

# Manejo sustentável de pragas e doenças agrícolas



Arinaldo Pereira da Silva  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# Manejo sustentável de pragas e doenças agrícolas



Arinaldo Pereira da Silva  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

### **Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes editoriais**

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto gráfico**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da capa**

iStock

### **Edição de arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os autores

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 Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **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 Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

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

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

## Manejo sustentável de pragas e doenças agrícolas

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Arinaldo Pereira da Silva

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

M274 Manejo sustentável de pragas e doenças agrícolas /  
Organizador Arinaldo Pereira da Silva. – Ponta Grossa -  
PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-340-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.405210908>

1. Pragas. 2. Doenças agrícolas. I. Silva, Arinaldo  
Pereira da (Organizador). II. Título.

CDD 338.14

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

Um dos obstáculos encontrados para o aumento da produtividade das culturas agrícolas ao redor do mundo são as doenças de plantas ou fitodoenças (Mekele Research Center, 1997). As plantas são atacadas por uma infinidade de microrganismos. Tanto em ecossistemas naturais como nos agrícolas, estas fitodoenças são responsáveis por alterar o funcionamento normal do metabolismo vegetal, causando a redução dos rendimentos da cultura, levando a depreciação do produto no mercado e perdas econômicas ao produtor (Araus, 1998).

As doenças de plantas são realidades encontradas no dia a dia das lavouras. Por isso, aprender a conviver e a reduzir os impactos na agricultura é o objetivo prático da fitopatologia. Viabilizar novas formas de controle tem sido objetivo buscado por todos.

Por muito tempo a agricultura foi marcada pelo uso, muitas vezes, indiscriminado do controle químico, popularmente conhecido como agrotóxicos, pesticidas, praguicidas ou remédios de plantas. O controle químico era o único e/ou mais eficiente método de controle de doenças de plantas. O início da aplicação dos defensivos agrícolas se deu por meio do inseticida DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), usando em amplo aspecto, para diferentes pragas, e em grandes quantidades após a segunda guerra mundial. Contudo, em 1962, Rachel Carson, iniciou os primeiros questionamentos sobre os efeitos adversos do DDT sobre a animal e vegetal, seus estudos levam-na a publicar o livro Primavera silenciosa.

Com a confirmação, após anos de estudos, dos efeitos maléficos dos defensivos agrícolas ao ambiente como um todo, começaram os estudos de formas alternativas de controle de doença de plantas. Sabemos que quanto mais se planta de forma uniforme uma cultura (monocultivo), mais surgirá doenças e insetos-pragas. Além do controle químico, a agricultura pode utilizar formas alternativas de controle, como rotação de cultura, controle biológico, de pragas e doenças, bioinseticidas, entre outros.

O livro “Manejo Sustentável de Pragas e Doenças Agrícolas” é uma obra que tem como foco reunir trabalhos que tenham como objetivo o desenvolvimento de novas formas sustentáveis de combate a pragas e doenças em plantas cultivadas.

Arinaldo Pereira da Silva


## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ATRATIVIDADE DE ISCAS DE CANA-DE-AÇÚCAR ENRIQUECIDAS COM NITROGÊNIO PARA CUPINS E FORMIGAS

Milaine Fernandes dos Santos

Carla Galbiati


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4052109081>

### **CAPÍTULO 2..... 9**

ESTUDO COMPORTAMENTAL DE LINHAGENS DE *METARHIZIUM* EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA

Maria do Livramento Ferreira Lima

Ubirany Lopes Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4052109082>

### **CAPÍTULO 3..... 18**

INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE INSETICIDAS NO MANEJO SUSTENTÁVEL DE PRAGAS

Belmiro Saburo Shimada

Letícia do Socorro Cunha

Marcos Vinícius Simon


Kamyla Letícia Rambo

Pablo Henrique Finken

Maria Soraia Fortado Vera Cruz

Noéle Khristinne Cordeiro

Renata Adelaide Pluta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4052109083>

### **CAPÍTULO 4..... 28**

MANEJO INTEGRADO DE BACTERIOSES: UMA REVISÃO

Tauane Santos Brito

Shirlene Souza de Oliveira

Odair José Kuhn


Roberto Cecatto Junior

André Silas Lima Silva

Edivam de Bonfim

Deise Cadorin Vitto

Alexandre Wegner Lerner

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4052109084>


### **CAPÍTULO 5..... 42**

PRINCIPAIS DOENÇAS FÚNGICAS QUE ACOMETEM A CULTURA DA ALFACE

Belmiro Saburo Shimada

Letícia do Socorro Cunha


Juliano Cordeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4052109085>

**CAPÍTULO 6..... 56**

**ROTAÇÃO DE CULTURAS COMO UMA PRÁTICA SUSTENTÁVEL PARA O MANEJO DE PRAGAS**


Belmiro Saburo Shimada  
Letícia do Socorro Cunha  
Marcos Vinícius Simon  
Kamyla Letícia Rambo  
Pablo Henrique Finken  
Maria Soraia Fortado Vera Cruz  
Noéle Khristinne Cordeiro  
Renata Adelaide Pluta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4052109086>

**CAPÍTULO 7..... 67**

**ROTAÇÃO DE CULTURAS: UMA ESTRATÉGIA PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE**


Belmiro Saburo Shimada  
Letícia do Socorro Cunha  
Juliano Cordeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4052109087>

**CAPÍTULO 8..... 77**

**EFEITOS DA CONSORCIAÇÃO DE CULTIVARES TRANSGÊNICOS DE MILHO E FEIJÃO NO COMPORTAMENTO DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) E *Bemisia tabaci* (GENN.)**

Ana Beatriz Cerqueira Camargo  
Jose Celso Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4052109088>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 88**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 89**

## MANEJO INTEGRADO DE BACTERIOSES: UMA REVISÃO

*Data de aceite: 02/08/2021*

*Data de submissão: 18/06/2021*

### **Tauane Santos Brito**

Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/9985675185784615>

### **Shirlene Souza de Oliveira**

Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/8586153253134310>

### **Odair José Kuhn**

Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/0333372790090109>

### **Roberto Cecatto Junior**

Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/0317206730872567>

### **André Silas Lima Silva**

Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/7793017446344591>

### **Edivam de Bonfim**

Centro Universitário Assis Gurgaz  
Cascavel, Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/5050811723880882>

### **Deise Cadorin Vitto**

Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/0777889574862376>

### **Alexandre Wegner Lerner**

Unioeste, Marechal Candido Rondon, Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/4091567859320449>

**RESUMO:** Prevenir doenças em plantas com pesticidas e antibióticos é comum, porém observa-se sérios problemas como poluição do meio ambiente, prejuízos à saúde humana, resistência emergente de microrganismos e alto custo de controle. Diante disto, objetivou-se analisar o cenário atual das bacterioses em plantas e relacioná-las ao manejo integrado. Bacterioses são doenças em plantas provocadas por bactérias. As doenças bacterianas são responsáveis por perdas em muitas culturas, afetando produtividade e qualidade em todo o mundo. As bactérias geralmente causam doenças colonizando os vasos xilemáticos condutores de água, produzindo toxinas ou enzimas degradantes da parede celular ou injetando proteínas efetoras na célula da planta, interferindo na resposta protetiva. A prevenção dessas doenças por meio da utilização de produtos químicos é habitual, contudo, o controle de bacterioses abrange muito mais do que o uso de bactericidas. Existem relatos quando ao uso de variedades resistentes, seleção de genes de interesse, eliminação de hospedeiros voluntários e restos culturais, rotação de culturas com plantas não hospedeiras, uso de produtos biológicos, indução de resistência, além do uso de bactericidas oriundos de produtos naturais. A realidade atual de resistência patogênica, devido ao uso inadequado e excessivo de agentes químicos de controle, resultou em uma lacuna entre os métodos de controle. Atualmente busca-se integrar métodos de controle de efetividade conhecida com as novas tecnologias disponíveis no mercado. O manejo integrado de bacterioses demanda estudos para o entendimento da

infecção e tomada de decisão, garantindo assim a escolha de métodos que sejam mais eficientes para a situação em questão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bactérias fitopatogênicas, Manejo integrado de doenças, MID, doenças em plantas.

**ABSTRACT:** Preventing diseases in plants with pesticides and antibiotics is common, but serious problems such as environmental pollution, damage to human health, emerging resistance of microorganisms and high cost of control are observed. In view of this, the objective was to analyze the current scenario of bacterioses in plants and relate them to integrated management. Bacterioses are plant diseases caused by bacteria. Bacterial diseases are responsible for losses in many crops, affecting productivity and quality around the world. Bacteria usually cause disease by colonizing water-conducting xylematic vessels, producing toxins or degrading enzymes from the cell wall, or injecting effector proteins into the plant cell, interfering with the protective response. The prevention of these diseases through the use of chemicals is standard, however, the control of bacteriosis covers much more than the use of bactericides. There are reports of the use of resistant varieties, selection of genes of interest, elimination of voluntary hosts and crop residues, crop rotation with non-host plants, use of biological products, induction of resistance, and the use of bactericides from natural products. The current reality of pathogenic resistance, due to inadequate and excessive use of chemical control agents, has resulted in a gap between control methods. Nowadays, it seeks to integrate known methods of efficient control with the new technologies available in the market. The integrated management of bacteriosis requires studies for the understanding of infection and decision making, thus ensuring the choice of methods that are more efficient for the situation in question.

**KEYWORDS:** Plant pathogenic bacteria, Integrated disease management, DIM, plant diseases.

## 1 | INTRODUÇÃO

As bactérias estão entre as principais classes de microrganismos que podem desenvolver associações benéficas ou patogênicas com as plantas. Essas bactérias podem viver externa ou internamente em sua planta hospedeira, nomeadas epifíticas, aquelas que vivem nas superfícies foliares das plantas, e rizosféricas, as que habitam as raízes das plantas no solo. Ainda, algumas bactérias que colonizam internamente a planta hospedeira, são chamadas de bactérias endofíticas (AFZAL *et al.*, 2019). Existem também as bactérias mutualistas e endofíticas, que são consideradas patogênicas e estabelecem com a planta uma relação de patogenicidade (VERBON; LIBERMAN, 2016).

Devido ao ambiente rico em água e nutrientes, as plantas se tornam um lugar ideal para a sobrevivência e proliferação das bactérias. Fatores como a presença de nutrientes, umidade e pH neutro favorecem a colonização bacteriana. Essa características facilitam a virulência e conseqüentemente o seu ciclo de infecção, que atua diretamente nas funções vitais do hospedeiro, permitindo crescimento e colonização do patógeno em questão

(GUTIÉRREZ-PACHECO *et al.*, 2019).

Como consequência, as doenças bacterianas são responsáveis por perdas consideráveis em muitas culturas, afetando sua produção e qualidade em todo o mundo. A prevenção dessas doenças se faz por meio da utilização de produtos químicos, pesticidas e antibióticos são de uso habitual, porém tem-se observado que essa utilização ocasiona sérios problemas de poluição ao meio ambiente, prejuízos à saúde humana, resistência emergente a microrganismos e alta relação preço custos desses produtos de controle (KOTAN *et al.*, 2014).

Diante do exposto, esta revisão objetivou analisar o cenário atual das bacterioses em plantas e relacioná-las ao manejo integrado, por meio de relatos dos trabalhos realizados na área com as principais bactérias de importância econômica e científica.

## 2 | AS BACTÉRIAS E AS PLANTAS

No ambiente as plantas estão expostas a muitas bactérias localizadas na filosfera ou na rizosfera vegetal. Essas bactérias podem estar associadas apenas à superfície da planta sendo classificadas como epífitas, ou também podem residir dentro das plantas como endófitas. É válido ressaltar que algumas bactérias estão associadas às plantas de forma comensal, ou seja, não afetam a saúde da planta. Outras estão incluídas no grupo das rizobactérias, que trazem benefícios às plantas tais como melhoria na disponibilidade de nutrientes além de promover a expansão e crescimento radicular. Entretanto existem as bactérias mutualistas e endófitas que são consideradas patogênicas e estabelecem com a planta uma relação de patogenicidade (VERBON; LIBERMAN, 2016).

Bactérias patogênicas entram no espaço apoplástico da célula vegetal através de estômatos, ou outras aberturas naturais, feridas de modo a ocasionar infecção na planta. Pode-se dizer também que as raízes das plantas podem absorver os nutrientes disponibilizados pelas rizobactérias promotoras do crescimento das plantas (PGPRs) ou estabelecer a simbiose dos nódulos radiculares, contudo cepas fitopatogênicas também estão entre as bactérias da rizosfera podendo estabelecer relações patogênicas com as raízes das plantas (SCHLÖFFEL; KÄSBAUER; GUST, 2019).

As perdas de produção de diversas culturas são em parte em decorrência das doenças bacterianas, nesse caso é comum observar redução da qualidade e quantidade dos produtos colhidos. Há autores que citam redução em torno de 10 a 20% da produção global de alimentos é perdida devido a doenças bacterianas adquiridas no período pré e pós colheita (SCHLÖFFEL; KÄSBAUER; GUST, 2019).

Para muitos gêneros bacterianos fitopatogênicos (*Erwinia*, *Pseudomonas*, *Ralstonia*, *Xanthomonas*), a compatibilidade patógeno-planta é estabelecida após a secreção de proteínas, através de um sistema de secreção específico para bactérias patogênicas. É seguida pela morte celular da célula e multiplicação de bactérias no apoplasto. Os sintomas



que aparecem a seguir dependem dos metabólitos bacterianos envolvidos, principalmente necrose (secagem localizada dos tecidos) e murcha, algumas vezes associada a toxinas bacterianas, que apodrecem devido à secreção de enzimas pectinolíticas destruindo os cimentos que dão coesão aos tecidos vegetais, formando tumores ou alterações hiperplásicas, devido a desequilíbrios de fitohormônios, sendo induzidos de forma direta ou indireta por bactérias (PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001).

### 3 I BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

Em 1868 o médico francês Davaine observou pela primeira a associação de um microrganismo com uma podridão de plantas e a transmissibilidade dessa infecção pelos tecidos doentes (provavelmente era *Pectobacterium carotovorum*). Posteriormente a demonstração da existência de bactérias patogênicas em plantas ganhou forma com o maior conhecimento da microbiologia e juntamente com as descobertas de doenças bacterianas de animais e homens (PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001).

As bactérias fitopatogênicas atualmente estão inseridas na taxonomia geral das bactérias. Existem 350 espécies, subespécies ou patovar pertencentes a 21 gêneros distribuídos em diversas famílias. São anaeróbicos estritos ou facultativos aeróbicos, não esporulados, e pertencem à subdivisão de *firmicutes* (Gram-positivos), bem como de *gracilicutos* (Gram-negativos). Uma divisão para bactérias fitopatogênicas foi criada que é somada a subespécie atual, o patovar, que é resultado da especificidade de certas bactérias para algumas espécies vegetais. Esta subdivisão em patovar não é reconhecida pelo Comitê Internacional de Nomenclatura. Diferentes patovares da mesma espécie bacteriana podem ser patógenos da mesma planta, sobre os quais podem causar doenças diferentes, com características biológicas particulares, envolvendo métodos de controle adaptados a cada um (PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001).

As bactérias patogênicas das plantas geralmente não entram nas células hospedeiras, mas residem e crescem no espaço apoplástico entre as células vegetais. Assim causam doenças, colonizando os vasos do xilema condutor de água, produzindo toxinas ou enzimas degradantes da parede celular ou injetando proteínas efetoras especiais na célula da planta para interferir na resposta da planta (GUTIÉRREZ-PACHECO *et al.*, 2019).

Pesquisa realizada por Mansfield *et al.* (2012) na revista *Molecular Plant Pathology* relata as dez principais bactérias fitopatogênicas de maior importância científica e econômica. A bactéria *Pseudomonas syringae* destaca-se por causar doenças em plantas economicamente importantes.

A *Ralstonia solanacearum*, que tem uma grande importância econômica em todo o mundo, especialmente por ter uma gama muito ampla de hospedeiros, com culturas afetadas variando de batata a banana. A *Agrobacterium tumefaciens*, baseada principalmente em sua importância científica, em especial quando a formação de tumores.

Na quarta, quinta e sexta posições estão as espécies de *Xanthomonas*, todas claramente distintas em sua patologia e alvos hospedeiros, nomeadamente *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, um dos patógenos mais graves do arroz, e *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*, o agente causal da praga bacteriana da mandioca (CBB). Os patógenos de *Xanthomonas campestris*, que causam doenças em uma variedade de culturas em todo o mundo. Na sétima posição, está o *Erwinia amylovora*, que causa a conhecida doença das pragas de plantas ornamentais, árvores frutíferas e arbustos. A *Xylella fastidiosa* está associada a várias doenças importantes de culturas e arbóreas. As duas espécies de *Dickeya dadantii* e *Dickeya solani*, uma vez que *Dickeya* atraiu votos significativos, muitos dos quais foram simplesmente denominados *Dickeya* spp. causam doenças economicamente importantes, principalmente na batata. E a *Pectobacterium carotovorum* causa das perdas econômicas relacionadas às doenças por podridão mole, porém a importância e as prioridades podem variar localmente de região para região (MANSFIELD *et al.*, 2012).

Ao contrário de certos fungos que produzem quitinases, as bactérias não têm os meios para forçar as barreiras físicas naturais da planta. Devem, portanto, tirar proveito das aberturas naturais (estômatos, nectários, cicatrizes de folhas, inserções radiculares) ou acidentais (lesões relacionadas a técnicas culturais ou eventos climáticos) para completar a fase inicial de penetração nos tecidos. Depois de entrar na planta, é a partir do apoplasto que a maioria das bactérias estabelece suas interações com as células da planta hospedeira. Essas interações resultarão, desde que haja compatibilidade entre o patógeno e o hospedeiro, no estabelecimento da doença. Para a bactéria, isso resultará em sua multiplicação e dispersão, para a planta pelo aparecimento dos sintomas e sua morte parcial ou total (PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001).

## 4 | O QUE SÃO BACTERIOSES?

Bacterioses são doenças provocadas por bactérias, nas plantas são uma das principais causas de doenças acarretando prejuízos econômicos. A prevenção dessas doenças por meio da utilização de produtos químicos, pesticidas e antibióticos são de uso habitual, porém tem-se observado que essa utilização ocasiona sérios problemas de poluição ao meio ambiente, prejuízos à saúde humana, resistência emergente a microrganismos e alta relação preço custos desses produtos de controle (KOTAN *et al.*, 2014).

A maioria das doenças bacterianas são causadas por infecções relacionadas a bactérias Gram-negativas *P. syringae*, *X. campestris*, *R. solanacearum*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Xanthomonas oryzae*, *Pectobacterium amyloovorum*, *X. fastidiosa*, *D. dadantii*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum* subsp. *Atrosepticum* (MANSFIELD *et al.*, 2012).

As bactérias fitopatogênicas durante a sua evolução foram adaptando ferramentas

para a invasão e infecção de tecidos vegetais vivos de modo a buscar uma forma de sobreviver em um ambiente protegido. Muitos deles têm a capacidade de viver ou sobreviver no ambiente natural, como solo ou água (*A. tumefaciens*, *R. solanacearum*) ou em associação com o hospedeiro, sem um processo infeccioso declarado: esta é a fase epífita, comum em *Pseudomonas* e algumas *Xanthomonas* ou na fase endofítica mais rara (*Agrobacterium*, *Clavibacter xyli cynodontis*) (PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001).

## 5 | CARACTERÍSTICAS DAS BACTERIOSES

As perdas ocasionadas por doenças em plantas podem atingir um montante de perdas em redor de 20 a 40 % no rendimento global das culturas (MANSFIELD *et al.*, 2012). Sabe-se que esses patógenos causam doenças diferentes em uma grande variedade de plantas no caule, folhas e frutos. Por exemplo, *Pseudomonas syringae* coloniza folhas de feijão e promove a ocorrência de doença da mancha marrom causando agregação celular (GUTIÉRREZ-PACHECO *et al.*, 2019). *Agrobacterium tumefaciens* causa o tumor da vesícula biliar, uma das doenças de plantas mais graves do mundo. Na natureza, essa bactéria induz o crescimento neoplásico na planta infectada e reduz o vigor e o rendimento da colheita (MANSFIELD *et al.*, 2012).

Atualmente, cerca de 200 doenças do tomate são identificadas em todo o mundo, entre elas a *Ralstonia solanacearum*, que causa a murcha bacteriana é a mais prejudicial. *R. solanacearum* tem uma gama variada de hospedeiros, com mais de 500 espécies de culturas, representando mais de 54 famílias. Ela causa murcha bacteriana nas áreas tropicais e subtropicais do mundo em muitas culturas importantes, como tomate, berinjela, banana, amendoim, azeitona, tabaco, batata, pimenta, amendoim, gengibre, etc (JAMES; MATHEW, 2017).

*R. solanacearum* é um patógeno do solo de planta vascular que primeiro coloniza a superfície da raiz e depois invade as raízes através de pequenas feridas naturais ou pontas das raízes. Produz polissacarídeos extracelulares, que por sua vez bloqueiam o fluxo de água, causando clorose, murcha das plantas e, finalmente, a morte da planta. A murcha bacteriana é um desafio para controlar completamente e altamente difícil de gerenciar por qualquer método de controle único, devido ao qual o patógeno pode persistir no solo por um longo tempo (NARASIMHAMURTHY *et al.*, 2019).

A *R. solanacearum* por ser uma doença de murcha vascular em batata, tomate, tabaco e banana; que é caracterizado pela síntese de exopolissacarídeos que reduzem o fluxo de água nos vasos do xilema e colonizam as frutas, aparecendo sintomas durante o armazenamento pós-colheita. Em geral, os sintomas causados por esses patógenos estão associados à interferência nas funções vitais da planta, incluindo regulação hormonal, fotossíntese, reprodução, captação de água e seu transporte, além da qualidade de seus frutos (GUTIÉRREZ-PACHECO *et al.*, 2019).

Outra doença de grande importância bacteriana é a queima bacteriana da mandioca (CBB), causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* (*Xam*), que pode causar perda total nas áreas afetadas. Esta doença é distribuída em todo o mundo. O agente causal produz sintomas característicos nas plantas, como manchas angulares e translúcidas nas folhas inicialmente pequenas, mas depois combinam e subsequentemente ficam marrons; posteriormente, as manchas angulares das folhas são aumentadas e geralmente exsudam uma goma amarela pegajosa observada também em caules jovens e pecíolos. Finalmente, ocorre a desfolhamento, a murcha e a morte. A bactéria se multiplica no lado inferior das folhas (abaxial), onde forma colônias protegidas por uma substância mucosa que promove sua subsequente multiplicação epifítica. Posteriormente, obtém-se entrada através de estômatos e feridas, colonizando os espaços intercelulares do mesofilo nas folhas (RUBIO; CARRASCAL; MELGAREJO, 2017).

A *Agrobacterium tumefaciens* causa doença da vesícula biliar em uma ampla variedade de espécies hospedeiras dicotiledôneas, especialmente membros da família das rosas, como maçã, pêra, pêssego, cereja, amêndoa, framboesa e rosas. Basicamente parte do DNA da bactéria é transferido para a planta que se integra ao genoma causando produções de tumores e alterações no metabolismo da planta. Essa bactéria é transportada pelo solo e induz o crescimento de neoplastos, limitando o seu crescimento (MANSFIELD *et al.*, 2012).

A bactéria *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum* é um dos agentes causais da podridão macia dos tubérculos no campo ou durante o armazenamento após a coleta. Essas doenças são as próximas em valor econômico ao murcha bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* na produção de batata. *P. carotovorum* subsp. *Carotovorum* possui uma ampla variedade de hospedeiros em todo o mundo, prevalecendo em zonas moderadas e subtropicais. Como é o caso também da *Erwinia amylovora* (Burrill), que é a causa da doença de infecção mais prejudicial das árvores frutíferas em todo o mundo. Ela infecta todas as partes da planta, flores, folhas, frutos, rebentos, troncos e galhos. Quando assentados, desenvolvem-se sintomas de necrose das flores e doenças da podridão dos frutos, produzindo doenças com grandes perdas (SHAHEEN; ISSA, 2019).

Para muitas espécies bacterianas fitopatogênicas (*Erwinia*, *Pseudomonas*, *Ralstonia*, *Xanthomonas*), a compatibilidade patógeno-planta é estabelecida após a secreção de proteínas, através de um sistema de secreção específico para bactérias patogênicas. É seguida pela morte celular da célula e multiplicação de bactérias no apoplasto. Os sintomas que aparecem a seguir dependem dos metabólitos bacterianos envolvidos, e podem ser induzidos direta ou indiretamente por bactérias, principalmente necrose (secagem localizada dos tecidos) e murcha, algumas vezes associada a toxinas bacterianas, apodrecem devido à secreção de enzimas pectinolíticas que destroem os cimentos que dão coesão aos tecidos vegetais, causam tumores ou alterações hiperplásicas, devido a desequilíbrios de fitohormônios, (PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001).

## 6 | MÉTODOS DE INFECÇÃO POR BACTERIOSES

O processo infeccioso bacteriano é dependente, essencialmente, da presença de água livre na superfície foliar. Desta forma, métodos de cultivo que envolvam sistemas com irrigação, principalmente via aspersão, resultam em condições favoráveis a doença durante todo o período de cultivo (MAFIA; TEIXEIRA; FERREIRA, 2017). Locais com irrigação, além de favorecerem o estabelecimento da doença, influenciam na disseminação do patógeno, por meio dos respingos de gotas contendo células bacterianas (GONÇALVES *et al.*, 2008), nesse sentido, alguns viveiros vem usando o tratamento da água visando o reaproveitamento evitando a disseminação de patógenos (MACHADO *et al.*, 2013; MAFIA; TEIXEIRA; FERREIRA, 2017).

Bactérias biotróficas e hemibiotróficas tem mecanismos para adquirir nutrientes que podem alterar o seu organismo ou manipular as células vegetais. Elas podem secretar enzimas que degradam a parede celular, quando no apoplasto, essas enzimas atuam na parede celular, liberando nutrientes para o consumo bacteriano, em especial a sacarose (MASURKA *et al.*, 2018).

A maioria dos patógenos bacterianos colonizam as plantas de forma passiva, especialmente pelas aberturas estomáticas. Como habitantes do filoplano e da rizosfera, esses microrganismos aproveitam movimentos naturais das plantas, como a abertura estomática durante o processo de captação de CO<sub>2</sub> e liberação de O<sub>2</sub> e como o crescimento radicular, onde ocorre expansão das células em crescimento (MASURKA *et al.*, 2018).

A entrada via estômato é mais comum por fornecer as bactérias não só acesso a câmara subestomática, mas a uma gama de espaços interconectados dentro do mesófilo. Contudo, algumas pesquisas indicam que os estômatos podem restringir a entrada das bactérias fitopatogênicas, via sistema imunológico da planta. Algumas bactérias biotróficas podem contornar essa restrição, manipulando a imunidade vegetal com o auxílio do ácido jasmônico (FONSECA *et al.*, 2009; GIMENEZ-IBANEZ *et al.*, 2017; MASURKA *et al.*, 2018).

Patógenos, como a *Pseudomonas syringae*, por exemplo, buscando contornar os mecanismos de defesa da planta, e se adaptando para colonizar diversos hospedeiros, produzem toxinas que afetam as proteínas efetoras de células eucarióticas. Outras cepas, manipulam a homeostase hormonal, atuando na imunidade vegetal, induzindo a produção de coronatina, que imita a função do ácido jasmônico na planta, hormônio que atuaria impedindo a infecção (FONSECA *et al.*, 2009; GIMENEZ-IBANEZ *et al.*, 2017).

## 7 | MÉTODOS DE CONTROLE DE BACTERIOSES

O controle de bacterioses abrange muito mais do que o uso de bactericidas. Visando o controle de bacteriose foliar, estudos com eucalipto tem optado por variedades resistentes (ARRIEL *et al.*, 2014; FERRAZ *et al.*, 2016; MAFIA; ALFENAS; FERREIRA, 2014; MAFIA; TEIXEIRA; FERREIRA, 2017). Contudo, essa característica ainda não é uma prioridade,

devido à dificuldade de se obter um indivíduo com várias características importantes no sistema de produção de madeira, além da característica de resistências as bacterioses de importância no manejo florestal (MAFIA; TEIXEIRA; FERREIRA, 2017).

Buscando métodos de controle de *Xanthomonas axonopodis* pv. vignicola (Xav), pesquisadores mapearam genes de feijão-caupi a fim de identificar locais de resistência ao patógeno. Nesse sentido, a seleção de genes em culturas de interesse, destaca-se como um método de controle eficiente, mas que é aplicado principalmente em patógenos de elevada importância econômica (AGBICODEO *et al.*, 2010).

Para patógenos como a *Ralstonia solanacearum*, os métodos de controle devem ser adotados com planejamento. Na ausência de um hospedeiro, a bactéria pode sobreviver em plantas hospedeiras e até restos culturais, sendo assim, métodos de controle que eliminem esses hospedeiros voluntários, eliminem restos culturais e ainda associem uma rotação de culturas com plantas não hospedeiras, são de suma importância, especialmente em regiões úmidas. O principal sítio de infecção desses organismos foi encontrado em raízes laterais, sendo assim, o uso de produtos biológicos benéficos que colonizem esses sítios de infecção também podem ser diferenciais no controle da doença (ÁLVAREZ; BIOSCA; LÓPEZ, 2010; COSTA; FERREIRA; LOPES, 2007; JAMES; MATHEW, 2017).

Estudos indicaram que a *R. solanacearum* sobrevive até um ano agrícola no solo, mesmo eliminando hospedeiros alternativos, e que, em situações de consórcio, o patógeno foi encontrado durante quatro anos, além de haver relatos de sobrevivência em ambientes aquáticos (GRAHAM; JONES; B, 1979; VAN ELSAS *et al.*, 2000). Nesse sentido, o tratamento de água realizado em locais em que se reaproveita a água da irrigação, em destaque na produção de mudas (MAFIA; TEIXEIRA; FERREIRA, 2017).

A indução de resistência, seja por aplicação de indutores ou o uso das relações planta-microrganismos, destaca-se entre os métodos de controle de bacterioses. Estudos usando micorrizas indicam que a relação simbiótica fungo-planta desencadeia alguns sistemas de defesa que protegem a planta quando em ataque bacteriano, dentre eles a indução da produção de ácido jasmônico (MORCILLO; OCAMPO; GARRIDO, 2012). Ainda, estudos com feijão relatam que alguns compostos voláteis induziram processos de defesa, ativando genes de defesa primeira e afetaram a infecção bacteriana (YI; RYU; HEIL, 2010).

O uso de bactericidas não é descartado, contudo, estudos com bactericidas alternativos que tem mostrado resultados eficientes no controle de bacterioses. Extrato de sementes de *Moringa oleífera* apresentaram potencial de controle de doenças bacterianas na pós-colheita (SOUSA *et al.*, 2016). Como alternativa de controle de *Xanthomonas albilineans*, estudo indicou que extratos hidroalcoólicos de orégano e tomilho em uma concentração mínima de 7,81 µL/mL tem atividade inibitória no desenvolvimento da bactéria (RAMOS; BORGES; TEBALDI, 2011).

Associado as técnicas anteriormente citadas, o uso de nanotecnologia destaca-se na agricultura mundial, sendo aplicável desde o tratamento de sementes até a pós-

colheita. Pesquisas indicam que as nano partículas aplicáveis a agronomia, ou apenas nanoagropartículas, podem atuar de maneira eficiente no controle de patógenos e ainda favorecer o crescimento de plantas (BAKER, S. *et al.*, 2017). A realidade atual de resistência patogênica, devido ao uso inadequado e excessivo de agentes químicos de controle, resultou em uma lacuna dentre os métodos de controle, onde as nanoagropartículas se tornam alternativas altamente eficiente, devido ao seu tamanho reduzido, facilidade de manejo, facilidade de penetração na célula patogênica e diferentes modos de ação, controlando a nível celular (BAKER, A. J., 2012; BAKER, S. *et al.*, 2017; BAKER, S.; SATISH, 2015).

## 8 | PESQUISAS ATUAIS

Atualmente, as pesquisas têm buscados novos bactericidas para o controle de patógenos de plantas (TORRES-GONZÁLEZ; CASAS; DÍAZ ORTIZ, 2014). Uma das ramificações dessas linhas de pesquisa, tem estudado o efeito de produtos alternativos com ação bactericida, como extratos, alcoólicos ou não, de frutos e vegetais, e especialmente plantas medicinais (RAMOS; BORGES; TEBALDI, 2011; RUEDA *et al.*, 2018; SOUSA *et al.*, 2016). Outro destaque é o uso de microrganismos benéficos, que podem ou não promover crescimento, como métodos de controle biológico (JAMES; MATHEW, 2017; MORCILLO; OCAMPO; GARRIDO, 2012; SCHLÖFFEL; KÄSBAUER; GUST, 2019).

Ainda, o uso de tecnologias do melhoramento genético tem ganhado destaque, em especial para culturas de elevado valor agregado. Pesquisas tem buscado identificar genes de resistência das culturas a determinados patógenos (AGBICODO *et al.*, 2010; GIMENEZ-IBANEZ *et al.*, 2017; GUTIÉRREZ-PACHECO *et al.*, 2019), assim como tem pesquisado técnicas de silenciamento de genes de susceptibilidade ou ativação de genes relacionados a resistência (FONSECA *et al.*, 2009; GIMENEZ-IBANEZ *et al.*, 2017).

Por fim, as nanopartículas destacam-se entre as alternativas atuais, podendo ser aplicadas tanto em práticas comuns de controle (uso de bactericidas químicos)(BAKER, A. J., 2012; BAKER, S. *et al.*, 2017; SCOTT; CHEN, 2013), como em técnicas alternativas (uso de bactericidas alternativos) (BAKER, S.; SATISH, 2015; CHAMAKURA *et al.*, 2011; LI *et al.*, 2011). As nanopartículas ainda são empregadas em técnicas pós colheita, estudadas quando a técnicas de procedimento de armazenamento, em especial filmes comestíveis de revestimento (SCOTT; CHEN, 2013).

## 9 | DESAFIOS DO MANEJO INTEGRADO DE BACTERIOSES

A grande lacuna do manejo de bacterioses na atualidade é a capacidade de integrar métodos de controle de efetividade conhecida com as novas tecnologias disponíveis no mercado. O controle de alguns patógenos por remoção de restos culturais (ÁLVAREZ; BIOSCA; LÓPEZ, 2010; COSTA; FERREIRA; LOPES, 2007; JAMES; MATHEW, 2017), rotação de culturas (ÁLVAREZ; BIOSCA; LÓPEZ, 2010) e tratamento hídrico (MAFIA;



TEIXEIRA; FERREIRA, 2017) é eficiente em algumas áreas, contudo, não é possível em outras.

Muitas vezes, o controle de alguma infecção é um processo lento e custoso, principalmente por se tratar de um organismo que se dispersa facilmente na água (MAFIA *et al.*, 2012; MAFIA; TEIXEIRA; FERREIRA, 2017). O diferencial de entender a situação e aplicar técnicas adequadas para o controle são essenciais para o sucesso da técnica aplicada.

Alguns organismos têm um amplo espectro de hospedeiros, como é o caso da *Ralstonia* (JAMES; MATHEW, 2017; MACHADO *et al.*, 2013; MAFIA; ALFENAS; FERREIRA, 2014; SHAHEEN; ISSA, 2019), já outros, atacam menos culturas, como acontece com a *Agrobacterium* (MANSFIELD *et al.*, 2012; PAULIN; RIDÉ; PRUNIER, 2001). A escolha de técnicas adequadas pode indicar se a infestação vai ser controlada, ou se vai ser estender por mais uma safra ou mais, chegando em pontos de inutilizar a área para o cultivo de determinada espécie.

Ainda, a capacidade de associar técnicas de manejo é essencial na realidade atual. Em uma sociedade mais consciente e exigente quanto a qualidade alimentar, técnicas alternativas que reduzam o uso de químicos e optem por métodos alternativos de controle são essenciais, e entre eles podemos destacar os manejos culturais, como as rotações (ÁLVAREZ; BIOSCA; LÓPEZ, 2010), o uso de microrganismos promotores de crescimento (ÁLVAREZ; BIOSCA; LÓPEZ, 2010; MORCILLO; OCAMPO; GARRIDO, 2012; VERBON; LIBERMAN, 2016) e, mais recentemente, o uso de nanopartículas (BAKER, S. *et al.*, 2017; BAKER, S.; SATISH, 2015).

## 10 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As bacterioses são um grupo de patógenos de grande importância na atualidade, dependentes muito além de controle químico, de técnicas alternativas de controle, que considerem as particularidades das bactérias, o ambiente em que a infecção ocorre e a cultura atacada. Ainda, é necessário considerar as tecnológicas disponíveis no mercado, escolhendo a tecnologia que melhor se adequa a situação e integrando-a com outros modos de ação.

Desta forma, o estudo do manejo integrado de bacterioses é uma área ampla e complexa, que demanda um estudo complexo do caso para o entendimento da infecção e tomada de decisão, garantindo assim a escolha de métodos eficazes que sejam mais eficientes para a situação em questão.

## REFERÊNCIAS

AFZAL, I. *et al.* Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms, diversity, host range and genetic determinants. **Microbiological Research**, v. 221, n. February, p. 36–49, 2019.

AGBICODO, E. M. *et al.* Identification of markers associated with bacterial blight resistance loci in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **Euphytica**, v. 175, n. 2, p. 215–226, 2010.

ÁLVAREZ, B.; BIOSCA, E. G.; LÓPEZ, M. M. On the life of *Ralstonia solanacearum*, a destructive bacterial plant pathogen. **Technology and education topics in applied microbiology and microbial biotechnology**, n. March 2015, p. 267–279, 2010.

ARRIEL, D. A. A. *et al.* Wilt and die-back of *Eucalyptus* spp. caused by *Erwinia psidii* in Brazil. **Forest Pathology**, v. 44, n. 4, p. 255–265, 2014.

BAKER, A. J. The Computational Engineering Sciences: An Introduction. **Finite Elements: Computational Engineering Sciences**, n. March 2012, p. 1–11, 2012.

BAKER, S. *et al.* Nanoagroparticles emerging trends and future prospect in modern agriculture system. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 53, p. 10–17, 2017.

BAKER, S.; SATISH, S. Biosynthesis of gold nanoparticles by *Pseudomonas veronii* AS41G inhabiting *Annona squamosa* L. **Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 150, p. 691–695, 2015.

CHAMAKURA, K. *et al.* Comparison of bactericidal activities of silver nanoparticles with common chemical disinfectants. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 84, n. 1, p. 88–96, 2011.

COSTA, S. B.; FERREIRA, M. a. S. V.; LOPES, C. a. Diversidade patogênica e molecular de *Ralstonia solanacearum* da região amazônica brasileira. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 285–294, 2007.

FERRAZ, H. G. M. *et al.* Methods of inoculation and evaluation of *Erwinia psidii* in eucalypt. **Forest Pathology**, v. 46, n. 3, p. 240–247, 2016.

FONSECA, S. *et al.* (+)-7-iso-Jasmonoyl-L-isoleucine is the endogenous bioactive jasmonate. **Nature Chemical Biology**, v. 5, n. 5, p. 344–350, 2009.

GIMENEZ-IBANEZ, S. *et al.* JAZ2 controls stomata dynamics during bacterial invasion. **New Phytologist**, v. 213, n. 3, p. 1378–1392, 2017.

GONÇALVES, R. C. *et al.* Etiology of bacterial leaf blight of eucalyptus in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 3, p. 180–188, 2008.

GRAHAM, J.; JONES, D. A.; B, L. A. Survival of *Pseudomonas solanacearum* race 3 in plant debris and in latently infected potato tubers. **Ecology and Epidemiology**, v. 69, p. 1100–1103, 1979.

GUTIÉRREZ-PACHECO, M. M. *et al.* Quorum sensing interruption as a tool to control virulence of plant pathogenic bacteria. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 106, n. February, p. 281–291, 2019.

JAMES, D.; MATHEW, S. K. Compatibility Studies on Different Endophytic Microbes of Tomato Antagonistic To Bacterial Wilt Pathogen. **International Journal of Advanced Biological Research**, v. 7, n. 1, p. 190–194, 2017.

KOTAN, R. *et al.* Antibacterial effects of *Origanum onites* against phytopathogenic bacteria: Possible use of the extracts from protection of disease caused by some phytopathogenic bacteria. **Scientia Horticulturae**, v. 172, p. 210–220, 2014.

LI, M. *et al.* Synergistic bactericidal activity of Ag-TiO<sub>2</sub> nanoparticles in both light and dark conditions. **Environmental Science and Technology**, v. 45, n. 20, p. 8989–8995, 2011.

MACHADO, P. da S. *et al.* Eradication of plant pathogens in forest nursery irrigation water. **Plant Disease**, v. 97, n. 6, p. 780–788, 2013.

MAFIA, R. G. *et al.* Murcha-bacteriana: disseminação do patógeno e efeitos da doença sobre a clonagem do eucalipto. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 593–602, 2012.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; FERREIRA, M. A. Eucalyptus resistance evaluating to bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*. **Revista Árvore**, v. 38, n. 4, p. 649–656, 2014.

MAFIA, R. G.; TEIXEIRA, L. P.; FERREIRA, M. A. Production of eucalypt clones under two irrigation systems and the occurrence of foliar bacteriosis (*Xanthomonas axonopodis* Vauterin). **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, v. 45, n. 116, 2017.

MANSFIELD, J. *et al.* Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology**, v. 13, n. 6, p. 614–629, 2012.

MASURKA, P. *r et al.* Invasion and Nutrient Acquisition Strategies of Phytopathogens: Fungi, Bacteria and Viruses. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 08, p. 3132–3146, 2018.

MORCILLO, R. J. L. *et al.* Plant 9-*l*ox oxylipin metabolism in response to arbuscular mycorrhiza. **Plant Signaling and Behavior**, v. 7, n. 12, 2012.

NARASIMHAMURTHY, K. *et al.* Elicitation of innate immunity in tomato by salicylic acid and *Amomum nilgircum* against *Ralstonia solanacearum*. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 22, n. October, p. 101414, 2019.

PAULIN, J.-P.; RIDÉ, M.; PRUNIER, J.-P. Découverte des bactéries phytopathogènes il y a cent ans : controverses et polémiques transatlantiques. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie**, v. 324, n. 10, p. 905–914, 2001.

RAMOS, E. T. de A.; BORGES, K. C. A. de S.; TEBALDI, V. M. R. Bactericidal activity hydroalcoholic extracts rubrastilis and lemon grass and essential oils oregano, thyme and melaleuca on *Xanthomonas albilineans*. **Cadernos UniFOA**, v. 17, n. Mic, p. 89–94, 2011.

RUBIO, J. S. R.; CARRASCAL, C. E. L.; MELGAREJO, L. M. Physiological behavior of cassava plants (*Manihot esculenta* Crantz) in response to infection by *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* under greenhouse conditions. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 100, p. 136–141, 2017.

RUEDA, E. M. S. *et al.* Extracts of *Tagetes patula* L. (Asteraceae): a bactericidal potential against Moko. **Revista Mexicana de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 5, p. 949–959, 2018.

- SCHLÖFFEL, M. A.; KÄSBAUER, C.; GUST, A. A. Interplay of plant glycan hydrolases and LysM proteins in plant–Bacteria interactions. **International Journal of Medical Microbiology**, v. 309, n. 3–4, p. 252–257, 2019.
- SCOTT, N.; CHEN, H. Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems. **Industrial Biotechnology**, v. 9, n. 1, p. 17–18, 2013.
- SHAHEEN, H. A.; ISSA, M. Y. Scientia Horticulturae In vitro and in vivo activity of Peganum harmala L. alkaloids against phytopathogenic bacteria. **Scientia Horticulturae**, n. December 2018, p. 108940, 2019.
- SOUSA, J. P. G. *et al.* Binomial influence time/temperature on the bactericida activity of aqueous extract of Moringa oleifera Lam. **Revista Engenharia Na Agricultura - Reveng**, v. 24, n. 2, p. 131–138, 2016.
- TORRES-GONZÁLEZ, C.; CASAS, M.; DÍAZ ORTIZ, J. E. Manejo de Ralstonia Solanacearum raza 2 a través de productos químicos y biológicos. **Iteckne**, v. 10, n. 2, p. 217–223, 2014.
- VAN ELSAS, J. D. *et al.* Survival of Ralstonia solanacearum biovar 2, the causative agent of potato brown rot, in field and microcosm soils in temperate climates. **Phytopathology**, v. 90, n. 12, p. 1358–1366, 2000.
- VARGAS, R. G. *et al.* Avaliação da resistência de variedades de Citrus spp. à Xanthomonas citri subsp. citri na região Noroeste Paranaense, em condições de campo. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 4, p. 235–241, 2013.
- VERBON, E. H.; LIBERMAN, L. M. Beneficial Microbes Affect Endogenous Mechanisms Controlling Root Development. **Trends in Plant Science**, v. 21, n. 3, p. 218–229, 2016.
- YI, H. S.; RYU, C. M.; HEIL, M. Sweet smells prepare plants for future stress: Airborne induction of plant disease immunity. **Plant Signaling and Behavior**, v. 5, n. 5, p. 528–531, 2010.
- ZULUAGA, A. P. *et al.* Transcriptome responses to Ralstonia solanacearum infection in the roots of the wild potato Solanum commersonii. **BMC Genomics**, v. 16, n. 1, p. 1–16, 2015.

## ÍNDICE REMISSIVO

### B

Bactérias fitopatogênicas 29, 31, 32, 35

Bactericidas alternativos 36, 37

Bioinseticida 11

### C

Cercosporiose 42, 44, 47, 48, 53, 54

Controle alternativo 25, 52

Controle biológico 9, 10, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 37, 50, 56, 61, 81, 86, 88

Crematogastrini 1, 2, 3, 4, 5, 6

Crescimento micelial 51

Cupim 1, 3, 4, 6, 17

### E

Extrato vegetal 18, 19, 61

### F

Formicidae 5, 7, 8

Fungos entomopatogênicos 9, 10, 15, 16, 17

Fungos fitopatogênicos 48

Fusariose 42, 44, 48, 49, 55

### I

Indução de resistência 28, 36

Inseticidas biológicos 21, 22, 61

Iscas celulósicas 1

### L

Lagarta-do-cartucho do milho 80

### M

Manejo integrado de doenças 29

Manejo integrado de pragas 18, 20, 21, 23, 25, 64

Meios de cultivo 11, 12

*Metarhizium anisopliae* 9, 10, 11, 16, 17

*Metarhizium flavoviride var. flavoviride* 11

Míldio 42, 44, 45, 52, 54, 55

Mosca-branca 25, 79, 87

## N

Nanoagropartículas 37

Nanotecnologia 36

## O

Olerícola 42, 43

## P

*Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum* 34

Plantio direto 56, 57, 58, 59, 60, 63, 67, 69, 70, 71, 72, 74, 76

Produção de conídios 9, 15

Produção sustentável 18, 20, 57, 58, 62

Produtividade 18, 19, 20, 23, 24, 28, 43, 46, 48, 50, 53, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78

## R

*Ralstonia solanacearum* 31, 33, 34, 36, 39, 40, 41

Resistência genética 49

## S

*Sclerotinia sclerotiorum* 50, 51, 53

Septoriose 42, 44, 45, 46

Sistema de produção 18, 20, 21, 22, 23, 24, 36, 57, 59, 60, 61, 62, 67, 70, 71, 72, 87

Sustentabilidade 19, 20, 21, 22, 23, 26, 58, 60, 61, 65, 72, 73

## T

Tecnologia de aplicação 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26

*Trichogramma pretiosum* 22

## V

Velocidade média de crescimento 9, 12, 14

## X

*Xanthomonas axonopodis pv. manihotis* 32, 34, 40

# Manejo sustentável de pragas e doenças agrícolas



[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)

**Atena**  
Editora

Ano 2021



# Manejo sustentável de pragas e doenças agrícolas



[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)

**Atena**  
Editora

Ano 2021