


FITOPATOLOGIA EM FOCO: CONCEITOS E MANEJO

**ANA CLAUDIA DA SILVA MENDONÇA
LUCAS PEREIRA DA SILVA
PRISCILA ANGELOTTI ZAMPAR
(ORGANIZADORES)**

Atena
Editora

Ano 2020



FITOPATOLOGIA EM FOCO: CONCEITOS E MANEJO

**ANA CLAUDIA DA SILVA MENDONÇA
LUCAS PEREIRA DA SILVA
PRISCILA ANGELOTTI ZAMPAR
(ORGANIZADORES)**

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena

Editora pelos autores.



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.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de 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

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
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
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
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. 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 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 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 Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
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 Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
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 Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

- Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
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
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. 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
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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliãni Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Fitopatologia em foco: conceitos e manejo

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Ana Claudia da Silva Mendonça
Lucas Pereira da Silva
Priscila Angelotti Zampar

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F546 Fitopatologia em foco: conceitos e manejo / Organizadores Ana Claudia da Silva Mendonça, Lucas Pereira da Silva, Priscila Angelotti Zampar. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-677-5

DOI 10.22533/at.ed.775200712

1. Fitopatologia. 2. Agricultura. 3. Manejo. 4. Produtividade. I. Mendonça, Ana Claudia da Silva (Organizadora). II. Silva, Lucas Pereira da (Organizador). III. Zampar, Priscila Angelotti (Organizadora). IV. Título.
CDD 632.3

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

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.

APRESENTAÇÃO

Na agricultura existem inúmeras doenças que ocasionam baixa produtividade e qualidade de insumos. A fitopatologia é a ciência responsável por estudar os patógenos que causam essas doenças, bem como todos os aspectos relacionados com o mesmo.

Essas doenças podem ser ocasionadas por diferentes agentes causais, podendo ser: fungos, bactérias, vírus, viroides, fitoplasma, espiroplasma, nematoides e protozoários. Cada um desses agentes causais possuem suas particularidades de diagnose, epidemiologia, etiologia e controle.

Um dos maiores interesses da fitopatologia é o controle dos agentes fitopatogênicos, para isso existe o controle químico, físico, biológico, mecânico e cultural. O foco neste livro é no controle biológico e cultural, pois alguns patógenos, principalmente de solo, possuem difícil controle, por isso, esses métodos alternativos tornam-se eficazes. Além disso, com o avanço da biotecnologia, com estudos a nível de biologia molecular os métodos de diagnose de doenças de plantas tem ganhado melhor qualidade, neste contexto, alguns métodos serão destacados neste livro.

Esse livro é a junção de diferentes capítulos produzidos pelos pós-graduandos em agronomia da Universidade Estadual de Maringá, com intuito da difusão de conhecimentos na área da fitopatologia e correlacionadas.

Boa leitura e bons estudos.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

MICOTOXINAS ALIMENTARES EM GRÃOS DE MILHO: UMA AMEAÇA ALIMENTAR INVISÍVEL

Lucas Pereira da Silva
Ana Claudia da Silva Mendonça
Vinícius Villa e Vila
Gustavo Arana Demitto
Wesley Patrick Santos Cardoso
João Pedro Carlos Prieto
Amanda do Prado Mattos
Wérica Bruna da Silva Valim
Vitor Henrique Gonçalves Lopes
Camila de Cassia da Silva
Bruna Cristina de Andrade
Priscila Angelotti Zampar

DOI 10.22533/at.ed.7752007121

CAPÍTULO 2..... 10

CONTROLE ALTERNATIVO DE MOFO-BRANCO: UM MANEJO SUSTENTÁVEL

Lucas Pereira da Silva
Ana Claudia da Silva Mendonça
Vinícius Villa e Vila
Gustavo Arana Demitto
Wesley Patrick Santos Cardoso
João Pedro Carlos Prieto
Amanda do Prado Mattos
Wérica Bruna da Silva Valim
Vitor Henrique Gonçalves Lopes
Camila de Cassia da Silva
Bruna Cristina de Andrade
Priscila Angelotti Zampar

DOI 10.22533/at.ed.7752007122

CAPÍTULO 3..... 18

USO DA BIOLOGIA MOLECULAR NO ESTUDO DA DOENÇA *Citrus tristeza virus*

Ana Claudia da Silva Mendonça
Lucas Pereira da Silva
Vinícius Villa e Vila
Wesley Patrick Santos Cardoso
Gustavo Arana Demitto
João Pedro Carlos Prieto
Amanda do Prado Mattos

Wérica Bruna da Silva Valim
Vitor Henrique Gonçalves Lopes
Camila de Cassia da Silva
Bruna Cristina de Andrade
Priscila Angelotti Zampar

DOI 10.22533/at.ed.7752007123

CAPÍTULO 4.....27

CONTROLE BIOLÓGICO DO PSILÍDEO, VETOR DA DOENÇA *Huanglongbing*

Ana Claudia da Silva Mendonça
Lucas Pereira da Silva
Vinícius Villa e Vila
Wesley Patrick Santos Cardoso
Gustavo Arana Demitto
João Pedro Carlos Prieto
Amanda do Prado Mattos
Wérica Bruna da Silva Valim
Vitor Henrique Gonçalves Lopes
Camila de Cassia da Silva
Bruna Cristina de Andrade
Priscila Angelotti Zampar

DOI 10.22533/at.ed.7752007124

CAPÍTULO 5.....36

HISTÓRICO DE USO E CARACTERÍSTICAS DOS PORTA-ENXERTOS DENTRO DA CITRICULTURA

Ana Claudia da Silva Mendonça
Lucas Pereira da Silva
Vinícius Villa e Vila
Gustavo Arana Demitto
Wesley Patrick Santos Cardoso
João Pedro Carlos Prieto
Amanda do Prado Mattos
Wérica Bruna da Silva Valim
Vitor Henrique Gonçalves Lopes
Camila de Cassia da Silva
Bruna Cristina de Andrade
Priscila Angelotti Zampar

DOI 10.22533/at.ed.7752007125

CAPÍTULO 6.....43

NEMATÓIDE DAS LESÕES RADICULARES NA CULTURA DO ARROZ: UMA PRAGA SUPERESTIMADA

Lucas Pereira da Silva

Ana Claudia da Silva Mendonça
Vinícius Villa e Vila
Wesley Patrick Santos Cardoso
Gustavo Arana Demitto
João Pedro Carlos Prieto
Amanda do Prado Mattos
Wérica Bruna da Silva Valim
Vitor Henrique Gonçalves Lopes
Camila de Cassia da Silva
Bruna Cristina de Andrade
Priscila Angelotti Zampar

DOI 10.22533/at.ed.7752007126

SOBRE OS ORGANIZADORES 50

CAPÍTULO 3

USO DA BIOLOGIA MOLECULAR NO ESTUDO DA DOENÇA *Citrus tristeza virus*

Data de aceite: 28/10/2020

Data de submissão: 23/09/2020

Ana Claudia da Silva Mendonça

Universidade Estadual de Maringá – UEM
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1722595984900368>

Lucas Pereira da Silva

Universidade Estadual de Maringá – UEM
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4540501906478241>

Vinícius Villa e Vila

Universidade Estadual de Maringá – UEM
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8707040323232469>

Wesley Patrick Santos Cardoso

Universidade Estadual de Maringá – UEM
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6141222944554502>

Gustavo Arana Demitto

Universidade Estadual de Maringá – UEM
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6376822761223304>

João Pedro Carlos Prieto

Universidade Estadual de Maringá – UEM
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8963015393777299>

Amanda do Prado Mattos

Universidade do Estado de Santa Catarina –
UDESC
Lages – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/3654596926242328>

Wérica Bruna da Silva Valim

Universidade Estadual de Maringá – UEM
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3682852440863641>

Vitor Henrique Gonçalves Lopes

Universidade Estadual de Maringá – UEM
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8235633877643737>

Camila de Cassia da Silva

Universidade Estadual de Maringá – UEM
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8196551482918960>

Bruna Cristina de Andrade

Universidade Estadual de Maringá – UEM
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3386761883933028>

Priscila Angelotti Zampar

Universidade Estadual de Maringá – UEM
Maringá – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5590072790143208>

RESUMO: O estudo minucioso do patógeno é muito importante para que se entenda uma doença, a biologia molecular torna possível o estudo no nível de DNA e RNA, gerando uma compreensão maior dos processos internos que o patógeno realiza, assim como a resposta da planta a aquele patógeno. Desta forma as técnicas moleculares são de extrema importância no estudo da virose causadora da Tristeza dos citros.

PALAVRAS-CHAVE: técnicas moleculares, virose, Tristeza dos citros.

USE OF MOLECULAR BIOLOGY IN THE DISEASE STUDY *Citrus tristeza virus*

ABSTRACT: The detailed study of the pathogen is very important to understand a disease, molecular biology makes it possible to study at the level of DNA and RNA, generating a greater understanding of the internal processors that the pathogen performs, as well as the plant's response to that pathogen. . Thus, molecular techniques are extremely important in the study of the viruses that cause citrus sadness.

KEYWORDS: molecular techniques, virus, Tristeza dos citrus.

1 | INTRODUÇÃO

A biologia molecular traz técnicas que auxiliam a genômica, por sua vez a genômica tem como objetivo entender os genes e a organização da informação genética dentro do genoma, ainda existe muito a se conhecer sobre a função dos genes, já que boa parte dos genes sequenciados não tem função conhecida (Carrer et al. 2010)

Segundo Benson et al. (2010) o banco de dados do National Center for Biotechnology Information (NCBI) possui mais de 106 bilhões de nucleotídeos de 108 milhões de sequências individuais e esses números estão em um crescente exponencial. O aumento desses dados forma possíveis a partir do sequenciamento completo do genoma de *Arabidopsis thaliana* no ano 2000, apesar desse genoma ser pequeno em consideração a outras espécies foi um marco importante (Mahalakshmi & Ortiz, 2001). Mas os estudos tendem a evoluir, pois a partir do genoma os conhecimentos serão aprofundados, em relação as proteínas que estão sendo expressas e as modificações pós-transcricionais (Canovas et al., 2004).

A tristeza dos citros está disseminada por todas as regiões produtoras de citros do mundo, principalmente, na América do Sul, Estados Unidos, Espanha e Israel (Bordignon et al., 2003). O primeiro caso da doença ocorreu na África do Sul, na época ainda não se sabia que era a doença causada pelo vírus da tristeza, mas acreditava-se que uma incompatibilidade entre o porta-enxerto e a variedade copa é que estava gerando a diminuição do desenvolvimento das plantas e frutos (Bordignon et al., 2003). E essa será a doença alvo da revisão, compreender as metodologias empregadas no estudo da doença.

2 | DOENÇA TRISTEZA DE CITROS

O CTV foi observado pela primeira vez no Brasil em plantas com sintomas de Tristeza analisadas em microscópio eletrônico por Kitajima et al. (1964). No fim da década de 50, em São Paulo houve grandes perdas em pomares que continham a variedade laranja pera, fazendo-se necessário o desenvolvimento de um programa de pré-imunização ou proteção cruzada com isolados fracos do vírus, já que a variedade é de extrema importância para a exportação. (Müller et al., 1999). Desta maneira a manutenção da cultura no Brasil após o início da dispersão da doença ocorreu devido ao uso de porta-enxertos tolerantes e a pré-imunização de copas com grande suscetibilidade (Leite Junior, 1992).

O *Citrus tristeza vírus* pertence à família *Closteroviridae*, gênero *Closterovirus*, apresentando partículas filamentosas e flexuosas, medindo 1.250 a 2.000 nm de comprimento e com 10-12 nm de diâmetro (Martelli et al., 2005), esse vírus possui genoma

não-segmentado, RNA de fita simples e polaridade positiva. O patógeno tende a infectar e se restringir aos vasos condutores do floema, sendo eficiente no movimento de longa distância na planta (Muller et al., 2005; Herron et al., 2006). O genoma do CTV possui de 19.226 a 19.296 nucleotídeos, com 12 ORFs (Open Reading Frames), além das regiões não traduzidas (UTR), codificando pelo menos 19 proteínas (Satyanarayana et al., 2004, 2011; Müller et al., 2005).

A população do CTV a campo passa por mutações naturais da RNA polimerase (Sambade et al., 2007), a pressão de seleção é grande devido ao fluxo gênico resultante de repetidas inoculações das plantas a campo pelo vetor e o movimento de borbulhas infectadas entre regiões (Rubio et al., 2001; Papayiannis et al., 2007).

3 I TÉCNICAS MOLECULARES PARA CTV

O vírus da tristeza é muito estudado, os primeiros estudos foram realizados por Lee e Calvert, 1987 mapeando a proteína do capsídeo viral, posteriormente a análise de RNA de fita dupla (dsRNA) de plantas infectadas (Dodds et al., 1987). Foi realizada a clonagem e o sequenciamento do genoma viral (Pappu et al., 1993). As técnicas de detecção evoluíram e atualmente utiliza técnica da Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) (Mavrodieva;Garnsey, 2005) e de Real Time PCR (qPCR), esta técnica além de detectar determina a quantidade de partículas virais no tecido, esta sendo mais recente (Ruiz-Ruiz et al., 2007).

Mas além da detecção existem muitos estudos da variedade existente dentro da população viral, as técnicas utilizadas são: Análise do Polimorfismo de Fragmentos de Restrição (Restriction Fragment Length Polymorphism - RFLP) e por Polimorfismo Conformacional de DNA de Fita Simples (Single-Strand Conformation Polymorphism - SSCP) (Souza et al., 2000). É necessário o emprego dessas técnicas pois, o CTV é um complexo de vírus, composto por dois ou mais haplótipos geneticamente diferentes e relacionados imunologicamente (Powell, 1992; Bar-Joseph et al., 2002)

3.1 RFLP (Polimorfismo do Tamanho de Fragmentos de Restrição)

O método de RFLP é utilizado para detecção de mutações e polimorfismo genético, sendo assim o alvo de análise é a ação genética e as interações existentes entre alelos, para que seja desenvolvido mapeamento quantitativo. A técnica utiliza enzimas de restrição que reconhecem sítios específicos na sequência de DNA, para que o corte seja realizado é necessário a presença dessa sequência, sendo assim, o resultado do processo são fragmentos de vários tamanhos que posteriormente são analisados por eletroforese (Hirata et al., 2006).

Essa técnica pode ser realizada com diferentes enzimas um exemplo é a Rsa I e Hinf I, para que seja feita a reação deve-se seguir as instruções do fabricante. Para essas duas enzimas sitadas a incubação deve ser 37°C por 4 horas. A análise dessas amostras podem ser feitas em gel de agarose ou poliacrilamida, sendo que o de poliacrilamida possui uma resolução maior.

Essa técnica é amplamente usada, Souza et al (2000) utilizou a técnica para

determinar mudança no isolado protetivo em plantas pré-imunizadas para *Citrus tristeza virus* (CTV). Corazza et al (2012) fez análises de polimorfismo do tamanho de fragmentos de restrição para obter a diversidade genética do vírus da tristeza dos citros em plantas da variedade pera localizadas no noroeste e norte do estado do Paraná, Brasil.

3.2 SSCP (Polimorfismo de Conformação de Fita Simples)

A técnica de SSCP (Single-Strand Conformation Polymorphism) é utilizada para detectar alterações na mobilidade eletroforética de fitas simples de ácidos nucléicos em condições não-desnaturantes. Ela detecta mutações a partir do arranjo conformacional da molécula. É ideal que as mutações detectadas por SSCP sejam confirmadas por sequenciamento de DNA (Sanger et al, 1977).

Existem algumas metodologias aqui iremos citar a metodologia adaptada por Corazza-Nunes et al. (2001), ela utiliza um produtor amplificado de PCR e uma alíquota com igual volume de solução desnaturante (95% de formamida, 2 mM de EDTA, e 0,05% de azul de bromofenol). O GCP desnaturado foi submetido à eletroforese em gel não desnaturante depoliacrilamida a 8%, temperatura de 25 °C, por um período de 16 horas e um corrente de 200V, o gel foi corado com nitrato de prata. O resultado do gel é analisado a partir dos perfis eletroforéticos, onde são realizadas observações do número e posição das bandas. Alguns programas podem auxiliar a obtenção de melhores resultados um exemplo é o programa Phylip (PHYLogeny Inference Package), versão 3.68 (Felsenstein, 2008).

Vários trabalhos utilizam esta técnica. Davino et al, (2005) estudou a estrutura genômica de populações de *Citrus tristeza virus* (CTV) a partir da análise de SSCP. Corazza. Nunes et al, (2001) utilizou a técnica para monitorar a proteção do isolado em plantas pré-imunizadas. Já Iglesias et al, (2008) utilizou os padrões eletroforéticos para identificação e caracterização de vírus. Ademais a técnica pode ser utilizada para análise de estabilidade de isolados protetores (COSTA et al., 2010).

3.3 Sequenciamento do Gene P25 para Caracterização Molecular de Isolados do CTV

O sequenciamento é uma das técnicas moleculares mais recentes ela determina a disposição dos nucleotídeos ao longo de um fragmento de DNA, essa técnica vem avançando cada vez mais em termos de equipamento Wu et al., 2010; Hagen et al. 2011). Essa técnica é utilizada por diferentes ramos da pesquisa, na virologia não é diferente.

Harper (2013) utilizou essa técnica para classificar os principais genótipos, e determinar os principais processos evolutivos que levaram à sua formação. Domínguez et al (2003) caracterizaram a resistência de plantas transgênicas de *Citrus aurantifolia* ao CTV por meio da análise do gene p25. E a expressão do gene p25 de dois isolados mexicanos do *Citrus tristeza virus* foram estudados por Cárdenas et al (2002). Demonstrando a aplicabilidade e eficiência da análise deste gene em estudos relacionados a tristeza dos citros.

3.4 Múltiplos Marcadores Moleculares

É uma técnica proposta por Hilf et al. (2005) de tipificação de isolados de ctv tentando relaciona-los aos sintomas que provocam no hospedeiro e os diferenciando, o trabalho

baseia-se na utilização de primers que atuam em duas regiões com cerca de 400 - 500 nt perto da extremidade 5' e uma região de aproximadamente 700 nt no gene da polimerase.

Marcador Molecular	Produto (pb)		Sequência dos primers (5'...3')
T36CP	671	F	ATGGACGACGAAACAAAGAAATTG
		R	TCAACGTGTGTTGAATTTCCCA
T36-5'	500	F	AATTTACAAAATTCAACCTG
		R	CTTTGCCTGACGGAGGGACC
T36K17	409	F	GTTTTCTCGTTTGAAGCGGAAA
		R	CAACACATCAAAAATAGCTAGT
T36POL	714	F	TGACGCTAACGACGATAACG
		R	ACCCTCGGCTTGTTCCTATG
T30-5'	594	F	CGATTCAAATTCACCCGTATC
		R	TAGTTTCGCAACACGCCTGCG
T30K17	409	F	GTTGTCGCGCCTAAAGTTCGGCA
		R	TATGACATCAAAAATAGCTGAA
T30POL	696	F	GATGCTAGCGATGGTCAAAT
		R	CTCAGCTCGCTTCTCACAT
VT-5'	492	F	AATTTCTCAAATTCACCCGTAC
		R	CTTCGCCTTGGAATGGACTT
VTK17	409	F	GTTGTCGCGCTTTAAGTTCGGTA
		R	TACGACGTTAAAAATGGCTGAA
VTPOL	695	F	GACGCTAGCGATGGTCAAGC
		R	CTCGGCTCGCTTCTTACGT
T3K17	409	F	GTTATCACGCCTAAAGTTTGGT
		R	CATGACATCGAAGATAGCCGAA

QUADRO 2 - Sequência dos “primers” usados na amplificação por PCR de marcadores moleculares de CTV.

Segundo Licciardello et al., 2015 os MMM classificam os isolados a partir do perfil de amplificação gerado pelos marcadores, para que os genótipos sejam classificados existem isolados referencias que já foram determinados a partir dos padrões, os isolados são T36, VT, T30 e T3. Cada um desses isolados referência é associado a um determinado genótipo a partir do perfil de amplificação desses marcadores. Esse método está sendo utilizado na classificação de isolados de CTV (Biswas, 2010; Roy et al., 2005)

3.5 Transformação Genética de Plantas para Resistência a Vírus a Partir do Silenciamento Gênico

O silenciamento gênico pode ocorrer de maneira natural via infecção viral ou a partir de técnicas de transgenia (Waterhouse; Wang; Lough, 2001). O silenciamento de um

gene é induzido pelo vírus após a infecção viral (Andrade, 2005). De acordo com essas informações é possível que o silenciamento gênico evoluiu como um processo genético de defesa contra viroses e transposons (Waterhouse; Wang; Lough, 2001). O silenciamento se baseia na regulação da expressão de genes do patógeno, principalmente em nível pós-transcricional, ocorrendo a degradação do RNA após a sua transcrição, sem que ocorra a tradução da proteína (Fagard; Vaucheret, 2000)

A transgenia é uma importante ferramenta para o controle de viroses (Gottula; Fuchs, 2009). As formas de obtenção de plantas transgênicas por silenciamento são variadas, mas todas se baseiam na introdução de um gene no genoma na planta, que dificulta o estabelecimento do patógeno e o desenvolvimento da doença. Para a maioria dos patógenos os resultados não estão sendo efetivos, mas para as viroses a estratégia está sendo bem-sucedida. (Collinge; Lund; Thordal-Christensen, 2008). O mecanismo utilizado para as plantas resistentes a vírus utiliza o conceito de resistência derivada do patógeno (Pathogen-Derived Resistance – PDR), ou seja, o material genético o vírus alvo é utilizado como fonte do transgene a ser introduzido no genoma do hospedeiro. (Sanford; Johnston, 1985).

Os trabalhos utilizando a transgenia em grande parte utilizam a *Agrobacterium tumefaciens*, pois ela possui um plasmídeo indutor de tumor (Ti –Tumor-inducing) que possui o T-DNA (Transferred DNA), região que é inserida no genoma vegetal. Nesse plasmídeo é feita a retirada de características de incompatibilidade biológica entre bactéria e planta. A eficiência dessa técnica é alta para a maioria das plantas (Finer et al., 2006; Febres et al., 2011). A resistência conferida pode ser eficiente para várias estirpes de um mesmo vírus. No entanto, na maioria das vezes não confere alto nível de resistência, mas sim um atraso no aparecimento dos sintomas (Tepfer, 2002)

4 | CONCLUSÃO

A biologia molecular é uma técnica utilizada para diferentes patógenos, mas para a virologia ela tem uma expressão muito maior devido o tamanho das partículas virais, e por existirem vírus que não expressam sintomas. Ademais as técnicas moleculares auxiliam em aumentar a compreensão do patógeno.

REFERÊNCIAS

BAR-JOSEPH, M. et al. **The continuous challenge of Citrus tristeza virus molecular research.** In: International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings (1957-2010). 2002.

BATISTA, L. et al. **Spatiotemporal dynamics of Citrus tristeza virus in Cuba.** Plant pathology, v. 57, n. 3, p. 427-437, 2008.

BENSON, Dennis A. et al. **GenBank.** Nucleic acids research, v. 39, n. suppl_1, p. D32-D37, 2010.

BISWAS, K. K. **Molecular characterization of Citrus tristeza virus isolates from the Northeastern Himalayan region of India.** Archives of virology, v. 155, n. 6, p. 959-963, 2010.

BORDIGNON, Rita et al. **A tristeza dos citros e suas implicações no melhoramento genético de porta-enxertos.** *Bragantia*, v. 62, n. 3, p. 345-355, 2003.

CANOVAS, Francisco M. et al. **Plant proteome analysis.** *Proteomics*, v. 4, n. 2, p. 285-298, 2004.

CÁRDENAS, María Magdalena Iracheta et al. **Molecular cloning and expression of the p25 gene of two Mexican isolates of Citrus tristeza virus.** *Revista Mexicana de Fitopatología*, v. 20, n. 2, p. 174-181, 2002.

CARRER, Helaine; BARBOSA, André Luiz; RAMIRO, Daniel Alves. Biotecnologia na agricultura. *Estudos avançados*, v. 24, n. 70, p. 149-164, 2010.

COLLINGE, David B.; LUND, Ole Søggaard; THORDAL-CHRISTENSEN, Hans. **What are the prospects for genetically engineered, disease resistant plants?.** In: Sustainable disease management in a European context. Springer, Dordrecht, 2007. p. 217-231.

CORAZZA, Maria Júlia et al. **Comparison of Citrus tristeza virus (CTV) isolates by RFLP analysis of the coat protein nucleotide sequences and by the severity of the symptoms.** *Tropical Plant Pathology*, v. 37, n. 3, p. 179-184, 2012.

CORAZZA-NUNES, M. J. et al. **Evaluation of citrus tristeza virus (CTV) complexes in preimmunized Marsh seedless grapefruit.** *Summa Phytopathologica*, v. 27, p. 11-16, 2001.

COSTA, Alessandra Tenório et al. **Stability of Citrus tristeza virus protective isolates in field conditions.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, n. 7, p. 693-700, 2010.

DAVINO, Salvatore; RUBIO, Luis; DAVINO, Mario. Molecular analysis suggests that recent Citrus tristeza virus outbreaks in Italy were originated by at least two independent introductions. **European Journal of Plant Pathology**, v. 111, n. 3, p. 289-293, 2005.

DOMINGUES, Douglas Silva et al. **A discussão de tópicos de engenharia Genética e Biologia molecular na escola: o que pensam alunos de ensino médio.** *Anais. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru: SP, 2003.]

FAGARD, Mathilde; VAUCHERET, Herve. **(Trans) gene silencing in plants: how many mechanisms?.** *An*

FEBRES, Vicente et al. **Citrus transformation: challenges and prospects.** In: Genetic transformation. IntechOpen, 2011.

FELSENSTEIN J Joseph *Felsenstein* (2008) **PHYMLIP (pacote de inferência de filogenia) Versão 3.68**, Departamento de Ciências do Genoma, Universidade de Washington, Seattle.

FINER, John J. et al. **Monitoring gene expression in plant tissues.** In: Plant Tissue Culture Engineering. Springer, Dordrecht, 2008. p. 31-46.

GOTTULA, J.; FUCHS, M. **Toward a quarter century of pathogen-derived resistance and practical approaches to plant virus disease control.** In: Advances in virus research. Academic Press, 2009. p. 161-183.

HAGEN, Charles et al. **Using small RNA sequences to diagnose, sequence, and investigate the infectivity characteristics of vegetable-infecting viruses.** *Archives of virology*, v. 156, n. 7, p. 1209-1216, 2011.

HARPER, Scott J. **Citrus tristeza virus: evolution of complex and varied genotypic groups.** *Frontiers in Microbiology*, v. 4, p. 93, 2013.

HERRON, C. M. et al. **Citrus tristeza virus transmission by the *Toxoptera citricida* vector: in vitro acquisition and transmission and infectivity immunoneutralization experiments.** *Journal of virological methods*, v. 134, n. 1-2, p. 205-211, 2006.

HILF, Mark E.; MAVRODIEVA, Vessela A.; GARNSEY, Stephen M. **Genetic marker analysis of a global collection of isolates of *Citrus tristeza virus*: characterization and distribution of CTV genotypes and association with symptoms.** *Phytopathology*, v. 95, n. 8, p. 909-917, 2005.

HIRATA, Mario Hiroyuki; TAVARES, Vladimir; HIRATA, Rosario Dominguez Crespo. **Da biologia molecular à medicina: métodos comumente utilizados em farmacogenética.** *Medicina (Ribeirão Preto Online)*, v. 39, n. 4, p. 522-534, 2006.

IGLESIAS, Néstor G. et al. **Population structure of *Citrus tristeza virus* from field Argentinean isolates.** *Virus Genes*, v. 36, n. 1, p. 199-207, 2008.

KITAJIMA, Elliot Watanabe et al. **Thread like particles associated with tristeza disease of citrus.** *Nature*, London, v. 201, p. 1011-1012, 1964.

LEE, R. F.; CALVERT, L. A. **Polypeptide mapping of citrus tristeza virus strains.** *Phytophylactica*, v. 19, n. 2, p. 205-210, 1987.

LEITE JUNIOR, RP **Cultivares de copa e porta-enxertos.** In: IAPAR. *A citricultura no Paraná*, Londrina: IAPAR, 1992. p.91-116 (Circular, 72).

LICCIARDELLO, Grazia et al. **Capillary electrophoresis-single strand conformation polymorphism analysis and multiple molecular marker genotyping allow a rapid differentiation of *Citrus tristeza virus* isolates.** *Acta Hort*, v. 1065, n. 2, p. 773-780, 2015.

LICCIARDELLO, Grazia et al. **Genetic structure of citrus tristeza virus in Hunan province (PR China).** *Acta Hortic*, v. 1065, p. 781-790, 2015.

MAHALAKSHMI, Viswanathan; ORTIZ, Rodomiro. **Plant genomics and agriculture: From model organisms to crops, the role of data mining for gene discovery.** *Electronic Journal of Biotechnology*, v. 4, n. 3, p. 9-10, 2001.

MÜLLER, Robert Neil *Gerard et al.* **Doenças de citros causadas por vírus e viróides.** In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). *Citros*. Campinas: IAC; Fundag, 2005. p. 567-604.

MÜLLER, Robert Neil *Gerard et al.* **Métodos de seleção de estirpes fracas do vírus da Tristeza.** In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2, Viçosa. *Anais...Viçosa*: Sociedade Brasileira de Fruticultura, p. 287-295, 1973.





PAPAYIANNIS, L. C. et al. **Molecular characterization of *Citrus tristeza virus* isolates from Cyprus on the basis of the coat protein gene.** *Journal of Plant Pathology*, p. 291-295, 2007

PAPPU, H. R. et al. **Nucleotide sequence and organization of eight 3' open reading frames of the citrus tristeza closterovirus genome.** *Virology*, v. 199, n. 1, p. 35-46, 1994

POWELL, C.A. **Progress on CTV strain Differentiation: Serological methods.** In: *Citrus tristeza virus and *Toxoptera citricida* in Central America*: Development of managements strategies and use of biotechnology for control, pp. 111-113. Maracay, Venezuela, 1992.

- ROY, Avijit; MANJUNATH, K. L.; BRLANSKY, R. H. **Assessment of sequence diversity in the 5'-terminal region of Citrus tristeza virus from India.** *Virus research*, v. 113, n. 2, p. 132-142, 2005.
- RUBIO, Luis et al. **Genetic variation of Citrus tristeza virus isolates from California and Spain: evidence for mixed infections and recombination.** *Journal of virology*, v. 75, n. 17, p. 8054-8062, 2001.
- RUIZ-RUIZ, Susana et al. **A real-time RT-PCR assay for detection and absolute quantitation of Citrus tristeza virus in different plant tissues.** *Journal of Virological Methods*, v. 145, n. 2, p. 96-105, 2007.
- SAMBADE, A. et al. **Polymorphism of a specific region in gene p23 of Citrus tristeza virus allows discrimination between mild and severe isolates.** *Archives of Virology*, v. 148, n. 12, p. 2325-2340, 2003.
- SAMBROOK, Joseph et al. **Molecular cloning: a lab**
- SANFORD, J. C.; JOHNSTON, S. A. **The concept of parasite-derived resistance—deriving resistance genes from the parasite's own genome.** *Journal of Theoretical Biology*, v. 113, n. 2, p. 395-405, 1985.
- SANGER, Frederick; NICKLEN, Steven; COULSON, Alan R. **DNA sequencing with chain-terminating inhibitors.** *Proceedings of the national academy of sciences*, v. 74, n. 12, p. 5463-5467, 1977.
- SATYANARAYANA, Tatineni et al. **Closterovirus bipolar virion: evidence for initiation of assembly by minor coat protein and its restriction to the genomic RNA 5' region.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 101, n. 3, p. 799-804, 2004.
- SOUZA, A. A. et al. **Evaluation of changes which occurred in a mild protective citrus tristeza virus isolate in pera sweet orange trees by using RFLP and SSCP analyses of the coat protein gene.** In: *International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings (1957-2010)*. 2000.
- SOUZA, A. A. et al. **Evaluation of changes which occurred in a mild protective citrus tristeza virus isolate in pera sweet orange trees by using RFLP and SSCP analyses of the coat protein gene.** In: *International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings (1957-2010)*. 2000.
- TATINENI, Satyanarayana et al. **A plant virus evolved by acquiring multiple nonconserved genes to extend its host range.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 108, n. 42, p. 17366-17371, 2011.
- TEPFER, Mark. **Risk assessment of virus-resistant transgenic plants.** *Annual Review of Phytopathology*, v. 40, n. 1, p. 467-491, 2002.
- WATERHOUSE, Peter M.; WANG, Ming-Bo; LOUGH, Tony. **Gene silencing as an adaptive defence against viruses.** *Nature*, v. 411, n. 6839, p. 834-842, 2001.
- WU, Qingfa et al. **Virus discovery by deep sequencing and assembly of virus-derived small silencing RNAs.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, n. 4, p. 1606-1611, 2010.





FITOPATOLOGIA EM FOCO: CONCEITOS E MANEJO

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

 **Atena**
Editora

Ano 2020

FITOPATOLOGIA EM FOCO: CONCEITOS E MANEJO

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

 **Atena**
Editora

Ano 2020