

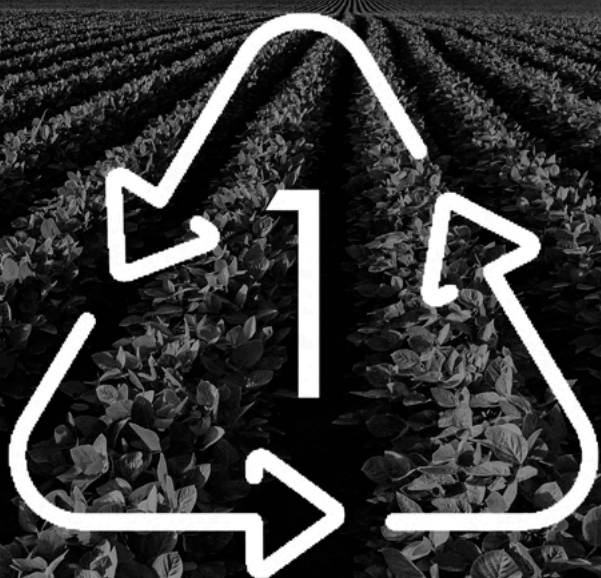
# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

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  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

## Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Bruno Oliveira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-700-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.007212911>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio. III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

## APRESENTAÇÃO

A agricultura faz parte da área do conhecimento denominada de Ciências Agrárias. Importante para garantir o crescimento e manutenção da vida humana no planeta, a agricultura precisa ser realizada de forma responsável, considerando os princípios da sustentabilidade.

Esta obra, intitulada “Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis”, apresenta-se em três volumes que trazem uma diversidade de artigos sobre agricultura produzidos por pesquisadores brasileiros e de outros países.

Neste primeiro volume estão agrupados os trabalhos que abordam temáticas como: agroecologia, sistemas agroflorestais e de integração lavoura-pecuária-floresta, controle biológico de pragas e outros temas correlacionados a sustentabilidade na agricultura.

Agradecemos aos autores dos capítulos pela escolha da Atena Editora. Desejamos a todos uma ótima leitura e convidamos para apreciarem também os outros volumes desta obra.

Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **AGROECOLOGIA E SOBERANIA ALIMENTAR: ANÁLISE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE AGRICULTORES FAMILIARES DO BAIXO PARNAÍBA-MA**

James Ribeiro de Azevedo

Maria da Conceição da Costa de Andrade Vasconcelos

Gênesis Alves de Azevedo

Mauricio Marcon Rebelo Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129111>

### **CAPÍTULO 2..... 8**

#### **CULTIVO DE BACABIZEIRO EM SISTEMA AGROFLORESTAL NA AMAZÔNIA**

Alef Ferreira Martins

Jaqueline Araújo da Silva

Jaqueline Lima da Silva

Tainara Monteiro Nunes

Graziele Rabelo Rodrigues

Thalia Maria de Sousa Dias

Tinayra Teyller Alves Costa


Sinara de Nazaré Santana Brito

Harleson Sidney Almeida Monteiro

Layse barreto de Almeida

Gabriela Ribeiro Lima

Antônia Benedita da Silva Bronze

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129112>

### **CAPÍTULO 3..... 20**


#### **FORMAÇÃO EM AGROECOLOGIA. UM ESPAÇO PARTICIPATIVO E REFLEXIVO NA CARREIRA DE GRADUAÇÃO DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE NACIONAL DE ROSARIO**

Marcelo Milo Vaccaro

Silvia Cechetti

Marcelo Larripa

Claudia Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129113>

### **CAPÍTULO 4..... 29**


#### **VIABILIDADE ECONOMICA DE UM PROJETO AGROECOLÓGICO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: FATORES DETERMINANTES E FATORES COADJUVANTES DE SUCESSO**






Sandro César Salvador

Elaine Makishi

Beatriz Micai

Daniel Fábio Salvador


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129114>

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....   | <b>41</b> |
| ANÁLISE DA PAISAGEM NO ENTORNO DE PROPRIEDADES COM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO CERRADO GOIANO  |           |
| Daniela de Lima   |           |
| Manuel Eduardo Ferreira   |           |
| Samantha Salomão Caramori   |           |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129115">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129115</a>   |           |
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....   | <b>64</b> |
| COMO OS PARÂMETROS CINÉTICOS DE ENZIMAS PODEM INDICAR A QUALIDADE DE SOLOS DE CERRADO EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA   |           |
| Ana Flávia de Andrade Lopes   |           |
| Malu da Costa Santana   |           |
| Leciana de Menezes Sousa Zago   |           |
| Isabella Cristina Ferreira de Lima  |           |
| Samantha Salomão Caramori   |           |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129116">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129116</a>   |           |
| <b>CAPÍTULO 7</b> .....   | <b>76</b> |
| VIABILIDADE DE UMA PROPRIEDADE ENGAJADA NO SISTEMA SILVIPASTORIL: ESTUDO DE CASO  |           |
| Hadassa Landherr Friske   |           |
| Débora Natália Brumati  |           |
| Jaíne da Silva  |           |
| Marcos Adriano Martello   |           |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129117">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129117</a>   |           |
| <b>CAPÍTULO 8</b> .....   | <b>87</b> |
| PRODUCCIÓN DE NARANJA ORGÁNICA Y AGROECOLÓGICA: DIFUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA A PEQUEÑOS PRODUCTORES ORGANIZADOS EN VERACRUZ, MÉXICO  |           |
| Manuel Ángel Gómez Cruz   |           |
| Laura Gómez Tovar   |           |
| Brisa Guadalupe Gómez Ochoa   |           |
| Alejandro Hernández Carlos  |           |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129118">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129118</a> |           |
| <b>CAPÍTULO 9</b> .....   | <b>98</b> |
| O CRÉDITO E OS TÍTULOS DE CRÉDITO RURAL COMO INSTRUMENTO DE VIABILIZAÇÃO ECONÔMICA E SOCIAL DA PROPRIEDADE  |           |
| Domingos Benedetti Rodrigues  |           |
| Tamara Silvana Menuzzi Diverio  |           |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129119">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129119</a> |           |

**CAPÍTULO 10..... 110**

**POTENCIAL DE USO DO FUNGO ENTOMOPATHOGENICO *Isaria spp.***


Ingrid de Araujo Reis  
Edna Antônia da Silva Brito  
Thayná da Cruz Ferreira  
Lorene Bianca Araújo Tadaiesky  
Diego Lemos Alves  
Gleiciane Rodrigues dos Santos  
Alice de Paula de Sousa Cavalcante  
Josiane Pacheco de Alfaia  
Gledson Luiz Salgado de Castro  
Alessandra Jackeline Guedes de Moraes  
Gisele Barata da Silva  
Telma Fatima Vieira Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291110>

**CAPÍTULO 11 ..... 120**

**MERCADO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS PARA CONTROLE DE PRAGAS NO BRASIL**


Thayná Cruz Ferreira  
Lorene Bianca Araújo Tadaiesky  
Edna Antônia da Silva Brito  
Indyra Ingrid de Araújo Reis  
Diego Lemos Alves  
Gleiciane Rodrigues dos Santos  
Alice de Paula de Sousa Cavalcante  
Josiane Pacheco de Alfaia  
Gledson Luiz Salgado de Castro  
Alessandra Jackeline Guedes de Moraes  
Gisele Barata da Silva  
Telma Fatima Vieira Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291111>

**CAPÍTULO 12..... 134**

**NANOTECNOLOGIA VERDE E SUAS APLICAÇÕES NO ECOSISTEMA AGRÍCOLA**

Micheline Thais dos Santos  
Tale Lucas Vieira Rolim  
Viviane Ferreira Araújo  
Maria Ercília Lima Barreiro  
Elizabeth Simões do Amaral Alves  
Breno Araújo de Melo  
Sybelle Georgia Mesquita da Silva  
Romero Marcos Pedrosa Brandão – Costa  
Juanize Matias da Silva Batista  
Ana Lúcia Figueiredo Porto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291112>

**CAPÍTULO 13..... 144**

**EMBALAGEM POLIMÉRICA AGRÍCOLA REPELENTE**

Cesar Tatari


Adelcio Cleiton de Almeida Carneiro

Antony Victor Fernandes

Douglas Cunha Silva

Márcio Callejon Maldonado

Ricardo Alexandre Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291113>

**CAPÍTULO 14..... 158**

**ACTIVIDAD MICROBIANA DE UN SUELO CONTAMINADO BIORREMEIDIADO CON BIOSÓLIDOS**


Hernán Kucher

Silvana Irene Torri

Erika Pacheco Rudz

Ignacio van oostveldt

Adelia González Arzac

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291114>

**CAPÍTULO 15..... 167**

**ABORDAGEM QUANTITATIVA, UTILIZANDO OS INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UMA APLICAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA, DURANTE O PERÍODO ENTRE 2003 À 2018**

Educélio Gaspar Lisbôa


Ionara Santos Siqueira

Cinthia de Oliveira Rodrigues

Érico Gaspar Lisbôa

Leonardo Augusto Lobato Bello

Heriberto Wagner Amanajás Pena

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291115>

**CAPÍTULO 16..... 182**

**MODELO HIDRÁULICO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE SUBUNIDADES IRREGULARES DE RIEGO POR GOTEO**

Jorge Cervera Gascó


Jesús Montero Martínez

Amaro del Castillo Sánchez-Cañamares

Santiago Laserna Arcas

José María Tarjuelo Martin-Benito


Miguel Ángel Moreno Hidalgo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291116>

**CAPÍTULO 17..... 190**

**PLANO DE GESTÃO SUSTENTÁVEL DA SUB-BACIA DE TEJALPA-TERRERILLOS NO NEVADO DE TOLUCA**

Marcia Adriana Yáñez Kernke

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291117>

**CAPÍTULO 18.....209**

MÉTODOS PARA A ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM  
CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA E PLACAS - PA

Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros

Flávio Henrique Santos Rodrigues

Adriano Anastácio Cardoso Gomes

Ermano Prévair

Peola Reis de Sousa


Wellington Leal dos Santos

Keila Aparecida Moreira

Luciana da Silva Borges

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

Joaquim Alves de Lima Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291118>


**CAPÍTULO 19.....223**

RESERVADO PRODAD'ÁGUA: ALTERNATIVA DE BAIXO CUSTO PARA BOMBEAMENTO  
DE ÁGUA NO ASSENTAMENTO SERRA VERDE EM BARRA DO GARÇAS - MT

Ivo Luciano da Assunção Rodrigues

Martha Tussolini

Enzo Negri Cogo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291119>

**CAPÍTULO 20.....228**

CAPACIDADE PREDATÓRIA DE NINFAS DE LÍBELULAS (ODONATA) EM LARVAS DE  
*Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

Lays Laianny Amaro Bezerra

Rafael Pereira da Cruz

Francisco Roberto de Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291120>

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....237**

**ÍNDICE REMISSIVO.....238**

# CAPÍTULO 11

## MERCADO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS PARA CONTROLE DE PRAGAS NO BRASIL

*Data de aceite:* 01/11/2021

*Data da Submissão:* 22/07/2021

### **Thayná da Cruz Ferreira**

Universidade Federal Rural da Amazônia.  
Belém-Pará.  
<http://lattes.cnpq.br/8199864715946638>

### **Lorene Bianca Araújo Tadaiesky**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém-Pará  
<http://lattes.cnpq.br/1141977095515845>

### **Edna Antônia da Silva Brito**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém-Pará  
<http://lattes.cnpq.br/0665174127405480>

### **Indyra Ingrid de Araújo Reis**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém-Pará  
<http://lattes.cnpq.br/8099653255073086>

### **Diego Lemos Alves**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém-Pará  
<http://lattes.cnpq.br/4202542830478566>

### **Gleiciane Rodrigues dos Santos**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém-Pará  
<http://lattes.cnpq.br/4808482618610598>

### **Alice de Paula de Sousa Cavalcante**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém-Pará  
<http://lattes.cnpq.br/6975802869007506>

### **Josiane Pacheco de Alfaia**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém-Pará  
<http://lattes.cnpq.br/5286442594691074>

### **Gledson Luiz Salgado de Castro**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém-Pará  
<http://lattes.cnpq.br/7980739792448566>

### **Alessandra Jackeline Guedes de Moraes**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém-Pará  
<http://lattes.cnpq.br/1929662872746023>

### **Gisele Barata da Silva**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém-Pará  
<http://lattes.cnpq.br/7941075213053812>

### **Telma Fatima Vieira Batista**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém-Pará  
<http://lattes.cnpq.br/8251281115341075>

**RESUMO;** O uso contínuo de agrotóxicos tem proporcionado diversos impactos negativos ao meio ambiente, como a poluição do solo, ar, água, alimentos e pressão de seleção sobre os insetos que ocasiona o surgimento de resistência as pragas. Além disso, o desafio de cultivar alimentos para a população mundial em expansão, gerou a necessidade de diminuição de perdas, e maior controle sobre os insetos-praga, a fim de melhorar o rendimento e a qualidade das safras mundiais. Os biopesticidas são uma das alternativas considerada viável, ecológica,



prática e muitas vezes sustentável na substituição ou diminuição do uso de inseticidas químicos. No Brasil, a utilização de agentes de controle biológico para a proteção de plantas contra pragas tem aumentado significativamente, nos últimos anos o mercado desses produtos cresceu mais de 70%. O mercado de defensivos biológicos movimentou total de R\$ 1,033 bilhões na safra 2019/2020, apesar do crescimento o consumo de produtos biológicos no Brasil, corresponde a apenas a 2% do faturamento total do mercado de defensivos. Assim, a aprovação de novos produtos biológicos é importante, porque ampliam a oferta de tecnologias e também a concorrência de mercado, resultando em comércio mais justo e redução nos custos de produção para a agricultura brasileira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Defensivos biológicos; Mercado; Inseto-praga; Proteção de plantas.

## BIOLOGICAL PRODUCTS MARKET FOR PESTS CONTROL IN BRAZIL

**ABSTRACT;** The continuous use of pesticides has caused several negative impacts on the environment, such as the pollution of soil, air, water, food and selection pressure on insects, which causes the emergence of resistance to pests. In addition, the challenge of cultivating food for the world's expanding population, created the need to reduce losses, and greater control over insect pests, in order to improve the yield and quality of the world's crops. Biopesticides are one of the alternatives considered viable, ecological, practical and often sustainable in replacing or reducing the use of chemical insecticides. In Brazil, the use of biological control agents to protect plants against pests has increased significantly, in recent years the market for these products has grown by more than 70%. The biological pesticide market moved a total of R\$ 1.033 billion in the 2019/2020 harvest, despite the growth in the consumption of biological products in Brazil, it corresponds to only 2% of the total sales of the pesticide market. Thus, the approval of new biological products is important, as they increase the offer of technologies and also market competition, resulting in fairer trade and a reduction in production costs for Brazilian agriculture.

**KEYWORDS:** Biological defensives; Marketplace; Insect pest; Plant protection.

## INTRODUÇÃO

Devido ao aumento populacional, tem-se a previsão que até 2050 a população humana mundial alcance cerca de 10 bilhões, e a produção global de alimentos precisará aumentar em até 70% para corresponder a esse crescimento (FAO, 2011). O aumento na produção agrícola é baseado em fertilizantes recomendados, variedade de cultivo melhorada, controle eficaz no manejo das pragas. Para isso, o mercado global do agronegócio, avaliado em quase US \$ 78 bilhões, inclui o uso de inseticidas, herbicidas e fungicidas, bem como produtos de biotecnologia (MAIENFISCH E STEVENSON, 2015). No entanto, o uso indiscriminado desses produtos químicos vem ocasionando diversos problemas como poluição do solo, água e fontes de alimentos, além da geração de pressão seletiva ocasionando o surgimento de resistência a pragas (JALLOULI et al., 2020).

O desafio de cultivar alimentos suficientes para alimentar a população mundial em expansão, gerou a necessidade de maior controle sobre uma ampla gama de insetos-praga,

a fim de melhorar o rendimento e a qualidade das safras (SPARKS, 2013). Os pesticidas são considerados produtos químicos potencialmente perigosos para a saúde humana e o consumo devem ser cuidadosamente monitorados. Em todo o mundo, o ataque contínuo de pragas como larvas de insetos, são responsáveis pela destruição de safras e enormes perdas monetárias para as comunidades de agricultores (CERDA et al., 2017). Além das larvas, os danos as plantas podem ser causadas também por ninfas e adultos, fases em que os insetos são considerados de grandes atividades.

Os biopesticidas são alternativas modernas que vem ganhando espaço no mercado, apresentando taxa composta de crescimento anual de 14,7%. Estes são bem representados pelos pesticidas microbioanos, só a bactéria entomopatogênica, *B. thuringiensis* representa cerca de 90% dos biopesticidas (THAKUR et al. 2020). Ou seja, os microrganismos como pesticidas biológicos são opção para substituir ou minimizar a adoção de pesticidas químicos. O uso de pesticidas microbianos é bastante adequado e apropriado para pesquisadores e agricultores, pois é um método ecologicamente correto para o controle de populações de pragas na indústria agrícola.

A América do Sul é responsável por cerca de 12% do mercado de biopesticidas no mundo, apresentando-se como quarto maior produtor (MARKETSANDMARKETS 2020). Nos últimos anos, o mercado de produtos biológico cresceu mais de 70% no Brasil. Em 2020, o mercado de defensivos biológicos movimentou um total de R\$ 1,033 bilhões na safra 2019/2020. Dentre os países da América do Sul, o Brasil é o país com maior potencial para desenvolvimento de bioprodutos devido a presença de enorme gama de microrganismo nos solos brasileiros, o que caracteriza alta biodiversidade local.

Objetivou-se nesse capítulo descrever a evolução do mercado do controle de pragas com o uso de bioprodutos, no que se refere a produção comercial, potencial de controle e avanços no Brasil.

## MERCADO GLOBAL: INSETICIDAS QUÍMICOS E BIOPESTICIDAS

Os produtores são constantemente desafiados a suprir a crescente demanda global por alimentos, ao mesmo tempo em que reduzem o impacto negativo das práticas de proteção à lavoura nos consumidores, trabalhadores agrícolas e no meio ambiente. As tecnologias dominantes para proteção de lavouras são pesticidas químicos convencionais. Entretanto, o uso indiscriminado desses produtos sintéticos, pode levar à poluição e contaminação do solo tão quanto apresentar efeitos nocivos na cadeia alimentar (MARKETSANDMARKETS 2020). Com essa preocupação, tem havido crescente conscientização sobre alimentos livres de resíduos, por isso, é dada grande importância aos produtos biológicos.

Há séculos os inseticidas químicos têm sido usados mundialmente para controlar insetos praga, sendo amplamente usados na agricultura, horticultura e silvicultura (GUPTA et al., 2019). Em 2014, os defensivos agrícolas contribuíram com US \$ 56,7 bilhões do

agronegócio, para os quais US\$ 16,2 bilhões (42,6%) foram por vendas de inseticidas; já no mercado de agroquímicos não agrícolas, os inseticidas contribuíram com 37,4% (\$ 2,45 bilhões) de total de vendas de \$ 6,6 bilhões (MAIENFISCH E STEVENSON, 2015). De acordo com projeções de 2016, o mercado global de inseticidas crescerá com taxa anual de 5,27%, atingindo US \$ 20,82 bilhões em 2022 devido ao aumento das exportações globais e perdas de safra causadas por infestação de insetos (AGRONEWS, 2017).

Com crescimento populacional global e necessidade crescente de produção de alimentos de forma mais sustentável, a demanda por produtos de base biológica para proteção de cultivos continua a aumentar. Em 2014, os biopesticidas representaram aproximadamente US \$ 2-3 bilhões do mercado de US \$ 56 bilhões dos pesticidas (MARRONE 2014). Segundo Marrone (2014), a empresa de pesquisa de mercado, Lux Research, estimou que o mercado de biopesticidas chegaria a US \$ 4,5 bilhões ou cerca de 7% do mercado de pesticidas em 2023. No mercado global, os biopesticidas, incluindo bioquímicos, é dominado por produtos à base de bactérias, contribuindo com 76,2% do total de US \$ 3,300 bilhões, seguido pelos produtos a base de fungos (8,8%), predadores (7,5%), vírus (4,7%) e outros (2,8%) (LEHR, 2010).

A empresa MarketsandMarkets (2020) estimou que o mercado global de biopesticidas seria avaliado em US \$ 4,3 bilhões em 2020, valor próximo do que era estimado para 2023 (US \$ 4,5 bilhões). Segundo a mesma fonte, o mercado global de pesticidas está projetado para crescer a taxa composta de crescimento anual de 14,7%, podendo atingir US \$ 8,5 bilhões em 2025. Com isso, foi possível observar que os valores reais dos respectivos anos podem estar superando projeções futuras de mercado elaboradas em anos anteriores. A América do Norte domina o mercado global de biopesticidas, responsável por aproximadamente 40% da demanda global de 2011-2020 e projeções futuras (2025), seguidos da Europa (~33%), Ásia Pacífico (~14%), Sul da América (~12%) e outros (~1%) (MARKETSANDMARKETS 2012, 2020). Até então, cerca de 90% dos biopesticidas são derivados de apenas uma única bactéria entomopatogênica, *Bacillus thuringiensis* (THAKUR et al. 2020), sem contar a porcentagem de contribuição de demais bactérias e outros microrganismos, como fungos, vírus e nematóides. Demonstrando que o desenvolvimento de pesquisas e produtos a base de microrganismos, ou biopesticidas microbianos, podem alavancar o mercado futuro e promissor dos inseticidas biológicos.

## MERCADO DE DEFENSIVOS BIOLÓGICOS NO BRASIL

Nos últimos anos a utilização de Agentes de Controle Biológico para a proteção de plantas contra pragas e doenças tem aumentado significativamente no Brasil. Tal fato pode ser atribuído a alguns fatores, dentre eles a busca da sociedade por alimentos mais saudáveis e com menor quantidade de resíduos tóxicos ao ser humano (HALFELD-VIEIRA et al., 2016).

Os defensivos biológicos têm como objetivo controlar pragas por meio da utilização de inimigos naturais, que podem ser predadores, parasitóides, microrganismos ou quaisquer outros organismos que atuam de forma benéfica. O objetivo é o mesmo com relação aos defensivos químicos: alcançar o controle de pragas agrícolas em velocidade ideal que não atinja níveis de dano econômico. Nos últimos anos, o mercado de produtos biológicos cresceu mais de 70% no Brasil, segundo a Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico (ABCBio). Em 2020, o mercado de defensivos biológicos movimentou total de R\$ 1,033 bilhões na safra 2019/2020. Mesmo com esse crescimento, o consumo de produtos biológicos no Brasil correspondeu a apenas 2% do faturamento total do mercado para a proteção de plantas.

Desse modo, é possível observar o crescente número de produtos registrados, porém esse valor ainda é muito inferior quando se comparado com defensivos químicos, o mais tradicionalmente utilizado, por muitas décadas. A aprovação de novos produtos biológicos de controle é considerável pois ampliam a oferta de novas tecnologias e também a concorrência de mercado, o que resulta no comércio mais justo e em menores custos de produção para a agricultura brasileira. O número de bio defensivos disponíveis para os agricultores brasileiros mais que dobrou nos últimos três anos. Em 2020 a quantidade de produtos biológicos aprovados foi de 95, superando todos os anos anteriores (MAPA, 2020).

## **DISPONIBILIDADE DE BIODEFENSIVOS NO MERCADO BRASILEIRO**

O Brasil é o país com a maior área de cultivo do mundo, entretanto, ocupa apenas 64 milhões dos 845 milhões de hectares disponíveis, o que representa apenas área de 7,5% (FAO, 2020), demonstrando o potencial da demanda por produtos à base de agentes de biocontrole, caso se expanda essas áreas futuramente.

Por ser um país de clima tropical, o Brasil apresenta elevado aparecimento de pragas na agricultura, o que proporcionou até o momento, o desenvolvimento de um grande mercado consumidor de agrotóxicos.

O número de produtos biológicos comercializados no Brasil, inicialmente, começou a crescer em taxas modestas. As empresas produtoras de bioinseticidas no Brasil eram pequenas e com baixo capital para maiores investimentos em pesquisa, o que proporcionou lentidão no desenvolvimento de novos produtos a cada ano. Entretanto, nos últimos anos, multinacionais tem se interessado na produção de bioinseticidas. Apesar das dificuldades encontradas, o controle microbiano de pragas é uma das áreas de pesquisa que mais cresceu na entomologia, atingindo os setores de produção agrícola e industrial (ALMEIDA et al. 2019). Além disso, a necessidade imediata das empresas tradicionais de químicos de aproveitarem esses novos nichos de mercado fez com que elas iniciassem registros de produtos de baixa toxicidade e buscar novas tecnologias, como o mercado dos biológicos.

Dessa forma, tem aumentado o portfólio das empresas e fortalecido a posição e discurso de alinhamento à sustentabilidade vinculados aos produtos agrícolas (HALFELD-VIEIRA *et al.*, 2016).

O número de produtos registrados tendo como base os agentes de biocontrole tem aumentado consideravelmente. Bettiol (2011) relatou que em outubro de 2011 existiam 1.352 agrotóxicos químicos registrados no Brasil e somente 26 produtos à base de agentes de biocontrole. Em 2013, os biológicos passaram para 50 produtos registrados, para uso em agricultura orgânica e convencional, em 2020 o número de produtos biológicos registrados chegou a 95 de acordo com o MAPA (2020) e diversos novos produtos estão em análise para registro. Além desses, deve-se considerar a existência de vários produtos que estão sendo indevidamente comercializados como inoculantes e outros, sendo vendidos sem registro junto aos órgãos competentes. Desses, destacam-se os de base dos fungos *Trichodermas sp.*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Isaria sp.* e da bactéria *Bacillus thuringiensis*, que somam mais de 50 produtos no mercado. Também são comercializados em menor número *Clonostachys rosea*, *Pythium oligandrum*, *Hansfordia pulvinata*, *Cladosporium* e *Pseudomonas*, dentre outros. Esses dados mostram claramente os esforços dos órgãos competentes (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ibama e Anvisa), dos pesquisadores, das indústrias, dos agricultores e outros segmentos da sociedade em alterar o quadro de disponibilidade de produtos biológicos para o manejo de pragas e doenças no Brasil. Considerando-se os diversos aspectos da evolução do uso de agentes de biocontrole e produtos alternativos ou biocompatíveis (BETTIOI, 2011)

O ambiente institucional estabelecido proporciona o registro dos biodefensivos compondo banco de informações disponibilizadas junto à ABCBIO (Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico) e ao Sistema AGROFIT do MAPA, que também agrega o registro dos agrotóxicos. No exame das informações sobre os biodefensivos é possível verificar o registro de quase 300 itens para vários alvos biológicos e aptos para utilização em todos os cultivos agrícolas. Ao se considerar o registro dos biodefensivos por classe é possível notar que os produtos disponíveis ao controle de insetos se destacam, com 65% de bioinseticidas e 7% de inseticidas microbiológicos (Figura 01) (IEA, 2018).

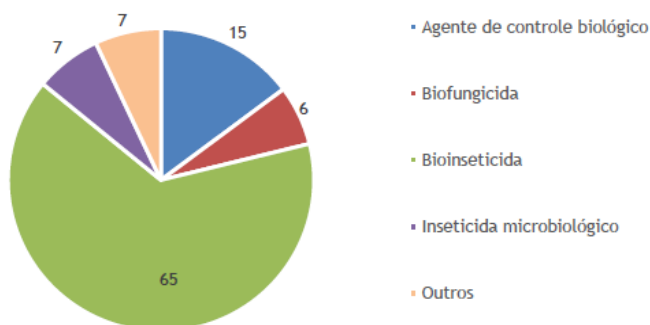


Figura 1 - Biodefensivos Registrados por Classe de Produto, Brasil, 2018.

Dentre os bioinseticidas destacam-se ingredientes ativos como a bactéria *B. thuringiensis* e seus alvos como as lagartas, principalmente as do gênero *Helicoverpa* sp. e brocas que respondem por 38% do total de registros, além dos fungos *B. bassiana* para moscas, ácaros, brocas e *M. anisopliae* para cigarrinhas das pastagens e de raízes, que representam, respectivamente, 9% e 11% do total de produtos registrados (IEA, 2018).

Conforme a CropLife, os agentes de controle biológico poderão representar mercado de US\$ 11 bilhões, sendo atualmente US\$ 110 milhões. O comércio mundial de bioinseticidas pode fechar em US\$ 5 bilhões em 2021, sendo o principal agente comercializado, a bactéria *B. thuringiensis*, porém os fungos também seguem como alternativa muito importante no controle de pragas (CROPLIFE, 2020).

## REGISTRO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS NO BRASIL

O registro de produtos para tratamento fitossanitário de culturas agrícolas é regulamentado no Brasil pela Lei 7.802 / 1989 e pelo Decreto 4.074 / 2002. Segundo essas normas, os produtos biológicos são classificados como produtos Afins dentro das regras que regulamentam o registro dos defensivos químicos; alguns progressos exclusivos para os produtos biológicos foram atingidos posteriormente, com a publicação da Instrução Normativa Conjunta n°. 3, de 2006, que definiu especificamente o que é um agente biológico de controle (FARIAS JR, 2016).

Outro avanço de regulamentação significativo ocorreu alguns anos após a publicação das normas de produtos de origem biológica. Onde foram publicados três atos normativos que permitiram o registro de produtos das categorias semioquímicos, agentes biológicos de controle (inimigos naturais) e microrganismos, por alvo biológico (BRASIL, 2010; 2011; 2014). Isso expressa que os produtos comerciais à base desses ativos podem ser usados



em quaisquer tipos de cultivos onde ocorra o alvo biológico para o qual o produto tenha sido registrado. Devido a isso, houve considerável aumento do espectro de produtos registrados para uso em determinadas culturas, para as quais poucos produtos eram registrados (JORGE, et al., 2016).

Atualmente o processo de registro, talvez seja, o maior dos entraves ao uso dos produtos biológicos. Além dos custos serem altos, os trâmites do processo são lentos e dependem da avaliação colegiada que envolve o MAPA, a ANVISA e o IBAMA. Com demanda insuficiente de técnicos e falta de treinamento específico para a avaliação de biológicos, os processos frequentemente param com pedidos de exigências sobre assuntos já devidamente esclarecidos pela pesquisa. Mesmo que a legislação determine prazo máximo de 120 dias para a manifestação do MAPA a partir da submissão do pedido de registro, este prazo nunca é cumprido. Dificilmente um registro é aprovado em prazo inferior a 3 anos, porque 1 ano é utilizado apenas com ensaios de eficiência agrônômica (FARIAS JR, 2016).

Um grande interesse tem sido mostrado pelos três órgãos reguladores no sentido de agilizar os prazos de registro, mas por enquanto os efeitos ainda não foram observados. É indispensável que a necessidade de registro é inquestionável, para evitar desregulamentação do mercado que teria efeitos devastadores sobre a credibilidade dos produtos biológicos, mas já passa da hora de ser publicada uma norma específica para os produtos biológicos (FARIAS JR, 2016).

## **BENÉFICOS DA UTILIZAÇÃO DE DEFENSIVOS BIOLÓGICOS**

O controle biológico de pragas é a técnica que promove o equilíbrio entre as pragas e seus inimigos naturais, o que reduz ou até mesmo suprime o uso de defensivos agrícolas nas lavouras, sendo uma das alternativas altamente viável na busca pela agricultura sustentável. Esse tipo de controle, pode ser feito em qualquer cultura com as seguintes vantagens: menor risco de atingir organismos que não são o alvo do controle; não deixa resíduos tóxicos na lavoura, nas águas, ar e no solo e, por consequência, também não causa intoxicação ao homem (PROSA RURAL, 2011), polinizadores, peixes, animais silvestres entre outros.

O emprego de bioinseticidas também pode ser alternativa preventiva e também curativa, se aumentando a quantidade e eficiência dos insetos. Contudo, o chamado, equilíbrio biológico, estará em função da variedade de insetos presentes na área. (VENZON, 2016). Os estudos do habitat e predação dos inimigos naturais são de grande importância, para que o controle biológico seja eficiente na disseminação. Dessa forma, este manejo alternativo observa as inter-relações desses ciclos naturais, buscando fortalecer a sustentabilidade do ambiente (OLIVEIRA et al., 2019).

O controle através de bioprodutos apresenta uma série de interações antagônicas assim como o parasitismo, predação e competição, havendo então o restabelecimento do

balanço da natureza (BASTOS; TORRES, 2006). Um dos primeiros passos para exercer o manejo biológico com uso de predadores é identificar os inimigos naturais já presentes na área (LANDERS; OLIVEIRA, 2018). Os inimigos naturais são representados em 3 grupos, sendo o grupo de predadores e o grupo dos parasitóides que são classificados em entomófagos, enquanto que o grupo dos patógenos são chamados de entomopatógenos (COSTA et al., 2006).

Diversos meios de combate ao dano econômico como a rotação de culturas, uso de hormônios como atrativos ou repelentes, uso da genética para indução de resistência e implantação da cultivar em períodos adequados, são abrangidos pelo uso de produtos biológico (CARVALHO; BARCELLOS, 2012).

Com o avanço da tecnologia, a aplicação de **biodefensivos**, ocorre em cerca de 10 milhões de hectares. A soja, a cana-de-açúcar e o café correspondem às culturas com maior área tratada e maior consumo do mercado. O uso desses produtos chega a 20% (soja e café) e 40% (cana-de-açúcar) nas principais regiões produtoras do Brasil (CROPLIFE, 2020).

Cerca de 50% das áreas de cana-de-açúcar brasileiras, utilizam produtos biológicos com resultados satisfatórios, sendo este, o maior programa de controle biológico do mundo, onde a broca *Diatraea saccharalis*, que é a principal praga da cultura, é controlada basicamente com as vespas *Cotesia flavipes* (parasitóide larval) e *Trichogramma galloi* (parasitóide de ovos). Outro programa importante no Brasil, é na cultura da soja, o uso do parasitóide *Trissolcus basalís* para o controle de percevejos fitófagos e de *Baculovirus anticarsia* para a largarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*) vem sendo bastante utilizados como método de controle biológico (GHINI et al., 2000; SIMONATO et al., 2014). Destaca-se que existe no mercado vários produtos comerciais a base de *B. anticarsia*, em formulação Pó Molhável, os quais utilizados em mais de 2 milhões de ha/ano de soja, preferencialmente nas regiões Centro Sul do Brasil, onde encontram-se as maiores áreas comerciais da cultura.

## DESAFIOS NA PESQUISA E NO MANEJO BIOLÓGICO DE PRAGAS

Em termos de conceituação, vale destacar que, como os ingredientes ativos dos biopesticidas variam de organismos vivos inteiros a moléculas quase sintéticas, dificulta a definição desta categoria, o que levou ao surgimento de várias terminologias como bioinseticidas, inseticidas ecosmart, inseticidas de risco reduzido (BARBOSA et al., 2015; GEUDES et al., 2016) A Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos usa o termo biopesticidas, que vai além dos bioinseticidas, subdivididos em três classes: bioquímicos, protetores incorporados em plantas e microbianos.

Outras organizações internacionais, incluindo a International Biocontrol Manufacturer's Association (IBMA) e a International Organization for Biological Control usam

o termo “agentes de biocontrole” subdividida em quatro grupos: macrobiano, microbiano, natural e semioquímico (IOBC, 2021; IBMA, 2021). Adicionalmente, o termo bioracionais, compostos de produtos naturais ou derivados da natureza (animais, plantas, micróbios e minerais), também tem sido usado para se referir a biopesticidas (HADDI et al., 2020). Mundialmente, um consenso ainda não foi definido, o que dificulta estudos de mercados para termos mais específicos como bioinseticidas.

Na prática, a maior barreira para a adoção e o crescimento de biopesticidas é o fato de que muitas vezes não são testados com base em seus modos de ação e geralmente são testados isoladamente. Geralmente, os testes de inseticida de contato na estufa e no campo são projetados para matar em 48 horas (MARRONE, 2014). Muitos são os casos em que inseticidas biológicos são aplicados e avaliados como produtos químicos, apesar de que o biopesticida mais bem-sucedido até hoje é o a base de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), que controla com eficiência larvas pequenas por ingestão e não por contato, ao longo de vários dias (JALLOULI et al., 2020; BISHOP, 2014).

Na silvicultura, o Brasil é reconhecido globalmente o sucesso dos programas de controle biológico, onde a alta produtividade das plantações florestais brasileiras é afetada pela ocorrência de pragas e doenças. Das plantações florestais brasileiras, 72% são formados com eucalipto e estas, desde 2003, são atacadas por pragas exóticas ou invasoras, que causam perdas de 10% a 30% no volume de madeira produzida. No que diz respeito ao controle de insetos-praga, bioinseticidas a base de bacillus são destaques no setor florestal (WILCKEN, 2017). Um bom exemplo é o controle de lagartas do eucalipto, como a lagarta das folhas (*Eupseudosoma involuta*) e a Lagarta de cor parda (*Thyrinteina arnobia*), ambas provocam o desfolhamento da planta e ambas podem ser controladas **de forma eficiente por** inseticidas biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* (AGROLINK, 2021a,b).

Atualmente, há quatro empresas florestais que montaram laboratórios próprios para atender a suas demandas no controle das principais pragas. Além disso, há, no Brasil, empresas privadas, nacionais e multinacionais, de produção comercial de inimigos naturais para controle de pragas agrícolas e que vêm atendendo pontualmente a alguns produtores florestais. O mercado do controle biológico vem crescendo substancialmente no mundo (WILCKEN, 2017). Esse crescimento é devido à pressão da sociedade e dos mercados consumidores de produtos agrícolas e florestais por sistemas de produção mais sustentáveis. No setor florestal, essa pressão é sentida pelos produtores certificados pelo selo FSC. A principal questão para a implementação efetiva do controle biológico é o custo. No entanto, atualmente a relação custo-benefício se tornou vantajosa devido o maior número de empresas produtoras de inimigos naturais no mercado, aumentando a competição e reduzindo os preços. Além disso, os inseticidas químicos modernos estão mais caros com a maior exigência das agências reguladoras quanto aos testes toxicológicos e de segurança ambiental (WILCKEN, 2017).

Diante dos atuais dados, é notório que os bioprodutos são uma pequena parte do mercado de defensivos agrícolas e não são avaliados adequadamente com base em seus modos de ação. Além disso, os regulamentos estão aumentando em complexidade e custos em algumas regiões e não existe harmonização regulatória global (MARRONE, 2014).

As atividades que podem impulsionar a adoção dos bioprodutos são a inovação no desenvolvimento da formulação (novos inertes) com novos produtos, pré-misturas de produtos químicos, pré-misturas de vários ingredientes ativos, mais educação e treinamento sobre o funcionamento de cada produto, suporte da extensão universitária e empresas de pesquisas e mais parcelas demonstrativas para visitação (MARRONE, 2014). Essas atividades podem favorecer a consistência, eficácia e funcionalidade do produto no campo, com mais experiência prática ao produtor sobre o manejo do produto, além de aproximar o setor produtivo e os setores da pesquisa científica.

## CONCLUSÃO

O mercado que os bioprodutos vêm ocupando espaço, está presente na futura expansão do setor de proteção de plantas, que movimentam empresas nacionais e multinacionais que produzem defensivos químicos e biológicos, ou até naquelas que atuam e dominam parte do mercado somente dos agroquímicos. Porque a atual Agricultura 4.0, vem da exigência dos consumidores, que não toleram mais tecnologias que agridem o meio ambiente, portanto, busca desafios e soluções para redução ou substituição do uso de agroquímicos em áreas agrícolas e florestais. Dentre os desafios, pode-se apontar a necessidade de maior disponibilidade de produtos biológicos, os quais se destacam pela demanda do desenvolvimento de pesquisas científicas, que envolvem identificação de novos agentes e interações com eficiência de controle com pragas importantes das culturas exploradas pela agricultura brasileira. Além disso, o governo tem grande importância na atuação de implementação de programas de controle biológico, ao criar políticas que utilizam boas práticas agrícolas e florestais e que estabelecem sistemas de assistência técnica mais eficazes.

## REFERÊNCIAS

AGROLINK. Lagarta dos eucaliptos. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/problemas/lagarta-dos-eucaliptos\\_1481.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/lagarta-dos-eucaliptos_1481.html). Acesso em: 07 de Jul. de 2021(a)

AGROLINK. Lagarta dos eucaliptos. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/problemas/lagarta-dos-eucaliptos\\_1482.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/lagarta-dos-eucaliptos_1482.html). Acesso em: 07 de Jul. de 2021(b)

AGRONEWS, 2017. Global Insecticides Market to Reach \$20.82 Billion by 2022. Disponível em: <http://news.agropages.com/News/NewsDetail---21014.htm>. Acesso em: 20 de jun. de 2021.

ALMEIDA JEM, LEITE, LG, BATISTA FILHO A. Entomopathogenic Fungi. Cap. 19. p. 223-233. Souza, B, Vasquez, LL, Marucci, RC. (ed.) Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems – **Biological Control and Functional Biodiversity**. Springer: Switexerland. 546 p.2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE CONTROLE BIOLÓGICO - ABCBIO. Biodefensivos registrados. São Paulo: ABCbio. Disponível em: <http://www.abcbio.org.br/biodefensivos-registrados/>. Acesso em: Jun 2021.

BARBOSA, W. F; SMAGGHE, G; GUEDES, R. N. C. Pesticides and reduced-risk insecticides, native bees and pantropical stingless bees: pitfalls and perspectives. **PestManagSci**, v. 71, p. 1049–1053, 2015.

BASTOS, C. S.; TORRES, J. B. Controle biológico e o manejo de pragas do algodoeiro. EmbrapaAlgodão-**Circular Técnica** (INFOTECA-E), 2006.

BETTIO, W. Biopesticide use and research in Brazil. **Outlooks on Pest Management**, Hemel Hempstead, v. 22, n. 6, p. 280-283, 2011.

BISHOP, A. H. Expression of prtA from Photorhabdusluminescens in Bacillus thuringiensis enhances mortality in lepidopteran larvae by sub-cutaneous but not oral infection. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 121, p. 85-88, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2014.07.001>

BRASIL. Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília: Congresso Nacional, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ato nº7, de 12 de março de 2010. Brasília: Mapa; Imprensa Nacional, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ato nº29, de 7 de julho de 2011. Brasília: Mapa; Imprensa Nacional, 2011.

CARVALHO, N. L; BARCELLOS, A. L. Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 749-766, 2012.

CERDA, R; AVELINO, J; GARY, C; TIXIER, P; LECHEVALLIER, E; ALLINNE, C. Primary and Secondary Yield Losses Caused by Pests and Diseases: Assessment and Modeling in Coffee. **PLOS ONE**, v. 12, n. 1, e0169133, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169133>

COSTA, V. A; BERTI FILHO, E; SATO, M. E. Parasitóides e predadores no controle de pragas. Controle biológico de pragas: na prática, 2006.

CROPLIFE. Croplife International. Disponível em: <http://www.croplife.org>. Acesso em: 20 de jun. de 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW). 2011.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO no Brasil. 2020

FARIA JR, P.A.J. Desafios para o mais amplo uso do controle biológico no brasil. Presidente da ABCBio – Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico. 2016.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Proteção de plantas na agricultura sustentável. Cadernos de Ciência & Tecnologia, 2000. Disponível em Acesso em: 15 Jun. 2021.

GUEDES, R; SMAGGHE, G; STARK, J; DESNEUX, N. Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. **Annu Rev Entomol**, v. 61, p. 43–62, 2016.

GUPTA, R. C; MUKHERJEE, I. R. M; MALIK, J. K; DOSS, R. B; DETTBARN, W-D; MILATOVIC, D. Chapter 26 – Insecticides. **Biomarkers in Toxicology** (Second Edition), p. 455-475, 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814655-2.00026-8>

HADDI, K; TURCHEN, L. M; JUMBO, L. O. V; GUEDES, R. N. C; PEREIRA, E. J. G; AGUIAR, R. W. S; OLIVEIRA, E. E. Rethinking biorational insecticides for pest management: unintended effects and consequences. **Peste Management Science**, v. 76, n. 7, p. 2286-2293, 2020. <https://doi.org/10.1002/ps.5837>

HALFELD-VIEIRA, B. A; MARINHO-PRADO, J.S; NECHET, K.L; MORANDI, M.A.B; BETTIOL, W. Defensivos agrícolas naturais, uso e perspectivas. 1 ed. Brasília, 2016.

IBMA. International Biocontrol Manufacturer's Association. What are biocontrol Technologies?. Disponível em: <https://ibma-global.org/what-is-biocontrol>. Acesso em: 20 de jun. de 2021.

IOBC. International Organisation for Biological Control. Disponível em: <https://www.iobc-global.org/>. Acesso em: 20 de jun. de 2021.

JALLOULI, W; DRISS, F; FILLAUDEAU, L; ROUIS S. Review on biopesticide production by *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki* since 1990: Focus on bioprocess parameters. **Process Biochemistry**, v. 98, p. 224-232, 2020.

JORGE, D.M; SOUZA, C.A.V. Papel da regulamentação dos produtos de origem biológica no avanço da agroecologia e da produção orgânica no Brasil. Capítulo 7. 2016.

KUMAR, M; SAXENA, R; RAI, P. K; TOMAR, R. S; YADAV, N; RANA, K. L; et al. Genetic diversity of methylotrophic yeast and their impact on environments. In: YADAV, A. N; SINGH, S; MISHRA, S; GUPTA, A. (Eds.), **Recent Advancement in White Biotechnology Through Fungi**, v. 3: Perspective for Sustainable Environments. Springer International Publishing, Cham, pp. 53–71, 2019. <https://doi.org/>



org/10.1007/978-3-030-25506-0\_3

LANDERS, J. N; DE OLIVEIRA, H. N. Controle biológico: o próximo pulo do gato. Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2018.

LEHR, P. **Biopesticides: the Global Market**, Reportcode CHM029B, BCC Research; 2010.

MAIENFISCH, P; STEVENSON, T. M. Modern Agribusiness - Markets, Companies, Benefits and Challenges. **Discovery and Synthesis of Crop Protection Products**, Chapter 1, p. 1-13, 2015. <https://doi.org/10.1021/bk-2015-1204.ch001>

MAPA (2020). <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/Mapa-registra-recorde-de-95-defensivos-biologicos-em-2020>. Acesso em 16 de jun. de 2021.

MARKETSANDMARKETS (2020). Biopesticides Market worth \$8.5 billion by 2025. <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/biopesticide.asp>. Acesso dia 16 de junho de 2021.

MARKETSANDMARKETS. **Global Biopesticides Market – Trends & Forecasts (2012 – 2017)**, Report Code: CH 1266, 2012.

MARRONE, P. G. The Market and Potential for Biopesticides. **Biopesticides: State of the Art and Future Opportunities**, Chapter 16, p. 245-258, 2014. <https://doi.org/10.1021/bk-2014-1172.ch016>

MORANDI, M. A. B; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2009.

OLIVEIRA, A. A., COSTA, A. F., LAZZARINI, A., FORNAZIER, M., SOUZA, I. D. M. et al. Manejo agroecológico de pragas: alternativas para uma agricultura sustentável, 2019.

PROSA RURAL. Benefícios do controle biológico de pragas.- **1ª semana - Regiões Norte, Centro-Oeste/Sudeste e Sul. 2011. Disponível em:** <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2378422/prosa-rural---beneficios-do-controle-biologico-de-pragas>. **Acesso em: 17 de jun. 2021.**

SIMONATO, J.; GRIGOLLI, J. F. J.; OLIVEIRA, H. N. Controle Biológico de Insetos Praga na Soja. Tecnologia e Produção. Capítulo 08. **Anuário Fundação MS**. 2014.

SPARKS, T. C. Insecticide Discovery: An Evaluation and Analysis. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 107, n. 1, p. 8-17, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2013.05.012>

THAKUR, N; KAUR, S; TOMAR, P; THAKUR, S; YADAV, A. N. Chapter 15 - Microbial biopesticides: Current status and advancement for sustainable agriculture and environment. Trends of Microbial Biotechnology for Sustainable Agriculture and Biomedicine Systems: Diversity and Functional Perspectives. **New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering.** 2020, p. 243-282.

VENZON, M. Manejo agroecológico das pragas das fruteiras. **Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.

WILCKEN, F. C. Controle biológico de pragas florestais. Disponível em: <https://florestal.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/14-controle-biologico-de-pragas-florestais/#>. Acesso em: 07 de agosto de 2021

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abordagem 7, 10, 98, 100, 167, 176, 230

Agricultura 3, 1, 2, 3, 6, 7, 17, 20, 21, 24, 29, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 61, 65, 87, 89, 90, 91, 95, 97, 98, 99, 116, 119, 121, 122, 124, 125, 127, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 144, 145, 150, 151, 156, 157, 166, 183, 193, 199, 221, 222, 224, 227, 235

Agricultura familiar 1, 2, 3, 7, 29, 38, 39, 40

Agricultura orgânica 87, 89, 90, 91

Agricultura verde 135

Agroecologia 3, 4, 1, 3, 4, 6, 7, 19, 29, 35, 39, 131, 132, 236

Agronegócio 11, 40, 42, 78, 86, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 107, 108, 109, 121, 123

Agronomía 21, 158, 166

Agropecuária 43, 62, 63, 64, 74, 85, 102, 119, 133, 237

Agrossilvipastoril 41, 43

Agrotóxicos 4, 5, 30, 31, 35, 39, 120, 124, 125, 140, 145

Água 8, 1, 4, 12, 41, 52, 79, 114, 115, 120, 121, 136, 139, 145, 147, 148, 151, 152, 173, 209, 210, 211, 213, 218, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 231, 232, 233

Amazônia 4, 8, 9, 10, 15, 17, 18, 19, 62, 110, 120, 167, 209, 234

### B

Biosólidos 7, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166

Bombeamento 8, 223, 224, 227

### C

Colheita 9, 15, 16, 19, 36, 139

Contabilidade rural 76, 79, 80

Controle biológico 3, 4, 111, 113, 114, 116, 118, 119, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 228, 230, 232, 233, 235

Crédito rural 5, 6, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109

Culturas 9, 13, 14, 16, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 46, 47, 57, 58, 65, 77, 78, 112, 115, 116, 126, 127, 128, 130, 211, 224

### D

Dengue 228, 229, 230, 233, 234, 235, 236

Desempenho 16, 18, 39, 65, 174, 176, 180, 209, 210, 211, 221

Desenvolvimento sustentável 7, 10, 19, 40, 85, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 179, 180, 181

Diversidade biológica 229

**E**

Eficiência econômica 29

Efluentes industriais 158, 159

Embalagens 144, 145, 148, 150

Energia fotovoltaica 182, 184

Espécies 9, 10, 12, 13, 14, 18, 42, 51, 60, 61, 78, 79, 103, 111, 112, 114, 115, 116, 145, 146, 229, 230, 231, 232, 233

**F**

Fungos entomopatogênicos 110, 111, 112, 113, 114, 116, 119

**G**

Geoprocessamento 41, 43, 48, 54, 58

Gestão 7, 3, 6, 40, 62, 106, 109, 131, 135, 172, 180, 181, 190

**I**

ILPF 41, 42, 43, 44, 45, 48, 53, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 74

Impacto ambiental 32, 138, 144

Indicadores 2, 3, 7, 19, 23, 26, 27, 50, 64, 65, 66, 73, 74, 95, 167, 170, 171, 173, 174, 175, 180, 183

Inflação 167, 170, 174, 176, 177, 178, 179, 180

Inseto-praga 121

**M**

Manejo 5, 12, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 28, 43, 51, 62, 64, 66, 73, 74, 77, 79, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 112, 113, 114, 115, 116, 121, 125, 127, 128, 130, 131, 133, 137, 138, 139, 157, 182, 183, 190, 191, 192, 193, 196, 197, 198, 199, 200, 202, 207, 211, 221, 232, 235, 237

Meteorológico 210

Método alternativo 228

**N**

Nanotecnologia 6, 7, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141

Nanotecnologia ambiental 135

## P

Plantas 4, 5, 14, 15, 16, 18, 62, 65, 67, 76, 78, 79, 81, 84, 91, 92, 113, 121, 122, 123, 124, 128, 129, 130, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 145, 157, 160, 204, 210, 218, 222, 232

Polímero repelente 144, 145

Produção 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 46, 51, 66, 71, 72, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 99, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 114, 116, 118, 121, 122, 123, 124, 129, 131, 132, 133, 135, 137, 138, 139, 141, 150, 151, 152, 171, 172, 174, 175, 179, 181, 211, 221, 222

Productores 5, 2, 5, 6, 19, 22, 26, 30, 32, 34, 37, 39, 41, 43, 64, 65, 66, 70, 73, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 116, 120, 122, 139, 150, 156, 169, 173, 175, 180, 200

## Q

Qualidade 64, 74

## R

Recursos hídricos 51, 52, 182, 190, 222, 223

Regressão linear 7, 167, 170, 171, 175, 176, 177, 179, 180

Remediation 143, 159, 166

Roda d'água 223, 224, 225, 226, 227

## S

Segurança alimentar 1, 2, 3, 5, 7, 9, 18, 19, 137

Silvipastoril 5, 43, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Sistema agroflorestal 4, 8, 9, 14, 16, 17, 18, 19, 66, 67

Solo 4, 9, 12, 13, 16, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 85, 95, 96, 102, 120, 121, 122, 127, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 164, 173, 204, 209, 210, 211, 218

Suelos contaminados 158, 159, 160, 164, 165

Sustentabilidade 3, 3, 14, 17, 29, 30, 33, 38, 40, 43, 76, 77, 78, 86, 115, 116, 125, 127, 135, 136, 144, 156, 168, 169, 170, 171, 172, 179, 181, 232

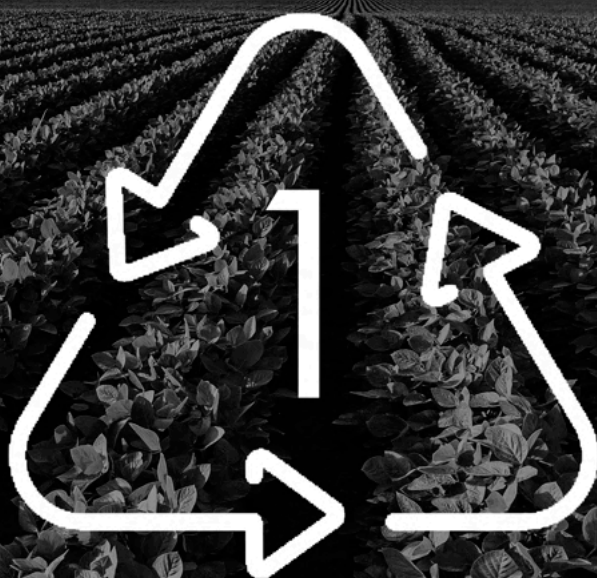
Sustentável 7, 9, 10, 19, 30, 36, 40, 61, 64, 65, 74, 76, 78, 84, 85, 108, 121, 123, 127, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 156, 157, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 179, 180, 181, 190

## V

Vegetação 4, 13, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 210, 232

Viabilidade 4, 5, 10, 19, 29, 30, 35, 36, 38, 76, 77, 79, 80, 81, 85, 86, 104, 106, 113, 114, 172, 213

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021



# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)