



Diocléa Almeida Seabra Silva  
(Organizadora)

# Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva 6

**Atena**  
Editora  
Ano 2019



Diocléa Almeida Seabra Silva  
(Organizadora)

# Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva 6

**Atena**  
Editora

Ano 2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A281	<p>Agronomia [recurso eletrônico] : elo da cadeia produtiva 6 / Organizadora Diocléa Almeida Seabra Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva; v. 6)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-825-0 DOI 10.22533/at.ed.250190312</p> <p>1. Agricultura – Economia – Brasil. 2. Agronomia – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Diocléa Almeida Seabra. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630.981</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A cadeia produtiva é um termo amplo que define com clareza onde cada segmento tem seu grau de importância seja na produtividade de frutos, venda de semente de capineira, na pesca, na aquicultura, na formação de resíduos para a indústria, no controle determinado de vírus, bactérias, nematóides para a agricultura e até mesmo na comercialização de espécies florestais com potencial madeireiro. Na verdade, o termo cadeia produtiva é um conjunto de ações ou processos que fazem presente em estudos científicos que irá dar imagem para o avanço de um produto final.

A imagem de um produto final se torna possível quando trabalhamos todos os elos da cadeia, como por exemplo: para um produtor chegar a comercializar o feijão, ele precisará antes preparar seu solo, ter maquinários pra isso, além de correr o solo com corretivo, definindo a saturação de base ideal, plantar a semente de boa qualidade, adubar, acompanhar a produção fazendo os tratamentos culturais adequados, controlando pragas, doenças e ervas daninhas, além de encontrar mercados para que o mesmo possa vender sua produção. Esses elos são essenciais em todas as áreas, ao passo que na produção de madeira será necessário técnicas sofisticadas de manejo que começa na germinação de sementes, quebra de dormência para a formação de mudas, e além disso padronizar espaçamento, tratamentos silviculturais para a formação de madeira em tora para exportação.

Na pesca a cadeia produtiva segue a vertente do ganho de peso e da qualidade da carne do pescado, que está vinculada a temperatura, pH da água, oxigenação, alimentação e o ambiente para que haja produção. Também a cadeia se verticaliza na agregação de preço ao subproduto do pescado como o filetagem para as indústrias, mercado de peixe vivo e etc.

Na cadeia cujo foco são os resíduos da indústria açucareira, há mercados para a queima de combustível no maquinário da indústria, através da qualidade deste resíduo, além de mercados promissores para a fabricação de combustíveis, rações e até mesmo resíduo vegetal para incorporação nos solos, com a finalidade de manter ou melhorar as características químicas, físicas e biológicas, além de controlar erosão e elevar os níveis de produtividade nas áreas agrícolas, através da adição de nutrientes.

Contudo, sabemos que todos os elos que compõem a cadeia produtiva são responsáveis por agregar valor e gerar de maneira direta e indireta renda aos produtores e pescadores, possibilitando-os na melhoria da qualidade de vida, além da obtenção de produtos de alta qualidade. No entanto, aqui se faz presente a importância das pesquisas mostradas neste E-Book, v. 6 – Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva para que o leitor possa perceber novidades que são contextualizadas, através dos trabalhos aqui publicados.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CONTROLE DE <i>Meloidogyne javanica</i> EM JILOEIRO ( <i>Solanum gilo</i> ) COM RESÍDUO DO FRUTO DE PEQUI ( <i>Caryocar brasiliense</i> )	
Rodrigo Vieira da Silva João Pedro Elias Gondim Fabrício Rodrigues Peixoto Luam Santos Emmerson Rodrigues de Moraes José Humberto Ávila Júnior Luiz Leonardo Ferreira Silvio Luis de Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2501903121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
FUNGOS COMO AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO DE FITONEMATOIDES	
Valéria Ortaça Portela Juliane Schmitt Leticia Moro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2501903122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
NEMATOIDES ENTOMOPATOGÊNICOS (NEPs)	
Raiana Rocha Pereira Josiane Pacheco de Alfaia Artur Vinícius Ferreira dos Santos Débora Oliveira Gomes Raphael Coelho Pinho Lyssa Martins de Souza Shirlene Cristina Brito da Silva Telma Fátima Vieira Batista	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2501903123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
ICTIOFAUNA DA PRAIA DE BERLINQUE, ILHA DE ITAPARICA, MUNICÍPIO DE VERA CRUZ - BA	
Edilmar Ribeiro Sousa Hortência Ramos Gomes Santos Fabrício Menezes Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2501903124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>44</b>
PESCADORES E SUAS PERCEPÇÕES SOBRE A PESCA EM PEQUENA ESCALA: ESTUDO DE CASO NA VILA DOS PESCADORES, COMUNIDADE COSTEIRA NA AMAZÔNIA (BRAGANÇA-PARÁ)	
Maria Eduarda Garcia de Sousa Pereira Thaila Cristina Neves do Rosário Hanna Tereza Garcia de Sousa Moura Elizete Neres Monteiro Francisco José da Silva Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2501903125</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 57**

INFLUÊNCIA DE CULTIVAR E DO PERÍODO DE COLHEITA NA PRODUTIVIDADE E NO PADRÃO DE FRUTOS DE MAMOEIROS, INTRODUZIDOS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, EM CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO AMAZONAS

Lucio Pereira Santos  
Enilson de Barros Silva  
Scheilla Marina Bragança

**DOI 10.22533/at.ed.2501903126**

**CAPÍTULO 7 ..... 71**

MÉTODOS QUÍMICOS NA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf

Tiago de Oliveira Sousa  
Mahany Graça Martins  
Marcela Carlota Nery  
Marcela Azevedo Magalhães  
Thaís Silva Sales  
Letícia Lopes de Oliveira  
Letícia Aparecida Luiz de Azevedo  
Bruno de Oliveira Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.2501903127**

**CAPÍTULO 8 ..... 79**

MICROBIOMA BACTERIANO: EXTRAÇÃO E PREPARAÇÃO DE BIBLIOTECAS METAGENÔMICAS

Juliano Oliveira Santana  
Karina Peres Gramacho  
Katiúcia Tícila de Souza de Nascimento  
Rachel Passos Rezende  
Carlos Priminho Pirovani

**DOI 10.22533/at.ed.2501903128**

**CAPÍTULO 9 ..... 106**

MODELO PARA A MELHORIA DO PROCESSO DE REGULARIZAÇÃO DA AQUICULTURA PRATICADA EM RESERVATÓRIOS DA UNIÃO BRASILEIRA

Sara Monaliza Sousa Nogueira  
Marco Aurélio dos Santos  
Sandro Alberto Vianna Lordelo  
José Rodrigues de Farias Filho

**DOI 10.22533/at.ed.2501903129**

**CAPÍTULO 10 ..... 123**

NOVA VARIIDADE SEMINAL DE *STEVIA REBAUDIANA*: OBTENÇÃO DE FRAÇÕES COM ALTO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE FOLHAS

Paula Gimenez Milani  
Maysa Formigoni  
Antonio Sergio Dacome  
Livia Benossi  
Maria Rosa Trentin Zorzenon  
Simone Rocha Ciotta  
Cecília Edna Mareze da Costa  
Silvio Claudio da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.25019031210**

**CAPÍTULO 11 ..... 136**

OS CENTROS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E O PRISIONAL: REFLEXIBILIDADE AMBIENTAL E NA SAÚDE

Paulo Barrozo Cassol  
Edenilson Perufo frigo  
Alberto Manuel Quintana

**DOI 10.22533/at.ed.25019031211**

**CAPÍTULO 12 ..... 148**

PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA PARA CARACTERIZAÇÃO DA FERRUGEM-ASIÁTICA DA SOJA TRATADA COM COMBINAÇÕES QUÍMICAS DE FUNGICIDAS SISTÊMICOS E DE CONTATO

Milton Luiz da Paz Lima  
Gleina Costa Silva Alves  
Matheus do Carmo Leite  
Andressa de Souza Almeida  
Rafaela Souza Alves Fonseca  
Cleberly Evangelista dos Santos  
Marciel José Peixoto  
Flavia de Oliveira Biazotto  
Lettícia Alvarenga  
Justino José Dias Neto  
Wesler Luiz Marcelino

**DOI 10.22533/at.ed.25019031212**

**CAPÍTULO 13 ..... 166**

PRODUÇÃO DA SOJA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE

Cristiano de Freyn  
Alexandre Luis Müller  
Dyogo Bortot Brustolin  
André Prechtlak Barbosa  
Martios Ecco  
Vitor Hugo Rosseto Belotto  
Luiz Henrique da Costa Figueiredo  
Vinícius Fernando Carrasco Gomes  
Matheus Henrique de Lima Raposo  
Anderson José Pick Benke  
Arlon Felipe Pereira  
Alan Benincá

**DOI 10.22533/at.ed.25019031213**

**CAPÍTULO 14 ..... 174**

BIOGAS PRODUCTION FROM SECOND GENERATION ETHANOL VINASSE

Manuella Souza Silverio  
Rubens Perez Calegari  
Gabriela Maria Ferreira Lima Leite  
Bianca Chaves Martins  
Eric Alberto da Silva  
José Piotrovski Neto  
Mario Wilson Cusatis  
André Gomig  
Antonio Sampaio Baptista

**DOI 10.22533/at.ed.25019031214**



**CAPÍTULO 15 ..... 185**

PRODUÇÃO DE PEPTÍDEOS ANTIMICROBIANOS EM SISTEMAS VEGETAIS: VÍRUS DE PLANTAS COMO REATORES DE FÁRMACOS

Nicolau Brito da Cunha  
Michel Lopes Leite  
Kamila Botelho Sampaio  
Simoni Campos Dias

**DOI 10.22533/at.ed.25019031215**

**CAPÍTULO 16 ..... 219**

PROGNOSE DO VOLUME DE MADEIRA EM FLORESTAS EQUIÂNEAS POR MEIO DE MODELOS AGROMETEOROLÓGICOS DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Mariana Rodrigues Magalhães Romeiro  
Aristides Ribeiro  
Leonardo Bonato Felix  
Aylen Ramos Freitas  
Mayra Luiza Marques da Silva  
Aline Edwiges Mazon de Alcântara

**DOI 10.22533/at.ed.25019031216**

**CAPÍTULO 17 ..... 232**

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO AMENDOIM, TRATADAS COM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL E SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO

Thiago Figueiredo Paulucio  
Paula Aparecida Muniz de Lima  
Rodrigo Sobreira Alexandre  
José Carlos Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.25019031217**

**CAPÍTULO 18 ..... 245**

QUALIDADE MORFOLÓGICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO

Manoel Victor Borges Pedrosa  
Arêssa de Oliveira Correia  
Patrícia Alvarez Cabanez  
Allan de Rocha Freitas  
Rodrigo Sobreira Alexandre  
José Carlos Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.25019031218**

**CAPÍTULO 19 ..... 256**

RELAÇÕES ENTRE A UMIDADE E ALGUMAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE *PINUS SP.*, ANGELIM-PEDRA (*HYMENOLOBIUM PETRAEUM*) E CAIXETA (*TABEBUIA CASSINOIDES*)

Vitor Augusto Cordeiro Milagres  
Jessyka Cristina Reis Vieira  
Luiz Carlos Couto  
Magno Alves Mota

**DOI 10.22533/at.ed.25019031219**

**CAPÍTULO 20 ..... 262**

TEOR DE NITROGÊNIO ORGÂNICO NAS FOLHAS E DE PROTEÍNA BRUTA NOS GRÃOS DE SOJA FERTILIZADA COM NITROGÊNIO E MOLIBDÊNIO

Lucio Pereira Santos  
Clibas Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.25019031220**

<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>280</b>
TEORES DE MANGANÊS EM <i>Pereskia Grandfolia</i> Haw.	
Nelma Ferreira de Paula Vicente	
Erica Alves Marques	
Michelle Carlota Gonçalves	
Abraão José Silva Viana	
Adjaci Uchôa Fernandes	
Roberta Hilsdorf Piccoli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25019031221</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>285</b>
THE HEIGHT OF CROP RESIDUES INFLUENCES INTAKE RATE OF SHEEP IN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS	
Delma Fabíola Ferreira da Silva	
Carolina Bremm	
Vanessa Sehaber	
Natália Marcondes dos Santos Gonzales	
Breno Menezes de Campos	
Anibal de Moraes	
Anderson M. S. Bolzan	
Alda Lucia Gomes Monteiro	
Paulo César de Faccio Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25019031222</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>298</b>
USO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE AÇÚCAR E ÁLCOOL: BENEFÍCIOS E PERDAS	
Camila Almeida dos Santos	
Leonardo Fernandes Sarkis	
Eduardo Carvalho da Silva Neto	
Luis Otávio Nunes da Silva	
Leonardo Duarte Batista da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25019031223</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>310</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>311</b>

## NEMATOIDES ENTOMOPATOGÊNICOS (NEPS)

### **Raiana Rocha Pereira**

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto  
de Ciências Agrárias  
Belém - Pará

### **Josiane Pacheco de Alfaia**

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto  
de Ciências Agrárias  
Belém - Pará

### **Artur Vinícius Ferreira dos Santos**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Departamento de Topografia e Geoprocessamento  
Tomé-Açu - Pará

### **Débora Oliveira Gomes**

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto  
de Ciências Agrárias  
Belém - Pará

### **Raphael Coelho Pinho**

Instituto Federal do Pará, Campus Industrial  
Marabá  
Marabá - Pará

### **Lyssa Martins de Souza**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Campus de Paragominas  
Paragominas - Pará

### **Shirlene Cristina Brito da Silva**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Campus de Paragominas  
Paragominas - Pará

### **Telma Fátima Vieira Batista**

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto  
de Ciências Agrárias  
Belém - Pará

**RESUMO:** Os nematoides entomopatogênicos (NEPs) são encontrados no solo, pertencem à ordem Rabditoide. São considerados organismos importantes no controle de insetos. Os gêneros mais estudados são *Heterorhabditis* e *Steinernema*, sendo utilizado para o controle biológico de pragas. Os NEPs estão simbioticamente associados às bactérias dos gêneros *Photorhabdus* e *Xenorhabdus*, o ciclo de vida desses nematoides possuem quatro estádios de desenvolvimento (ovo, J1, J2, J3, J4 e adulto). Os estádios de vida desses nematoides são parasitas dentro do hospedeiro, exceto o estágio imaturo de vida livre conhecido como juvenil infectante (JI). Os nematoides possuem dois tipos de forrageamento, estratégia para encontrar novos hospedeiros, as categorias são *ambusher* (Baixa mobilidade) e *cruiser* (Alta mobilidade). Existe dois métodos de produção massal: in vitro (meio sólido e líquido) e in vivo. Poucas empresas produzem e comercializam nematoides entomopatogênicos. Após serem produzidos os NEPs são armazenados em água, esponja, gel, ou em outros materiais inertes, com temperatura variando de 4 °C a 16°C. O Brasil é um dos líderes no uso de agrotóxico, esse fato pode ser mudado com a utilização dos NEPs no controle biológico de pragas, o país tem grande potencial na produção do NEPs. Pesquisas são necessárias, além de incentivos para a produção e desenvolvimento de medidas

de controle de pragas usando NEPs.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Heterorhabditis*, *Steinernema* parasita, simbiose e controle biológico.

## ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE (EPNS)

**ABSTRACT:** The entomopathogenic nematodes (EPNs) are found in the soil belong to Rhabditida order. They are considered important organisms in insect control. The most studied genera *Heterorhabditis* and *Steinernema* are being used for biological pest control. EPNs are symbiotically related to bacteria of the *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* genres, the life cycle of these nematodes have four stages of development (eggs, J1, J2, J3, J4 and adult). The life stages of these parasites are nematodes within the host, except the immature stage known as free-living infective juvenile (JI). Nematodes have two types of foraging strategy to find new hosts, the categories are *Ambusher* (low mobility) and *cruiser* (high mobility). There are two methods for mass production in vitro (solid, liquid medium), or in vivo. Few companies produce and commercialize entomopathogenic nematodes. Após serem produzidos os EPNs são armazenados em água, esponja, gel, ou em outros materiais inertes, com temperatura variando de 4 °C a 16°C. The Brazil is one of the leaders in the use of pesticides, a fact that can be changed with the use of EPNs in the biological control of pests, the country has great potential in the production of EPNs. Research is needed, as well as incentives for the production and development of pest control measures using EPNs.

**KEYWORDS:** *Heterorhabditis*, *Steinernema*, parasite, symbiosis and biological control

## 1 | INTRODUÇÃO

O estudo dos nematoides que causam a morte de insetos, conhecido como entomopatogênicos (NEPs), teve início na década de 1930, intensificando-se na década de 1980, os nematoides pertencem ao Filo Nematoda, à ordem Rhabditida, são reconhecidas aproximadamente trinta famílias de nematoides em diferentes associações com os insetos (KAYA & STOCK, 1997).

Os NEPs são organismos importantes no controle biológico de insetos, eles interferem na reprodução ou matam indivíduos considerados pragas na agricultura. Tais indivíduos pertencentes às ordens: Coleóptera, Díptera, Hymenoptera e Lepdoptera. Diferentes espécies de nematoides das famílias Mermithidae, Tetradonematidae, Neotylenchidae com potencial para o controle biológico já foram estudadas (FERRAZ, 1998). Contudo, as famílias Heterorhabditidae e Steinernematidae, são consideradas excelentes agentes de controle biológico, demonstrando maior potencialidade em insetos-praga de solo e de ambientes crípticos (GEORGIS et al., 2006; SHAPIRO-ILAN et al., 2006).

Ambos as famílias Heterorhabditidae e Steinernematidae podem ser cultivados em larga escala em meios sólidos ou líquidos artificiais. São organismos que

desenvolveram a capacidade de transportar e introduzir bactérias simbióticas na cavidade corporal dos insetos, promovendo a morte desses insetos em aproximadamente 48 horas (KAYA & GAUGLER, 1993).

As duas famílias possuem ciclos de vida semelhantes, estão simbioticamente associadas às bactérias dos gêneros *Photorhabdus* e *Xenorhabdus*, são considerados parasitas letais e hábeis para infectar ampla gama de espécies de insetos, respectivamente, são responsáveis pela morte por septicemia (GREWAL; NARDO; AGUILLERA, 2001; SIMI, 2014).

Os nematoides entomopatogênicos são organismos exclusivos de solos, podem ser encontradas em áreas agrícolas, florestas, gramados, desertos e praias (GREWAL, 2000). Esses organismos podem se adaptar a novos ambientes, disseminam-se em busca de hospedeiros, podem ser produzidos em larga escala, apresentam uma vasta gama de hospedeiros e podem ser aplicados com equipamentos convencionais (GREWAL; NARDO; AGUILLERA, 2001). Os nematoides entomopatogênicos podem substituir inseticidas devido a fácil aplicação e a capacidade de busca por hospedeiro (CAPINERA & EPSKY, 1992). A comercialização de produtos à base de NEPs já é realidade nos Estados Unidos e na Europa (GAUGLER et al., 2000).

No Brasil, a pesquisa com o NEPs é considerada recente, mas vem progredindo em vários aspectos, como a exploração da biodiversidade, a formulação e produção comercial desses agentes. A dificuldade em disseminar o uso de NEPs tem relação com a escassez de empresas que comercialmente produzem esses nematoides, o que compromete sua aplicação em larga escala no campo (BRIDA et al., 2018).

No Brasil a empresa Bio Controle - Métodos de Controle de Pragas Ltda, que junto com Instituto Biológico produziu e comercializou o produto Bio Nep, à base de *Steinernema*, teve o seu registro cancelado em 2018. O inseticida microbiológico *Nematec*, à base do nematoide entomofílico *Deladenus siridicola*, para controle da vespa da madeira (*Sirex noctilio*), é o único produto registrado no Brasil (BIO CONTROLE, 2019 & SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 2019).

## 2 | CARACTERÍSTICAS DO NEMATOIDE

Os nematoides caracterizam-se por serem vermes com forma cilíndrica e de dimensões microscópicas que podem estender-se de 558 a 1130  $\mu\text{m}$  (NEVES et al., 1999). São constituídos de sistemas reprodutivo, muscular, digestivo, secretor/excretor e nervoso, porém não possuem órgãos de visão e audição nem sistema circulatório e respiratório. A maioria das espécies possui os sexos separados (anfimíticos). No entanto, a partenogênese (somente nas fêmeas) ou o hermafroditismo ocorre em algumas espécies (BIRD & BIRD, 2012).

### 3 | CICLO DE VIDA DOS NEMATOIDES ENTOMOPATOGÊNICOS

Segundo Lewis et al., (2006) os nematoides entomopatogênicos possuem quatro estádios de desenvolvimento (ovo, J1, J2, J3, J4 e adulto). Fazem associação simbiótica com bactérias entomopatogênicas, são considerados parasitas letais e hábeis para infectar ampla gama de espécies de insetos. Os estágios de vida desses nematoides são parasitas dentro do hospedeiro, exceto o estágio imaturo de vida livre conhecido como juvenil infectante (JI), a fase J3 corresponde à fase em que o nematoide se encontra no solo. Este não se alimenta, não se reproduz, emerge do hospedeiro depredado e sai em busca de um novo hospedeiro, passando pelo último estágio de juvenil (J4) e tornam-se adultos da primeira geração, machos e fêmeas (KAYA & GAUGLER, 1993; AKHURST, 1993; KAYA & CAMPBELL, 2000; ADAMS & NGUYEN, 2002).

#### 3.1 Ciclo da família Steinernematidae

O ciclo de vida da família Steinernematidae inicia-se quando o juvenil infectante (JI) entra no inseto hospedeiro pelas aberturas naturais (boca, ânus e espiráculos), ou também podem penetrar através da cutícula, sendo liberada na hemocélio as bactérias simbióticas do gênero *Xenorhabdus*, a qual se multiplica rapidamente, matando o hospedeiro (FERRAZ, 1998; POINAR; GREWAL, 2012; STILWELL et al., 2018).

Dentro do inseto, os juvenis infectantes se alimentam da bactéria e dos tecidos em decomposição, se desenvolvem e sofrem muda para estágio (J4), quando então formam os adultos machos e as fêmeas de primeira geração. Após o acasalamento, as fêmeas colocam os ovos que eclodem em juvenis de primeiro estágio (J1), mudam sucessivamente para os de segundo (J2), os de terceiro (J3) e os de quarto estágio (J4) e passam para adultos fêmeas e machos de segunda geração. Os nematoides se reproduzem continuamente, frequentemente, por duas ou três gerações até a depredação do cadáver do inseto. Se o recurso alimentar for limitado, os ovos colocados pelas fêmeas de primeira geração se desenvolvem diretamente em juvenil infectante (JI). Após se extinguirem os recursos alimentares do cadáver, o último segundo estágio juvenil cessa de se alimentar, incorpora uma quantidade de células bacterianas numa vesícula especial que se situa na região anterior do intestino, converte-se num estágio pré-infectante, muda para o juvenil infectante (JI) que retém cutícula do segundo estágio como um revestimento, deixa o cadáver e procura por um novo hospedeiro (POINAR, 1990; KAYA & GAUGLER, 1993; ADAMS & NGUYEN, 2002).

#### 3.2 Ciclo da família Heterorhabditidae

Os Heterorhabditídeos apresentam um ciclo de vida semelhante ao da família Steinernematidae, passando pelos mesmos estádios de vida, porém a primeira

geração de adultos no inseto morto é hermafrodita, machos e fêmeas anfimíticos surgem na segunda geração e eventualmente nas seguintes (JOHNIGK & EHLERS, 1999; CICHE & ENSIGN, 2003).

O ciclo de vida para a maioria dos nematoides entomopatogênicos da infecção à emergência dos juvenis infectantes varia de 7 a 10 e 12 a 15 dias, respectivamente, em temperatura ambiente (EHLERS, 2001).

#### 4 | RELAÇÃO DOS NEMATOIDES E BACTÉRIAS SIMBIONTES

As bactérias simbiontes dos gêneros *Photorhabdus* e *Xenorhabdus* colonizam os nematoides entomopatogênicos exclusivamente dos gêneros *Heterorhabditis* e *Steinernema*, respectivamente (AKHURST, 1980; CHICHE; ENSIGN, 2003).

Existe diferença entre as bactérias simbiontes, na maneira de colonização do hospedeiro nematoide: *Heterorhabditis* retém as bactérias *Photorhabdus* na porção anterior do intestino enquanto *Steinernema* possui um divertículo intestinal especializado para abrigar as bactérias *Xenorhabdus* (ALMERANA et al., 2012).

As bactérias além de causar a morte do inseto, também fornecem base nutritiva para o crescimento e desenvolvimento do nematoide e reduzem a contaminação do cadáver do inseto por organismos oportunistas do solo (AKHURST, 1993; DUNPHY & THURSTON, 1990).

#### 5 | ESTRATÉGIA DE FORRAGEAMENTO DOS NEMATOIDES

As estratégias para encontrar novos hospedeiros são divididas nas categorias *ambusher* e *cruiser*. Esta divisão refere-se à diferença de tempo gasto pelo nematoide para explorar o ambiente, as quais correlacionam-se com um conjunto de características morfológicas, fisiológicas, comportamental e ecológica do nematoide (HUEY & PIANKA, 1981).

Os forrageadores do tipo *ambusher* apresentam baixa mobilidade, exploram o ambiente por pausa de longa duração. Este tipo de forrageador permanece próximo à superfície do solo e tem maior probabilidade de encontrar hospedeiros móveis. Os forrageadores *cruiser* apresentam alta mobilidade, exploram sinais associados ao hospedeiro enquanto se movem pelo ambiente ou durante pausa de curta duração. Este tipo de forrageador tem maior possibilidade de encontrar insetos crípticos ou sedentários, aprofundados no perfil do solo (LEWIS et al., 1992; CAMPBELL & GAUGLER, 1997; KAYA & CAMPBELL, 2000).

Os forrageadores do tipo *cruiser* 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 (ENNIS et

## **6 | VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DE NEMATOIDES NO CONTROLE DE INSETOS**

Os NEPs possuem atributos que são característicos de um agente de controle biológico ideal, por exemplo, ampla gama de hospedeiros, possibilidade de criação massal in vitro a custos economicamente viáveis, capacidade de serem efetivos na presença de inseticidas químicos e de outros agentes, possibilidade de agirem em sinergia com estes. Tais nematoides são inseto-específicos e têm demonstrado eficácia no controle de certos insetos ou grupos de insetos, particularmente no de pragas que completam parte de seu ciclo de vida no solo, em muitos casos apresentam a capacidade de buscar a espécie hospedeira, persistem no ambiente por longos períodos, não são tóxicos para o homem, para plantas cultivadas, para animais domésticos e de interesse zootécnico (LEITE, 2006). Os nematoides entomopatogênicos podem ser empregados em programas de controle integrado, em certos casos causam índices de mortalidade das pragas maiores que os proporcionados pelo uso de outros patógenos (ALVES et al, 1998).

## **7 | LIMITAÇÕES NA UTILIZAÇÃO DE NEMATOIDES PARA O CONTROLE DE INSETOS**

O uso de nematoides entomopatogênicos no controle de pragas ainda é muito restrito, principalmente em escala comercial. Essas implicações estão relacionadas com o custo de produção na criação massal, dificuldades no armazenamento por longos períodos, preparo/obtenção de embalagens adequadas para a remessa segura dos nematoides produzidos, despesas com testes para registro em órgãos competentes, poucas espécies estudadas em laboratório e campo. Condições ambientais como umidade baixa e temperatura fora da faixa ideal (21 a 27°C) desfavorece a biologia do nematoide. Além disso, alguns insetos-pragas apresentam mecanismos de defesa contra nematoide entomopatogênicos, tais mecanismos referem-se à encapsulação e melanização do nematoide causando-lhes a morte (ALVES et al, 1998).

## **8 | PRODUÇÃO DE NEMATOIDES ENTOMOPATOGÊNICOS**

Os NEPs para serem incluídas em programas de manejo integrado de pragas (MIP) é necessária uma produção em grande escala. Para isso, existe dois métodos de produção massal: in vitro (meio sólido e líquido) com o uso de meios de cultura específicos, ou in vivo mediante a reprodução do nematoide em larvas vivas de insetos (BARBOSA, 2005).



## 8.1 Produção in vitro: Meio sólido e líquido

A produção em meio sólido consiste no cultivo do nematoide em meio artificial onde é previamente inoculado com a bactéria simbiote, alimentando-se dos componentes do meio e da cultura do microrganismo (LEITE et al., 2011).

Nesse método, os nematoides são criados em esponjas de poliéster e poliuretano impregnadas com vísceras de porco e gordura bovina contendo a bactéria simbiote. Esse método é comercialmente utilizado na Austrália, China e Estados Unidos (BEDDING, 1984)

Os NEPs desinfestados em um meio monoxênico onde são colocados sobre as bactérias simbiotes. A esterilização superficial dos JIs é insuficiente para estabelecer uma cultura monoxênica porque a bactéria contaminante pode sobreviver abaixo da cutícula. Assim, foi desenvolvido um método em que ovos de nematoides são obtidos da ruptura de fêmeas grávidas em solução alcalina, colocadas em culturas com o simbiote (SHAPIRO; GAUGLER, 2002).

O outro método é em meio líquido, onde a bactéria simbiote é cultivada antes do nematoide. Vários ingredientes da cultura líquida são relatados incluindo farinha de soja, extrato de levedura, óleo de milho, gema de ovo, leite em pó e etc. O tempo de cultura pode variar dependendo do meio e da espécie, variando de três semanas a duas semanas ou menos. A cultura estando completa, os nematoides podem ser removidos do meio por centrifugação (SHAPIRO & GAUGLER, 2002).

Entretanto ao utilizar a esponja para a produção de NEPs, esta, não é biodegradável e, para a comercialização do nematoide, deve ser removida. Portanto, para fins comerciais, a produção de nematoides em meio líquido é mais prática e econômica. O nematoide pode ser colhido sem a necessidade de ser previamente extraído da esponja, e todos os componentes do meio de cultura são biodegradáveis (LEITE et al., 2011).

## 8.2 Produção in vivo

A produção in vivo é uma técnica simples, mas cujo custo de produção pode ser elevado e não permite uma economia de escala. O número de juvenis obtidos depende da suscetibilidade do hospedeiro e também da espécie de nematoide multiplicada (MOLINA; LÓPEZ, 2001).

O inseto mais comumente utilizado em laboratório são as larvas de *Galleria mellonella*, (Lepidoptera: Pyralidae) conhecida como traça-dos-favos. Esta possui alta suscetibilidade à maioria dos nematoides, é de fácil criação pode ser produzida em grande escala e apresenta disponibilidade comercial (BARBOSA, 2005).

## 9 | ARMAZENAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO

Poucas empresas produzem e comercializam os nematoides entomopatogênicos, como resultado essas empresas lucram razoavelmente, fundamental para a continuação da produção comercial (LACEY & GEORGIS, 2012). Os NEPs são geralmente formulados em substratos não líquidos ou semi-líquidos logo após serem produzidos, armazenados em água, esponja, gel, ou em outros materiais inertes, com temperatura variando de 4 °C a 16°C, podem também ser estocados em tanques aerados por mais de três meses (GEORGIS; DUNLOP; GREWAL, 1995; GREWAL, 2002).

Apesar da demanda por produtos biopesticidas ter aumentado e ser significativo desde 2003, a receita global dos nemátodos foi plana, enquanto que para outros produtos biopesticidas houve aumento significativo das receitas e da cota de mercado. Fatores como custo, prazo de validade, manuseio, mistura, cobertura, novos pesticidas baseados em sinais de alerta, compatibilidade e margens de lucro para fabricantes e distribuidores têm contribuído para o fracasso de penetrar em muitos mercados ou ganhar participação significativa nos mercados atuais (LACEY & GEORGIS, 2012).

## 10 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é também um dos países líderes no uso de agrotóxicos, motivo pelo qual existe preocupação crescente devido ao receio do uso excessivo desses produtos. Esse fato pode incentivar e impulsionar novas pesquisas para desenvolver e implementar medidas de controle de pragas usando NEPs.

O país possui uma variedade de biomas e ampla biodiversidade de espécies, com grande potencial para a descoberta de novas cepas e espécies de NEPs adequadas para a implementação de medidas de controle em diferentes ecossistemas.

Nesse sentido, existe a necessidade de estudos mais aprofundados para que haja o máximo de aproveitamento desse potencial. Estudos nas áreas de produção, formulação comportamental, comercialização e modo de aplicação ainda são escassos. Além disso, precisa-se divulgar mais as vantagens deste maravilhoso agente biocontrolador de pragas, o nematoide entomopatogênico.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, B. J., NGUYEN, K. B. Taxonomy and Systematics. In: Gaugler, R. (ed.) **Entomopathogenic Nematology**. New York: CABI, 2002. p. 311-332.

AKHURST, R. J. Bacterial symbionts of entomopathogenic nematodes – the power behind the throne. In: BEDDING, R. A., AKHURST, R.; KAYA, H. (Eds.) **Nematode and the biological control of insects pests**. East Melbourne, Australia: CSIRO, 1993. p. 127-135.

AKHURST, R. J. Neoplectana species: Specificity of association with bacteria of the genus Xenorhabdus. **International journal of systematic bacteriology**, v. 33, p. 38-45, 1980.

ALMENARA, D. P., ROSSI, C., CAMARGO NEVES, M. R., E CARLOS EDUARDO WINTER, C. E. Nematoides Entomopatogênicos. Tópicos Avançados em Entomologia Molecular. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular- INCT. 2012.

BARBOSA, C. R. C. **Técnicas de produção in vivo de nematóides entomopatogênicos (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae) em galleria mellonella (Lepidoptera: Pyralidae) e hospedeiros alternativos**. 2005. 91f. Dissertação (Mestrado) – UFLA. Lavras Minas Gerais-Brasil, 2005.

BEDDING, R. A. Storage of insecticidal nematodes. **International World Patent**, London, 1998. n. WO 88/08668.

BEDDING, R.A. (1984) Large scale production, storage and transport of insect parasitic nematodes (Neo- pectana sp. and Heterorhabditis sp.). **Annals of Applied Biology** 104, 117–120.

BIO CONTROLE, 2019. Disponível em: <<http://www.biocontrole.com.br/?area=produtos&id=32>> Acesso em: maio 2019.

BIRD, A. F.; BIRD, J. **The structure of nematodes**. Academic Press, 2012.

CAMPBELL, J. F.; GAUGLER, R. Inter-specific variation in entomopathogenic nematode foraging strategy: dichotomy or variation along a continuum? **Fundamental and Applied Nematology**, v. 20, 1997. p. 393-398.

CAPINERA, J. L.; EPSKY, N.D. Potential for biological control of soil insects *in the Caribbean basin using entomopathogenic nematodes*. Florida Entomologist, v.75, p.525-532,1992.

CHICHE, T. A.; ENSIGN, J. C. For the insect pathogen Photorhabdus luminescens, wich end of a nematode is out? **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, n. 4, p. 1890-1897, 2003.

DUNPHY, G. B.; THURSTON, G. S. Insect immunity. In: GAUGLER, R.; KAYA, H. K. (Eds.). **Entomopathogenic nematodes in biological control**. Boca Raton: CRC Press, p. 301-326,1990.

EHLERS. R. U.; Biocontrol nematodes. In: Hokkanen HMT, Hajek AE (eds) **Environmental impacts of microbial insecticides**. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 2001. 177–220.

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, 2010. p. 140–143.

FERRAZ, L. C. C. B. Nematoides entomopatogênicos. In: ALVES, S. B.; **Controle microbiano de insetos**. 2. Edição. Piracicaba: FEALQ, p.541-569, 1998.

FLANDERS, K. L.; MILLER, J. M.; SHIELDS, E. 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.89,1996. p.373-380.

GAUGLER, R. Entomopathogenic Nematodes **In: Biological Control: 0**. CRC press, 2017.

GAUGLER, R.; BOUSH, G. M., Effects of ultraviolet radiation and sunlight on the entomogenous nematode, Neoaplectana carpocapsae, **J. Invertebr. Pathol**, 32, 1978. 291.

GAUGLER, R.; GREWAL, P.; KAYA, H.; SMITH-FIOLA, D. Quality assessment of commercially

produced entomopathogenic nematodes. **Biological Control**, San Diego, v. 17, n.1, 2000. p. 100-109.

GEORGIS, R. et al. Successes and failures in the use of parasitic nematodes for pest control. **Biological Control**, v. 38, n. 1, p. 103-123, 2006.

GEORGIS, R. Formulation and application technology. In: GAUGLER, R.; KAYA, H. K. (Ed.). **Entomopathogenic nematodes in biological control**. Boca Raton: CRC, 1990, p.173-191.

GEORGIS, R.; DUNLOP, D. B.; GREWAL, P. S. Formulation of entomopathogenic nematodes. Pp. 197–205 In: HALL, F. R.; BARRY, J. W. (Ed.). **Biorational pest control agents: formulation and delivery**. Washington, DC: American Chemical Society. 1995. p. 197–205.

GREWAL, P. S. Anhydrobiotic potential and long-term storage of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae). **International Journal for Parasitology**. 30, 2000. p. 995-1000.

GREWAL, P. S. Formulation and application technology. In: Gaygler, R. (Ed.). **Entomopathogenic nematology**. Rutgers University, New Jersey. 2002. p. 1-28.

GREWAL, P. S.; DE NARDO, E. A. B.; AGUILLERA, M. M. Entomopathogenic nematodes: Potential for exploration and use in South America. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, 2001. p. 191-205.

HUEY, R. B.; PIANKA, E. R. Ecological consequences of foraging mode. **Ecology**, v. 62 , 1981. p. 991-999.

KAYA, H. K.; GAUGLER, R. Entomopathogenic nematodes. **Annual Review of Entomology**, v. 38, 1993. p. 181-206.

KAYA, H. K.; STOCK, S. P. Techniques in insect nematology. In: LACEY, L. A. (Ed.) **Manual of techniques in insect pathology**. (Biological Techniques), San Diego: Academic Press, p. 281-324. 1997.

KAYA, H.K; CAMPBELL, J.F. **Influence of insect associated cues on the jumping behavior of entomopathogenic nematodes (Steinernema spp.)**. Behaviour, v. 137, n. 5, p. 591-609, 2000.

LACEY, L. A.; GEORGIS, R. Entomopathogenic Nematodes for Control of Insect Pests Above and Below Ground with Comments on Commercial Production. Journal of Nematology, Loudonville, OH, v. 44, n. 2, 2012. p .218-225.

LEITE, L. G. Nematoides entomopatogênicos. In: BATISTA FILHO, A. (ed.). **Controle biológico de insetos e ácaros**. (Boletim Técnico, 15). São Paulo: Instituto Biológico, 2006. p. 42-51.

LEITE, L. G.; SCHMIDT, F. S.; DELLACQUA, R.; PIETROBON, T. C.; MARRASCHI, R.. Avanços na produção “in vitro” de nematoides entomopatogênicos. **12º SICONBIOL, Simpósio de Controle Biológico “Mudanças climáticas e sustentabilidade: quebra de paradigmas”**, 2011. 51p.

LEWIS, E. E.; GAUGLER, R.; HARRISON, R. Entomopathogenic nematode host finding: response to host contact cues by cruise and ambush foragers. **Parasitology**, v. 105,1992. p. 309-315.

LINDEGREN, J.E.; VALERO, K.A.; MACKEY, B.E. Simple in vivo production and storage methods for *Steinernema carpocapsae* infective juveniles. **Journal Nematology**, v.25,1993. p.193-197.

MOLINA, A. J. P.; LOPEZ NUÑEZ, J. C. Produccion in vivo de tres entomonematodos con dos sistemas de infeccion en dos hospedantes. **Sociedad Colombiana de Entomologia**, Bogota (Colombia), 2001.

- NEVES, J., SIMÕES, N. & MOTA, M. Nemátodes Entomo patogénios: Uso e novas perspectivas. **Boletim de Biotecnologia**, 23-29, 1999.
- POINAR, G. O. Jr. Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. In: GAUGLER, R.; KAYA, H. K.(Eds.) **Entomopathogenic nematodes in biological control**. Boca Raton: CRC Press, 1990. p. 23-62.
- POINAR, G. O.; GREWAL, P. S. History of entomopathogenic nematology. **Journal of Nematology** 44: 2012. p. 153-161.
- SCHMIEGE, D. C. The feasibility of using a neoaplectanid nematode for control of some forest insect pests, **J. Econ. Entomol.**, 1963. 56, 427.
- SHAPIRO-ILAN, D. I.; GOUGE, D. H.; PIGGOTT, S. J.; FIFE, J. P. Applications technology and environmental considerations for use of entomopathogenic nematodes in biological control. **Biological Control**, San Diego, v. 38, n. 1, 2006. p. 124-133.
- SHAPIRO-ILAND, I. D. I., GAUGLER, R. Production technology for entomopathogenic nematodes and their bacterial symbionts. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**.28: 2002. p. 137–146.
- SILVER, S. C.; DUNLOP, D. B.; GROVE, D. I. Granular formulation of biological entities with improved storage stability. **Int. patent**. No. WO 95/0507, 1995.
- SIMI, L. D.; **Controle de *sphenophorus levis* e *conotrachelus humeropictus* pelo uso combinado de nematoides e fungos entomopatogénicos**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista “júlio de mesquita filho” Faculdade de Ciências Agronômicas Câmpus de Botucatu. Botucatu-SP, 2014.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA. Inseticida microbiológico à base de nematoides, 2019. Disponível em: <<http://nematologia.com.br/index.php?page=noticia&id=17>> Acesso em: julho 2019.
- STILWELL, M.D.; CAO, M.; GOODRICH-BLAIR, H.; WEIBEL, D. B. Studying the Symbiotic Bacterium *Xenorhabdus nematophila* in Individual, Living *Steinernema carpocapsae* Nematodes Using Microfluidic Systems. **American Society for Microbiology**. V. 3, 2018.
- TURLINGS, T. C. J.; HILTPOLD, I.; RASMANN, S. The importance of root-produced volatiles as foraging cues for entomopathogenic nematodes. **Plant Soil**, v. 358, 2012. p. 51–60.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**DIOCLÉA ALMEIDA SEABRA SILVA** - Possui Graduação em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, atualmente Universidade Federal Rural da Amazônia (1998), especialização em agricultura familiar e desenvolvimento sustentável pela Universidade Federal do Pará – UFPA (2001); mestrado em Solos e Nutrição de Plantas (2007) e doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2014). Atualmente é professora da Universidade Federal Rural da Amazônia, no Campus de Capanema - PA. Tem experiência agricultura familiar e desenvolvimento sustentável, solos e nutrição de plantas, cultivos amazônicos e manejo e produção florestal, além de armazenamento de grãos. Atua na área de ensino de nos cursos de licenciatura em biologia, bacharelado em biologia e agronomia. Atualmente faz mestrado e especialização em educação, na área de tutoria à distância.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adaptabilidade 57, 150  
Água de lavagem 298, 300  
Ambiente rural 136, 138  
Anaerobic digestion 174, 175, 176, 177, 181, 182, 183, 184  
Anisotropia 256, 257, 259, 260  
Autonomia 50  
Azoxystrobina 149

### B

Bactéria 25, 28, 79, 86, 87, 205  
Benzimidazol 149, 156  
Biogás 175  
Bradyrhizobium japonicum 262, 263, 265

### C

Carica papaya 57, 58  
Cessão de uso 109, 110, 113, 115, 116, 117, 118  
Composição mineral 14, 281  
Compostos bioativos 123, 124  
Compostos fenólicos 123, 124, 201  
Comunidade pesqueira 44, 55, 56  
Conhecimento ecológico local 44, 46  
Controle alternativo 1, 2, 8, 11  
Correlação de pearson 219, 221, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230

### E

Eficácia 15, 27, 149, 159, 160, 161, 162  
Expressão transiente de genes 185, 193

### F

Fertirrigação 298, 301, 304, 305, 306, 307, 309  
Folhas 3, 5, 9, 74, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 123, 124, 134, 153, 154, 155, 185, 187, 190, 192, 193, 195, 201, 202, 203, 206, 207, 208, 212, 247, 262, 264, 265, 266, 268, 270, 271, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 280, 281, 282, 283, 302  
Fosfito de cu 153, 154

### G

Gases de efeito estufa 298, 304, 306, 307, 309

Germinação 66, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 232, 235, 236, 237, 238, 239, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254

Glicosídeos 123, 124

Glycine max 85, 150, 167, 262, 263, 278, 286

Grounded theory 107

## H

Heterorhabditis 22, 23, 26, 30

Hormônios vegetais 166, 167, 170

Hortaliça não convencional 280, 281, 283

## L

Licenciamento ambiental 109, 111, 113, 114, 116, 117, 118, 120, 121

## M

Magnifection 185, 186, 214

Mancozeb 149, 150, 152, 154, 156, 157, 158, 162, 164

Maturidade fisiológica 246, 249

Meio ambiente 18, 46, 53, 82, 107, 111, 114, 115, 136, 137, 138, 140, 141, 145, 147, 298, 299, 300, 309

Método de garson 219, 222, 223, 224, 226, 227, 228, 229, 230

Microbioma 79, 81, 83, 85, 86, 89, 90, 91, 96

Mistura 16, 29, 68, 149, 158, 159, 168, 210, 265, 303

## N

Nicotiana benthamiana 185, 186, 193, 204

Nitrogenase 262, 263, 267, 268, 275

Nova cultura de célula 124

## O

Oro-pro-nobis 281

## P

Peptídeos antimicrobianos 185, 186, 212

Percepção 48, 53, 56, 136, 138, 139, 142, 251

Pesquisa qualitativa 106, 108, 117, 136

Phaseolus vulgaris L 232, 233, 242, 243, 245, 246, 263, 278

Protioconazol 149, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 161

## Q

Qualidade 10, 19, 20, 51, 57, 59, 91, 93, 104, 114, 115, 116, 117, 121, 137, 140, 142, 145, 146,



147, 151, 192, 204, 232, 233, 234, 235, 237, 238, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 259, 308

Qualidade da madeira 256, 259

## **R**

Redutase do nitrato 262, 276

## **S**

Saúde 10, 107, 115, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 186, 212, 281, 283

Sementes 3, 10, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 88, 152, 173, 192, 197, 201, 203, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 262, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 281

Simbiose 23

Sistemas integrados 286

Steinernema parasita 23

Stimulate® 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172

## **U**

Umidade da madeira 256

## **V**

Variabilidade genética 18, 57

Vigor 63, 69, 77, 232, 233, 237, 238, 239, 240, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255

Vinhaça 175, 298, 300, 301, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309

## **Z**

Zona costeira amazônica 44

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-825-0

