

**MÔNICA JASPER
(ORGANIZADORA)**



ASPECTOS FITOSSANITÁRIOS DA AGRICULTURA

**Atena**
Editora
Ano 2020

**MÔNICA JASPER
(ORGANIZADORA)**



ASPECTOS FITOSSANITÁRIOS DA AGRICULTURA

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
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. 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
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
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
 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
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 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. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
 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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Posaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A838 Aspectos fitossanitários da agricultura [recurso eletrônico] /
Organizadora Mônica Jasper. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-86002-40-9
 DOI 10.22533/at.ed.409201303

1. Agricultura. 2. Produtos químicos agrícolas. I. Jasper, Mônica.

CDD 632.35

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

O livro “Aspectos Fitossanitários da Agricultura” é uma compilação de trabalhos de pesquisas sobre manejo fitossanitário na agricultura brasileira. A obra reúne trabalhos de diferentes regiões do país, analisando a área do Manejo fitossanitário sob diferentes abordagens.

É necessário conhecer esses temas sob diversas visões de pesquisadores, a fim de aprimorar conhecimentos, relações interespecíficas e desenvolver estratégias para a utilização do conhecimento acerca das formas de controle de patógenos e insetos m culturas agrícolas.

O trabalho contínuo de pesquisadores e instituições de pesquisa tem permitido grandes avanços nessa área. Assim, apresentamos neste trabalho uma importante compilação de esforços de pesquisadores, acadêmicos, professores e também da Atena Editora para produzir e disponibilizar conhecimento neste vasto contexto.

Mônica Jasper

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM TESTES <i>IN VITRO</i> NO CONTROLE DO <i>Colletotrichum falcatum</i> , AGENTE DA PODRIDÃO VERMELHA DA CANA-DE-AÇÚCAR	
Luciana Oliveira Souza Anjos Ivan Antônio dos Anjos Pery Figueiredo Marcos Guimarães de Andrade Landell Vivian Bernasconi Villela dos Reis Fernandes	
DOI 10.22533/at.ed.4092013031	
CAPÍTULO 2	5
CERCOSPORIOSE FOLIAR EM LAVOURA CAFEEIRA SOB CONDIÇÃO DE SEQUEIRO NO SUL DO AMAZONAS	
Ruan Sobreira de Queiroz Juliana Formiga Botelho José Cezar Frozzi Marcelo Rodrigues dos Anjos Moisés Santos de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.4092013032	
CAPÍTULO 3	15
CONTAMINANTES NA CULTURA ASSIMBIÓTICA DE <i>Hibiscus sabdariffa</i> L. EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE MEIOS NUTRITIVOS E CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE	
Alessandra Carla Guimarães Sobrinho Alberdan Silva Santos Rosana Silva Corpes	
DOI 10.22533/at.ed.4092013033	
CAPÍTULO 4	23
CONTROLE QUÍMICO E HIDROTÉRMICO DA PODRIDÃO PEDUNCULAR (<i>Fusarium</i> SP.) EM MAMÕES DO GRUPO PAPAYA	
Frank Magno da Costa Hamyilson Araujo Peres Izaías Araújo de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.4092013034	
CAPÍTULO 5	31
CRESCIMENTO MICELIAL DE <i>Stemphyllium</i> SP. AGENTE ETIOLÓGICO DA QUEIMA DE ESTNFÍLIO NA CULTURA DA CEBOLA (<i>Allium cepa</i>) EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA /	
Flávia de Oliveira Borges Costa Neves Igor Souza Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.4092013035	

CAPÍTULO 6 42

DIFERENTES MÉTODOS DE INOCULAÇÃO DE *Colletotrichum falcatum* EM CANA-DE-AÇÚCAR

Jaeder Henrique da Silva Ferreira
Deigue Garcia Duarte
Cássio dos Santos Martins
Gabriella Souza Cintra

DOI 10.22533/at.ed.4092013036

CAPÍTULO 7 47

EFEITO DE SUBSTRATOS REGIONAIS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATE

Elis Daiani Timm Simon
Anita Ribas Avancini
Ester Schiavon Matoso
Mariana Teixeira da Silva
William Rodrigues Antunes
Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli

DOI 10.22533/at.ed.4092013037

CAPÍTULO 8 55

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE ALGODOEIRO EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA EM SOLO ARENOSO

Everton Martins Arruda
José Claudemir dos Santos da Silva
Kevein Ruas de Oliveira
Risely Ferraz Almeida
Leonardo Rodrigues Barros
Marcos Paulo dos Santos
Rodrigo Takashi Maruki Miyake
Fernanda Pereira Martins
Adriana Aparecida Ribon

DOI 10.22533/at.ed.4092013038

CAPÍTULO 9 65

FUNGICIDAS BOTÂNICOS NO CONTROLE DA MANCHA-DE-BIPOLARIS NO MILHO

Dalmarcia De Souza Carlos Mourão
Micaele Rodrigues De Souza
João Vinícius Lopes Dos Reis
Talita Pereira De Souza Ferreira
Pedro Raymundo Arguelles Osorio
Eduardo Ribeiro Dos Santos
Damiana Beatriz Da Silva
Paulo Henrique Tschoeke
Fabrício Souza Campos
Tayná Alves Pereira
David Ingsson Oliveira Andrade De Farias
Gil Rodrigues Dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.4092013039

CAPÍTULO 10 81

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE MICRONUTRIENTES POR MUDAS DE CEDRO DOCE

Oscar José Smiderle
Aline das Graças Souza
Renata Diane Menegatti

DOI 10.22533/at.ed.40920130310

CAPÍTULO 11 93

LEVANTAMENTO FITOPATOLÓGICO DE DOENÇAS DA BANANEIRA COM ÊNFASE À SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*, MORELET) EM ASSENTAMENTOS NO MUNICÍPIO DE THEOBROMA – RONDÔNIA

Elizangela Barbosa Coelho
Luzia Correa Dunenemann
Francenilson da silva

DOI 10.22533/at.ed.40920130311

CAPÍTULO 12 101

QUALIDADE FISIOLÓGICA E DESENVOLVIMENTO DE FUNGOS EM SEMENTES DE SOJA COM DISTINTOS PONTOS DE MATURAÇÃO

Alice Casassola
Neimar Cenci
Adjar de Oliveira
Igor de Sordi
Hugo Rafael Catapan
Leonita Beatriz Girardi
Fabiola Stockmans De Nardi
Sabrina Tolotti Peruzzo
Katia Trevizan

DOI 10.22533/at.ed.40920130312

CAPÍTULO 13 112

REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA À *Curtobacterium flaccumfaciens* PV. *flaccumfaciens*

Jacqueline Dalbelo Puia
Adriano Thibes Hoshino
Rafaela Rodrigues Murari
Leandro Camargo Borsato
Marcelo Giovanetti Canteri
Sandra Cristina Vigo

DOI 10.22533/at.ed.40920130313

CAPÍTULO 14 118

SISTEMAS DE CULTIVOS NA PRODUTIVIDADE DA SOJA NO CERRADO BRASILEIRO

Elias Nascentes Borges
Risely Ferraz-Almeida
Mariana Velasque Borges
Fernanda PereiraMartins
Everton Martins Arruda
Cinara Xavier de Almeida
Ricardo Falqueto Jorge

Ivone de Sousa Nascentes Morgado

Renato Ribeiro Passos

DOI 10.22533/at.ed.40920130314

CAPÍTULO 15 131

SECA-DE-PONTEIROS EM LAVOURA CAFEEIRA *Coffea canephora* PIERRE EX A. FROEHNER SOB CONDIÇÃO DE SEQUEIRO NO SUL DO AMAZONAS

Moisés Santos de Souza

Juliana Formiga Botelho

José Cezar Frozzi

Marcelo Rodrigues dos Anjos

Ruan Sobreira de Queiroz

DOI 10.22533/at.ed.40920130315

CAPÍTULO 16 138

TRICHODERMA SP. COMO BIOPROMOTOR DO FEIJÃO-CAUPI

Jordana Alves da Silva Melo

Klênia Rodrigues Pacheco Sá

Lucas Lima Borba

DOI 10.22533/at.ed.40920130316

CAPÍTULO 17 146

A *Pseudocercospora* species ON LEAVES OF *Schinus terebinthifolius* RADDI IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO, BRAZIL

Kerly Martinez Andrade

Wattson Quinelato Barreto de Araújo

Jonas Dias de Almeida

Carlos Antonio Inácio

DOI 10.22533/at.ed.40920130317

CAPÍTULO 18 153

OCURRENCE OF *Phakopsora euvitis* IN SOME GRAPE VARIETIES IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO

Bruno Cesar Ferreira Gonçalves

Pedro de Souza Calegari

Jucimar Moreira de Oliveira

Peter Soares de Medeiros

Hagabo Honorato de Paulo

Carlos Antonio Inácio

DOI 10.22533/at.ed.40920130318

CAPÍTULO 19 162

REACTION OF TOMATO CULTIVARS (*Solanum lycopersicum*) TO *Pseudomonas syringae* PV. TOMATO AND *Pseudomonas cichorii*

Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior

Ricardo Marcelo Gonçalves

João César da Silva

José Marcelo Soman

Antonio Carlos Maringoni

DOI 10.22533/at.ed.40920130319

CAPÍTULO 20	169
BIOFUMIGAÇÃO NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS HABITANTES NO SOLO	
Cleberton Correia Santos	
Rodrigo da Silva Bernardes	
Jaqueline Silva Nascimento	
Willian Costa Silva	
Daniela Maria Barros	
Ana Caroline Telis dos Santos	
Rodrigo Alberto Bachi Machado	
Maria do Carmo Vieira	
Néstor Antonio Heredia Zárate	
DOI 10.22533/at.ed.40920130320	
CAPÍTULO 21	184
INCIDÊNCIA DE FUNGOS ASSOCIADOS A SEMENTES DE <i>Amaranthus cruentus</i> BRS ALEGRIA NA COLHEITA E SECAGEM AO SOL	
Patrícia Monique Crivelari da Costa	
Aloisio Bianchini	
Patrícia Helena de Azevedo	
Leimi Kobayasti	
Ana Lucia da Silva	
Sharmely Hilares Vargas	
Hipolito Murga Orrillo	
Pedro Silvério Xavier Pereira	
Dryelle Sifuentes Pallaoro	
Arielly Lima Padilha	
Guilherme Machado Meirelles	
Theodomiro Garcia Neto	
DOI 10.22533/at.ed.40920130321	
CAPÍTULO 22	192
AGREGAÇÃO DO SOLO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA E PECUÁRIA NO CERRADO	
Risely Ferraz-Almeida	
Fernanda PereiraMartins	
Mariana Velasque Borges	
Cinara Xavier de Almeida	
Renato Ribeiro Passos	
Ivoney Gontijo	
Elias Nascentes Borges	
DOI 10.22533/at.ed.40920130322	
SOBRE A ORGANIZADORA	204
ÍNDICE REMISSIVO	205

BIOFUMIGAÇÃO NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS HABITANTES NO SOLO

Data de aceite: 11/03/2020

Cleberton Correia Santos

Doutor em Agronomia (Produção Vegetal),
Universidade Federal da Grande Dourados –
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/6639439535380598>

Rodrigo da Silva Bernardes

Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal),
Universidade Federal da Grande Dourados –
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7825736189974145>

Jaqueline Silva Nascimento

Doutoranda em Agronomia (Produção Vegetal),
Universidade Federal da Grande Dourados –
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3931867156118797>

Willian Costa Silva

Graduando em Agronomia, Universidade Federal
da Grande Dourados – UFGD, Faculdade de
Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3268366941050607>

Daniela Maria Barros

Graduanda em Agronomia, Universidade Federal
da Grande Dourados – UFGD, Faculdade de
Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul

<http://lattes.cnpq.br/3275290883756030>

Ana Caroline Telis dos Santos

Graduanda em Agronomia, Universidade Federal
da Grande Dourados – UFGD, Faculdade de
Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7345200177226466>

Rodrigo Alberto Bachi Machado

Graduando em Agronomia, Universidade Federal
da Grande Dourados – UFGD, Faculdade de
Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5507200907854932>

Maria do Carmo Vieira

Doutora em Fitotecnia, Universidade Federal
da Grande Dourados – UFGD, Faculdade de
Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/8711369609923178>

Néstor Antonio Heredia Zárate

Doutor em Fitotecnia, Universidade Federal
da Grande Dourados – UFGD, Faculdade de
Ciências Agrárias
Dourados – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/6433045915674614>

RESUMO: A incidência de doenças ocasionadas por fitopatógenos habitantes no solo pode reduzir drasticamente a capacidade produtiva das plantas. Desta forma, torna-se necessário estabelecer práticas de manejo fitossanitário

que garantam a segurança alimentar e o manejo sustentável dos recursos naturais renováveis. Objetivou-se por meio desta revisão de literatura elucidar conceitos e avanços tecnológicos associados à incorporação de matéria orgânica no controle de fungos fitopatogênicos habitantes no solo. A técnica da biofumigação apresenta potencial de realização visando controle efetivo de fitopatógenos, cujo objetivo principal é realizar a incorporação de matéria orgânica ao solo de cultivo. As respostas de controle dos fungos fitopatogênicos no solo associados ao processo de biofumigação direciona-se as substâncias produzidas pelas fontes de matéria orgânica adicionadas ao solo. A adição e/ou manutenção de matéria orgânica ao solo de cultivo por meio de resíduos orgânicos agropecuários e/ou adubos verdes é uma prática agrônômica indicada para o manejo fitossanitário de fitopatógenos habitantes no solo causadores de doenças em plantas.

PALAVRAS CHAVE: adubos verdes, biocontrole, resíduos orgânicos, sustentabilidade.

BIOFUMIGATION IN THE CONTROL OF PHYTOPATHOGENS SOILBORNE IN THE SOIL

ABSTRACT: The incidence of diseases caused by phytopathogens soilbourne in the soil may drastically reduce the productive capacity of plants. Thus, it is necessary to establish phytosanitary management practices that guarantee food security and sustainable management to renewable natural resources. The aim of this literature review was to elucidate concepts and technological advances associated with incorporation of organic matter in the control of phytopathogenic fungi in the soil. The biofumigation technique has potential for realization aiming at effective control, whose main objective is to incorporate organic residue into cultivation soil. The control responses of phytopathogenic fungi associated with biofumigation process target the substances produced by the sources of organic matter added in the soil. The addition and/or maintenance of organic matter to the cultivation soil by means of organic agricultural residues or green manure is agronomic practice indicated for phytosanitary management of phytopathogens soilbourne in the soil that cause diseases in plants.

KEYWORDS: green manure, biocontrol, organic residues, sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

Estima-se que a população mundial em 2024 será superior a 8 bilhões de pessoas e, em 2050, superior a 9,5 bilhões (ONU, 2012). O aumento populacional pode ocasionar problemas de segurança alimentar em função da impossibilidade de parte da população terem acesso aos alimentos necessários para uma alimentação saudável (SAATH e FACHINELLO, 2018). Portanto, o crescimento agrícola relaciona-se diretamente com o padrão de consumo da população por meio de sua influência sobre os preços de alimentos (COSTA et al., 2014). Todavia, as produtividades das culturas de interesse comercial são afetadas por diversos fatores, tais como

as injúrias decorrentes de problemas fitossanitários, principalmente a incidência de fitopatógenos que habitam no solo.

Os fitopatógenos habitantes do solo são responsáveis por causar doenças vasculares e radiculares, podendo permanecer no ambiente em que estão presentes devido à alta capacidade de competição saprofítica (BELLÉ e FONTANA, 2018), tornando-se difíceis de controle por apresentar estruturas de resistência como clamidósporos, micélios, esclerócios, oósporos, entre outros (CRUZ et al., 2013).

Na literatura verificou-se efeito negativo de *Verticillium dahliae* em frutos de *Solanum lycopersicum* var. *cerasifore* (tomate) (FILHO et al., 2016), *Sclerotium rolfsii* em *Capsicum annum* L. (pimenta) (SERRA e SILVA, 2005) e *Allium sativum* L. (alho) (CAVALCANTI et al., 2018), *Macrophomina phaseolina* em raízes de *Glycine max* (L.) Merr. (soja) (CRUSCIOL e COSTA, 2018), *Rhizoctonia solani* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* em *Lactuca sativa* L. cultivar Regina (alface) e *Phaseolus vulgaris* L. cultivar Alessa (feijão) (DIAS et al., 2013).

Considerando os danos ocasionados pelos fungos habitantes no solo torna-se necessário estabelecer práticas para seu controle efetivo. A crescente preocupação com os agravantes problemas ocasionados aos recursos naturais renováveis faz com que sejam utilizadas técnicas sustentáveis no manejo fitossanitário, almejando qualidade dos serviços ecossistêmicos e de vida.

Neste sentido, a biofumigação, isto é, incorporação de matéria orgânica ao solo pelo uso de resíduos pode contribuir substancialmente no controle de doenças pela produção de metabólitos secundários (GARCIA et al., 2014) e devido ao aumento de temperatura decorrente do processo de decomposição dos resíduos no solo (WONG et al., 2011). Além disso, as diferentes fontes de matéria orgânica podem favorecer a presença e/ou aumento da comunidade microbiana potencial nas relações antagônicas aos fitopatógenos (biocontrole) (CRUZ et al., 2013).

Com base no exposto, objetivou-se por meio desta revisão de literatura elucidar conceitos e avanços tecnológicos associados à adição de matéria orgânica no controle de fungos fitopatogênicos habitantes no solo.

2 | DESENVOLVIMENTO

As atividades agropecuárias, agroindustriais e agrícolas geram quantidades excessivas de resíduos, que quando manejados de forma inadequada podem ocasionar danos aos recursos naturais renováveis, tais como a contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas pela presença de metais pesados e/ou excesso de nutrientes (OLIVEIRA et al., 2012). No entanto, o correto aproveitamento de resíduos pode ser uma alternativa sustentável para os sistemas de produção agrícola.

Diversos podem ser os resíduos a serem utilizados na agricultura, tais como agrícolas (adubos verdes, resíduos de palhas, cascas e folhas de mandioca, café, eucalipto, milho, entre outros), agroindustriais (bagaço de cana, lodo de esgoto, torta de filtro, vinhaça) e agropecuários (estercos de galinha, bovinos, ovinos, entre outros). Em geral, os resíduos quando em estágio de decomposição/mineralização contribuem nos atributos químicos por apresentar elevados teores de nutrientes (MÉNDEZ et al., 2017), além de aumentar a atividade microbiológica (DEVI et al., 2012), o que acelera a ciclagem biogeoquímica.

No que concerne aos atributos físicos, os resíduos atuam no processo de manejo, conservação do solo e água por melhorar a capacidade de infiltração, manutenção da umidade e formação de agregados do solo (CARRIZO et al., 2015; SILVA et al., 2017) mitigando possíveis processos erosivos, além de contribuir no desenvolvimento das plantas.

Enfatizando a qualidade do solo de cultivo, na composição da microbiota do solo há presença de fungos, bactérias, microrganismos, e diversos fatores agronômicos podem causar desequilíbrio biológico, fazendo com que haja aumento populacional de agentes patogênicos (BELLÉ e FONTANA, 2018), ocasionando o surgimento de patologias vasculares e radiculares, conseqüentemente afetando a produtividade das espécies de interesse agroeconômico.

No que concerne aos fungos edáficos, esses são classificados em dois grupos: 1) habitantes no solo – origem saprófitas ou parasitas não especializados e 2) habitantes das raízes – micorrízicos ou parasitas especializados (Figura 1) (GARRETT, 1956, citado por REIS, 2016), podendo estes apresentar supressividade específica ou geral (REIS, 2016). Os fungos parasitas são os responsáveis por causar as doenças, principalmente podridões radiculares, e afetar todo sistema morfofisiológico das plantas; essas podridões causam menor rentabilidade econômica aos agricultores (ROCHA e CARNEIRO, 2016).



Figura 1. Classificação dos fungos do solo descrita por Garrett (1956) e dos tipos de supressividade.

Portanto, é imprescindível implementar o manejo integrado de doenças por meio do controle químico, físico, biológico e/ou cultural. Porém, dentre essas técnicas, o uso de agroquímicos de forma não seletiva e/ou indiscriminado pode ocasionar contaminação do ambiente, além de prejuízos causados à saúde humana e o resistência de patógenos aos fungicidas; então, tem-se buscado, medidas alternativas no manejo de doenças (FERREIRA et al., 2015), tornando-se necessárias abordagens ecológicas que permitam a segurança alimentar durante o processos do manejo fitossanitário de patógenos do solo (AYDINLI e MENNAN, 2018), promovendo uma agricultura sustentável.

Dentre as técnicas existentes, a biofumigação ou fumigação biológica, é promissora, pois consiste no processo de incorporação de matéria orgânica ao solo no controle de patógenos no solo (BLOCK et al., 2000; AMBRÓSIO et al., 2009). A partir do momento em que realiza-se esse processo ocorre aumento da temperatura decorrente do processo de decomposição da matéria orgânica (REIS, 2016). Ainda, esse autor destaca que a resistência dos patógenos à elevada temperatura atingida durante a compostagem depende de fatores como a densidade da população e a umidade do material. Cabe ressaltar que esta técnica é de fácil acesso e execução pelo produtor rural, favorecendo redução de custos e aproveitamento dos materiais disponíveis nas regiões produtoras.

Em estudo desenvolvido por Ferreira et al. (2015), foi avaliado o controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* utilizando-se os seguintes resíduos vegetais: 1) folhas de eucalipto, 2) bagaço de coco babaçu e 3) casca de mandioca nas concentrações *in vitro* (0, 2, 4, 6, 8 e 10%) na forma de extrato aquoso, e *in vivo* (0, 20, 40, 60, 80 e 100 g kg⁻¹ de solo), incorporados ao solo, em casa de vegetação. Constatou-se que os extratos de 6% do bagaço de coco e 10% de folhas de eucalipto contribuíram na inibição de crescimento micelial. Nos testes *in vivo*, a concentração de 80 g kg⁻¹ de bagaço de coco e 60 g kg⁻¹ de casca de mandioca foram eficientes no controle da fusariose.

Além dos resíduos vegetais provenientes de atividades agroindustriais e/ou agrícolas, o uso de plantas de cobertura, tais como adubos verdes, tem sido utilizadas cada vez mais em práticas de manejo de antecessão, consórcio e/ou rotação com as espécies de interesse agrícola e/ou silvicultural (FERREIRA et al., 2018). A adubação verde consiste especialmente no uso plantas leguminosas pelo fato de apresentar maior capacidade de fixação biológica de nitrogênio (SEDIYAMA et al., 2014), contribuindo na ciclagem biogeoquímica de outros elementos.

O cultivo de adubos verdes favorece a quantidade fitomassa no solo (TEODORO et al., 2018), contribuindo na mitigação de processos erosivos por meio da manutenção da cobertura do solo e melhora a capacidade de infiltração da água. Salienta-se que a maioria das espécies de plantas utilizadas como cobertura apresentam habilidade

de adaptação às condições ambientais (WUTKE et al., 2014), o que favorece seu cultivo. Outro ponto positivo é que algumas espécies liberam substâncias químicas alelopáticas (lectinas, glicoproteínas, entre outros) (MARBAN-MENDONZA et al., 1992) capazes de reduzir a densidade populacional de fitopatógenos (CRUZ et al., 2013).

Avaliando o efeito de resíduos frescos das seguintes leguminosas: a) leucena, b) feijão guandu, c) amendoim forrageiro e d) feijão de porco, nas concentrações de 0, 20, 40, 60 e 80 g L⁻¹ antecedendo o cultivo de *Solanum lycopersicom* L. (tomateiro), Cruz et al. (2013) verificaram que todas as leguminosas contribuíram substancialmente no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. O amendoim forrageiro, feijão de porco e leucena (40, 60 e 80 g L⁻¹, respectivamente) foram os que apresentaram maior eficiência (73,3%) no controle de fusariose (Tabela 1), favorecendo a supressividade.

Leguminosas	Concentração (g/kg solo)	Severidade (nota)	Índice de doenças (%)	Percentual de controle (%)
Feijão guandu	20	2,00 b ¹	40,00	46,67
	40	2,00 b	32,50	46,67
	60	1,75 b	35,00	53,34
	80	2,12 b	42,50	43,47
Feijão de porco	20	1,75 b	22,50	53,34
	40	1,12 b	22,50	70,14
	60	1,00 b	20,00	73,34
	80	1,25 b	25,00	66,67
Amendoim forrageiro	20	1,37 b	30,00	63,47
	40	1,00 b	20,00	73,34
	60	1,12 b	22,50	70,14
	80	1,25 b	25,00	66,67
Leucena	20	1,37 b	27,50	63,47
	40	2,00 b	40,00	46,67
	60	1,12 b	22,50	70,14
	80	1,00 b	20,00	73,34
Testemunha		3,75 a	75,00	-
C. V. (%)		32,93	-	-

Tabela 1. Efeito da incorporação de leguminosas frescas no controle da fusariose do tomateiro.

¹Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Fonte: Adaptado de Cruz et al. (2013).

Em outro trabalho com adubos verdes, Porto et al. (2016) avaliaram o efeito de

Canavalia ensiformis (L.) DC (feijão de porco) no manejo fitossanitário da podridão radicular de *Cucumis melo* L. (melão) causadas pelos patógenos *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*, além do controle (solo não infestado) sozinho ou associados a quatro formas de manejo [material vegetal incorporado; material vegetal em cobertura; filme de polietileno preto - *mulch* e sem manejo] (Figura 2).



Figura 2. Mudanças de meloeiro transplantadas para o substrato nas diferentes formas de manejo. A – Feijão-de-porco incorporado; B – Feijão-de-porco em cobertura; C – Filme de polietileno (*Mulch*). Fonte: Porto et al. (2016).

Esses autores verificaram que não houve diferença significativa entre os fungos, mas ao incorporar o feijão de porco ao solo ocorreu incidência da doença em 100% das plantas avaliadas em relação ao utilizado em cobertura (75%), sugerindo que nessas condições a incorporação tende a favorecer o aumento da comunidade fitopatogênica. O feijão-de-porco em cobertura proporcionou menor incidência de podridão radicular no meloeiro quando *Fusarium solani* isoladamente. Quanto à forma de manejo dos resíduos ao solo, Carvalho et al. (2008) descrevem que quando em cobertura, esses materiais se decompõem de forma mais lenta do que aos incorporados ao solo, e conseqüentemente são disponibilizados mais tardiamente, podendo desfavorecer os microrganismos por restrição alimentar.

Por outro lado, as respostas de controle das doenças de plantas podem variar entre as espécies e fontes de matéria orgânica utilizadas. A adição de material orgânico fresco a base de *Crotalaria juncea* (crotalária) e *Paspalum notatum* (grama batatais) em associação com cama de frango (CF) ao solo com *Rhizoctonia solani* ocasiona aumento de inóculo e incidência da doença (GARCIA et al., 2014). Esses autores descreveram que para *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, doses de 320 kg ha⁻¹ de crotalária + CF e 80 kg ha⁻¹ de gramas batatais + CF propiciaram maior severidade em plantas de feijoeiro.

Em outro estudo, verificou-se efeito benéfico da biofumigação por meio de resíduos vegetais provenientes de jardim bioestabilizados pela compostagem ou

vermicompostagem no controle de fitopatógenos habitantes no solo para cultivo de tomateiro (MORALES-CORTS et al., 2018). A partir dos ensaios *in vitro* e *in vivo* (casa de vegetação – vasos) mostraram que o composto apresentou efeito supressor sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* com taxa de crescimento (TC) de 12%, e o vermicomposto apresentou alta supressividade em *Rhizoctonia solani*, com TC de 18% (Tabela 2).

Patógenos	Tratamentos	TC (%)
<i>Rhizoctonia solani</i>	Compostagem	54
	Vermicompostagem	18
	Controle	100
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Lycopersici</i>	Compostagem	12
	Vermicompostagem	14
	Controle	100

Tabela 2. Taxa de crescimento (TC) de patógenos em placa de Petri.

Fonte: Adaptado de Morales-Corts et al. (2018).

A biofumigação também pode ser utilizada em cultivo protegido de hortaliças conforme descrito em trabalho de Gómez et al. (2010). Foi estudada a incorporação de esterco bovino semidecomposto em canteiros (10 kg m²) antes do estabelecimento do cultivo de tomate e pepino para o controle de *Meloidogyne* spp. Esses autores descreveram que a taxa de infestação no solo por *Meloidogyne* spp., após a biofumigação reduziu de 4,8 (antes da incorporação) para 1,8, e os rendimentos alcançados para tomate e pepino foram de 678,7 e 1545,0 kg túnel⁻¹, respectivamente, superando em 50% aos valores obtidos nas safras anteriores. Os resultados deste trabalho foram promissores e demonstraram a eficiência do uso de resíduos no controle de nematoides.

Na literatura consultada observou-se que muitos trabalhos associam a incorporação de matéria orgânica a outras técnicas, dentre elas, a solarização. A solarização consiste na exposição do solo utilizando-se cobertura plástica. De acordo com Rocha e Carneiro (2016) ao realizar esse processo, as temperaturas nas camadas mais superficiais do solo inativam alguns patógenos por serem sensíveis a altas temperaturas, além de favorecer o aumento da comunidade microbiana de biocontrole (mais tolerantes a essas condições) térmicas.

Foi estudado o efeito da adição de resíduos orgânicos em associação a solarização na incidência natural da murcha-bacteriana do tomateiro, causada por *Ralstonia solanacearum*. Os resíduos utilizados foram os de brássicas (2% v/v) e

cama de frango (2% v/v), além do brometo de metila e testemunha (sem tratamento), todos sem e com solarização. A cama de frango reduziu a incidência de murcha-bacteriana (BAPTISTA et al., 2006). Os benefícios da cama de frango no controle de fitopatógenos deve-se a liberação de compostos voláteis de nitrogênio (NO_2 , NH_3) durante a decomposição do resíduo (GAMLIEL e STAPLETON, 1993).

Além disso, ao utilizar resíduos orgânicos, tal como a cama de frango, pode haver presença de microrganismos benéficos que contribuem no biocontrole de fitopatógenos. Barocio-Ceja et al. (2013) estudaram a capacidade antagônica de *Trichoderma* sp. e *Aspergillus* spp. isolados de vermicomposto com cama de frango. Aplicações de vermicomposto de frango aumentaram as populações de micróbios no solo ($6,5 \times 10^4$ a $1,8 \times 10^5$ conídios/g), diversificando a microbiota e promovendo a população destes antagonistas fitogênicos. A inibição do crescimento de *F. oxysporum* variou de 45% a 48% e 24% a 27%, na presença de *Trichoderma* sp. e *Aspergillus* sp., respectivamente (Figura 3 e 4); estas espécies antagonistas inibiram o crescimento de *Rhizoctonia* sp. 38% e 25%, respectivamente.



Figura 3. *Trichoderma* sp. “VC 1” isolados de vermicomposto de cama de frango na inibição do crescimento de *F. oxysporum* (A), *F. subglutinans* (B) e *Rhizoctonia* sp. (C). Fonte: Barocio-Ceja et al. (2013).



Figura 4. *Aspergillus* sp. “VC 11” isolados de vermicomposto de cama de frango na inibição do crescimento de *F. oxysporum* (A), *F. subglutinans* (B) e *Rhizoctonia* sp. (C). Fonte: Barocio-Ceja et al. (2013).

Avaliou-se o controle de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii* por meio da associação de biofumigação e solarização [1) solarizado sem incorporação de material orgânico, 2) solarizado com resíduo de brássica (*Brassica oleracea* var. capitata), 3) solarizado com folhas de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), 4) solarizado com cama de frango, 5) não solarizado aberto ao sol e 6) não solarizado

aberto à sombra] realizado coleta e avaliação aos 7 e 14 dias de solarização. Os tratamentos não solarizados apresentaram maiores percentagens de germinação de escleródios, sendo “aberto ao sol” - 90%, e o “aberto à sombra” - 80%. Após 14 dias de solarização, constatou-se que para viabilidade de escleródios as associações de “solarizado + repolho” “solarizado + eucalipto” foram mais eficientes por apresentar com 0% e 2,5% de germinação (ROCHA e CARNEIRO, 2016).

Em outra vertente, o uso de plantas de sucessão de culturas apresentam potencial de controle de fitopatógenos no solo. Entretanto, é necessário atentar-se a seleção das plantas a serem utilizadas, uma vez que, pode ocorrer multiplicação, pois os diferentes sistemas de produção podem criar condições favoráveis para sua sobrevivência, principalmente de fitopatógenos necrotróficos em restos culturais (REIS et al., 2011).

Em trabalho de Tavares-Silva et al. (2017) foi avaliado o potencial de redução populacional de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* pelo cultivo de aveia-preta cv. IAPAR 61, crambe cv. MS Brilhante, nabo forrageiro, milho cv. IPR114 e feijão cv. IPR Tangará em sucessão à soja. A sucessão soja-crambe-soja foi eficiente na redução da população de *P. brachyurus*, em aproximadamente 85% quando comparado com a sucessão soja-milho-soja. O crambe reduziu em mais de 50% no número de ovos de *M. javanica*/g de raiz de na sucessão com a soja, se comparado ao sistema de sucessão soja e feijão. Em outro trabalho utilizando o cambre, constatou-se que o extrato hidroalcoólico de 250 mg L⁻¹ foi eficiente no controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro (COLTRO-RONCATO et al., 2018).

Estudando-se o desenvolvimento de *Sclerotium rolfsii* sob palha de soja, milho e trigo, verificou-se que a palha de trigo contribuiu para menor quantidade de escleródios (PINHEIRO et al., 2010). Também verificou-se efeito positivo da biofumigação a partir de *Brassica carinata* associada a solarização no controle de *Phytophthora cactorum* e favoreceu incremento do rendimento produtivo de frutos de morangueiro (BARRAU et al., 2009). Esses autores associam os efeitos positivos as espécies de brássicas por apresentarem compostos glucosinolatos e isothiocianatos.

Em trabalho de Neves et al. (2007) foi estudado o controle de nematoide *Meloidogyne javanica* em tomateiro. Para isso, utilizou-se a parte aérea fresca e picada de repolho (*Brassica oleracea* var. capitata), mostarda (*Brassica juncea*), brócolis (*Brassica oleracea* var. italica) e couve-flor (*Brassica oleracea* var. botrytis) foram depositadas na superfície do substrato de cada vaso, e após seis dias foi feita incorporação. A biofumigação com brócolis, couve-flor (T5) e mostarda (T6) foram eficientes no controle de *M. javanica* em casa de vegetação, pois reduziu o número de galhas e de ovos nas raízes das plantas (Figura 5).

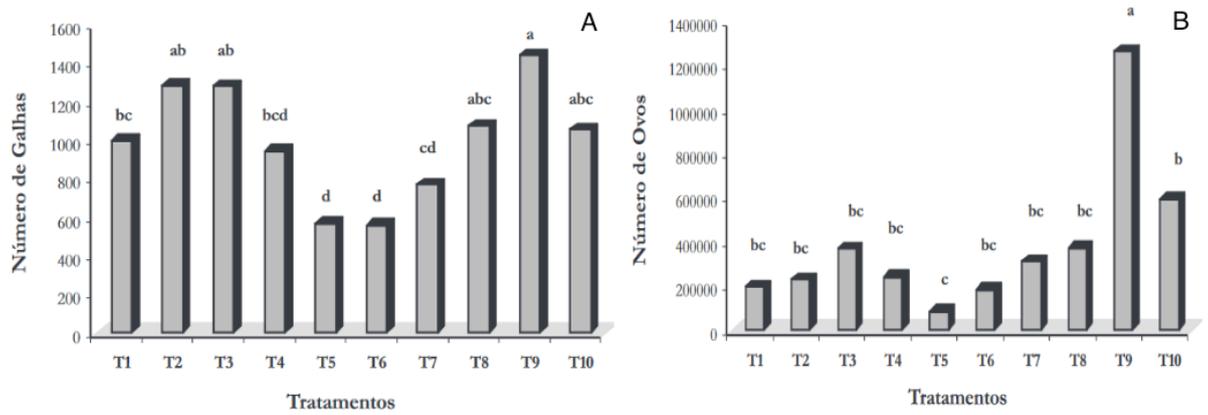


Figura 5. Número de galhas (A) e ovos (B) de *M. javanica* em raízes de tomateiro cultivado em solo submetido a diferentes tratamentos. Letras não diferem entre si pelo teste de Duncan (5%).
Fonte: Adaptado de Neves et al. (2007).

Avaliou-se a eficiência de *Raphanus sativus* (rabanete) e *Eruca sativa* (rúcula) no controle de *Meloidogyne arenaria* em estufa comercial de tomateiro. Plantas de *R. sativus* e *E. sativa* foram usadas como culturas de ciclo de inverno e alface como cultura suscetível, e depois foi feito o cultivo do tomateiro. Realizou-se a incorporação de todas as partes das plantas de *R. sativus* e *E. sativa*, e o para o alface utilizou cobertura com filme de polietileno transparente por quatro semanas. As parcelas biofumigadas com *R. sativus* e *E. sativa* reduziram o índice de galhas nas raízes e do número de juvenis no solo, em comparação as parcelas controle e com alface (Figura 6) (AYDINLI e MENNAN, 2018).

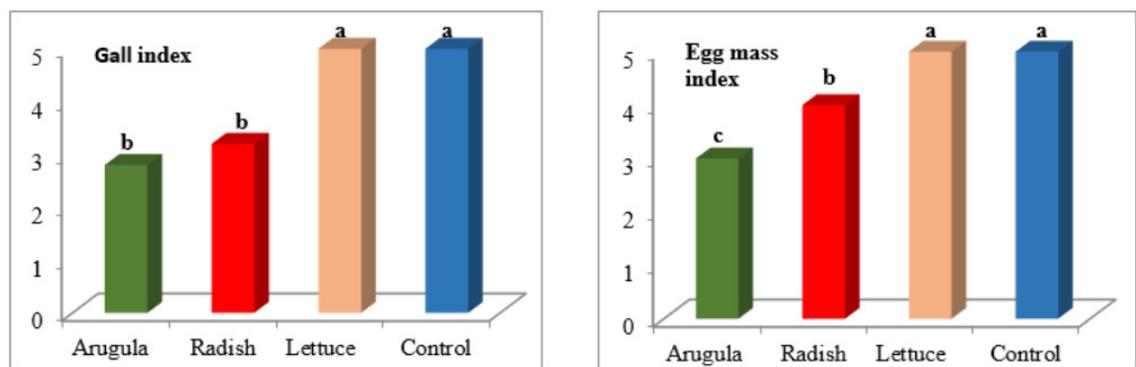


Figura 6. Índice de gall (A) e massa de ovos (B) em plantas de tomate infectadas com *Meloidogyne arenaria* sob cultivo de rúcula – arugula (*Eruca sativa*), rabanete – radish (*Raphanus sativus*) e alface – lettuce (*Lactuca sativa*). Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Fonte: Adaptado de Aydinli e Mennan (2018).

As respostas de controle dos fungos fitopatogênicos no solo associados ao processo de biofumigação direciona-se as substâncias produzida pelas fontes de matéria orgânica adicionadas ao solo. Diante do avanço tecnológico, estudos que descreveram os processos enzimáticos no solo baseando-se na dinâmica de decomposição e aumento da comunidade microbiana de biocontrole são imprescindíveis visando conhecer seus processos decorrentes (SIMON et al., 2017).

Isso, porque a população microbiana é responsável pela produção de enzimas durante o processo de decomposição dos resíduos orgânicos. Dentre as enzimas, a β -glicosidase atua na etapa final da decomposição da celulose pela hidrolisação dos resíduos da celobiose (TABATABAI, 1994), e suas alterações podem implicar na atividade da comunidade microbiana do solo.

Em trabalho avaliando o efeito da biofumigação por meio da incorporação de 2 e 5% de cama de frango (CF) ao solo, e solarização com cobertura plástica aos dois, quatro e seis meses, com avaliações aos 30 e 60 dias após as solarizações, verificou-se que a biofumigação com 5% de CF contribuiu no aumento da atividade da β -glicosidase (Tabela 3), mas não da comunidade microbiana (PASSOS et al., 2008).

Tratamento	Atividade da beta-glicosidase ($\mu\text{g } p\text{-nitrofenol g}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$)		
	Imediatamente	30 dias	60 dias
	Solarização		
Não solarizado	122,55 a	145,05 a	98,51
Solarizado (2 meses)	94,12 b	117,45 b	92,46
Solarizado (4 meses)	92,61 b	107,43 bc	89,24
Solarizado (6 meses)	90,46 b	96,26 c	91,90
	Biofumigação		
Sem cama-de-frango	95,19 b	102,97 b	87,57 b
Cama-de-frango (a 2%)	104,58 a	110,27 b	92,83 b
Cama-de-frango (a 5%)	100,04 ab	136,41 a	98,69 a
C.V. (%)	9,57	18,00	8,43

Tabela 3. Efeito dos diferentes períodos de solarização e da adição de cama-de-frango para biofumigação do solo, sobre a atividade da enzima β -glicosidase no solo, imediatamente e após 30 e 60 dias da retirada da cobertura de plástico.

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Duncan (5%). Fonte: Adaptado de Passos et al. (2008).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de matéria orgânica ao solo por meio de resíduos orgânicos e/ou plantas de cobertura contribui no controle bioecológico de fitopatógenos habitantes no solo causadores de doenças de plantas, sendo uma prática agrônômica promissora de manejo fitossanitário a serem realizados nos sistemas de produção de base sustentável.

REFERÊNCIAS

- AMBRÓSIO, M. M. Q.; BUENO, C. J.; PADOVANI, C. R.; SOUZA, N. L. Sobrevivência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo, em microcosmo, simulando solarização com prévia incorporação de materiais orgânicos. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 1, p. 20-25, 2009.
- AYDINLI, G.; MENNAN, S. Biofumigation studies by using *Raphanus sativus* and *Eruca sativa* as a winter cycle crops to control root-knot nematodes. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 61, e18180249, p. 1-8, 2018.
- BAPTISTA, M. J.; SOUZA, R. B.; PEREIRA, W.; LOPES, C. A.; CARRIJO, O. A. Efeito da solarização e biofumigação na incidência da murcha bacteriana em tomateiro no campo. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 161-165, 2006.
- BAROCIO-CEJA, N. B.; CEJA-TORRES, L. F.; MORALES-GARCÍA, J. L.; SILVA-ROJAS, H. V.; FLORES-MAALLÓN, R.; OCHOA-ESTRADA, S. *In vitro* biocontrol of tomato pathogens using antagonists isolated from chicken-manure vermicomposto. **FYTON**, v. 82, p. 15-22, 2013.
- BARRAU, C.; PORRAS, M.; ROMERO, E.; ZURERA, C.; RAMOS, N.; SOARES, C.; NETO, E.; MARREIROS, A.; ENTRUDO, J.; ROMERO, F. *Brassica carinata* for control of *Phytophthora* spp. in strawberry field crops. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 135-138, 2009.
- BELLÉ, R. B.; FONTANA, D. C. Patógenos de solo: principais doenças vasculares e radiculares e formas de controle. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 28, p. 779-803, 2018.
- BLOCK, W. J.; LAMERS, J. G.; TERMORSHUIZEN, A. J.; BOLLEN, G. J. Control of soil borne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. **Phytopathology**, v. 90, n. 3, p. 253-259, 2000.
- CARRIZO, M. E.; ALESSO, C. A.; COSENTINO, D.; IMHOFF, S. Aggregation agents and structure stability in soils with different texture and organic carbon contents. **Scientia Agrícola**, v. 72, n. 1, p. 75-82, 2015.
- CARVALHO, A. D.; BUSTAMANTE, M. D. C.; SOUSA JÚNIOR, J. D. A.; VIVALDI, L. J. Decomposição de resíduos vegetais em Latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2831-2838, 2008.
- CAVALCANTI, V. P.; ARAÚJO, N. A. F.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; PASQUAL, M.; DÓRIA, J. *Athelia (Sclerotium) rolfsii* in *Allium sativum*: potential biocontrol agentes and their effects on plant metabolites. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 4, p. 3949-3962, 2018.
- COLTRO-RONCATO, S.; STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; DILDEY, O. D. F.; GONÇALVES, E. D. V.; RISSATO, B. B.; BROETO, L.; FARIA, V. O. Controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro pelo extrato de cambre em diferentes formas de aplicação. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 3, p. 261-266, 2018.
- COSTA, L. V.; GOMES, M. F. M.; LÍRIO, V. S.; BRAGA, M. J. Produtividade agrícola e segurança alimentar dos domicílios das regiões metropolitanas brasileiras. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, n. 3, p. 471-494, 2014.
- CRUSCIOL, G. C. D.; COSTA, M. L. N. Influência de metodologias de inoculação de *Macrophomina phaseolina* no desempenho de cultivares de soja. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 1, p. 32-37, 2018.
- CRUZ, S. M. C.; RODRIGUES, A. A. C.; SILVA, E. K. C.; OLIVEIRA, L. J. M. G. Supressividade por incorporação de resíduo de leguminosa no controle de fusariose em tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 3, p. 180-185, 2013.

DEVI, S.; SHARMA, C. R.; SINGH, K. Microbiological biodiversity in poultry and paddy straw wastes in composting systems. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 43, n. 1, p. 288-296, 2012.

DIAS, P. P.; BERBARA, R. L. L.; FERNANDES, M. C. A. Controle de *Rhizoctonia solani* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* por biopreparados de isolados de *Trichoderma* spp. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 4, p. 258-262, 2013.

FERREIRA, E. M.; ANDRAUS, M. P.; TSAI, H. M.; CARDOSO, A. A.; LEANDRO, W. M. Área de preservação permanente em processo de revegetação com espécies arbóreas e adubos verdes. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 2, p. 243-252, 2018.

FERREIRA, R. B.; RODRIGUES, A. A. C.; MORAES, F. H. R.; SILVA, E. K. C.; NASCIMENTO, I. O. Resíduos orgânicos no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* em maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Acta Biológica Colombiana**, v. 20, n. 3, p. 111-120, 2015.

FILHO, R. C.; OLIVEIRA, R. M.; DIAS, V. D.; ROCHA, G. A.; DIANESE, E. C.; CUNHA, M. G. Selection of tomato accessions resistant to Verticillium wilt. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 4, p. 429-433, 2016.

GAMLIEL, A.; STAPLETON, J. J. Effect of chicken compost or ammonium phosphate and solarization on pathogen control, rhizosphere microorganisms, and lettuce growth. **Plant Disease**, v. 77, p. 886-891, 1993.

GARCIA, B. A.; MIRANDA, B. A.; LOBO JÚNIOR, M.; ARAÚJO, F. G.; CUNHA, M. G. Efeito de compostos orgânicos sobre podridões radiculares no feijoeiro comum. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 25-32, 2014.

GARRETT, S. D. **Biology of Root-Infecting Fungi**. NY, Cambr. Univ. Press, 1956. 288p.

GÓMEZ, L.; GONZÁLEZ, E.; ENRIQUE, R.; HERNÁNDEZ, M. A.; RODRÍGUEZ, M. G. Uso de la biofumigación para el manejo de *Meloidogyne* spp., en la producción protegida de hortalizas. **Revista de Protección Vegetal**, v. 25, n. 2, p. 119-123, 2010.

MARBAN-MENDONZA, N.; DICKLOW, M. B.; ZURCKERMAN, B. M. Control of *Meloidogyne* incognita on tomato by two leguminous plants. **Fundamental and Applied Nematology**, v. 15, p. 87-108, 1992.

MÉNDEZ, J. M.; HALLER, V. V.; SPÍNOLA, A. G.; FLORES, J. I. C.; CRUZ, M. J. S. Incremento de la materia orgánica del suelo y rendimiento de mango en Luvisoles, Campeche, México. **Agronomía Mesoamericana**, v. 28, n. 2, p. 499-508, 2017.

MORALES-CORTS, M.; PÉREZ-SANCHEZ, R.; GÓMEZ-SÁNCHEZ, M. A. Efficiency of garden waste compost teas on tomato growth and its suppressiveness against soilborne pathogens. **Scientia Agrícola**, v. 75, n. 5, p. 400-409, 2018.

NEVES, W. S.; FREITAS, L. G.; COUTINHO, M. M.; PARREIRA, D. F.; FERRAZ, S.; COSTA, M. D. Biofumigação do solo com espécies de brássicas para o controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 195-201, 2007.

OLIVEIRA, F. T.; CAGNON, B.; FAUDUET, H.; LICHERON, M.; CHEDEVILLE, O. Removal of diethyl phthalate from aqueous media by adsorption on different activated carbons: Kinetic and isotherm studies. **Separation Science and Technology**, v.47, p. 1139-1148, 2012.

ONU, United nations, department of economic and social affairs The United Nations, Population Division, Population Estimates and Projections Section, 2012.

PASSOS, S. R.; REIS JÚNIOR, F. B.; RUMJANEK, N. G.; MENDES, I. C.; BAPTISTA, M. J.; XAVIE, G. R. Atividade enzimática e perfil da comunidade bacteriana em solo submetido à solarização e

biofumigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 879-885, 2008.

PINHEIRO, V. R.; SEIXAS, C. D. S.; GODOY, C. V.; SOARES, R. M.; OLIVEIRA, M. C. N.; ALMEIDA, A. M. R. Development of *Sclerotium rolfsii* sclerotia on soybean, corn, and wheat straw, under different soil temperatures and moisture contents. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 3, p. 332-334, 2010.

PORTO, M. A. F.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; FREITAS, F. C. L.; NASCIMENTO, S. R. C.; CRUZ, B. L. S.; GUIMARÃES, L. M. S. Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) no controle da podridão radicular do meloeiro causada por associação de patógenos. **Summa Phytopathology**, v. 42, n. 4, p. 327-332, 2016.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

REIS, M. Os compostos no controle de doenças das plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 35-35, 2016.

ROCHA, A. R.; CARNEIRO, L. C. Solarização do solo associada à incorporação de material orgânico na redução da viabilidade de escleródios. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 14, n. 1, p. 10-17, 2016.

SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 195-212, 2018.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no Sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, suplemento, p. 829-837, 2014.

SERRA, I. M. R. S.; SILVA, G. S. Caracterização biológica e fisiológica de isolados de *Sclerotium rolfsii* obtidos de pimentão no Estado do Maranhão. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 61-66, 2005.

SILVA, I. C. B.; BASÍLIO, J. J. N.; FERNANDES, L. A.; COLEN, F.; SAMPAIO, R. A.; FRAZÃO, L. A. Biochar from different residues on soil properties and common bean production. **Scientia Agricola**, v. 74, n. 5, p. 378-382, 2017.

SIMON, C. A.; CORDEIRO, M. S.; LIMA, S. F.; BRASIL, M. S.; DAVID, C. H.; SECCO, V. A. Microbial activity in a soil with cover crops in succession with maize in a no-tillage system. **Brazilian Journal of Agriculture**, v. 92, n. 2, p. 198-207, 2017.

TABATABAI, M. A. Soil enzymes. In: WEAVER, R. W.; SCOTT, A.; BOTTOMELEY, P. J. (Ed.). Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties. Soil Science Society American, Madison, Part 2, p. 778-835, 1994.

TAVARES-SILVA, C. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; PUERARI, H. H.; SILVA, E. J.; IZIDORO JÚNIOR, A. Sucessão cambre-soja no manejo de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica*. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 4, p. 316-320, 2017.

TEODORO, M. S.; CASTRO, K. N. C.; MAGALHÃES, J. A. Assessment of legumes with potential use as green manure in the Coastal Tablelands of Piauí State, Brazil. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 1, p. 584-592, 2018.

WONG, L. C.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L. Sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersi* Raça 2 submetido a técnica de solarização associada à incorporação de folhas de mandioca. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 2, p. 129-133, 2011.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para uso. In: FILHO, O. F. L. et al. (Eds.). **Adubação Verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília: Embrapa, 2014. v. 1, cap. 3, p. 59-167.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aubos verdes 170, 172, 173, 174, 182, 183

Agentes Biológicos 138, 140, 142, 144

Amazônia 6, 7, 13, 14, 83, 131, 132, 137

Análise fitossanitária 102

Antifúngica 1, 2, 33

B

Bacterial diseases 162, 163, 167

Biocontrole 145, 170, 171, 176, 177, 179

Bipolaris maydis 66, 68, 69, 71, 73, 74, 77

C

Café 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 78, 79, 129, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 172

Carica papaya L. 23, 24

Cercosporoid 146, 147, 151

Colheita 1, 2, 17, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 46, 101, 102, 103, 104, 107, 109, 111, 119, 184, 185, 187, 188, 201

Composto orgânico 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53

Controle alternativo 66, 67, 75

Cultura de tecidos vegetais 15

D

Disease management 162

Doença 6, 7, 8, 10, 11, 23, 27, 31, 32, 35, 37, 41, 42, 43, 44, 46, 66, 67, 68, 69, 70, 74, 75, 77, 93, 95, 96, 99, 104, 112, 113, 115, 116, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 175

Doença de pós-colheita 23

E

Espécie florestal nativa 81, 83

Esporos 17, 31, 95

Estádio fenológico 102

Explante 15, 17

F

fungi from Atlantic Forest 146

G

Glycine max 60, 113, 114, 121, 171

H

Hibiscus 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22

Hyphomycetes 78, 146, 151

I

in vitro 1, 2, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 31, 32, 33, 40, 68, 69, 70, 73, 79, 152, 173, 176, 181, 191

L

Lippia sidoides 66, 67, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79

M

Mancha bacteriana marrom 112, 113, 114

Massa verde e seca 55, 63, 102, 110, 138

Micélio 31, 42, 43, 44, 45, 105, 141

N

Nutrição mineral 81, 124, 129

O

Óleos essenciais 1, 2, 3, 4, 32, 66, 67, 68, 70, 76, 77, 79, 80

P

Patogenicidade 42, 44, 114

Percentual de germinação 58, 102, 108, 110

Plantas medicinais 66, 78, 79, 80, 151

Podridão Vermelha 1, 42, 43, 44, 45, 46

Produção de mudas 17, 21, 22, 47, 48, 49, 53, 54, 81, 83, 85, 87, 90, 92

Promotores de Crescimento 138, 140, 144

R

Resíduos agroindustriais 47, 48, 49

Resíduos orgânicos 47, 49, 170, 176, 177, 180, 182, 193, 198, 203

Resistance 113, 114, 162, 163, 165, 166, 167, 168

Resistência 29, 43, 44, 58, 67, 113, 114, 115, 116, 144, 168, 171, 173, 193, 194, 200

S

Saccharum officinarum L. 42, 43

Seca-de-ponteiros 131, 132, 133, 135, 136

Severidade 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 23, 27, 28, 36, 66, 67, 70, 75, 77, 112, 113, 115, 133, 175

Sustentabilidade 120, 170, 190, 193

V

Vigna unguiculata 138, 139, 145

Z

Zea mays 64, 66, 121

 **Atena**
Editora

2 0 2 0