



Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)

A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

(Organizadores)

A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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.^a Dr.^a 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P933	A preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável; v. 1) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-536-5 DOI 10.22533/at.ed.365191408 1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente - Preservação. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario. III. Série. CDD 363.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável” no seu primeiro capítulo aborda uma publicação da Atena Editora, e apresenta, em seus 25 capítulos, trabalhos relacionados com preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Este volume dedicado à preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, traz uma variedade de artigos que mostram a evolução que tem acontecido em diferentes regiões do Brasil ao serem aplicadas diferentes tecnologias que vem sendo aplicadas e implantadas para fazer um melhor uso dos recursos naturais existentes no país, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área de agronomia, robótica, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações e tecnologias visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AJUSTE DE MODELOS HIPSOMÉTRICOS PARA AZADIRACHTA INDICA A. JUSS EM RESPOSTA AO MÉTODO DE CULTIVO NO NORDESTE BRASILEIRO	
Luan Henrique Barbosa de Araújo José Antônio Aleixo da Silva Gualter Guenther Costa da Silva Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira José Wesley Lima Silva Camila Costa da Nóbrega Ermelinda Maria Mota Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3651914081	
CAPÍTULO 2	12
ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA RECUPERAÇÃO DE VOÇOROCAS NO MUNICÍPIO DE COMODORO – MT	
Jucilene Ferreira Barros Costa Valcir Rogério Pinto Elaine Maria Loureiro Cláudia Lúcia Pinto	
DOI 10.22533/at.ed.3651914082	
CAPÍTULO 3	25
AMBIENTALISMO, SUSTENTABILIDADE DENTRO DOS PENSAMENTOS DE AZIZ AB`SABER E JEAN PAUL METZGER, DIANTE DO NOVO CÓDIGO FLORESTAL (12651/2012), COM A AVALIAÇÃO E IMPORTÂNCIA DO C.A.R (CADASTRO AMBIENTAL RURAL)	
Giuliano Mikael Tonelo Pincerato Marcio Túlio	
DOI 10.22533/at.ed.3651914083	
CAPÍTULO 4	38
ANÁLISE EXPLORATÓRIA E DESCRITIVA DAS DIMENSÕES DA ECOINOVAÇÃO: ESTUDO EM HABITATS DE INOVAÇÃO DO SUDOESTE DO PARANÁ	
Jaqueline de Moura Stephanye Thyanne da Silva Andriele de Prá Carvalho Paula Regina Zarelli	
DOI 10.22533/at.ed.3651914084	
CAPÍTULO 5	44
APLICAÇÃO DA ROBÓTICA NA MONITORAÇÃO AMBIENTAL	
Alejandro Rafael Garcia Ramirez Jefferson Garcia de Oliveira Tiago Dal Ross Fernandes	
DOI 10.22533/at.ed.3651914085	

CAPÍTULO 6 58

ARRANJO PRODUTIVO LEITEIRO COMO FORMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DE UMA REGIÃO DO INTERIOR DO CEARÁ

Erica Nobre Nogueira
Daniel Paiva Mendes
Sérgio Horta Mattos
Valter De Souza Pinho
Danielle Rabelo Costa

DOI 10.22533/at.ed.3651914086

CAPÍTULO 7 68

AVALIAÇÃO DA REMEDIAÇÃO DE ÁGUA POLUÍDA POR AZUL DE METILENO COM CASCAS DE BANANA DE ESPÉCIES VARIADAS

Rayssa Duarte Costa
Jéssica Caroline da Silva
Cintya Aparecida Christofolletti

DOI 10.22533/at.ed.3651914087

CAPÍTULO 8 76

BIOCOMBUSTÍVEIS: RELEVÂNCIA PARA O MEIO AMBIENTE

Eduarda Pereira de Oliveira
Lucíola Lucena de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.3651914088

CAPÍTULO 9 80

BIOMARCADORES PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL DE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

Lígia Maria Salvo
José Roberto Machado Cunha da Silva
Divinomar Severino
Magda Regina Santiago
Helena Cristina Silva de Assis

DOI 10.22533/at.ed.3651914089

CAPÍTULO 10 92

BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL

Bruno Vinicius Daquila
Helio Conte

DOI 10.22533/at.ed.36519140810

CAPÍTULO 11 106

DESAFIOS DA CONSOLIDAÇÃO TERRITORIAL EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO NA AMAZÔNIA: UMA EXPERIÊNCIA DE DEMARCAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO NA RESERVA EXTRATIVISTA DO CAZUMBÁ-IRACEMA

Carla Michelle Lessa
Márcio Costa
Patrícia da Silva
Tiago Juruá Damo Ranzi
Aldeci Cerqueira Maia
Fabiana de Oliveira Hessel

DOI 10.22533/at.ed.36519140811

CAPÍTULO 12 116

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ECONOMIA CIRCULAR: CONTRIBUIÇÃO PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM CENTRO URBANO

Anny Kariny Feitosa
Júlia Elisabete Barden
Odorico Konrad
Manuel Arlindo Amador de Matos

DOI 10.22533/at.ed.36519140812

CAPÍTULO 13 124

DISSEMINAÇÃO DE HORTAS ORGÂNICAS E ALIMENTAÇÃO CONSCIENTE

Franciele Mara Lucca Zanardo Bohm
Paulo Alfredo Feitoza Bohm
Guilherme de Moura Fadel
Sarah Borsato Silva
Sofia Alvim

DOI 10.22533/at.ed.36519140813

CAPÍTULO 14 133

FLOCULAÇÃO DE LODO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA POR FLOCULADORES TUBULARES HELICOIDAIS

Manoel Maraschin
Keila Fernanda Soares Hedlund
Andressa Paolla Hubner da Silva
Elvis Carissimi

DOI 10.22533/at.ed.36519140814

CAPÍTULO 15 143

GEOTECNOLOGIA APLICADA À PERÍCIA AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO CAPIM

Gustavo Francesco de Moraes Dias
Fernanda da Silva de Andrade Moreira
Tássia Toyoi Gomes Takashima-Oliveira
Dryelle de Nazaré Oliveira do Nascimento
Diego Raniere Nunes Lima
Renato Araújo da Costa
Giovani Rezende Barbosa Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.36519140815

CAPÍTULO 16 152

IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE ENCERRAMENTO DOS LIXÕES DO ESTADO DO ACRE – CIDADES SANEADAS

Vângela Maria Lima do Nascimento
Patrícia de Amorim Rêgo
Marcelo Ferreira de Freitas
Jakeline Bezerra Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.36519140816

CAPÍTULO 17	165
LOGÍSTICA REVERSA E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL DOS PNEUS INSERVÍVEIS NO BRASIL	
Camila Simonetti Anderson Leffa Bauer Fernanda Pacheco Bernardo Fonseca Tutikian	
DOI 10.22533/at.ed.36519140817	
CAPÍTULO 18	177
MAPEAMENTO DE BIÓTOPOS APLICADO À CONSERVAÇÃO - PLANEJAMENTO AMBIENTAL COM RASTREABILIDADE CARTOGRÁFICA	
Markus Weber Leonardo Cardoso Ivo Allan Christian Brandt	
DOI 10.22533/at.ed.36519140818	
CAPÍTULO 19	190
O AGRO QUE NÃO É “POP”: A VERDADE SILENCIADA	
Tatiane Rezende Silva Carlos Vitor de Alencar Carvalho Viviane dos Santos Coelho Ronaldo Figueiró	
DOI 10.22533/at.ed.36519140819	
CAPÍTULO 20	199
O USO DO MÉTODO DE INTERCEPTO DE LINHA PARA O MONITORAMENTO DA RECUPERAÇÃO DO ECOSSISTEMA DE DUNAS DO PARQUE ESTADUAL DE ITAÚNAS	
Schirley Costalonga Scheylla Tonon Nunes Frederico Pereira Pinto	
DOI 10.22533/at.ed.36519140820	
CAPÍTULO 21	207
PAISAGISMO ECOSSISTÊMICO: DESIGN DE ESTRUTURAS VERDES	
Gustavo D’Amaral Pereira Granja Russo Dalva Sofia Schuch	
DOI 10.22533/at.ed.36519140821	
CAPÍTULO 22	215
PRODUÇÃO DE HIDRATOS DE DIÓXIDO DE CARBONO E DE METANO	
Aglaer Nasia Cabral Leocádio Nayla Xiomara Lozada Garcia Lucidio Cristovão Fardelone Daniela da Silva Damaceno José Roberto Nunhez	
DOI 10.22533/at.ed.36519140822	

CAPÍTULO 23	239
SÍNTESE DE HDL DE MAGNÉSIO PARA RECUPERAÇÃO DO CAROTENOIDE DO ÓLEO DE PALMA Iris Caroline dos Santos Rodrigues Marcos Enê Chaves de Oliveira Jhonatas Rodrigues Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.36519140823	
CAPÍTULO 24	249
USLE COMO FERRAMENTA PARA PLANEJAMENTO DE USO DO SOLO: ESTUDO DE CASO BACIA CACHOEIRA CINCO VEADOS, RS Elenice Broetto Weiler Jussara Cabral Cruz José Miguel Reichert Fernanda Dias dos Santos Bruno Campos Mantovanelli Roberta Aparecida Fantinel Marilia Ferreira Tamiosso Edner Baumhardt	
DOI 10.22533/at.ed.36519140824	
CAPÍTULO 25	263
AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA BIORREMEDIAÇÃO EM TERMOS DE REMOÇÃO DA ECOTOXICIDADE ASSOCIADA AO SEDIMENTO SEMA Odete Gonçalves Paulo Fernando de Almeida Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella Ana Maria Álvares Tavares da Mata	
DOI 10.22533/at.ed.36519140825	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	281
ÍNDICE REMISSIVO	282

BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL

Bruno Vinicius Daquila

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Biotecnologia, Genética e Biologia Celular, Laboratório de Controle Biológico, Morfologia e Citogenética de Insetos, Maringá, Paraná, Brasil.

Helio Conte

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Biotecnologia, Genética e Biologia Celular, Laboratório de Controle Biológico, Morfologia e Citogenética de Insetos, Maringá, Paraná, Brasil.

RESUMO: Atualmente, o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos no mundo e seu uso incorreto vem causando problemas ambientais. Formulados por xenobióticos, acumulam-se no solo originando moléculas recalcitrantes com capacidade mutagênica, nociva aos organismos vivos. Diante destes problemas, a sociedade mostra-se mais exigente, preferindo alimentos oriundos da agricultura sustentável. Entre as técnicas de manejo, destaca-se o controle biológico, alternativa empregada no combate aos organismos pragas. Sua ação baseia-se no uso de inimigos naturais, sejam eles, patógenos, parasitoides ou predadores, que colaboram para o equilíbrio populacional nos ecossistemas. *Diatraea saccharalis*, é considerada responsável por grandes prejuízos ao setor sucroalcooleiro, sejam eles de forma direta, devido seu hábito alimentar mastigador

durante a fase larval, ou de forma indireta, quando fungos penetram pelos orifícios abertos pelas larvas no colmo e causam a inversão da sacarose armazenada pela planta. Bioinseticidas formulados com *Bacillus thuringiensis* têm sido utilizados por décadas no controle de insetos pragas tendo como principal característica a síntese de toxinas, específicas para diferentes organismos, e portanto, seu uso é considerado seguro para o meio ambiente. Em insetos, a principal via de contato para avaliação dos efeitos de bioinseticidas ingeridos é o intestino médio, local de síntese enzimática, digestão e absorção de nutrientes. Este órgão é constituído por um epitélio simples, onde se encontram células colunares, calciformes, regenerativas e endócrinas. A ação de entomopatógenos sobre estas células, pode ocasionar danos severos que interferem em funções vitais resultando na morte do inseto por inanição e/ou septicemia.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura. Pragas. Entomopatógenos. Bactérias.

ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY AND SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT

ABSTRACT: Currently, Brazil is the largest consumer of agrochemicals in the world and its incorrect use has been causing environmental problems. Formulated by xenobiotics, they

accumulate in the soil-giving rise to recalcitrant molecules with mutagenic capacity, harmful to living organisms. Faced with these problems, society is more demanding, preferring food from sustainable agriculture. Among the management techniques, it is worth mentioning the biological control, an alternative used to combat pest organisms. Its action is based on the use of natural enemies, be they, pathogens, parasitoids or predators, that collaborate for the population balance in the ecosystems. *Diatraea saccharalis* is considered responsible for large losses to the sugar and alcohol industry, directly due to either its chewing food habit during the larval phase, or indirectly, when fungi penetrate the holes opened by the larvae on the stem and cause the sucrose inversion stored by the plant. Bioinsecticides formulated with *Bacillus thuringiensis* have been used for decades in the control of insect pests, having as main characteristic the synthesis of toxins, specific for different organisms, and therefore its use is considered safe for the environment. In insects, the main route of contact to evaluate the effects of ingested bioinsecticides is the middle intestine, site of enzymatic synthesis, digestion and nutrient absorption. This organ is constituted by a simple epithelium, where there are columnar, goblet, regenerative and endocrine cells. The action of entomopathogens on these cells can cause severe damage that interferes with vital functions resulting in death of the insect by starvation and / or generalized infection.

KEYWORDS: Agriculture. Pests. Entomopathogens. Bacterial.

1 | INTRODUÇÃO

A ordem Lepidoptera possui aproximadamente 160 mil espécies, dessas, 20 mil são borboletas e 140 mil mariposas, que estão distribuídas em 120 famílias com grande diversidade biológica e morfológica. A família Crambidae considerada uma das maiores desta ordem, possui aproximadamente 10 mil espécies (GULLAN e CRANSTON, 2017; ORLANDIN et al., 2016; ALMEIDA e FREITAS, 2012).

Dentre os gêneros que compõem a família Crambidae, esta o *Diatraea*, com aproximadamente 21 espécies, três dessas ocorrendo em território brasileiro, duas em destaque, as espécies *Diatraea saccharalis* Fabricius, relatada em todo território nacional, e *Diatraea flavipennella* Box, encontrada nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro (GITAHY et al., 2007; GITAHY et al., 2006).

Considerada uma das maiores pragas em culturas de cana-de-açúcar, as larvas da *D. saccharalis* constroem galerias no interior dos colmos, causando prejuízos diretos, como quebra dos colmos, secagem dos ponteiros e enraizamento aéreo. Indiretamente, favorecem a entrada de fungos, geralmente das espécies *Fusarium moniliforme* e *Colletotrichum falcatum*, responsáveis pela inversão da sacarose armazenada pela planta e competição com micro-organismos utilizados nos processos de fermentação industrial (GITAHY et al., 2007; PARRA et al., 2002).

Com o mercado consumidor mais exigente, produtos oriundos da agricultura sustentável apresentam aumento em sua procura, fato que torna o controle biológico uma das técnicas mais viáveis neste novo momento do mercado, sendo considerada

a alternativa mais indicada para controle de insetos pragas, demonstrado eficiência, baixo dano ambiental, social e custo econômico (SILVA e BRITO, 2015).

O controle biológico, é definido como fenômeno natural, que ocorre para controle das populações de plantas e animais, por conta da ação de inimigos naturais, sejam eles patógenos, parasitas ou predadores, constituindo fatores de mortalidade biótica, garantindo o equilíbrio entre as espécies em nosso planeta (ABREU et al., 2015; SILVA e BRITO, 2015; PARRA et al., 2002; CALTAGIONE, 1988; BOSCH et al., 1982).

Bacillus thuringiensis é um entomopatógeno com ação tóxica em alguns organismos vivos. Sua toxicidade está ligada a síntese de inclusões cristalinas de natureza proteica durante a esporulação. As toxinas são sintetizadas juntamente ao esporo e acumuladas no interior da célula mãe, sendo liberadas para o ambiente com a extrusão bacteriana. A atividade das toxinas é restrita ao trato digestório de insetos suscetíveis, local onde atua em sua forma ativa, após dissolução e clivagem por enzimas específicas, presentes no intestino médio dos insetos alvo. (MACEDO et al., 2012; SWIECICKA et al., 2008; BULLA-JUNIOR et al., 1980)

O intestino médio em insetos, é contituido principalmente por células colunares, caliciformes, regenerativas e endócrinas. As células colunares são as mais abundantes, consideradas responsáveis pela secreção de enzimas digestivas e da membrana peritrófica, além de atuarem na absorção dos produtos da digestão. As caliciformes estão envolvidas no processo de homeostase iônica e atuação conjunta com as colunares na absorção dos produtos da digestão. A reposição celular tem origem com as células regenerativas, que possuem grande capacidade de proliferação, diferenciação e crescimento. Células endócrinas são responsáveis pelo controle hormonal, de síntese e secreção (KLOWDEN, 2002; CHAPMAN, 1998; MARANA et al., 1997; BILLINGSLEY e LEHANE, 1996; SNODGRASS, 1993).

As toxinas sintetizadas por *B. thuringiensis* apresentam interações específicas com receptores presentes na membrana apical das células colunares, local onde ocorre a inserção de uma parte da toxina ao receptor, originando poros que desestabilizam os gradientes osmóticos e iônicos. Os danos causados são suficientes para reduzir ou parar a secreção normal do intestino, culminando no desaparecimento da membrana peritrófica e redução do pH no lúmem, tornando o local propício para germinação dos esporos bacterianos, causando septicemia e posterior morte dos insetos (HORTA et al., 2017; MACEDO et al., 2012).

Diante da necessidade de novas tecnologias de controle, diversos autores desenvolvem estudos utilizando o controle biológico (AKTAR e JAVAID, 2018; ARAUJO et al., 2018; LORENCETTI et al., 2018; DIAS et al., 2017; GROTH et al., 2017; PIROVANI et al., 2017; SCHNEIDER et al., 2017; ZORZETTI et al., 2017; VIEIRA et al., 2016; TAN et al., 2011; TARGA et al., 2011; LIMA et al., 2010; NAVA et al., 2009; GITAHY et al., 2007; GITAHY et al., 2006). Os resultados obtidos demonstram eficiência e segurança, não apenas no controle de pragas agrícolas, mas também no controle de vetores de doenças.

2 | BROCA DA CANA-DE-AÇÚCAR (*DIATRAEA SACCHARALIS*)

D. saccharalis é um inseto holometábolo (Fig. 1) conhecida popularmente como broca da cana-de-açúcar. Considerada principal praga em culturas canavieiras no Brasil, possui período de desenvolvimento variável. O tempo para desenvolvimento embrionário varia entre 5 - 7 dias, no qual são observadas alterações cromáticas nos ovos, passando pelas colorações branco leitosa, alaranjado e por final negro, significando que o embrião se desenvolveu completamente e que os ovos estão prontos para eclosão.

Com a eclosão dos ovos, as larvas neonatas caminham sobre as folhas, alimentando-se inicialmente de parênquima foliar. Após a primeira ecdise, migram para região da bainha, onde perfuram o colmo e constroem galerias, permanecendo nelas por aproximadamente 40 dias. Ao final do 5º instar possuem tamanhos variáveis entre 2,5 - 3 cm, quando então, passam pela última ecdise, tornando-se pupas. Em alguns casos, devido fatores climáticos, as larvas podem atrasar seu processo de empupamento e atingir o 6º instar larval (NASCIMENTO, 2009; GALLO et al., 2002).

Enquanto pupas, o dimorfismo sexual pode ser observado pela utilização de microscópio estereoscópico, analisando o último segmento abdominal, em pupas fêmeas, observa-se um sulco, já em machos, duas protuberâncias. O período de desenvolvimento nesta fase pode variar entre 9 - 14 dias, quando então emerge o adulto.

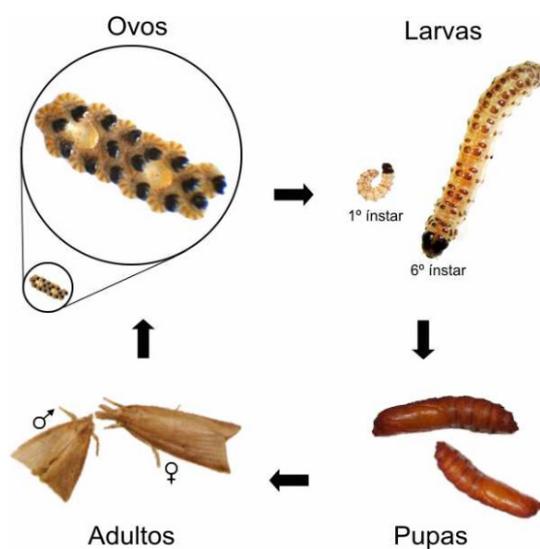


Figura 1. Ciclo de vida da *Diatraea saccharalis*. Estágios de desenvolvimento, ovo-larva-pupa e adultos (Fonte: NASCIMENTO, 2009).

Em sua forma adulta, as mariposas têm coloração amarelo-palha com manchas em suas asas anteriores. As fêmeas liberam feromônios para atração de parceiros e acasalamento. Dois dias após acasalarem, uma massa de ovos é ovopositada no limbo foliar, sua disposição é realizada na forma imbricada (como escamas de peixe), contendo entre 5 - 50 ovos, totalizando até 300 ovos por ovoposição. A longevidade

dos adultos é estimada entre 7 - 10 dias (GALLO et al., 2002).

3 | SISTEMA DIGESTÓRIO

O sistema digestório em insetos é formado por um tubo contínuo que liga a boca ao ânus, compreendendo três regiões: intestino anterior ou estomodeu, onde o alimento pode ser armazenado e parcialmente digerido; intestino médio ou mesêntero, responsável pela digestão e absorção de nutrientes e o intestino posterior ou proctodeu, responsável pela absorção de água, sais e formação das fezes (KLOWDEN, 2002; CHAPMAN, 1998; SNODGRASS, 1993; WIGGLESWORTH, 1965).

O intestino médio em insetos, tem função produtora e secretora de enzimas, absorvendo água e nutrientes, e na manutenção da homeostase do organismo. Sua origem é endodérmica, tendo diâmetro variável entre suas regiões. É formado por um epitélio simples ou pseudoestratificado, apoiado sobre uma membrana basal, em torno da qual dispõem uma camada interna de fibras musculares estriadas circulares e outra externa de fibras longitudinais (HAKIM et al., 2010; CHAPMAN, 1998; LEHANE e BILLINGSLEY, 1996; SNODGRASS, 1993; WIGGLESWORTH, 1965).

O epitélio do intestino médio típico nos insetos é constituído principalmente por células colunares, caliciformes, regenerativas e endócrinas. Em *D. saccharalis* ocorrem estes quatro tipos celulares, sendo que, as células colunares são as mais abundantes e consideradas responsáveis pela secreção da membrana peritrófica e enzimas digestivas, além de atuarem na absorção de produtos da digestão. Estas células apresentam variações ao longo do intestino médio em *D. saccharalis*, caracterizando regiões morfofuncionais distintas (PINHEIRO et al., 2008; KLOWDEN, 2002; CHAPMAN, 1998; MARANA et al., 1997; BILLINGSLEY e LEHANE, 1996; SNODGRASS, 1993).

Na maioria dos insetos, o intestino médio apresenta uma membrana acelular, composta principalmente por quitina, glicosaminoglicanos e proteínas, denominada membrana peritrófica, que divide o lúmen intestinal em duas regiões, a ectoperitrófica (entre a membrana e o epitélio) e endoperitrófica (no interior da membrana). Entre as funções da membrana peritrófica, destacam-se a proteção contra danos mecânicos, químicos e a formação de uma barreira contra microrganismos e toxinas (CHAPMAN, 1998; TELLAM, 1996; TERRA, 1990; WIGGLESWORTH, 1965).

4 | CONTROLE BIOLÓGICO

A classe insecta é estimada entre 1 e 2,5 milhões de espécies, sendo considerado o maior táxon de animais, e mesmo com toda esta biodiversidade, o percentual de agentes causadores de prejuízos é estimado entre 1 - 10%, incluindo pragas agrícolas e vetores de doenças (GULLAN e CRANSTON, 2017; ANGELO et al., 2010; BERTI-FILHO e MACEDO, 2010).

Os organismos vivos apresentam grupos diversos e com vários estágios de desenvolvimento, os quais possuem inimigos naturais, mantendo desta forma populações equilibradas, algo que não ocorreria em sua ausência. Tais inimigos naturais, pertencem a diversas classes de organismos incluindo predadores, parasitóides e patógenos. O uso de um organismo para redução da densidade de populacional de outro, apresenta grandes taxas de sucesso, tanto econômico, como social e ambiental (ABREU et al., 2015; SILVA e BRITO, 2015; PARRA et al., 2002).

Além do controle de pragas agrícolas, o controle biológico aplicado a saúde está em crescimento, principalmente quando o foco são doenças relacionadas ao mosquito *Aedes aegypti* que transmite diversas doenças ao ser humano. Seu controle pode ser realizado com entomopatógenos, como por exemplo, a bactéria *B. thuringiensis* var. *Israelensis* (ZARA et al., 2016).

Atualmente existem três tipos básicos de estratégias que podem ser adotadas: controle biológico natural, clássico e aplicado.

4.1 Controle Biológico Clássico

O controle biológico clássico trata da inserção e colonização de agentes controladores que combatam organismos praga nativos da área aplicada. Esta medida é avaliada como sendo de longo prazo, neste caso é utilizado um pequeno número controladores, aguardando sua estabilidade e aumento populacional (BARBOSA et al., 2017; SILVA e BRITO, 2015; BERTI-FILHO e MACEDO, 2010).

4.2 Controle Biológico Natural

Refere-se a algo que ocorre naturalmente, inserindo práticas de manejo integrado de pragas (MIP). O controle biológico natural atua na conservação e atração de inimigos naturais que combatam os organismos-praga (BARBOSA et al., 2017; SILVA e BRITO, 2015; BERTI-FILHO e MACEDO, 2010).

4.3 Controle Biológico Aplicado

Este tipo de controle biológico utiliza controladores produzidos em biofábricas, que posteriormente são aplicados ou liberados em áreas de interesse, este tipo de ação vem ganhando força com o isolamento de novos micro-organismos e investimento em criações laboratoriais (BARBOSA et al., 2017; SILVA e BRITO, 2015; BERTI-FILHO e MACEDO, 2010)

5 | BACILLUS THURINGIENSIS

Relatado pela primeira vez em 1901 por Ishiwata como sendo responsável pela mortalidade de larvas da *Bombyx mori*, este micro-organismo foi isolado e descrito em 1911 por Berliner, como causador da morte em larvas da *Anagasta kuehniella* (mariposa da farinha), quando então foi confirmada sua capacidade de esporulação.

Em 1915, foi classificada como *B. thuringiensis*, e inserida na ordem *Bacillales*, Família *Bacillaceae* e Gênero *Bacillus* (SABIA-JÚNIOR, 2015; PRAÇA et al., 2007; ABREU, 2006).

Trata-se de uma bactéria Gram-positiva, esporulante, aeróbica facultativa, mesófila, quimioheterotrófica e esporulante. Possui formato de bastonete, sendo observada de modo solitário (bacilo), aos pares (diplobacilos) ou formando cadeias (estreptobacilos), seu tamanho varia entre 0,5 - 0,25 μm de largura e 1,2 - 10 μm de comprimento, apresentando desenvolvimento ótimo em temperaturas entre 10 e 40 $^{\circ}\text{C}$. Seu ciclo de vida apresenta duas fases: na primeira, sua multiplicação ocorre por fissão binária durante o estado vegetativo, a segunda consiste na diferenciação da bactéria em espora (SABIA-JÚNIOR, 2015; PRAÇA et al., 2007).

Este micro-organismo é encontrado em praticamente todas as partes do mundo, podendo ser isolado do solo, água, animais mortos, fezes, grãos estocados, superfície de plantas e outros locais propícios para seu desenvolvimento. Acreditava-se que sua capacidade entomopatogênica sobre insetos teria sido selecionada no curso da co-evolução (hospedeiro-parasita), porém, algumas evidências sugerem que *B. thuringiensis* é meramente um organismo saprófito, e não um parasita obrigatório. Entretanto seu requerimento nutricional sugere que as células vegetativas entrem em estado esporulante somente no interior de insetos hospedeiros (Fig. 2) (SABIA-JÚNIOR, 2015; MACEDO et al., 2012; SWIECICKA et al., 2008).

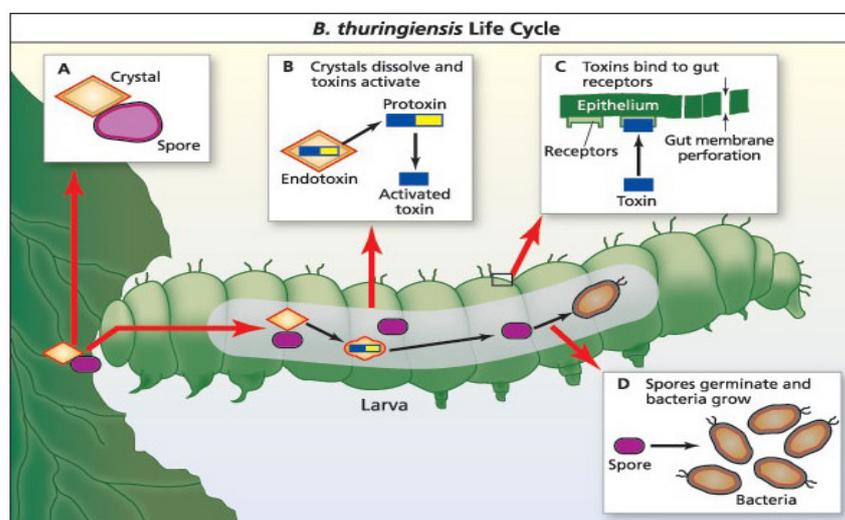


Figura 2. Ciclo de vida de *Bacillus thuringiensis* em lepidópteros. A) cristal proteico (toxina) e espora bacteriano aplicados na cultura. B) após a ingestão pelo organismo alvo, a toxina é dissolvida por meio do pH alcalino no intestino do inseto e clivada por enzimas específicas, tornando a toxina ativa. C) em sua forma ativa, as toxinas ligam-se a receptores específicos, presentes na membrana plasmática das células intestinais, formando poros. D) com os danos causados nas células o meio torna-se propício para a germinação dos esporos e multiplicação bacteriana (Fonte: EMAZE.com).

Sua atividade entomopagênica tem ligação com a capacidade de sintetizar inclusões cristalinas parasporais (ICP) de natureza proteica durante a esporulação, período em que genes presentes nos plasmídeos tornam-se ativos, codificando

proteínas formadoras das ICP's. Em algumas variedades estes genes também podem estar presentes nos cromossomos. Estas ICP's são armazenadas no citoplasma das células, e representam entre 20 e 30% da proteína total encontrada na bactéria seca (SABIA-JÚNIOR, 2017; MACEDO et al., 2012; WANG et al., 2013; PRAÇA et al., 2007).

A formação das inclusões ocorre durante os estágios II e IV da esporulação, possuindo formatos bipiramidal, romboide, esférico, cubóide ou sem forma definida. Sua liberação ocorre com a extrusão bacteriana junto ao esporo. São conhecidas entre 700 - 770 sequências de genes Cry, divididas em 74 grupos, 40 sequências, em 3 grupos de proteínas Cyt e 140 sequências, em 4 grupos de proteínas Vip. A classificação destas proteínas é baseada nas sequências de aminoácidos e toxicidade (HORTA et al., 2017; SABIA-JÚNIOR, 2015; WANG et al., 2013; BULLA-JUNIOR et al., 1980).

A maior parte das variedades de *B. thuringiensis* podem sintetizar mais de um tipo de ICP, apresentando elevada especificidade contra as ordens Lepidoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Homoptera, Isoptera, Mallophaga, Neuroptera, Orthoptera, Siphonaptera, Thysanoptera, além de outros grupos de invertebrados como nematoides, ácaros, protozoários e alguns vertebrados dependendo da variedade bacteriana (Fig. 3) (SABIA-JÚNIOR, 2015; MACEDO et al., 2012; PRAÇA et al., 2007).

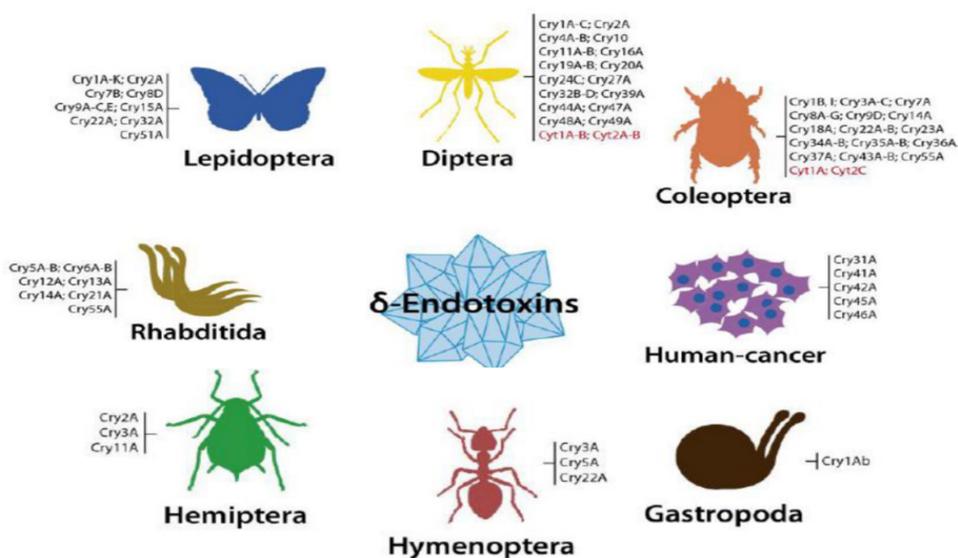


Figura 3. Variedades de toxinas sintetizadas por *B. thuringiensis* e seu espectro de ação nas diferentes ordens de organismos (Fonte: PALMA et al., 2014).

Estudos com *B. thuringiensis* demonstram sua capacidade de síntese proteica. As proteínas mais conhecidas são: α -exotocina, β -exotocina, VIP e δ -endotoxinas. Outras proteínas como as parasporinas, hemolisinas, enterotoxinas, quitinases, fosfolipases e moléculas bioestimuladoras e biofertilizadoras, como fitohormônios, proteínas solubilizadoras de fosfato e sideróforos, estão em estudo (SABIA-JÚNIOR, 2015; MACEDO et al., 2012; SWIECICKA et al., 2008; PRAÇA et al., 2007).

5.1 Proteínas α -exotoxinas

Com alta toxicidade para alguns insetos e vertebrados, esta toxina pode ser isolada do sobrenadante em meios de cultura, durante a fase logarítmica do crescimento de algumas estirpes de *B. thuringiensis*. Possui ação sobre os hemócitos, ocasionando degeneração e lise celular (HORTA et al., 2017; PRAÇA et al., 2007).

5.2 Proteínas β -exotoxinas

Atualmente conhecida como Thurigiensina, é sintetizada durante a fase vegetativa de algumas variedades de *B. thuringiensis*, sendo altamente tóxicas para diversas ordens de insetos e alguns vertebrados. Esta toxina apresenta duas variações: a tipo I, é análoga ao ATP, e atua na inibição das nucleases, impedindo a biossíntese de RNA pelas células afetadas. Seu efeito fica nítido durante as fases de metamorfose dos insetos (ecdises, empupamentos e emergência de adultos). A tipo II, análoga ao UTP, possuindo potencial entomopatogênico superior a toxina do tipo I, sua utilização é limitada ou até proibida em alguns países, pela elevada toxicidade e potencial mutagênico em vertebrados (HORTA et al., 2017; PRAÇA et al., 2007).

5.3 Proteínas Vip

Sua nomenclatura deriva do inglês “Vegetative Insecticidal Proteins”, sendo a classe mais nova de proteínas tóxicas descritas em *B. thuringiensis*, foi identificada no sobrenadante de algumas variedades bacterianas em fase logarítmica de crescimento e esporulação, apresenta maior toxicidade que as δ -endotoxinas. Sua ação ocorre de forma similar ao das δ -endotoxinas nos organismos-alvo. (HORTA et al., 2017; PRAÇA et al., 2007).

5.4 Proteínas δ -endotoxinas

As δ -endotoxinas conhecidas como proteínas Cry ou Cyt, possuem ação extremamente tóxica para diversas ordens de insetos, além de alguns protozoários, nematoides e ácaros. Possui ação isolada e restrita a uma ou mais ordens específicas de organismos, a maioria das estirpes de *B. thuringiensis* pode sintetizar uma ou mais toxinas. Algumas variedades como a Aizawai HD-137 ou a Israelensis IPS-82 apresentam de cinco a oito genes codificadores de δ -endotoxinas (HORTA et al., 2017; PRAÇA et al., 2007).

5.5 Modo de ação das δ -endotoxinas

Após a ingestão, as ICP's são solubilizadas nas condições de pH alcalino do

intestino em insetos, liberando protoxinas, que são clivadas por enzimas específicas, resultando em toxinas ativas, com capacidade de atravessar a membrana peritrófica e ligação com receptores específicos localizados na membrana apical das células do intestino médio, com tal interação, estruturas oligoméricas são formadas antes da inserção das toxinas na membrana celular.

A ligação na membrana ocorre de modo irreversível, poros com tamanho variável de 1 - 2 nm de diâmetro são formados, interferindo na entrada seletiva de cátions, ânions, água e moléculas maiores. Com o aumento na absorção de água, as células sofrem lise, seguida da ruptura da parede intestinal, com isso, o conteúdo gástrico é misturado à hemolinfa, reduzindo o pH intestinal e fornecendo nutrientes necessários para a germinação dos esporos e sua disseminação pelo organismo, causando a morte dos organismos-alvo por inanição e septicemia (Fig. 3) (HORTA et al., 2017; WANG et al., 2013; MACEDO et al., 2012; PRAÇA et al., 2007; ABREU, 2006).

Diferentes enzimas são sugeridas para a clivagem das protoxinas, sendo diferentes em cada ordem de inseto, são descritas, as serinoproteases, tripsina, quimiotripsina, termolisina, cisteíno-protease e aspartina (PRAÇA et al., 2007).

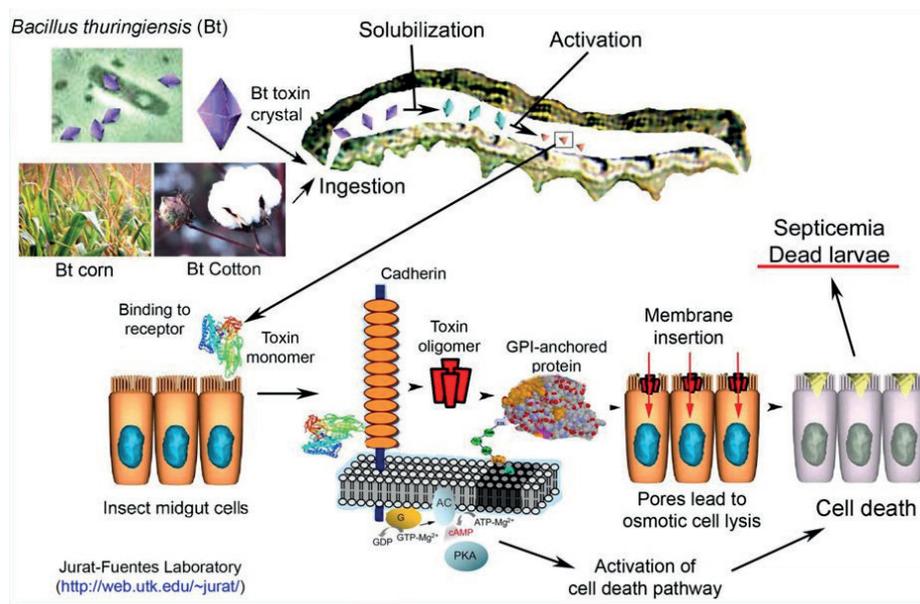


Figura 3. Modo de ação da toxina Cry em uma larva de lepidóptero. A toxina é ingerida quando a larva ingere *B. thuringiensis* ou quando ingere tecidos de uma planta transgênica. A solubilização e ativação ocorre devido ao pH alcalino do trato digestivo do inseto. A toxina se liga a um receptor nas células intestinais e se integra na membrana formando um poro que causa a morte das células. Por causa disso, a larva morre e seus tecidos em decomposição podem ser explorados pelas bactérias. (Fonte: ADANG et al., 2014).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a crescente demanda por commodities, os agricultores encontram-se pressionados por conta de fatores climáticos e pelo ataque de pragas, que resultam na redução da produtividade nas lavouras. Para garantir produtividade, os agricultores fazem uso de diversos agrotóxicos, alguns altamente tóxicos, que na maioria das

vezes são aplicados de forma incorreta, resultando em danos, como: contaminações do meio ambiente e dos alimentos, eliminação de organismos benéficos e seleção de pragas resistentes.

Um dos fatores que vêm preocupando os importadores, são os resíduos presentes nos alimentos, algo que reforça a necessidade de investimentos em pesquisas voltadas para novas tecnologias, principalmente naturais, em busca de crescimentos com sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- ABREU, I.L. 2006. **Identificação e caracterização de um gene Cry recombinante de *Bacillus thuringiensis* var. Londrina**. Jaboticabal: UNESP, 2006. 87p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Microbiologia Aplicada, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.
- ABREU, J.A.S.; ROVIDA, A.F.S.; CONTE, H. 2015. **Controle biológico por insetos parasitóides agrícolas no Brasil**: Revisão de literatura. UNINGÁ Review, 22(2): 22-25.
- ADANG, M.J., CRICKMORE, N., JURAT-FUENTES, J.L. 2014. **Diversity of *Bacillus thuringiensis* Crystal Toxins and Mechanism of Action**. Insect Midgut and Insecticidal Proteins, 39-87. doi:10.1016/b978-0-12-800197-4.00002-6.
- AKTAR, R.; JAVAID, A. 2018. **Biological management of basal rot of onion by *Trichoderma harzianum* and *Withania somnifera***. Planta Daninha, 36: 2-7.
- ALMEIDA, A.C.; FREITAS, A.V.L. 2012. **Lepidoptera Borboletas e Mariposas do Brasil**. 1.ed. São Paulo: Exclusiva Publicações, 1-82.
- ANGELO, E.A.; VILAS-BOÂS, G.T.; CASTRO-GOMEZ, R.J.H. 2010. ***Bacillus thuringiensis*: general characteristics and fermentation**. Semina Ciências agrárias, 31(4): 945-958.
- ARAÚJO, J.J.S.; MUNIZ, M.F.S.; MOURA-FILHO, G.; ROCHA, F.S.; CASTRO, J.M.C. 2018. ***Bacillus subtilis* no tratamento de mudas de bananeiras infectadas por fitonematóides**. Ceres, 65(1): 99-103.
- BARBOSA, M.F.C.; DEMITE, P.R.; MORAES, G.J.; POLLETI, M. 2017. **Controle biológico com ácaros predadores e seu papel no manejo integrado de pragas**. Engenheiro Coelho: PROMIP, 1: 9-10.
- BERTI-FILHO, E.; MACEDO, L.P.M. 2010. **Fundamentos do controle biológico de insetos-praga**. Natal: Editora IFRN, 1-108.
- BILLINGSLEY, P.F.; LEHANE, M.J. 1996. Structure and ultrastructure of the insect midgut. In: LEHANE, M. J.; BILLINGSLEY, P. F. **Biology of the insect midgut**, London: Chapman e Hall, 3-30.
- BOSCH, R.V.D; MESSENGER, P.S.; GUTIERREZ, A.P. 1982. **An introduction to biological control**. New York: Plenum Press, 1-247.
- BULLA-JUNIOR, L.A.; BECTHEL, D.B.; KRAMER, K.J.; SHETHANA, Y.I. 1980. **Ultrastructure, physiology, and biochemistry of *Bacillus thuringiensis***. Critical Reviews in Microbiology, 147-204.
- CALTAGIONE, L.E. 1988. **Definitions and principles of biological control**. In. **2nd International short course in biological control**, Anais... Berkeley.

- CHAPMAN, R.F. 1998. **The insects: structure and funcion**. 4. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1-770.
- DIAS, J.L.C.S.; SILVA-JUNIOR, A.C.; QUEIROZ, J.R.G.; MARTIS, D. 2017. **Herbicidas selectivity in pre-budded seedlings of sugarcane**. Arquivos do Instituto Biológico, 84, pp.1-9.
- EMAZE. 2019. **Control de plagas**. Disponível em < app.emaze.com/@AORQQORLI#11>. Acesso em: 10 de maio de 2019.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S.S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; FILHO, E.B.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. 2002. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 1-920.
- GITAHY, P.M.; GALVÃO, P.G.; ARAÚJO, J.L.S.; BALDANI, J.I. 2006. **Perspectivas biotecnológicas de *Bacillus thuringiensis* no controle biológico da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis***. Rio de Janeiro: Seropédica, 214: 1-44.
- GITAHY, P.M.; SOUZA, M.T.; MONNERAT, R.G.; ARRIGONI, E.B.; BALDANI, J.I. 2007. **A Brazilian *Bacillus thuringiensis* strain highly active to sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: crambidae)**. Brazilian Journal of Microbiology, 38: 531-537.
- GROTH, M.; FILHO, R.; SOARES, V.; BERNARDI, D. 2017. **Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* isolates on *Nezara viridula* and *Dichelops melacanthus* in wheat crop**. Arquivos do Instituto Biológico, 84: 1-8.
- GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. 2017. **Insetos: fundamentos da entomologia**. 5.ed. Rio de Janeiro: Roca, 1-912.
- HAKIM, R.S.; BALDWIN, K.; SMAGGHE, G. 2010. **Regulation of midgut growth development, and metamorphosis**. Annual Reviews Entomology, 55: 593-608.
- HORTA, A.B., PANNUTI, L.E.R., BALDIN, E.L.L., FURTADO, E.L. 2017. Toxina inseticidas de *Bacillus thuringiensis*. In: Resende, R.R. (ed). **Biotecnologia aplicada à agro e indústria-fundamentos e aplicações**. Blucker: São Paulo, 1-38.
- KLOWDEN, M.J. 2002. **Physiological systems in insects**. California: Academic Press, 163-203.
- LEHANE, M.J.; BILLINGSLEY, P.F. 1996. **Biology of the insect midgut**. London: Chapman e Hall, 1-486.
- LIMA, M.P.L.; OLIVEIRA, J.V.; GONDIM-JUNIOR, M.G.C.; MARQUES, E.J. CORREIA, A.A. 2010. **Bioatividade de formulações de nim (*Azadirachta indica* A. JUSS, 1797) e de *Bacillus thuringiensis* subsp. *Aizawai* em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Ciênc. Agrotec, 34(6): 1381-1389.
- LORENCETTI, G.A.T.; POTRICH, M.; MAZARO, S.M.; LOZANO, E.R.; BARBOSA, L.R.; MENEZES, M.J.S.; GONÇALVES, T.E. 2018. **Eficiência de *Beauveria bassiana* VUILL. e *Isaria* sp. Para o controle de *Thaumastocoris peregrinus* CARPITERO & DELLAPÉ (Hemiptera: Thaumastocoridae)**. Ciência Florestal, 28(1): 413-418.
- MACEDO, C.L.; MARTINS, E.S.; MACEDO, L.L.P.; SANTOS, A.C.; PRAÇA, L.B.; GOIS, L.A.B.; MONNERAT, R.G. 2012. **Seleção e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* eficientes contra a *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 47(12): 1-11.
- MARANA, S.R.; RIBEIRO, A.F.; TERRA, W.R.; FERREIRA, C. 1997. **Ultrastructure and secretory activity of *Abracris flavolineata* (Orthoptera: Acrididae) midgut**. Journal Insect Physiology, 43(5): 465-473.

- NASCIMENTO, R. 2009. **Construção de uma biblioteca de anticorpos monoclonais apresentados em fagos para seleção e caracterização de scFv ligante a proteínas intestinais de *Diatraea saccharalis***. Uberlândia: UFU, 2009. 100p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- NAVA, D.E.; PINTO, A.S.; SILVA, S.D.S. 2009. **Controle biológico da broca da cana-de-açúcar**. Pelotas: Seropédica, 287: 1-29.
- ORLANDIN, E.; FAVRETTO, M.A.; PIOVESAN, M.; SANTOS, E.B. 2016. **Borboletas e Mariposas de Santa Catarina uma introdução**. 1.ed. Campos Novos: Mario Arthur Favratto, 1-213.
- PALMA, L., MUÑOZ, D., BERRY, C., MURILLO, J., CABALLERO, P. 2014. ***Bacillus thuringiensis* toxins: An overview of their biocidal activity**. Toxins, 6(12): 3296-3325. Doi: 10.3390/toxins6123296
- PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORREIA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. 2002. **Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. Barueri: Manole, 1-17.
- PINHEIRO, D.O.; SILVA, R.J.; QUAGIO-GRASSIOTTO, I.; GREGÓRIO, E.A. 2008. **Morphological regional differences of epithelial cells along the midgut in *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae) larvae**. Neotropical Entomology, 37(4): 413-419.
- PIROVANI, V.D.; PRATISSOLI, D.; TIBÚRCIO, M.O.; CARVALHO, J.R.; DAMASCENA, A.P.; FARIA, L.V. 2017. ***Trichogramma galloi* and *Trichogramma pretiosum* for the management of *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae) in strawberry plants**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 52(8): 690-693
- PRAÇA, L.B.; SOARES, E.M.; MELATTI, V.M.; MONNERAT, R.G. 2007. ***Bacillus thuringiensis* Berliner (Eubacteriales: Bacillaceae): aspectos gerais, modo de ação e utilização**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 239: 1-40.
- SABIA-JÚNIOR, E.F. 2015. **Deteção e caracterização de proteínas parasporinas em *Bacillus thuringiensis***. Brasília: Universidade de Brasília, 2015. 94p. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Biologia Molecular, Universidade de Brasília, Brasília.
- SCHNEIDER, L.C.L.; SILVA, C.V.; CONTE, H. 2017. **Toxic effect of commercial formulations of neem oil, *Azadirachta indica* A. Juss., in pupae and adults of the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae)**. Arquivos do Instituto Biológico, 84: 1-8.
- SILVA, A.B.; BRITO, J.M. 2015. **Controle biológico de insetos-praga e suas perspectivas para o futuro**. AGROTEC, 248-258.
- SNODGRASS, R.E. 1993. **Principles of insect morphology**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1-573.
- SWIECICKA, I.; BIDESHI, D.K.; FEDERICI, B.A. 2008. **Novel isolate of *Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis* that produces a quasicuboidal crystal of Cry Ab21 toxic to larvae of *Trichoplusia ni***. Applied and environmental Microbiology, 923-930.
- TAN, S.Y.; CAYABYAB, B.F.; ALCANTARA, E.P.; IBRAHIM, Y.B.; HUANG, F.; BLANKENSHIP, E.E.; SIEGFRIED, B.D. 2011. **Comparative susceptibility of *Ostrinia furnacalis*, *Ostrinia nubilalis* and *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) to *Bacillus thuringiensis* Cry1 toxins**. Crop Protection, 30: 1184-1189.
- TARGA, S.E.M.; ORLANDELL, R.S.; BERNARDI-WENZEL, J.; CONTE, H.; PAMPHILE, J.A. 2011. **Influence of crude extracts of endophytes from *Luehea divaricata* (Malvales: Tiliaceae) on the in vitro development of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) larvae**. Saúde e Biologia,

6(3): 1-7.

TELLAM, R.L. The peritrophic matrix. In: Lehane, M. J.; BILLINGSLEY, P.F. 1996. **Biology of the insect midgut**. London: Chapman e Hall, 86-114. TERRA, W.R. 1990. **Evolution of digestive system of insects**. Annual Review Entomology, 35: 181-200.

VIEIRA, B.A.H.; MARINHO-PRADO, J.S.; NECHET, K.L.; MORANDI, M.A.B.; BERTTIOL, W. 2016. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. 1.ed. Brasília: Embrapa meio ambiente, 1-853.

WANG, J.; MEI, H.; QIAN, H.; TANG, Q.; LIU, X.; YU, Z.; HE, J. 2013. **Expression profile and regulation of spore and parasporal crystal formation-associated genes in *Bacillus thuringiensis***. Journal of Proteome research, 12(12): 5487-5501.

WIGGLESWORTH, V.B. 1965. **Proceedings of the Association of Applied Biologists**. Ann. Appl. Biol, 56: 315-350.

ZARA, A.L.S.A.; SANTOS, S. M.; FERNANDES-OLIVEIRA, E.S.; CARVALHO, R.G.; COELHO, G.E. 2016. ***Aedes aegypti* control strategies: a review**. Epidemiol. Serv. Saude, 25(2): 391-404.

ZORZETTI, J.; RICCIETTO, A.P.S.; FAZION, F.A.P.; MENEGUIM, A.M.; NEVES, P.M.O.J.; VILAS-BOAS, G.T. 2017. **Isolation and characterization of *Bacillus thuringiensis* strains active against *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera, Pyralidae)**. Acta Scientiarum Agronomy, 39(4): 417-425.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 75

Agricultura 11, 23, 92, 120, 147, 149, 157, 197, 213, 255, 257, 260, 261, 281

Agrotóxicos 131, 194, 196, 197, 198

Águas pluviais 15, 21, 156, 171, 207, 210, 211

Alimentos 132, 194

Ambiental 12, 23, 24, 25, 26, 27, 36, 37, 42, 56, 75, 76, 80, 83, 88, 89, 110, 122, 133, 142, 150, 156, 174, 175, 188, 189, 198, 213, 250, 260

B

Bacia Hidrográfica 250, 252, 254, 262

Bactérias 92

Biocombustível 76, 79

Biomarcadores de Contaminação Ambiental 89

Biomonitoramento 80

C

Caracterização 4, 17, 142, 151, 231

Combustível 76

D

Desenvolvimento 2, 5, 10, 36, 56, 67, 80, 106, 116, 117, 121, 122, 123, 142, 149, 161, 205, 261, 281, 282, 283

Design de Estruturas Verdes 9, 207

Dunas 199, 201

E

Empreendedorismo 38

Entomopatógenos 92

Erosão Hídrica 23, 250, 261

F

Fatores Socioambientais 12

I

Inovação 38, 43, 57, 143

Intercepto de Linha 199

L

Logística Reversa 116, 122

M

Meio Ambiente 2, 5, 10, 37, 56, 57, 76, 106, 123, 142, 152, 154, 157, 164, 170, 172, 173, 174, 176, 177, 180, 189, 197, 199, 206, 252, 261, 281, 282, 283

P

Paisagismo Ecosistêmico 207, 213

Planejamento Ambiental 189, 250

Poluição 44

Pragas 92

processo erosivo 15, 249, 258, 261

Processo erosivo 12

produtores 25, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 70, 126, 127

R

Recursos Hídricos 199, 261

Rio de Janeiro 23, 24, 36, 67, 79, 87, 93, 103, 122, 123, 131, 142, 150, 151, 175, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 198, 248, 260, 262

Robótica 44, 57

Rstudio 52

S

Síntese 233, 244

Solos 12, 24, 248, 261

Sustentabilidade 38, 57, 79, 123, 176

U

Unidade de Conservação 7, 106, 107, 178, 183, 184, 185, 186, 188, 199, 200

V

Vigilância 196, 197, 198

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-536-5



9 788572 475365