio Gomes Pinheiro

Samira Maria Peixoto Cavalcante da Silva

Carine Mascena Peixoto

Geni da Silva Sodré

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

**Sobre o Grupo de
Pesquisa Insecta:**

Continuação dos egressos do Grupo de Pesquisa Insecta durante o período da UFBA (em ordem alfabética) (formação no âmbito do GPI na UFBA e situação atual, quando foi possível obter essa informação): Eveline Germano Carvalho (Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola e Estágio Curricular Supervisionado/UFBA); Florisvaldo Mesquita dos Santos (Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola, Estágio Docência no Ensino Superior e Mestrado/UFBA); Geni da Silva Sodré (Estágio Voluntário/UFBA) (Atualmente é Doutora e Docente da UFRB); Gilberto Marcos de Mendonça Santos (Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola e Mestrado/UFBA) (Atualmente é Doutor e Docente da UEFES); Gilberto Mascarenhas Dias (Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola/UFBA); Gilson Oliveira Santana (Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola e Iniciação Científica FAPESB/UFBA); Henrique Batalha Filho (discente do Curso de Graduação da UESB, Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola/UFBA); Isabelle Brito Leite (Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola/UFBA); Ivanete Melo Sobral (Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola/UFBA); Jaylson Araujo dos Santos (Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola/UFBA); João Anízio Dourado Mendes (Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola/UFBA); Jomary Maurícia Leite Serra (Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola/UFBA); Jorge de Andrade dos Santos (Iniciação Científica/FAPESB/UFBA); José Carlos Araújo Mercês Júnior (Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola/UFBA); José Dionísio Borges de Macêdo (Estágio Voluntário em Entomologia Agrícola e Mestrado/UFBA) (Atualmente é Doutor e Docente do IFBAIANO) (continua no próximo número).

Apresentação

O Boletim Técnico Científico Insecta tem por objetivo divulgar técnicas e informações científicas de aplicação na entomologia e áreas afins, de maneira clara e objetiva, contribuindo para suprir lacunas da literatura brasileira ou ampliando as informações disponíveis sobre temas específicos, focando no estudo dos insetos, seus produtos ou nas suas relações com outras áreas do conhecimento.

Pretende-se colaborar na divulgação de técnicas e ferramentas que ajudem na execução de ensaios técnicos e científicos, assim como, revisões e impressões sobre temas específicos da entomologia e áreas correlatas.

Neste número é abordado o tema COMO DETERMINAR O NÍVEL DE INFECÇÃO DE *Vairimorpha* spp., AGENTE CAUSADOR DA NOSEMOSE EM ABELHAS? uma importante contribuição para os interessados no desenvolvimento da pesquisa com abelhas.

Conselho Editorial

COMO DETERMINAR O NÍVEL DE INFECÇÃO DE *Vairimorpha* spp., AGENTE CAUSADOR DA NOSEMOSE EM ABELHAS?

Vanessa Santos Louzado das Neves¹, Vitor Modesto Castro², Laécio dos Santos Farias², Emmanuel Emydio Gomes Pinheiro¹, Samira Maria Peixoto Cavalcante da Silva³, Carine Mascena Peixoto³, Geni da Silva Sodré⁴ & Carlos Alfredo Lopes de Carvalho⁴

1 Discentes do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas-BA. <https://orcid.org/0000-0002-9224-2976>; <https://orcid.org/0000-0002-6302-2085>

2 Discentes do Curso de Graduação, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas-BA. <https://orcid.org/0009-0000-2883-2616>; <https://orcid.org/0000-0002-7568-6065>

3 Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Insecta, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas-BA. <https://orcid.org/0000-0001-8275-4575>; <https://orcid.org/0000-0001-6855-6310>

4 Docente da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas-BA. <https://orcid.org/0000-0002-6184-4720>; <http://orcid.org/0000-0002-3306-3003>

* Autor correspondente: vanessaneves2012@hotmail.com

Resumo: As abelhas são organismos de importante relevância para o equilíbrio do meio ambiente e desenvolvimento da agricultura, tanto pelo serviço de polinização quanto pela possibilidade de exploração dos produtos da colmeia. No entanto, perdas de colônias são relatadas em todo o mundo com causas de diversos estressores, entre eles o microsporídeo *Vairimorpha apis* e *V. ceranae*. O objetivo deste trabalho foi apresentar uma metodologia padrão para determinar o nível de infecção desses patógenos em *Apis mellifera*.

Palavras-chaves: Sanidade apícola, estressores microbiológico, *Nosema*.

Abstract: The bees are organisms of important relevance for the balance of the environment and the development of agriculture, both for their pollination service and for the possibility of exploiting hive products. However, losses colonies are reported around the world caused by various stressors, including the microsporidian *Varimorpha apis* and *V. ceranae*. The objective of this work was to record the level of infection of *V. apis* and *V. ceranae* in *Apis mellifera*.

Key words: Bee health, microbiological stressors, *Nosema*.

Dentre os parasitos e patógenos responsáveis por perdas de colônias, encontram-se o fungo *Vairimorpha* spp., responsável por causar a doença conhecida por nosemose. Este parasito afeta o intestino das abelhas e compromete seu desempenho e sobrevivência (PAŞCA et al., 2019).

A nosemose anteriormente era atribuída à espécie do gênero *Nosema*, o que deu originalmente o nome desta doença das abelhas melíferas. Recentemente esse gênero foi revisado e parte de suas espécies foram inseridas no gênero *Vairimorpha*. A separação entre esses dois gêneros era devido a presença de octósporos uninucleados (oito esporos uninucleados), mas por meio da filogenia foi possível identificar que espécies de ambos os gêneros podem apresentar ou não os octósporos uninucleados, os quais dependem de fatores ambientais para que sejam ativados. As duas espécies de *Nosema* associadas com abelhas sociais foram alocadas para *Vairimorpha* (TOKAREV et al., 2020).

O nome dado para as espécies desses microsporídios vinculadas com abelhas está relacionado à espécie de abelha em que foram primeiramente relatados, ou seja, o *Nosema apis* Zander, 1909, que foi relatado em *Apis mellifera* na Europa e o *Nosema ceranae* Fries, Feng, Silva, Slemenda e Pieniaek, 1996, que foi detectado em *Apis cerana* na Ásia (FRIES et al., 1996). Ambas as espécies foram inseridas no gênero *Vairimorpha* (TOKAREV et al., 2020) e seus correspondentes no gênero *Nosema* passaram a ser sinónímia.

Vairimorpha apis encontra-se distribuído mundialmente ocorrendo em colônias de *A. mellifera* na América do Norte, América Central, América do Sul, Europa e Ásia (GIERSCH et al., 2009). Essa espécie foi um dos primeiros microsporídios a ser descrito e a doença causada por ela foi reconhecida antes mesmo do seu agente etiológico ser descoberto (HIGES et al., 2010). Em 1909 na Alemanha, os “corpúsculos brilhantes” encontrados no trato digestivo de *A. mellifera* foram nominados como *N. apis*. Em 1975 sua presença foi confirmada em colônias de *A. mellifera* nos Estados Unidos (TRAVER; FELL, 2015) e em 1979 este microsporídio foi detectado no Brasil (TEIXEIRA et al., 2013). Relatos da ocorrência de *Vairimorpha apis* (Zander, 1909) em *A. mellifera* são mais escassos quando comparados aos de *V. ceranae*.

Vairimorpha ceranae (Fries, Feng, Silva, Slemenda e Pieniaek, 1996) foi primeiramente descrito na espécie *A. cerana* na Ásia em 1994. Nessa época acreditava-se que este microsporídio era restrito apenas a esta espécie de abelha no leste da Ásia (FRIES et al., 1996). Mais tarde foi também detectado em colônias de *A. mellifera* na Europa (HIGES, M.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; MEANA, 2006) e novamente na Ásia (HUANG et al., 2007). Atualmente, *V. ceranae* encontra-se disseminado em todo o mundo, inclusive no Brasil (TEIXEIRA et al., 2013; NEVES et al., 2023).

Possivelmente *V. ceranae* foi transferido de seu hospedeiro original (*A. ceranae*) para abelhas *A. mellifera*. Porém, ainda não há relatos do exato momento em que ocorreu essa transmissão e qual rota metabólica facilitou a infecção de *V. ceranae* a essa nova população hospedeira (CHEN et al., 2008). A detecção mais antiga relatada dessa espécie em *A. mellifera* ocorreu no Uruguai em 1964 (INVERNIZZI et al., 2009), seguido de sua ocorrência no Brasil em 1979 (TEIXEIRA et al., 2013).

Apesar de muitos estudos citarem o início da disseminação de *V. ceranae* em colônias de *A. mellifera* na Europa, a data mais antiga de sua detecção neste continente foi em 1998 (PAXTON et al., 2007), ou seja, posterior às ocorrências do microsporídio na América do Sul e América do Norte (PAXTON et al., 2007; IVERNIZZI et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2013). De acordo com Higes et al. (2010), a detecção simultânea de *V. ceranae*, tanto na Europa como na Ásia, pode não estar relacionada com a mudança de hospedeiro para *A. mellifera* e sim pelo desenvolvimento de novas ferramentas moleculares altamente sensíveis e específicas na detecção do microsporídio.

A infecção do microsporídio *Vairimorpha* pode causar diarreia, dilatação abdominal e, em casos, severos a morte das abelhas (MORITZ et al., 2010). A perda de líquido pela diarreia enfraquece as abelhas causando redução populacional e danos econômicos para o produtor (CARLETTO et al., 2013; FONTBONNE et al., 2013). As infecções por *Vairimorpha* spp. afetam o comportamento das abelhas bem como sua fisiologia e podem causar modificações na produção de feromônios fazendo com que as abelhas saiam para o forrageamento precocemente o que afeta a dinâmica da colônia (PARIS et al., 2018).

A transmissão por *V. ceranae* ocorre por via fecal-oral (CARLETTO et al., 2013; FONTBONNE et al., 2013), mas pode ocorrer também a transmissão via horizontal na qual os microsporídios são passados das abelhas operárias para a rainha, no momento da alimentação da rainha (HIGES et al., 2009). Relatos da infecção dos ovários e espermateca de rainhas de *A. mellifera* por *V. ceranae* sugerem também a possibilidade de transmissão vertical desse microsporídio (TRAVER; FELL, 2015).

Outra forma de dispersão de *V. ceranae* ocorre por meio do comércio mundial de produtos apícolas (KLEE et al., 2007), como o mel (GIERSCH et al., 2009) e a geleia real (COX-FOSTER et al., 2007) que foram relatados como fontes de esporos de *V. ceranae*. Materiais apícolas contaminados também facilitam a dispersão do microsporídio de apiário para apiário entre diferentes áreas geográficas (KLEE et al., 2007). Além disso, a comercialização de rainhas e de operárias pode ser mais uma via de infecção de *V. ceranae* para outras localidades (GIERSCH et al., 2009).

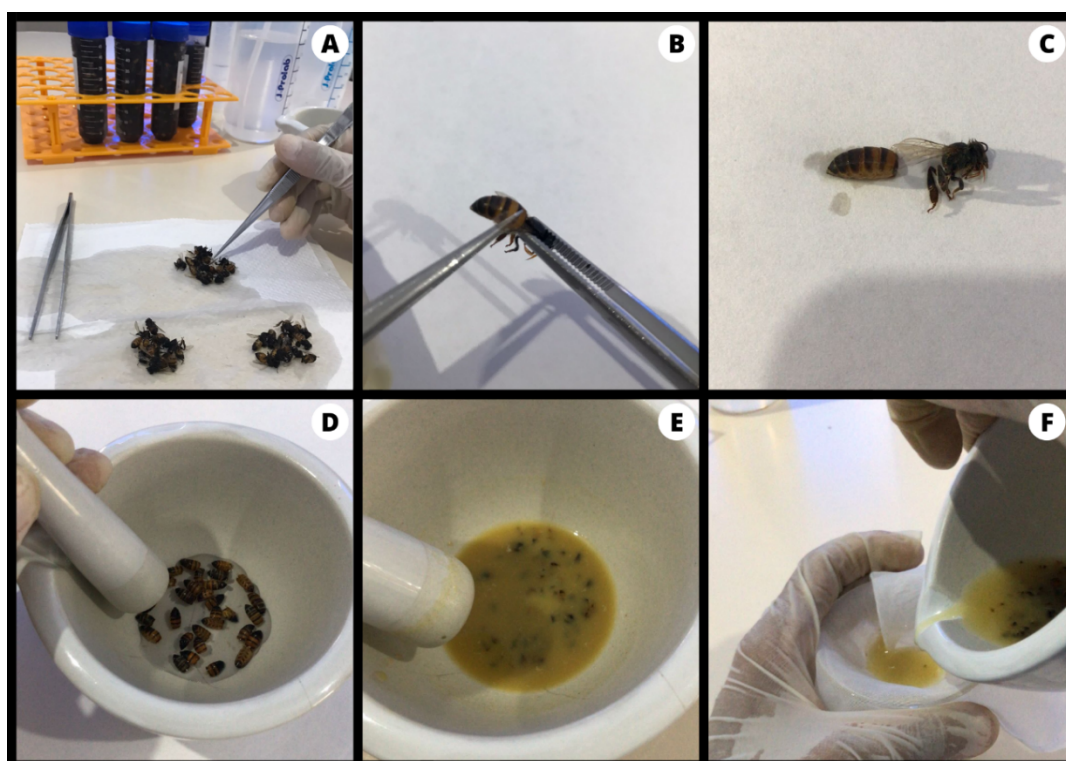
A infecção por *V. ceranae* em zangões maduros e imaturos foi reportada, sendo assim, um meio de propagação do fungo dentro e entre os apiários já que estes são conhecidos por derivarem de suas colmeias para outras colmeias com finalidade reprodutiva (TRAVER; FELL, 2015). Peng et al. (2016) descobriram que o fluido seminal de zangões de *A. mellifera* apresentam em seu conteúdo moléculas antimicrobianas eficientes capazes de matar os esporos de *V. apis* e assim reduzir o risco de transmissão da doença durante o acasalamento.

Além de *A. mellifera* há relatos da ocorrência de *Vairimorpha* em outras espécies do gênero *Apis*: *A. cerana* (FRIES et al., 1996), *A. koschevnikovi* (BOTÍAS et al., 2012), *A. florea* e *A. dorsata* (CHAIMANEE et al., 2011). Esse microsporídio também tem sido descrito infectando espécies do gênero *Bombus* spp. (PLISCHUK et al., 2009; GRAYSTOCK et al., 2013), como *B. brasiliensis* na Argentina (PLISCHUK; LANGE, 2016), *B. atratus* e *B. bellicosus* no Uruguai (ARBULO et al., 2015). Além disso, há relatos da presença desse microsporídio nas abelhas sociais sem ferrão, como em *Melipona* spp. (PORRINI et al., 2017) e *Nannotrigona* spp. (GUIMARÃES-CESTARO et al., 2020), além de vespas sociais (PORRINI et al., 2017).

Neste contexto, a determinação do nível de infecção nas colônias é uma condição de fundamental importância para a definição de estratégias de manejo e controle da doença na criação de abelhas.

Determinação do nível de infecção do microsporídio *Vairimorpha* spp.

A detecção segue o preconizado pelo protocolo recomendado pelo Manual de Testes, Diagnósticos e Vacinas para Animais Terrestres da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2021). No caso de *Apis mellifera* são analisadas em *pool* de 30 abelhas (Figura 1A).



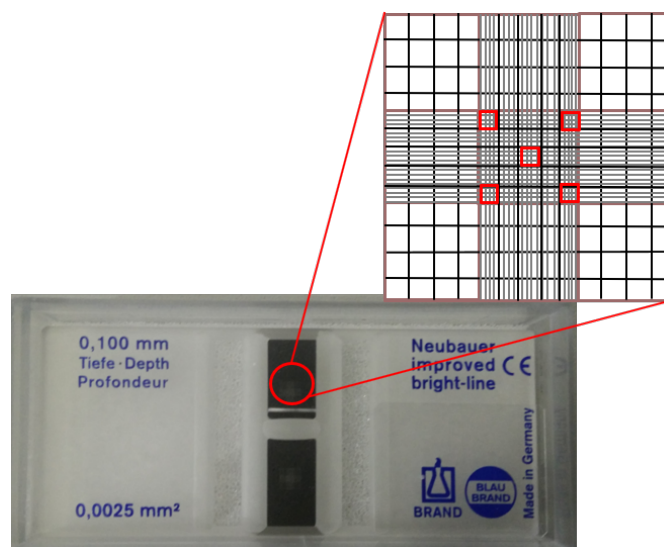
Fonte: (Acervo *Insecta*, 2022).

Figura 1. Etapas da maceração: A) Contagem das abelhas; B) Separação do abdômen; C) Abdômen já separado; D) Cadinho com abdomens e parte do volume de água que foi utilizado; E) Macerado; e F) Filtragem do macerado.

Os indivíduos são dissecados individualmente, separando a cabeça e tórax do abdômen (Figura 1B e 1C). Em seguida os abdomens das 30 abelhas são macerados em cadinho de porcelana com o auxílio de pistilo (Figura 1D). Após a maceração é acrescentado 1 mL de água destilada, por abelha, diluindo o macerado, que em seguida é homogeneizado e separado a parte

grosseira da líquida (Figura 1E e 1F) em seguida é retirado 10 μ L da mistura e colocado na Câmara de Neubauer coberto por lamínula deixando descansar por dois minutos até iniciar a leitura. Para a contagem dos esporos é utilizado o microscópio óptico na objetiva de 40x diretamente na Câmara de Neubauer (Figura 2).

A contagem na câmara de Neubauer é realizada em cinco áreas da câmara (Figura 2), com objetivo de evitar a recontagem dos mesmos esporos. A contagem é feita em triplicatas por amostra. Nos casos em que possam ser encontrados mais de 50 esporos por área quadrada, é realizada a diluição da amostra com água destilada. O resultado obtido é submetido à equação: $Z = \frac{\alpha}{\beta} \times \delta \times 250.000$, onde: Z = Número de esporos por abelha; α = Número de esporos contados; β = Número de quadrados contados; e. δ = Fator de diluição (se houver).



Fonte: Acervo Insecta, 2022

Figura 2. Câmara de Neubauer, com detalhes das áreas de contagem em vermelho.

Após a quantificação dos esporos e a determinação do nível de infecção é possível classificar a intensidade da infecção da nosemose em abelhas, conforme foi proposto por Jaycox (Tabela 1) (MOLINA-PARDO et al., 1990; CALDERÓN-FALLAS; MORENO-MORALES, 2022).

Tabela 1. Nível de infecção, intensidade da infecção e quantidade de esporos por mL de *Vairimorpha* spp. em abelhas, proposta por Jaycox, adaptado de Molina-Pardo et al. (1990) e Calderón-Fallas; Moreno-Morales (2022).

Nível de infecção	Intensidade	Quantidade de esporos por mL
Nulo	0	Menos de 10.000
Muito leve	1	10.000 - 1.000.000
Leve	2	1.000.001 - 5.000.000
Moderado	3	5.000.001 - 10.000.000
Semi-forte	4	10.000.001 - 20.000.000
Forte	5	Acima de 20.000.000

Os resultados podem ser associados aos dados climáticos, períodos de seca e chuva, dados de floração, entre outros. Além disso pode ser expresso em diferentes tipos de gráficos, como Barras, Pizza e Box-Plot. As Análises de correlação, de variância (ANOVA), testes paramétricos de comparação de médias (eg.: Tukey) e não paramétricos (eg.: Kruskal-Wallis), assim como média, desvio padrão e intervalo de confiança, poderão ser aplicados em função dos níveis de normalidade e homogeneidade dos dados e dos objetivos do estudo (MERCÊS, 2018; OLIVEIRA et al., 2022; NEVES et al., 2023).

Agradecimentos

Aos Consultores *ad hoc* pelas contribuições no texto final. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Código de Financiamento 01, pelas bolsas de pós-graduação concedida à VSLN e SMPCS. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio dos Processos 406973/2021-0 e 305950/2021-5 e Bolsas de Iniciação Tecnológica (VMC) e Científica (LSF).

Referências Bibliográficas

- ARBULO, N.; ANTÚNEZ, K.; SALVARREY, S.; SANTOS, E.; BRANCHICCELA, B.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; et al. High prevalence and infection levels of *Nosema ceranae* in bumblebees *Bombus atratus* and *Bombus bellicosus* from Uruguay. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 130, p. 165-168, 2015.
- BOTÍAS, C.; ANDERSON, D. L.; MEANA, A.; GARRIDO-BAILÓN, E.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; HIGES, M. Further evidence of an oriental origin for *Nosema ceranae* (Microsporidia: Nosematidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 110, n. 1, p. 108-113, 2012.
- CALDERON-FALLAS, R. A.; MORENO-MORALES, E. Nível de infección del microsporidio *Nosema* spp. en colmenas de abejas africanizadas y su relación con la precipitación y humedad relativa. *Agronomía Costarricense*, v. 46, n. 1, p. 65-75, 2022.
- CARLETTO, J.; BLANCHARD, P.; GAUTHIER, A.; SCHURR, F.; CHAUZAT, M. P.; RIBIÈRE, M. Improving molecular discrimination of *Nosema apis* and *Nosema ceranae*. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 113, n. 1, p. 52-55, 2013.
- CHAIMANEE, V.; CHEN, Y.; PETTIS, J. S.; CORNMAN, R. S.; CHANTAWANNAKUL, P. Phylogenetic analysis of *Nosema ceranae* isolated from European and Asian honeybees in Northern Thailand. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 107, n. 3, p. 229-233, 2011.

CHEN, Y.; EVANS, J. D.; SMITH, I. B.; PETTIS, J. S. *Nosema ceranae* is a long-present and wide-spread microsporidian infection of the European honey bee (*Apis mellifera*) in the United State. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 97, n. 2, p. 186-188, 2008.

COX-FOXTER, D.L.; CONLAN, S.; HOLMES, E.C.; PALACIOS, G.; EVANS, J.D.; MORAN, N.A.; et al. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*, v. 318, n. 5848, p. 283–287, 2007.

FONTBONNE, R.; GARNERY, L.; VIDAU, C.; AUFAUVRE, J.; TEXIER, C.; TCHAMITCHIAN, S.; et al. Comparative susceptibility of three Western honeybee taxa to the microsporidian parasite *Nosema ceranae*. *Infection, Genetics and Evolution*, v. 17, p. 188-194, 2013.

FRIES, I.; FENG, F.; DA SILVA, A.; SLEMENDA, S. B.; PIENIAZEK, N. J. *Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae). *European Journal of Protistology*, v. 32, n. 3, p. 356-365, 1996.

GIERSCH, T.; BERG, T.; GALEA, F.; HORNITZKY, M. *Nosema ceranae* honey bees (*Apis mellifera*) and contaminates honey in Australia. *Apidologie*, v. 40, n. 2, p. 117-123, 2009.

GUIMARÃES-CESTARO, L.; MARTINS, M.F.; MARTÍNEZ, L.C.; ALVES, M.L.T.M.F.; GUIDUGLI-LAZZARINI, K.R.; NOCELLI, R.C.F.; TEIXEIRA, É.W. Occurrence of virus, microsporidia, and pesticide residues in three species of stingless bees (Apidae: Meliponini) in the field. *The Science of Nature*, v. 107, p. 1-14, 2020.

GRAYSTOCK, P.; YATES, K.; DARVILL, B.; GOULSON, D.; HUGHES, W. O. Emerging dangers: Deadly effects of an emergent parasite in a new pollinator host. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 114, n. 2, p. 114-119, 2013.

HIGES, M.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; MEANA, A. *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honey bees in Europe. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 92, n. 2, p. 93-95, 2006.

HIGES, M.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; GARCÍA-PALENCIA, P.; MARÍN, P.; MEANA, A. Horizontal transmission of *Nosema ceranae* (Microsporidia) from worker honeybees to queens (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology Reports*, v.1, n.6, p. 495-498, 2009.

HIGES, M.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; MARTÍNEZ-SALVADOR, A.; GARRIDO-BAILÓN, E.; GONZÁLEZ-PORTO, A. V.; MEANA, A.; et al. A preliminary study of the epidemiological factors related to honey bee colony loss in Spain. *Environmental Microbiology Reports*, v. 2, n. 2, p. 243-250, 2010.

HUANG, W.; JIANG, J.; CHEN, Y.; WANG, C. A *Nosema ceranae* isolate from the honeybee *Apis mellifera*. *Apidologie*, v. 38, n. 1, p. 30-37, 2007.

INVERNIZZI, C.; ABUD, C.; TOMASCO, I. H.; HARRIET, J.; RAMALLO, G.; CAMPÁ, J.; et al. Presence of *Nosema ceranae* in honeybees (*Apis mellifera*) in Uruguay. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 101, n. 2, p. 150-153, 2009.

KLEE, J.; BESANA, A. M.; GENERSCH, E.; GISDER, S.; NANETTI, A.; TAM, D. Q.; et al. Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 96, n. 1, p. 1-10, 2007.

MERCÊS, C. da C. Microrganismo patogênicos associados a *Apis mellifera* no Território do Recôncavo Baiano. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2018. 88p.

MOLINA-PARDO, A.; GUZMÁN, E.; MESSAGE, D.; DE JONG, D.; PESANTE, D.; MANTILLA, C.; MENESES, G. Enfermedades y plagas de la abeja melífera occidental. San Salvador: Organismo Internacional Regional de Sanidade Agraria; 1990.

MORITZ, R. F.; DE MIRANDA, J.; FRIES, I.; LE CONTE, Y.; NEUMANN, P.; PAXTON, R. J. Research strategies to improve honeybee health in Europe. *Apidologie*, v. 41, n. 3, p. 227-242, 2010.

NEVES, V.S.L.; PEIXOTO, C.M.; SODRÉ, G. da; CARVALHO, C.A.L. de. Identificação molecular e nível de infecção de *Vairimorpha ceranae* em *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Scientia Plena* v. 19, p. 090201, 2023

OIE. Office International des Epizooties. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, 2021, versão online. Disponível em: <https://www.oie.int/en/standard-setting/terrestrial-manual/accessonline/>. Acesso em: 14 set. 2021.

OLIVEIRA, M. E. C.; PODEROSO, J. C. M.; SANTOS, ELIABER B.; MENDES, R. B.; REBOUCAS, J. S.; CORDEIRO, C. F.; SERRA, L. S.; NEVES, V. S. L.; MERCES, C. C.; FRANCA, S. O.; PEIXOTO, C. M.; CARVALHO, C. A. L. de. Pathogens In Africanized Honeybees from Brazil. In.: Open Science Research V. 1ed.: Editora Científica Digital, 2022, v. 5, p. 1193-1207.

PARIS, L.; EL ALAOUI, H.; DELBAC, F.; DIOGON, M. Effects of the gut parasite *Nosema ceranae* on honey bee physiology and behavior. Current Opinion in Insect Science, v. 26, p. 149-154, 2018.

PAȘCA, C.; MĂRGHITAȘ, L. A.; ȘONEA, C.; BOBIȘ, O.; BUZURA-MATEI, I. A.; DEZMIREAN, D. S. A Review of *Nosema cerane* and *Nosema apis*: Characterization and Impact for Beekeeping. Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies, v. 76, n. 2, p. 77- 87, 2019.

PAXTON, R. J.; KLEE, J.; KORPELA, S.; FRIES, I. *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*. Apidologie, v. 38, n. 6, p. 558-565, 2007.

PENG, Y.; GRASSL, J.; MILLAR, A. H.; BAER, B. Seminal fluid of honeybees contains multiple mechanisms to combat infections of the sexually transmitted pathogen *Nosema apis*. Proceedings of the Royal Society, v. 283, n. 1823, p. 20151785, 2016.

PLISCHUK, S.; LANGE, C. E. *Bombus brasiliensis* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae) infected with *Nosema ceranae* (Microsporidia). Revista Brasileira de Entomologia, v. 60, p. 347-351, 2016.

PLISCHUK, S.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; PRIETO, L.; LUCÍA, M.; BOTÍAS, C.; MEANA, A.; et al. South American native bumblebees (Hymenoptera: Apidae) infected by *Nosema ceranae* (Microsporidia), an emerging pathogen of honeybees (*Apis mellifera*). Environmental Microbiology Reports, v. 1, n. 2, p. 131-135, 2009.

PORRINI, M.P.; PORRINI, L.P.; GARRIDO, P.M.; PORRINI, D.P.; MULLER, F.; NUÑEZ, L.A.; EGUARAS, M.J. *Nosema ceranae* in South American native stingless bees and social wasp. Microbial Ecology, v. 74, n. 4, p. 761-764, 2017.

TEIXEIRA, E. W.; DOS SANTOS, L. G.; SATTLER, A.; MESSAGE, D.; ALVES, M. L.; MARTINS, M. F.; et al. *Nosema ceranae* has been present in Brazil for more than three decades infecting Africanized honey bees. Journal of Invertebrate Pathology, v. 114, n. 3, p. 250-254, 2013.

TOKAREV, Y. S.; HUANG, W. F.; SOLTER, L. F.; MALYSH, J. M.; BECNEL, J. J.; VOSSBRINCK, C. R. A formal redefinition of the genera *Nosema* and *Vairimorpha* (Microsporidia: Nosematidae) and reassignment of species based on molecular phylogenetics. Journal of Invertebrate Pathology, v. 169, p. 107279, 2020.

TRAVER, B. E.; FELL, R. D. A scientific note: survey for *Nosema* spp. in preserved. Apidologie, v. 46, n. 2, 194-196, 2015.



**Boletim Técnico-Científico
Insecta, v.2, n. 4, 2022**

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.ufrb.edu.br/boletiminsecta>

1ª Edição
Versão eletrônica (2021)

Grupo de Pesquisa *Insecta*, CCAAB,
UFRB, Rua Rui Barbosa, 710 - Centro -
Cruz das Almas/BA - 44.380-000

Conselho Editorial:

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho
Edilson Divino Araújo
Geni da Silva Sodré
Gilberto Marcos de Mendonça Santos
Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Reginaldo Barros
Yzila Liziane Farias Maia de Araújo
Zuleide Silva de Carvalho