

ENTOMOLOGIA:

Estudos sobre a biodiversidade, fisiologia,
controle e importância médica dos insetos 2

José Max Barbosa Oliveira-Junior

Lenize Batista Calvão

(Organizadores)




Ano 2022

ENTOMOLOGIA:

Estudos sobre a biodiversidade, fisiologia,
controle e importância médica dos insetos 2

José Max Barbosa Oliveira-Junior

Lenize Batista Calvão

(Organizadores)



Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás



Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Prof^o Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^o Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^o Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^o Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^o Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^o Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^o Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^o Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^o Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^o Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^o Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^o Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^o Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
Prof^o Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^o Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^o Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^o Dr^a Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
Prof^o Dr^a Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Prof^o Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^o Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^a Welma Emídio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



Entomologia: estudos sobre a biodiversidade, fisiologia, controle e importância médica dos insetos 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: José Max Barbosa Oliveira-Junior
Lenize Batista Calvão

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E61 Entomologia: estudos sobre a biodiversidade, fisiologia, controle e importância médica dos insetos 2 / Organizadores José Max Barbosa Oliveira-Junior, Lenize Batista Calvão. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0616-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.167221410>

1. Biodiversidade. 2. Fisiologia. 3. Insetos. I. Oliveira-Junior, José Max Barbosa (Organizador). II. Calvão, Lenize Batista (Organizador). III. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O e-book “**Entomologia: Estudos sobre a biodiversidade, fisiologia, controle e importância médica dos insetos 2**” é composto por sete capítulos, que abordam temas relevantes sobre diversos insetos que causam danos a vegetais, incluindo os que são de importância econômica, uso adequado e cauteloso de agrotóxicos, além de estudo de caso de cultivo de bioagentes para controle de pragas. É fundamental que os incentivos financeiros sejam devidamente aplicados no avanço de conhecimento científico para políticas públicas associadas ao manejo adequado em um contexto econômico, médico e veterinário.

Nesse contexto, o **capítulo I** apresenta as estimativas do tempo de desenvolvimento de *Amblypelta nítida* (Hemiptera: Coreidae), um *fruitspotting bug* (FSB) nativo da Austrália que ataca principalmente macadâmia, citros, abacate, pinha, lichia, maracujá, mamão e manga. O tempo de desenvolvimento foi estimado com base nas demandas térmicas ovo-adulto. Identificar anualmente o ciclo desses insetos é fundamental para defesa das plantas atacadas. O **capítulo II** identifica a seleção de princípios ativos de agrotóxicos para o uso de controle químico para o manejo sustentável de *Anastrepha curvicauda* Gertaecker, 1860 (*syn. Toxotrypana curvicauda*) (Diptera: Tephritidae) em cultivo de mamão no Brasil. Sem dúvida essa abordagem auxilia nos planos futuros de enfrentamento no controle da sua entrada no país e também no uso adequado e cauteloso de substâncias que podem ser prejudiciais ao meio ambiente se não manejado de forma adequada. O **capítulo III** sintetiza estudos de aplicação de terapia fotodinâmica antimicrobiana contra diversos patógenos. Um organismo modelo é *Galleria mellonella*, um lepidóptero da família *Pyrilidae*, com grande destaque nas pesquisas envolvendo essa abordagem. O **capítulo IV** avalia relações e variações no tamanho corporal do inseto *Hedypathes betulinus* Klug (1825) (Coleoptera: Cerambycidae). Esse estudo tem implicações importantes em um contexto ecológico e econômico uma vez que o inseto causa a broca da erva-mate. O **capítulo V** demonstra que *Scirtothrips dorsalis* Hood, 1919 (Thysanoptera: Thripidae) é um inseto polífago que ataca plantas de importância econômica, e que já causou viroses na América do Sul, por isso prospectar informações preventivas sobre o inseto é fundamental para estabelecer estratégias de manejo. Foram estimadas as quantidades de gerações do inseto sujeitas aos desenvolvimentos nos períodos de maior disponibilidade de flores/frutos da macadâmia. O **Capítulo VI** aborda a importância de aproximar a população dos conhecimentos sobre a doença de Chagas, considerada infecciosa parasitária, orientando como evitar a disseminação desse vetor, bem como destaca a importância de uma vigilância entomológica efetiva. Por fim, o **capítulo VII** demonstra resultados promissores com cultivo de bioagentes como Nematoides entomopatogênicos (NEPs) que são parasitas obrigatórios de insetos e podem ser usados como ferramentas no controle de pragas de

importância agrícola, médica e veterinária.

Esse conjunto de artigos publicados pela Atena Editora traz temas atuais e relevantes.

A você leitor e leitora, desejamos uma excelente leitura!

José Max Barbosa Oliveira-Junior

Lenize Batista Calvão

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTIMATIVAS DO DESENVOLVIMENTO DE *Amblypelta nitida* POR DEMANDAS TÉRMICAS EM ÁREA DE MACADÂMIA DE SÃO PAULO

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Rafael Mingoti

Leonardo Massaharu Moriya

Pedro Luís Blasi de Toledo Piva

Micaela de Souza Diogo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1672214101>

CAPÍTULO 2..... 14

ESTRATÉGIAS PROSPECTIVAS DE USO DE CONTROLE QUÍMICO PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DE *Anastrepha curvicauda* EM MAMÃO

Vera Lucia Ferracini

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Rafael Mingoti

Giovanna Galhardo Ramos

Bárbara de Oliveira Jacomo

Marco Antonio Ferreira Gomes

Jeanne Scardini Marinho-Prado

Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1672214102>

CAPÍTULO 3..... 51

O USO DA *Galleria mellonella* COMO MODELO EXPERIMENTAL PARA TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Bruno Luís Lima Soares

Bruno Vinicius Daquila

Bárbara Emanoele Costa Oliveira

Luís Cláudio Nascimento da Silva

Helio Conte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1672214103>

CAPÍTULO 4..... 63

MORFOMETRIA DE APÊNDICES LOCOMOTORES DAS FÊMEAS DE *HEDYPATHES BETULINUS* KLUG (1825) (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE).

Marcelo Costa

Maria Eliza Miyoko Tomotake

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1672214104>

CAPÍTULO 5..... 71

***Scirtothrips dorsalis* E PROSPECÇÃO DE SEU DESENVOLVIMENTO EM CONDIÇÃO TÉRMICA DE DOIS CÓRREGOS, SP**

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Leonardo Massaharu Moriya

Rafael Mingoti
Jeanne Scardini Marinho-Prado
Pedro Luís Blasi de Toledo Piva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1672214105>

CAPÍTULO 6..... 90

MÉTODOS DE CONTROLE DE TRIATOMÍNEOS

Gledson Micael da Silva Leite
Francisco Roberto de Azevedo
Estelita Lima Cândido

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1672214106>

CAPÍTULO 7..... 101

NEMATOIDE ENTOMOPATOGÊNICO: UM RESUMO

Laura Vaillant Ribeiro Mauri
Alixelhe Pacheco Damascena
Dirceu Pratissoli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1672214107>

SOBRE OS ORGANIZADORES 114

ÍNDICE REMISSIVO..... 115

NEMATOIDE ENTOMOPATOGÊNICO: UM RESUMO

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 05/08/2022

Laura Vaillant Ribeiro Mauri

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro
de Ciências Agrárias e Engenharias
Alegre - Espírito Santo – Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-4783-2213>

Alixelhe Pacheco Damascena

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro
de Ciências Agrárias e Engenharias
Alegre - Espírito Santo – Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-1374-5119>

Dirceu Pratissoli

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro
de Ciências Agrárias e Engenharias
Alegre - Espírito Santo – Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-4485-1491>

RESUMO: Nematoides entomopatogênicos (NEPs) são parasitas obrigatórios de insetos e demonstram alta eficiência quando utilizados no manejo pragas agrícolas e florestais. A multiplicação massal desses organismos pode ser realizada em sistemas de produção in vitro ou in vivo. Na produção in vitro os nematoides são multiplicados juntamente com a bactéria simbiote em tanques de fermentação com meio nutritivo artificial e controlado. Para a produção in vivo são utilizados insetos hospedeiros saudáveis e suscetíveis, os quais são a fonte de nutrição e ambiente para a reprodução dos nematoides. Muitos insetos foram estudados para serem

empregados na produção in vivo de NEPs, com destaque para o hospedeiro padrão *Galleria mellonella*, o qual é altamente produtivo. Os resultados para a utilização de NEPs no Brasil são promissores, contudo, a falta de incentivo financeiro debilita as pesquisas e retarda o avanço do país para o emprego desses bioagentes no controle de pragas de importância agrícola, médica e veterinária.

PALAVRAS-CHAVE: Agentes de controle biológico. Manejo de pragas. Simbiose. Multiplicação massal.

ENTOMOPATOGENIC NEMATOID: A SUMMARY

ABSTRACT: Entomopathogenic nematodes (ENPs) are obligate parasites of insects and demonstrate high efficiency when used in agricultural and forestry pest management. Mass multiplication of these organisms can be carried out in in vitro or in vivo production systems. In in vitro production, nematodes are multiplied together with the symbiotic bacteria in fermentation tanks with an artificial and controlled nutrient medium. For in vivo production, healthy and susceptible host insects are used, which are the source of nutrition and environment for the reproduction of nematodes. Many insects have been studied to be used in the in vivo production of ENPs, especially the standard host *Galleria mellonella*, which is highly productive. The results for the use of ENPs in Brazil are promising, however, the lack of financial incentive weakens research and delays the country's progress in the use of these bioagents in the control of pests of agricultural, medical and veterinary importance.

KEYWORDS: Biological control agents. Pest management. Symbiosis. Mass multiplication.

1 | INTRODUÇÃO

Os nematoides entomopatogênicos (NEPs) são parasitas obrigatórios de insetos e possuem relação simbiote com bactérias entomopatogênicas. Pertencem às famílias Steinernematidae, composta pelos gêneros *Steinernema* e *Neosteinerema*, e Heterorhabditidae, composta pelo gênero *Heterorhabditis* (ADANS; NGUYEN, 2002).

A primeira descrição desses organismos foi realizada no ano de 1923 e, desde então, foram descritas 118 espécies de *Steinernema* e 20 espécies de *Heterorhabditis* (HUNT; SUBBOTIN, 2016).

Os NEPs são eficientes no manejo de pragas que possuem pelo menos um estágio do ciclo de vida no solo, e ainda, insetos de parte aérea das plantas. No entanto, a rápida dissecação na superfície foliar é um fator limitante. São eficazes e seguros ao meio ambiente e organismos não alvo, e podem ser multiplicados em larga escala (LACEY; GEORGIS, 2012; TESTA; SHIELDS, 2017).

2 | ASSOCIAÇÃO SIMBIOTE COM BACTÉRIAS

As bactérias entomopatogênicas são específicas de acordo com o gênero e espécie do NEP. As espécies do gênero *Heterorhabditis* têm associação com bactérias do gênero *Photorhabdus*, carregando-as na região anterior do intestino, enquanto espécies do gênero *Steinernema* possuem associação com bactérias do gênero *Xenorhabdus*, carregando-as em uma vesícula na região mediana do intestino (BIRD; AKHURST, 1983; BOEMARE; LAUMOND; MAULEON, 1996).

A dependência do nematoide pelas bactérias entomopatogênicas está relacionada à função das mesmas em matar o hospedeiro, transformar seus tecidos em fonte de alimento, disponibilizá-lo como recurso alimentar e propiciar um ambiente adequado para reprodução, por produzirem antibióticos e outros metabólitos secundários que protegem o cadáver do desenvolvimento de microrganismos oportunistas e competidores. Por outro lado, a dependência da bactéria pelos nematoides relaciona-se à disseminação e proteção, tanto do ambiente externo quanto do sistema imunológico do hospedeiro (STOK; BLAIR, 2008).

3 | CICLO DE VIDA

O ciclo de vida dos NEPs é caracterizado pelos estádios de ovo, juvenil (J1, J2, J3 e J4) e adulto, os quais se desenvolvem dentro do hospedeiro. O juvenil infectante (juvenil de estágio 3) é o único estágio de vida livre e o responsável por localizar e infectar novos hospedeiros (ADANS; NGUYEN, 2002) (Figura 1).

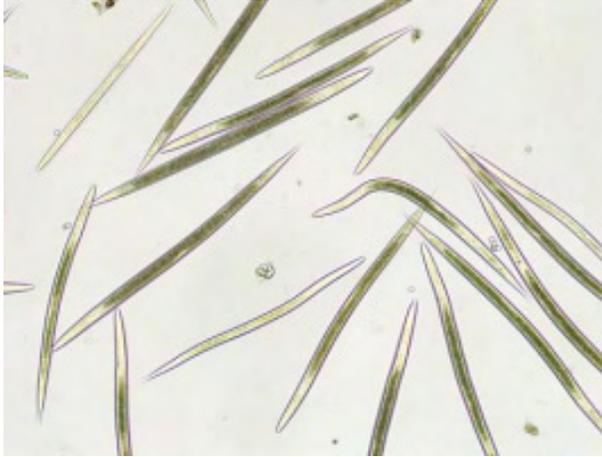


Figura 1. Juvenis infectantes de nematoides entomopatogênicos. Fotografia obtida em microscópio óptico (objetiva com aumento de 200x).

Os juvenis infectantes (JIs) penetram no hospedeiro pela cavidade oral, ânus e espiráculos, ou através do tegumento, como acontece com espécies do gênero *Heterorhabditis*, que possuem a extremidade anterior projetada e queratinizada, a qual utilizam para perfurar a cutícula do hospedeiro (KOPPENHÖFER; GREWAL; FUZY, 2007).

Uma vez dentro do hospedeiro, os juvenis precisam alcançar a hemolinfa para liberarem a bactéria simbiote, que produzirá toxinas responsáveis por provocar a morte do inseto em um intervalo de 24-72 horas. Concomitante à morte do inseto, o ciclo de desenvolvimento do JI é retomado (DILMAN; STERNBERG, 2012).

Em Steinernematidae, o JI se alimenta das bactérias e dos subprodutos por elas produzidos, muda para o 4º estágio, e depois para machos e fêmeas da primeira geração, os quais se acasalam. As fêmeas produzem ovos dos quais eclodem os juvenis de 1º estágio, seguindo-se do 2º, 3º, 4º estádios e fêmeas e machos da segunda geração, que se acasalam e dão origem à prole de terceira geração. Em Heterorhabditidae, o ciclo é semelhante, diferindo-se em relação à primeira geração de adultos, a qual é composta somente por fêmeas hermafroditas (NGUYEN; SMART JUNIOR, 1992; SMART JUNIOR, 1995).

Na terceira geração, quando, geralmente, os recursos nutricionais do cadáver se esgotam, os juvenis de 2º estágio incorporam células da bactéria simbiote e mudam para o 3º estágio de JI, mas retêm a cutícula do 2º estágio, como uma bainha de proteção, e por fim, saem do cadáver em busca de novos hospedeiros (SMART JUNIOR, 1995) (Figura 2).

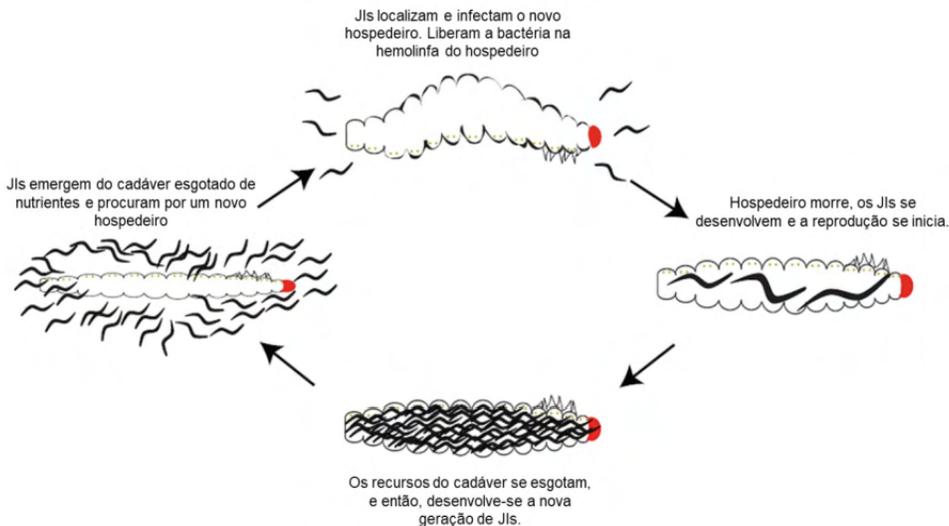


Figura 2. Ciclo de vida dos nematoides entomopatogênicos, modificado de Dilman et al., 2012.

O período que compreende a entrada do JI no hospedeiro e a emergência da nova geração de JI é de 12 – 15 dias, variando de acordo com as espécies associadas e fatores abióticos como temperatura (DEVI, 2018).

4 | SOBREVIVÊNCIA

Ao saírem do cadáver, os JIs retornam ao solo, local onde permanecem até encontrarem um novo hospedeiro. Os JIs não se alimentam e a sobrevivência no ambiente é dependente das taxas metabólicas e dos níveis de energia iniciais que armazenaram durante o desenvolvimento dentro do último cadáver. A energia dos JIs provém 60% do metabolismo de lipídios e está proporcionalmente relacionada à sobrevivência e capacidade infectante (HATAB et al., 1998).

Para sobreviver em condições de estresse ambiental, os nematoides podem manifestar estratégias de migração, afastando-se da condição adversa, adaptação ou sincronização do ciclo de vida com o do hospedeiro. Os JIs podem persistir no solo por mais de 400 dias, de acordo com a espécie ou linhagem, densidade do hospedeiro no ambiente e de fatores ambientais, tanto abióticos, como temperatura, umidade, luz ultravioleta, pH, teor de matéria orgânica e tipo de solo, quanto bióticos, como patógenos e predadores (TOLEDO et al., 2014; SHAPIRO-ILAN; HAZIR; LETE, 2015; WILSON et al., 2016; HELMBERGER et al., 2017).

5 | ESTRATÉGIAS DE BUSCA

As estratégias para encontrar novos hospedeiros variam de acordo com as espécies

de NEPs. O hábito de forrageamento dos JIs pode ser classificado em “ambusher” e/ou “cruiser”. O tipo “ambusher” utiliza a estratégia “sentar e esperar”, permanece em pé sobre a calda, comportamento denominado nictação, e espera até que um hospedeiro se aproxime, enquanto o tipo “cruiser” procura ativamente os hospedeiros pelo solo. Contudo, também existem espécies que apresentam hábito intermediário (BAL et al., 2017).

Os NEPs também possuem quimiorreceptores que captam compostos voláteis, principalmente dióxido de carbono, liberado pelas trocas gasosas do inseto, que os direcionam para os hospedeiros, assim como, voláteis que são emitidos por raízes de plantas em resposta ao ataque de insetos (ENNI et al., 2010; TURLINGS; HILPOLD; RASMANN, 2012).

6 I UTILIZAÇÃO DE NEMATOIDES ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS

Apesar de terem sido descobertos em 1923, a primeira comercialização de NEPs ocorreu após 60 anos e, atualmente, treze espécies dos gêneros *Steinernema* e *Heterorhabditis* são produzidas e comercializadas no mundo (LACEY et al., 2015). O aumento da demanda de NEPs impulsiona investimentos na construção de biofábricas, as quais estão localizadas atualmente na Ásia, América do Norte e Europa, num total de 12 grandes empresas (LACEY et al., 2015).

Os NEPs são eficazes no controle de pragas e podem ser utilizados em cultura pura, ou em combinação com inseticidas químicos ou com outros agentes de controle microbiano, de modo a maximizar os resultados dentro de um programa de manejo (NIEKERK; MALAN, 2015; SHAPIRO-ILAN et al., 2016; SHAURUB et al., 2016; KARY et al., 2018).

A adequação da espécie de NEP a ser utilizada está em função da suscetibilidade e comportamento da praga. Para insetos ativos e sobre a superfície do solo é recomendado se utilizar NEPs com hábito ambusher, e para insetos que estão sob o solo ou em ambientes críticos, NEPs com hábito cruiser terão maior sucesso para encontrá-los (MORTON et al., 2008).

Os NEPs podem ser aplicados com equipamentos comuns de aplicação de inseticidas químicos, como pulverizadores pressurizados ou eletrostáticos, e também por meio de irrigação por gotejamento ou cadáveres de insetos previamente infectados, sendo que, para aplicação em suspensão aquosa, várias formulações podem ser utilizadas como em argila, vermiculita, carvão ativado e grânulos dispersos em água (VALLE et al., 2009; SHAPIRO-ILAN; HAN; DOLINSKI, 2012).

Trabalhos com a amostragem de NEPs em território nacional têm sido realizados de modo a encontrar espécies com potencial para o controle biológico e incentivar a utilização desses organismos no manejo de pragas com espécies nativas, adaptadas à entomofauna e condições edafoclimáticas regionais (DOLINSKI; MOINO JUNIOR, 2006; BRIDA et al.,

2017).

Foram descritas 11 espécies e 56 linhagens de NEPs em território nacional, as quais têm mostrado potencial para o controle biológico, como é o caso da espécie *Heterorhabditis baujardi* LPP7 (Rondônia-BR) (DOLINSKI et al., 2017). A linhagem *H. baujardi* LPP7 foi utilizada em um trabalho de campo realizado pela pesquisadora Cláudia Dolinski, que implementou um programa de manejo do gorgulho da goiabeira (*Conotrachelus psidii*) com produtores de Cachoeira de Macacu, Rio de Janeiro-BR. Nesse programa, além de práticas culturais, foram distribuídos 20 cadáveres de *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) previamente infectados com juvenis do NEP a cada 9 m², o que resultou na redução de 80% da população de adultos da praga (DOLINSKI et al., 2008; DOLINSKI; CHOO; DUNCAN, 2012).

Os resultados para a utilização de NEPs no Brasil são promissores, contudo, a falta de incentivo financeiro debilita as pesquisas e retarda o avanço do país para o emprego desses bioagentes do controle de pragas de importância agrícola, médica e veterinária (DOLINSKI et al., 2017).

7 | SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE NEMATOIDES ENTOMOPATOGÊNICOS

Os sistemas de produção de NEPs podem ser de *in vivo* ou *in vitro*, cada qual com vantagens e desvantagens (Tabela 1).

	Sistemas de produção		
	<i>In vivo</i>	<i>In vitro</i> -meio sólido	<i>In vitro</i> -meio líquido
Dispendio de capital	Baixa	Intermediário	Alta
Especialização técnica	Nominal	Intermediária	Ampla
Obtenção de qualidade	Fácil	Difícil	Difícil
Mão-de-obra	Alta	Intermediária	Baixa
Economia de escala	Baixa	Intermediária	Alta
Facilidade de adaptação a novas espécies	Fácil	Difícil	Difícil

Tabela 1. Comparação entre os sistemas de produção de nematoides entomopatogênicos

Adaptada de Shapiro-Ilan, Han e Qiu, 2014.

7.1 Produção *in vitro*

A produção *in vitro* de NEPs baseia-se na introdução de juvenis em uma cultura pura da bactéria simbiote em um meio nutritivo estéril. O meio contém ingredientes que evitam contaminação com bactérias indesejáveis, retém a bactéria simbiote e fornece todos os nutrientes necessários para a multiplicação dos nematoides (DEVI, 2018)

(Figura 4).

O cultivo dos nematoides nesse método pode ser em meio sólido ou líquido, o qual é esterilizado, inoculando-se a bactéria simbiote e, posteriormente, os nematoides, cuja produtividade é influenciada diretamente pela concentração de nutrientes do meio, e a colheita é realizada após duas a cinco semanas (LEITE et al., 2016).

A produção em meio sólido é realizada em recipientes do tipo Erlenmeyers, e em meio líquido, é realizada em biorreatores de aço inoxidável de até 100.000 litros, com controle de pH, temperatura e agitação constante, de modo a suprir a demanda por oxigênio dos NEPs (Figura 4) (DEVI, 2018).



Figura 3. Cultivo de *Heterorhabditis bacteriophora* em meio líquido. À esquerda encontra-se um fermentador com o meio líquido antes da inoculação com a bactéria simbiote *Photorhabdus*, e à direita, o mesmo meio, após 21 dias de cultivo dos nematoides (INMAN; SINGH; HOLMES, 2012).

O conhecimento da biologia do nematoide, assim como da bactéria simbiote, é de extrema importância, pois cada gênero e/ou espécie tem características específicas, o que resultará no sucesso ou fracasso desse sistema de produção (DEVI, 2018).

Apesar da alta produtividade e baixa demanda de mão de obra, a produção *in vitro* ainda é restrita, pois demanda de altos investimentos, mão de obra especializada, além da difícil adaptação às diferentes espécies de NEPs (SHAPIRO-ILAN; HAN; QIU, 2014).

7.2 Produção *in vivo*

Consiste em um sistema bidimensional que utiliza hospedeiros vivos e saudáveis para

a multiplicação dos NEPs. Geralmente, segue as etapas de inoculação do hospedeiro com o nematoide, colheita, concentração e descontaminação.

A inoculação pode ser realizada por imersão, pulverização ou aplicando a suspensão sobre um substrato condutor. Após um intervalo de 2 a 5 dias, os cadáveres são recolhidos e dispostos em armadilhas do tipo “White”, por meio das quais os JIs migram do cadáver para a água (Figura 3) (WHITE, 1927; SHAPIROILAN et al., 2002).

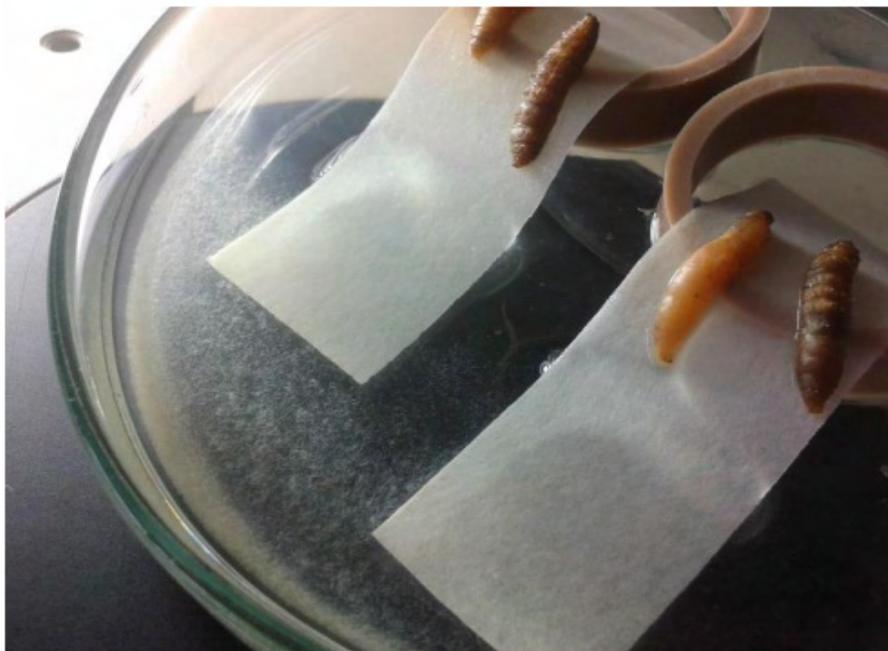


Figura 4. Armadilha de White (1927) modificada, constituída de anel de PVC (25 mm de diâmetro e 50 mm de altura), papel filtro e água.

As principais despesas para a produção *in vivo* incluem os insetos hospedeiros e a mão de obra (Shapiro-Ilan et al., 2014). Tecnologias para reduzir a mão de obra e promover uma escala de produção massal foram desenvolvidas e aprimoradas, como é o caso do método LOTEK, no qual as etapas de colheita, separação e limpeza são automatizadas para reduzir custos (GAUGLER et al., 2002).

A escolha da espécie hospedeira e do nematoide a ser produzido é dependente, principalmente, do rendimento de JIs por custo do hospedeiro e adequação da espécie do nematoide ao inseto praga alvo. O hospedeiro deve ser suscetível, ter alto potencial reprodutivo e multiplicado facilmente com a utilização de materiais de baixo custo (COSTA; DIAS; MORENZ, 2007).

A qualidade do hospedeiro é um dos fatores limitantes, pois quanto maior for o recurso nutricional do inseto para o NEP, maior será a produtividade e qualidade dos

nematóides produzidos (FLANDERS; MILLER; SHIELDS, 1996).

O teor de lipídio é um dos principais fatores que propiciam qualidade ao meio de cultivo, visto que se a fonte de lipídio for insuficiente à demanda dos nematóides, ocorrerá a produção subótima de JIs, além de poder afetar a persistência e desempenho dos JIs em infectar novos hospedeiros (HATAB; GAUGLER, 2001).

A espécie *G. mellonella* é o hospedeiro mais utilizado por apresentar alta suscetibilidade à maioria das espécies de NEPs e propiciar alta produtividade de juvenis. Contudo, a produção de galerias desses insetos em meio a dieta e fortes casulos, o custo de multiplicação e a fragilidade dos cadáveres são algumas desvantagens (MONTEIRO et al., 2014; DEVI et al., 2018).

A larva da farinha, *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae), é um hospedeiro alternativo; o baixo custo de produção e a rigidez do tegumento são algumas vantagens, no entanto, a produtividade de juvenis é substancialmente inferior a *G. mellonella* (MONTEIRO et al., 2014).

Espécies de Lepidoptera, *Cydia pomonella*, *Helicoverpa armigera*, *Corcyra cephalonica* e *Agrotis ipsilon*, de Diptera, *Hermetia illucens* e *Bactrocera dorsalis*, e de Coleoptera, *Alphitobius diaperinus*, são exemplos de outros hospedeiros estudados como alternativos à *G. mellonella*. No entanto, apesar de, geralmente, o custo desses hospedeiros ser menor, a produtividade de JIs é inferior a *G. mellonella*, por questões de suscetibilidade e/ou tamanho do inseto (COSTA; DIAS; MORENZ, 2007; ALI et al., 2008; EBSSA; KOPPENHOVER, 2011; ZIL; MALAN, 2015; TOURTOIS; ALI; GRIESHOP, 2017; GODJO et al., 2018).

Além do hospedeiro, outros fatores que interferem na produção in vivo são temperatura, concentração de JIs, método de inoculação e densidade de hospedeiro por recipiente durante a inoculação dos nematóides, dentre outros (SHAPIRO-ILAN; GAUGLER, 2002; SHAPIRO-ILAN et al., 2012; TESTA; SHILDS, 2017).

Apesar do avanço da tecnologia, a adoção do sistema de produção in vivo é crescente, sendo utilizado principalmente em países em desenvolvimento ou em indústrias artesanais em países desenvolvidos, devido ao investimento relativamente baixo, não dependência de mão de obra especializada e facilidade no processo (GAUGLER et al., 2002; HAZIR et al., 2003).

Em geral, o inseto hospedeiro ainda representa a maior fração dos custos de produção in vivo de NEPs; dessa forma, há necessidade de se encontrar um inseto altamente produtivo e com baixo custo de multiplicação, o que irá maximizar a produção e reduzir o custo do produto final (SHAPIRO-ILAN et al., 2002; TESTA; SHILDS, 2017).

REFERÊNCIAS

ADAMS, B. J.; NGUYEN, K. B. Taxonomy and systematics. In: GAUGLER, R. **Entomopathogenic nematology**. New York: CABI Publishing, 2002. p. 1-28.

ALI, S. S.; PERVEZ, R.; HUSSAIN, M. A.; AHMAD, R. Susceptibility of three lepidopteran pests to five entomopathogenic nematodes and in vivo mass production of these nematodes. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 41, n. 4, p. 300 – 304, 2008.

BAL, H. K.; ACOSTA, N.; CHENG, Z.; GREWAL, P. S.; HOY, C. W. Effect of habitat and soil management on dispersal and distribution patterns of entomopathogenic nematodes. **Applied Soil Ecology**, v. 121, p. 48–59, 2017.

BIRD, A. F.; AKHURST, R. J. The nature of the intestinal vesicle in nematodes of the family Steinernematidae. **International Journal for Parasitology**, v. 13, n. 6, p. 599- 606, 1983.

BOEMARE, N.; LAUMOND, C.; MAULEON, H. The entomopathogenic nematodebacterium complex: biology, life cycle and vertebrate safety. **Biocontrol Science and Technology**, v. 6, p. 333- 345, 1996.

BRIDA, A. L.; ROSA, J. M. O.; OLIVEIRA, C. M. G.; CASTRO, B. M. C; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, L. G; WILCKEN, S. R. S. Entomopathogenic nematodes in agricultural areas in Brazil. **Scientific Reports**, v. 7, p. 1-7, 2017.

COSTA, J. C. R.; DIAS, R. J. P.; MORENZ, M. J. F. Determining the adaptation potential of entomopathogenic nematode multiplication of *Heterorhabditis riobravus* and *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida:Heterorhabditidae, Steinernematidae) in larvae of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Parasitology Research**, v. 102, p. 139–144, 2007.

DEVI, G. Mass production of entomopathogenic nematodes- a review. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, v.3, n. 1032-1043, 2018.

DILLMAN, A. R.; CHASTON, J. M.; ADAMS, B. J.; CICHE, T. A.; GOODRICHBLAIR, H.; STOCK, S. P.; STERNBERG, P. W. An entomopathogenic nematode by any other name. **Plos Pathogens**, v. 8, n. 3, 2012.

DILLMAN, A. R.; STERNBERG, P. W. Entomopathogenic nematodes. **Current biology**, v. 22, n. 11, 2012.

DOLINSK, C.; MOINO JUNIOR, A. Utilização de nematoides entomopatogênicos nativos ou exóticos: o perigo das introduções. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 139-149, 2006.

DOLINSKI, C.; CHOO, H. W.; DUNCAN, H. W. Grower acceptance of entomopathogenic nematodes: case studies on three continentes. **Journal of Nematology**, v. 44, n. 2, p. 226–235, 2012.

DOLINSKI, C.; KAMITANI, F. L.; MACHADO, I. R.; WINTER, C. E. Molecular and morphological characterization of heterorhabditid entomopathogenic nematodes from the tropical rainforest in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 103, n. 2, p. 150-159, 2008.

DOLINSKI, C.; MONTEIRO, C.; ANDALÓ, V.; LEITE, L. G. Studies on entomopathogenic nematodes in Brazil: past and future. **Nematoda**, v. 4, 2017.

EBSSA, L.; KOPPENHOVER, A. M. Entomopathogenic nematodes for the management of *Agrotis ipsilon*: effect of instar, nematode species and nematode production method. **Pest Management Science**, 2011.

ENNIS, D. E.; DILLON, A. B.; GRIFFIN, C. T. Simulated roots and host feeding enhance infection of subterranean insects by the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 103, p. 140–143, 2010.

FLANDERS, K. L.; MILLER, J. M.; SHIELDS, A. J. In vivo production of *Heterorhabditis bacteriophora* 'Oswego' (Rhabditida: Heterorhabditidae), a potential biological control agent for soil-inhabiting insects in temperate regions. **Journal Economic Entomology**, v. 89, n. 2, p. 373-380, 1996.

GAUGLER, R.; BROWN, I.; SHAPIRO-ILAN, D.; ATWA, A. Automated technology for in vivo mass production of entomopathogenic nematodes. **Biological Control**, v. 24, p. 199–206, 2002.

GODJO, A.; ZADJI, L.; DECRAEMER, W.; WILLEMS, A.; AFOUDA, L. Pathogenicity of indigenous entomopathogenic nematodes from Benin against mango fruit fly (*Bactrocera dorsalis*) under laboratory conditions. **Biological Control**, v. 117, p. 68–77, 2018.

HATAB, M. A.; GAUGLER, R. Diet composition and lipids of in vitro-produced *Heterorhabditis bacteriophora*. **Biological Control**, v. 20, p. 1–7, 2001.

HAZIR, S.; KAYA, H. K.; STOCK S. P.; KESKÜN, N. Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. **Turkish Journal of Biology**, v. 27, p. 181-202, 2003.

HELMBERGER, M. S.; SHIELDS, E. J.; WICKINGS, K. G. Ecology of belowground biological control: entomopathogenic nematode interactions with soil biota. **Applied Soil Ecology**, v. 121, p. 201–213, 2017.

HUNT, D. J.; SUBBOTIN, S. A. Taxonomy and systematics. In: HUNT, D. J.; NGUYEN, K. B. **Nematology monographs and perspectives**. Boston: Brill, 2016. p. 13-58.

INMAN, F. L.; SINGH, S.; HOLMES, L. D. Mass production of the beneficial nematode *Heterorhabditis bacteriophora* and its bacterial symbiont *Photorhabdus luminescens*. **Indian Journal Microbiology**, v. 52, n. 3, p. 316–324, 2012.

KARY, N. E.; SANATIPOUR, Z.; MOHAMMADI, D.; KOPPENHÖFER, A. M. Developmental stage affects the interaction of *Steinernema carpocapsae* and abamectin for the control of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Biological Control**, v. 122, p. 18–23, 2018.

KOPPENHÖFER, A. M.; GREWAL, P. S.; FUZY, E. M. Differences in penetration routes and establishment rates of four entomopathogenic nematode species into four white grub species. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 94, p. 184–195, 2007.

LACEY, L. A.; GEORGIS, R. Entomopathogenic nematodes for control of insect pests above and below ground with comments on commercial production. **Journal of Nematology**, v. 44, n. 2, p. 218–225, 2012.

LACEY, L. A.; GRZYWACZ, D.; SHAPIRO-ILAN, D. I.; FRUTOS, R.; BROWNBRIDGE, M.; GOETTEL, M. S. Insect pathogens as biological control agents: back to the future. **Journal Invertebrate Pathology**, v. 132, p. 1–41, 2015.

LEITE, L. G.; SHAPIRO-ILAN, D. I.; HAZIR, S.; JACKSON, M. A. The effects of nutrient concentration, addition of thickeners, and agitation speed on liquid fermentation of *Steinernema feltiae*. **Journal of Nematology**, v. 48, n. 2, p.126–133, 2016.

MONTEIRO, C. M. O.; MATOS, R. S.; ARAÚJO, L. X.; CAMPOS, R.; BITTENCOURT, V. R. E. P.; DOLINSKI, C.; FURLONG, J.; PRATA, M. C. A. Entomopathogenic nematodes in insect cadaver formulations for the control of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v. 203, p. 310– 317, 2014.

MORTON, A.; PINO, F. G. Effectiveness of different species of entomopathogenic nematodes for biocontrol of the mediterranean flatheaded rootborer, *Capnodis tenebrionis* (Linne´) (Coleoptera: Buprestidae) in potted peach tree. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 97, p. 128–133, 2008.

NGUYEN, K. B.; SMART JUNIOR, G. C. Life Cycle of *Steinernema scapterisci*. **Journal of Nematology**, v. 24, n. 1, p. 160-169, 1992.

NIEKERK, S. V.; MALAN, A. P. Adjuvants to improve aerial control of the citrus mealybug *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) using entomopathogenic nematodes. **Journal of Helminthology**, v. 89, p. 189–195, 2015.

SHAPIRO-ILAN, D. I.; COTTRELL, T. E.; MIZELL, R. F.; HORTON, D. L. Efficacy of *Steinernema carpocapsae* plus fire gel applied as a single spray for control of the lesser peachtree borer, *Synanthedon pictipes*. **Biological Control**, v. 94, p. 33–36, 2016.

SHAPIRO-ILAN, D. I.; GAUGLER, R.; TEDDERS, W. L.; BROWN, I.; LEWIS, E. E. Optimization of inoculation for in vivo production of entomopathogenic nematodes. **Journal of Nematology**, v. 34, n. 4, p. 343–350, 2002.

SHAPIRO-ILAN, D. I.; HAN, R.; DOLINKSI, C. Entomopathogenic Nematode Production and Application Technology. **Journal of Nematology**, v. 44, n. 2, p. 206– 217, 2012.

SHAPIRO-ILAN, D. I.; HAN, R.; QIU, X. Production of entomopathogenic nematodes. In: MORALES-RAMOS, J. A.; ROJAS, M. G.; SHAPIRO-ILAN, D. I. **Beneficial organisms invertebrates and entomopathogens**. Amsterdam: Elsevier, 2014. p. 321-346.

SHAPIRO-ILAN, D. I.; HAZIR, S.; LETE, L. Viability and virulence of entomopathogenic nematodes exposed to ultraviolet radiation. **Journal of Nematology**, v. 47, n. 3, p.184–189, 2015.

SHAPIRO-ILAN, D. I.; GAUGLER, R. Production technology for entomopathogenic nematodes and their bacterial symbionts. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 28, p. 137 –146, 2002.

SHAURUB, E. H.; REYAD, N. F.; ABDEL-WAHAB, H. A.; AHMED, S. H. Mortality and nematode production in *Spodoptera littoralis* larvae in relation to dual infection with *Steinernema riobrave*, *Heterorhabditis bacteriophora*, and *Beauveria bassiana*, and the host plant. **Biological Control**, v. 103, p. 86–94, 2016.

SMART JUNIOR, G. C. Entomopathogenic nematodes for the biological control of insects. **Journal of Nematology**, v. 27, n. 4, p. 529-534, 1995.

STOCK, S. P.; BLAIR, H. G. Entomopathogenic nematodes and their bacterial symbionts: the inside out of a mutualistic association. **Symbiosis**, v. 46, p. 65–75, 2008.

TESTA, A. M.; SHILDS, E. J. Low labor in vivo mass rearing method for entomopathogenic nematodes. **Biological Control**, v. 106, p. 77–82, 2017.

TOLEDO, J.; SÁNCHEZ, J. E.; WILLIAMS, T.; GÓMEZ, A.; MONTOYA, P.; IBARRA, J. E. Effect of soil moisture on the persistence and efficacy of *Heterorhabditis bacteriophora* (Rhabditida: Heterorhabditidae) against *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) larvae. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, 2014.

TOURTOIS, J.; ALI, J. G.; GRIESHOP, M. J. Susceptibility of wounded and intact black soldier fly *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) to entomopathogenic nematodes. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 150, p. 121–129, 2017.

TURLINGS, T. C. J.; HILTPOLD, I.; RASMANN, S. The importance of root-produced volatiles as foraging cues for entomopathogenic nematodes. **Plant Soil**, v. 358, p. 51–60, 2012.

WILSON, M. J.; WILSON, D. J.; RODGERS, A.; GERARD, P. J. Developing a strategy for using entomopathogenic nematodes to control the african black beetle (*Heteronychus arator*) in New Zealand pastures and investigating temperature constraints. **Biological Control**, v. 93, p. 1–7, 2016.

ZIL, C. V.; MALAN, A. P. Cost-effective culturing of *Galleria mellonella* and *Tenebrio molitor* and entomopathogenic nematode production in various hosts. **African Entomology**, v. 23, n. 2, p. 361-375, 2015.

SOBRE OS ORGANIZADORES

JOSÉ MAX BARBOSA OLIVEIRA-JUNIOR - Possui Pós-doutorado pela Universidade do Algarve (UAlg). Doutor em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Mestre em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Especialista em Perícia e Auditoria Ambiental, Direito Ambiental, Licenciamento Ambiental, Educação Ambiental, Engenharia Ambiental e Indicadores de Qualidade, Zoologia, Ecologia e Ensino Remoto, Ensino a Distância e Metodologias Ativas. Licenciado em Ciências Biológicas pela Faculdade Araguaia (FARA). É professor Adjunto III da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), lotado no Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA). Orientador nos programas de Pós-Graduação *stricto sensu* em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida (PPGSAQ-UFOPA); Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (PPGSND-UFOPA); Biodiversidade (PPGBEES-UFOPA) e Ecologia (PPGECO-UFPA). Membro do corpo editorial dos periódicos *Arthropoda (MDPI)*, *Journal of Biology and Life Science (Macrothink Institute)*, Enciclopédia Biosfera e Oecologia Austrais (Brasil). Revisor de diversos periódicos nacionais e internacionais. Tem experiência em entomologia, insetos aquáticos, Odonata (libélulas), bioindicadores, ecologia e conservação de água doce, biomonitoramento, integridade ambiental, avaliação de impacto ambiental, efeitos antropogênicos, padrões de distribuição de espécies, ciência cidadã. Links do organizador: Lattes | Orcid | Scopus | Publons | ResearchGate

LENIZE BATISTA CALVÃO - Possui Pós-doutorado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) e em Ecologia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Doutora em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Mestra em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pela Faculdade Araguaia (FARA). Possui experiência com avaliação de impactos antropogênicos em sistemas hídricos, utilizando a ordem Odonata (Insecta) como grupo biológico resposta. Atualmente desenvolve estudos avaliando a integridade de sistemas hídricos de pequeno porte na região amazônica, também utilizando a ordem Odonata como grupo resposta, com o intuito de buscar diretrizes eficazes para a conservação dos ambientes aquáticos. Links da organizadora: Lattes | Orcid | ResearchGate

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agentes de controle biológico 101

Alometria 63, 64, 66, 67, 68

Amblyopelta nítida 1, 2

Anastrepha curvicauda 14, 15, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 44, 45

aPDT 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60

B

Bactérias 57, 60, 102, 103, 106

Brasil 2, 3, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 27, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 49, 51, 63, 65, 71, 72, 73, 75, 85, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 101, 106, 114

C

Ciclo de vida 1, 3, 4, 6, 16, 17, 18, 53, 75, 76, 82, 83, 85, 92, 102, 104

Controle biológico 4, 12, 13, 19, 46, 51, 79, 94, 101, 105, 106

Controle vetorial 90, 91, 93, 94, 96

D

Defesa fitossanitária 19, 72

Demandas térmicas 1, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 71, 72, 75, 81, 83, 84, 85

Desenvolvimento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 17, 18, 21, 36, 39, 45, 46, 47, 53, 54, 56, 59, 71, 72, 75, 76, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 92, 95, 97, 102, 103, 104, 109, 114

Doença de Chagas 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99

E

Entomopatogênico 80, 101

Estimativas numéricas 2, 4, 5

F

Fruitspotting bug (FDB) 1, 2

G

Galleria mellonella 51, 52, 53, 61, 62, 101, 106, 110, 113

Graus-dias 2, 6, 81

H

Hedypathes betulinus 63, 64, 65, 67, 68, 69

Hospedeiro 18, 19, 20, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 76, 91, 95, 101, 102, 103, 104, 105, 108, 109

I

Ilex paraguariensis 63, 64, 65

Insetos 1, 2, 4, 13, 18, 20, 21, 39, 44, 51, 53, 54, 55, 57, 63, 65, 77, 91, 92, 94, 95, 96, 99, 101, 102, 105, 108, 109, 114

Isometria 63, 64, 68

L

Laser 51, 52, 55, 56, 57, 60

M

Macadâmia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 71, 73, 75, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Manejo de pragas 101, 102, 105

Modelos animais alternativos 51

Morfometria 63, 69

Mosca do mamão 15

Multiplicação massal 101

N

Nematoide 101, 102, 107, 108

P

Praga quarentenária 13, 14, 15, 18, 43, 47, 71, 72, 75

Praga quarentenária ausente 14, 18, 43, 71, 72, 75

Prospecção 19, 45, 71, 72, 75, 81, 85

S

Saúde 51, 91, 96, 97, 98, 99

Scirtothrips dorsalis 71, 72, 73, 75, 78, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89

Simbiose 101

T

Tamanho 53, 54, 55, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 80, 109

Terapia fotodinâmica antimicrobiana 51, 52, 53, 57, 59, 60

Traça-da-cera 52

Triatominae 90, 91

Trypanosoma cruzi 90, 91, 97, 98

V

Vetor 3, 71, 72, 78, 90, 91, 93, 94, 95, 98, 99

ENTOMOLOGIA:

Estudos sobre a biodiversidade, fisiologia,
controle e importância médica dos insetos 2

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENTOMOLOGIA:

Estudos sobre a biodiversidade, fisiologia,
controle e importância médica dos insetos 2

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022