

**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 di 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 Polsaque 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](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4092013031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>5</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4092013032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>15</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4092013033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>23</b>
CONTROLE QUÍMICO E HIDROTÉRMICO DA PODRIDÃO PEDUNCULAR ( <i>Fusarium</i> SP.) EM MAMÕES DO GRUPO PAPAYA	
Frank Magno da Costa Hamyson Araujo Peres Izaías Araújo de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4092013034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>31</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4092013035</b>	

**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**

<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>169</b>
<b>BIOFUMIGAÇÃO NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS HABITANTES NO SOLO</b>	
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.40920130320</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>184</b>
<b>INCIDÊNCIA DE FUNGOS ASSOCIADOS A SEMENTES DE <i>Amaranthus cruentus</i> BRS ALEGRIA NA COLHEITA E SECAGEM AO SOL</b>	
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.40920130321</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>192</b>
<b>AGREGAÇÃO DO SOLO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA E PECUÁRIA NO CERRADO</b>	
Risely Ferraz-Almeida	
Fernanda PereiraMartins	
Mariana Velasque Borges	
Cinara Xavier de Almeida	
Renato Ribeiro Passos	
Ivoney Gontijo	
Elias Nascentes Borges	
<b>DOI 10.22533/at.ed.40920130322</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>204</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>205</b>

## ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM TESTES *IN VITRO* NO CONTROLE DO *Colletotrichum falcatum*, AGENTE DA PODRIDÃO VERMELHA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Data de aceite: 11/03/2020

### **Luciana Oliveira Souza Anjos**

Instituto Agronômico (IAC)

Secretaria da Agricultura e Abastecimento do  
Estado de São Paulo

E-mail lucianasouza@iac.sp.gov.br

### **Ivan Antônio dos Anjos**

Instituto Agronômico (IAC)

Secretaria da Agricultura e Abastecimento do  
Estado de São Paulo

### **Pery Figueiredo**

Instituto Agronômico (IAC)

Secretaria da Agricultura e Abastecimento do  
Estado de São Paulo

### **Marcos Guimarães de Andrade Landell**

Instituto Agronômico (IAC)

Secretaria da Agricultura e Abastecimento do  
Estado de São Paulo

### **Vivian Bernasconi Villela dos Reis Fernandes**

Instituto Agronômico (IAC)

Secretaria da Agricultura e Abastecimento do  
Estado de São Paulo

**RESUMO:** O fungo *Colletotrichum falcatum* Went sempre conviveu com a cana-de-açúcar sem causar danos econômicos, no entanto, as mudanças climáticas, a colheita mecanizada de cana crua e outros fatores poucos conhecidos,

podem potencializar a agressividade do fungo. Aparentemente inexistem variedades resistentes e pouco se conhece a eficácia de controle dos fungicidas registrados. Assim, métodos alternativos podem ser avaliados quanto ao potencial antifúngico. O objetivo do presente trabalho foi o tratamento *in vitro* de isolado de *C. falcatum*, em meio BDA, com óleos essenciais das espécies: *Citrus aurantium dulcis*, *C. bergamia*, *C. limonum*, *Cupressus sempervivens*, *Cymbopogon schoenanthus*, *C. winterianus*, *Eucalyptus globulus*, *Eugenia caryophyllata*, *Mentha piperita*, *M. spicata*, *Origanum majorana*, *Pelargonium graveolens*, *Rosmarinus officinalis*, *Zingiber officinale* root. Após teste preliminar, utilizou-se os óleos *M. piperita*, *M. spicata*, *C. schoenanthus*, *C. winterianus* e *E. caryophyllata*, nas concentrações 0,2 e 0,5  $\mu\text{L}/\text{mL}$  de meio. Após análise estatística e teste de Tukey a 5%, verificou-se controle de 93 a 100% de inibição de crescimento do *C. falcatum* na concentração de 0,5  $\mu\text{L}/\text{mL}$ . *C. schoenanthus*, *C. winterianus* e *E. caryophyllata*.

## 1 | INTRODUÇÃO

O *Colletotrichum falcatum* Went, agente da podridão vermelha da cana-de-açúcar, era considerado até há pouco tempo como

patógeno de importância secundária. Mas, possivelmente com o advento da colheita mecanizada, aumentando a quantidade de palhada sobre o solo e o manejo inadequado do canavial, além de outros fatores, podem estar relacionados com o aumento da agressividade do patógeno. As perdas produtivas nos canaviais têm sido expressivas e cada vez mais preocupantes, o que para muitos tais ocorrência são atribuídas a esse patógeno. Aparentemente, não existe variedade resistente, e pouco se conhece quanto à eficácia de controle dos fungicidas registrados comercialmente.

Diversas pesquisas têm sido realizadas com intuito de conhecer melhor o *C. falcatum* e desta forma, controlar a podridão. Neste contexto, métodos alternativos de controle têm sido testados *in vitro*, como o uso de óleos essenciais, vislumbrando atividade antifúngica para o controle do *Colletotrichum* na lavoura. Assim, o objetivo desse trabalho foi a avaliação *in vitro* da porcentagem de inibição do crescimento de *C. falcatum* na presença de óleos essenciais.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fitopatologia/Programa Cana – IAC/APTA – Ribeirão Preto – SP. O trabalho foi executado em duas fases. Utilizou-se um isolado de *C. falcatum* oriundo do Laboratório de Fitopatologia do Depto. de Fitossanidade da UNESP de Jaboticabal - SP.

Fase 1: Primeiramente foram avaliados, por duas vezes, quatorze óleos essenciais, a saber: *Citrus aurantium dulcis*, *C. bergamia* e *C. limonum*; *Cupressus sempervivens*; *Cymbopogon schoenanthus* e *C. winterianus*; *Eucalyptus globulus*; *Eugenia caryophyllata*; *Mentha piperita* e *M. spicata*; *Origanum majorana*; *Pelargonium graveolens flower oil*; *Rosmarinus officinalis* e *Zingiber officinale root*.

Em placa de Petri, com meio BDA, foi colocado no centro um disco de 0,5cm de diâmetro de *C. falcatum* com 7 dias de cultivo. Em seguida foram colocados, em lados opostos, dois discos de papel absorvente umedecido com óleo essencial de forma a ter concentração final de 0,5  $\mu\text{L}/\text{mL}$ . As placas foram incubadas em BOD, à 28°C, por sete dias, com observação diária. Finalizados tal período, observou-se que cinco óleos essenciais (*M. piperita*, *M. spicata*, *C. schoenanthus*, *C. winterianus* e *E. caryophyllata*) proporcionaram inibição do crescimento do fungo.

Fase 2: Mediante aos resultados obtidos, foram utilizados os óleos *M. piperita*, *M. spicata*, *C. schoenanthus*, *C. winterianus* e *E. caryophyllata*, nas concentrações de 0,2 e 0,5  $\mu\text{L}/\text{mL}$ .

Em meio BDA líquido e morno, os óleos foram adicionados de acordo com as respectivas concentrações. Após o resfriamento e polimerização do meio, colocou-se ao centro um disco de colônia de *C. falcatum* com 7 dias de cultivo, procedendo as mesmas condições ambientais, ou seja, BOD à 28°C.

Cada tratamento foi constituído por três placas. O delineamento experimental

foi o inteiramente casualizado – DIC, com três repetições. Ressalta-se que em um dos tratamentos, o mesmo foi constituído de somente colônia de *C. falcatum*, utilizadas como controle positivo. Após oito dias, observou-se total crescimento do fungo, momento em que se encerrou o ensaio, realizando-se portanto o cálculo da porcentagem de inibição do crescimento (PIC) do fungo, através da fórmula:

$$\text{PIC} = \frac{(\text{D testemunha} - \text{D tratamento})}{\text{D testemunha}} \times 100$$

Onde:

D = diâmetro do halo de crescimento.

O diâmetro de cada halo foi estabelecido pela média do maior e menor diâmetro. Após análises estatística, procedeu-se o teste de média pelo teste de Tukey a 5%.

### 3 I RESULTADOS E CONCLUSÕES

Mediante análise de variância observou-se a ocorrência de interação significativa, ( $p < 0,05$ ), entre óleos essenciais e concentrações.

Os valores médios da porcentagem de inibição do crescimento do fungo (PIC) são apresentados na Tabela 1.

Óleo essencial	PIC	
	0,2 $\mu\text{L/mL}$	0,5 $\mu\text{L/mL}$
<i>C. winterianus</i>	19.16 b B	92.71 a A
<i>E. caryophyllata</i>	70.00 a B	100.00 a A
<i>M. piperita</i>	30.41 ab B	48.12 b A
<i>M. spicata</i>	20.83 b B	36.46 b A
<i>C. schoenanthus</i>	46.45 b B	100.00 a A

Tabela 1: Porcentagens de inibição de crescimento (PIC) de isolado de *Colletotrichum falcatum* na presença de cinco óleos essenciais, nas concentrações de 0,2  $\mu\text{L/mL}$  e de 0,5  $\mu\text{L/mL}$ .

Média seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se, através da tabela 1, que o tratamento com óleos essenciais na concentração de 0,2  $\mu\text{L/mL}$ , somente *E. caryophyllata* apresentou 70% de inibição de crescimento micelial do fungo, suplantando aos demais óleos, o *M. piperita*, apresentou 30% de inibição, considerado intermediário e os demais apresentaram-se inferiores e estatisticamente iguais.

No entanto, na concentração de 0,5  $\mu\text{L/mL}$ , verificou-se que os óleos *E. caryophyllata* e *C. schoenanthus* controlaram o crescimento micelial em 100% e o *C. winterianus* em 92,70 %, conforme apresentado na tabela 1.

Quando se compara as concentrações dos óleos, verifica-se que na concentração 0,5  $\mu\text{L/mL}$  todos os óleos apresentaram maiores porcentagens de inibição, destacando os óleos *E. caryophyllata*, *Cymbopogon winterianus* e *C. schoenanthus* com aumento na porcentagem de inibição de 30, 80 e 53,55% respectivamente.

Tais resultados de inibição são semelhantes aos apresentados por Souza Júnior, Sales e Martins (2009) os quais observaram inibição no crescimento micelial de *C. gloeosporioides* em maracujazeiro, quando tratado com óleos essenciais.

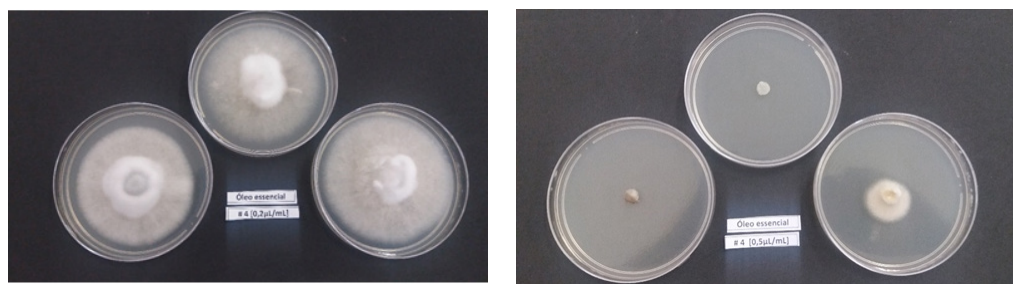


Figura 1: Isolado de *Colletotrichum falcatum* tratado com óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* a 0,2  $\mu\text{L}/\text{mL}$  (Esquerda) e a 0,5  $\mu\text{L}/\text{mL}$  (Direita).

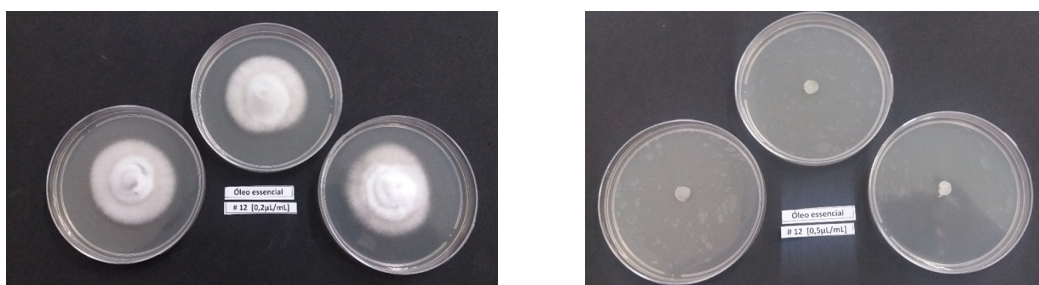


Figura 2: Isolado de *Colletotrichum falcatum* tratado com óleo essencial de *Cymbopogon shoenanthus* a 0,2  $\mu\text{L}/\text{mL}$  (Esquerda) e 0,5  $\mu\text{L}/\text{mL}$  (Direita).

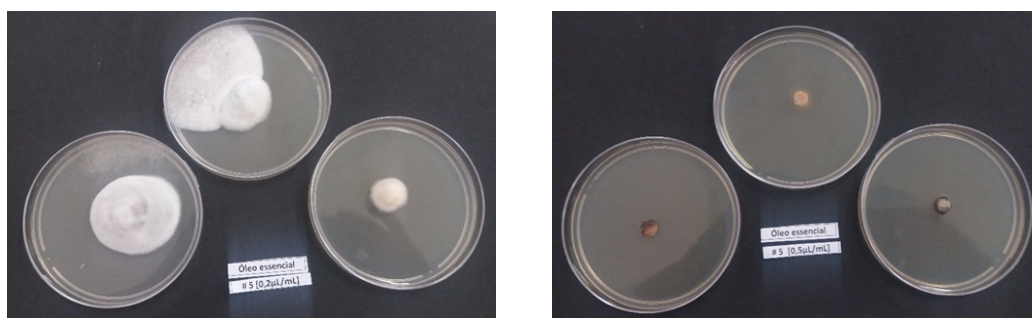


Figura 3: Isolado de *Colletotrichum falcatum* tratado com óleo essencial de *Eugenia caryophyllata* a 0,2  $\mu\text{L}/\text{mL}$  (Esquerda) e 0,5  $\mu\text{L}/\text{mL}$  (Direita).

#### 4 | AGRADECIMENTOS

Departamento de Fitopatologia da Unesp – Jaboticabal – SP.

#### REFERÊNCIA

Souza Júnior, IT; Sales NLP; Martins ER. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. Biotemas, Florianópolis, v.22, n.3, p. 77-83, set. 2009.

## CERCOSPORIOSE FOLIAR EM LAVOURA CAFEIEIRA SOB CONDIÇÃO DE SEQUEIRO NO SUL DO AMAZONAS

Data de aceite: 11/03/2020

Data de submissão: 02/12/2019

### **Ruan Sobreira de Queiroz**

Universidade Federal do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/2323398111249565>

### **Juliana Formiga Botelho**

Universidade Federal do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/7105140240858610>

### **José Cezar Frozzi**

Universidade Federal do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/2757266093020607>

### **Marcelo Rodrigues dos Anjos**

Universidade Federal do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/3560485778599761>

### **Moisés Santos de Souza**

Universidade Federal do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/4969889596653461>

**RESUMO:** A cultura do cafeeiro tem grande importância no desenvolvimento socioeconômico brasileiro, e também na região norte, sendo ainda uma cultura pouco estudada nas circunstâncias climatológicas do estado do

Amazonas. Sendo assim neste presente estudo objetivou-se avaliar a incidência e severidade de cercosporiose causada por *Cercospora coffeicola* (Berk. E Cooke) em lavoura cafeeira *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner. Implantou-se a unidade de observação das plantas de café na Fazenda Experimental do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, IEAA/UFAM, localizado no município de Humaitá-AM. A lavoura, sem nenhum tipo de adubação, consiste de 10 fileiras, sendo cada uma subdividida em quatro (04) parcelas com seis (06) plantas, no espaçamento de 3m entre linhas e 1m entre plantas, totalizando 240 plantas de café. Os levantamentos de incidência e severidade na lavoura experimental ocorreram mensalmente, sendo o índice de incidência obtido pela contagem de plantas doentes, através do número e porcentagem de plantas infectadas. O nível de severidade de cercosporiose foi determinado mediante observação da porcentagem da área do tecido doente, por meio de medição direta nas folhas de *Coffea canephora*. Para determinação dos índices de severidade, realizou-se contagem dos números de lesões e a mensuração do diâmetro de cada lesão de todas as folhas amostradas. Observou-se alta incidência de cercosporiose na lavoura cafeeira, a média percentual ficou expressa em (99,0 %) e conseqüentemente se observou as seguintes



medias de severidade de cercosporiose na lavoura experimental de café conilon: outubro (0,68%); novembro (1,07%); dezembro (1,49%); janeiro (2,88%); fevereiro (6,34%); março (3,93%); abril (2,74%). Portanto a partir dos resultados levantados, observa-se que as mudas oriundas da cultivar BRS Ouro Preto, apresentam altas taxas de incidência e severidade ao patógeno *C. coffeicola* em condições de sequeiro e nas condições ambientais do Sul do Amazonas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amazônia; Café; Doença.

**ABSTRACT:** The coffee farming has a great importance in Brazilian socio-economic development, however, little is known about its growing under Amazonian climate conditions. In this light, the present study objective is to survey the severity caused by *Cercospora coffeicola* (Berk. e Cooke) in *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner plantations. For that purpose, we implanted an observation unit of coffee plants in the “Fazenda Experimental do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, IEAA/UFAM”, located at the municipality of Humaitá-AM. The coffee plants, without any kind of fertilization, were disposed in 10 lines, subdivided in 4 blocks with 6 plants, and 3 m between lines and 1 m between plants spacing, totalizing 240 plants. The surveys occurred monthly by the counting of infected plants. The “cercosporiose” severity levels were taken by the observation of the percentage of sick tissue in the leaf. For the determination of the severity index, we counted the number of lesions e measured the diameter of each lesion. We observed a high incidence of “cercosporiose”, with a percentage mean of 99%, and severity as it follows: October (0,68%); November (1,07%); December (1,49%); January (2,88%); February (6,34%); March (3,93%); and April (2,74%). According to the results, we concluded that the “BRS Ouro Preto” present a high vulnerability to the pathogenic agent *C. coffeicola* grown in dry farming under South Amazonian conditions.

**KEYWORDS:** Amazon, Coffee, Disease.

## 1 | INTRODUÇÃO

O café conilon (*Coffea canephora*) é uma espécie diploide, estritamente alógama, nativo das florestas baixas da África equatorial. É cultivado em países da África Central e Ocidental; no sudeste da Ásia; e na América do Sul (SOUZA et al., 2015). Por se tratar de cultura perene, produtiva e rentável, a cultura do cafeeiro está amplamente cultivada no Brasil. Devido a essa abrangência de cultivo, ocorre a incidência de diversas doenças, distribuídas nas regiões produtoras. Muitas destas doenças têm potencial destrutivo suficiente para inviabilizar o cultivo de café. (JUNIOR & FERNANDES, 2015).

No Brasil, as doenças representam um dos fatores mais limitantes para a produção e produtividade do café conilon, tanto para os pequenos agricultores de base familiar, como para os grandes produtores em escala empresarial do país,

ocasionando perdas qualitativas e quantitativas na produção, que chegam a inviabilizar em inúmeros casos a exploração de café conilon. Com relação às principais doenças que ocorrem em lavouras cafeeiras no território brasileiro, destaca-se: a cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke). Segundo Junior & Fernandes (2015), a cercosporiose é favorecida principalmente pela ocorrência de umidade elevada e temperaturas entre 25 °C e 30 C.

Os sintomas nas folhas são manchas circulares com diâmetro variável, que apresentam coloração pardo-clara ou marrom-escura e que normalmente possui um centro branco-acinzentado, com ou sem a presença de um halo amarelado. No Brasil pode ser considerada a segunda doença mais importante, pois causa danos de 15% a 30% na produtividade do cafeeiro (CARVALHO; CUNHA; CHALFOUN, 2005). Os níveis elevados de danos em lavouras cafeeiras estão relacionados principalmente a condições climáticas propícias a doença, sendo: umidade relativa do ar alta, temperatura amena, variação do excesso de insolação durante o dia em determinada área e déficit hídrico.

O levantamento de doenças tem um cunho voltado no levantamento dos problemas fitossanitários enfrentados pelos produtores de café na região Amazônica, considerando a crescente necessidade de estudos sobre o desenvolvimento de epidemias e o controle de doenças nos plantios de café, sobretudo na Amazônia, onde é uma região escassa em relação a esse tipo de informação, enfatizamos a necessidade de registros de dados sobre os níveis de problemas sanitários enfrentados por produtores de café nesta parte do país.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Implantou-se a unidade de observação de plantas de café na Fazenda Experimental Mangabeiras do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, IEAA/UFAM, localizado no município de Humaitá-AM. A unidade foi implantada no perímetro urbano de Humaitá, como pode ser observado a partir das seguintes coordenadas geográficas: S 07° 31' 58.1" / W 063° 03' 18.1". No plantio foram utilizados cafeeiros da cultivar BRS Ouro Preto que é uma variedade entre os cruzamentos de 'Conilon' e 'Robusta'.

A lavoura, sem nenhum tipo de adubação, irrigação ou manejo é composta por (10) fileiras, sendo cada uma subdividida em quatro (04) parcelas com seis (06) plantas, no espaçamento de 3m entre linhas e 1m entre plantas, totalizando 240 plantas na área. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições.

Dessa forma, trata-se da avaliação durante a primeira fase do primeiro ano fenológico do café conilon, levando em consideração as condições de sequeiro

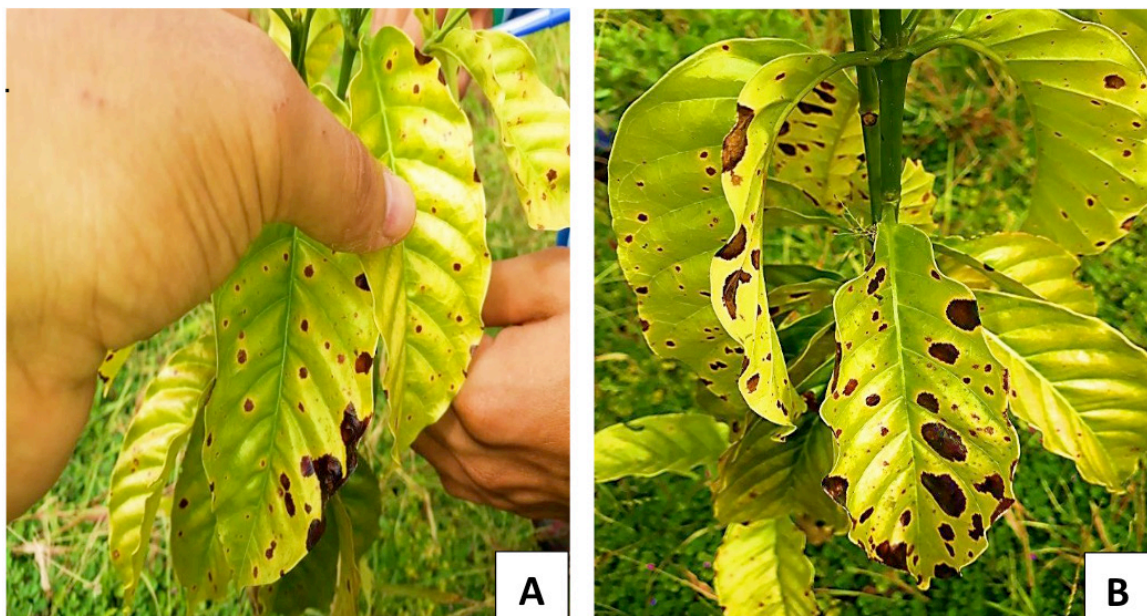
e as condições climáticas presentes da área do presente estudo. Analisaram-se mensalmente durante todo o estudo, dados de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e radiação solar levantado a partir da plataforma (INMET) e são apresentados nos Gráficos (2,3 e 4).

As avaliações foram realizadas mensalmente do dia 26 de setembro 2018 até o dia 26 de junho de 2019, quantificando-se a incidência e a severidade de cercosporiose *Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke do cafeeiro. O nível de incidência foi obtido pela contagem de plantas doentes, através do número e/ou porcentagem de plantas infectadas, sem levar em consideração a quantidade de doença em cada planta ou órgão individualmente. Quanto à análise de severidade de cada doença diagnosticada, a mesma foi determinada mediante observação da porcentagem da área de tecido doente (sintomas e/ou sinais visíveis), através da medição direta utilizando-se acurácia visual, Conforme fórmula:

$$SI = \frac{\text{Números médio de lesões}}{\text{Folículos}} \times \frac{\text{Diâmetro médio das lesões}}{2} \times 3,1416$$

Foram coletadas em campo amostras de tecidos vegetais de café conilon com sintoma para diagnose do fitopatógeno *Cercospora coffeicola*, os procedimentos para identificação do fitopatógeno ocorreram de acordo com rotina pré-estabelecida em conformidade com o Postulado de Koch. Dessa forma, no laboratório de Fitossanidade do IEAA-UFAM, seguiu-se o método de isolamento direto em meio de cultura de Agar Agar (AA), isolamento, Batata-dextrose-agar (BDA); repicagem; e inoculação em tecido sadio para observação do sintoma de cercosporiose obtido na lavoura cafeeira.

Todos os dados obtidos nos levantamentos mensais passaram por procedimento de análise de variância efetuada pela (ANOVA). Os dados passaram ainda por análise pelo procedimento de teste Scott-Knott (1974), para determinar médias para cada mês analisado, tais informações possibilitaram a criação de gráficos e curvas de progresso da doença.



Fonte: Ruan Sobreira de Queiroz

Figura 1. Sintomas de cercosporiose *Cercospora coffeicola* em lavoura cafeeira *Coffea Canephora* em lavoura experimental no município de Humaitá, no sul do Amazonas.

### 3 | RESULTADO

Observou-se alto índice de severidade de cercosporiose em lavoura de café no estado do Amazonas, sendo nos meses de: outubro (0,68%); novembro (1,07%); dezembro (1,49%); janeiro (2,88%); fevereiro (6,34%); março (3,93%); abril (2,74%).

Segundo Junior & Fernandes (2015), há nessa região dois períodos definidos que sofrem pequenas alterações em seu início e fim, e que podem ser definidos da seguinte maneira: de meados de setembro a meados de maio predomina o que é conhecido como “inverno amazônico” onde as temperaturas mínimas e máximas variam entre 22 °C e 28 °C (médias) e 90% da chuva do ano ocorrem, com precipitações que variam conforme a classificação de Koppen entre Aw e Am, entre 2.000 mm e 2.200 mm, respectivamente.

A umidade relativa do ar nesse período é superior aos 70 %. Observa-se que todas as características climáticas (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar) desta parte do país são favoráveis à ocorrência do fitopatogeno *Cercospora Coffeicola*. Segundo Junior & Fernandes (2015) nessas condições, doenças que nas regiões tradicionais não são problema para os agricultores, tornam-se severas, se não manejadas adequadamente. E outras doenças, que são problema nas regiões tradicionais, tornam-se ainda mais difíceis de manejar, dada à inconstância climática e à proximidade de ambientes naturais, os quais precisam de cuidados especiais, no quesito uso de agroquímicos, como o caso da cercosporiose.

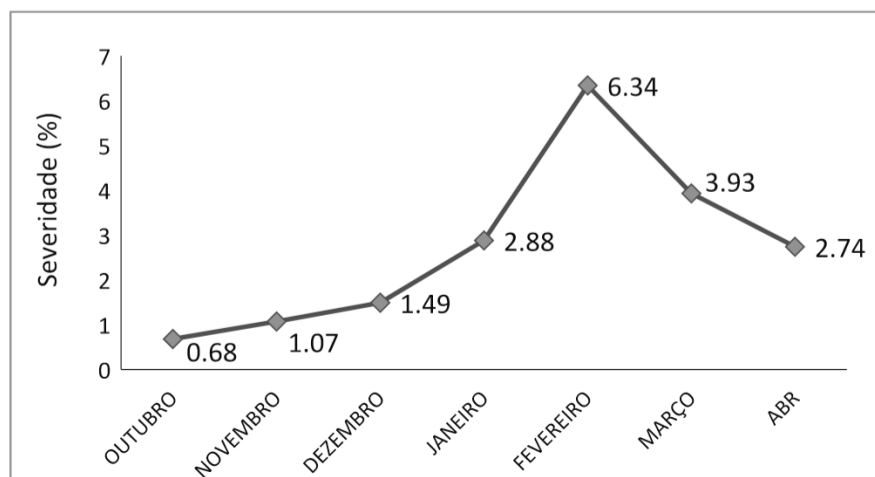


Gráfico 1. Curva de progresso de severidade de *Cercospora coffeicola* Berk & Cook em lavoura de Café Conilon *Coffea canephora* Pierre ex. A Froehner, em Humaitá no Sul do Amazonas.

Levando em perspectiva ainda que os solos Amazônicos são pobres em nutrientes e que a ausência de práticas de adubação adequada aumenta significativamente as altas taxas de incidência e severidade de cercosporiose, associa-se este fator com um dos responsáveis pelos os altos índices de cercosporiose observados na área experimental. Em um contexto histórico no Brasil, a cercosporiose vem sendo responsável por menor produtividade em lavouras mal conduzidas, onde há deficiência e falta de equilíbrio dos nutrientes. Nessas condições, pode ocorrer estresse nutricional e, conseqüentemente, aumento na intensidade da doença (ZAMBOLIM et al., 1997).

Os altos índices de severidade de cercosporiose nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril, estão também relacionados com altas taxas de umidade relativa do ar, temperatura, e precipitação pluviométrica analisada mensalmente no decorrer do estudo, como pode ser observado a partir de dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

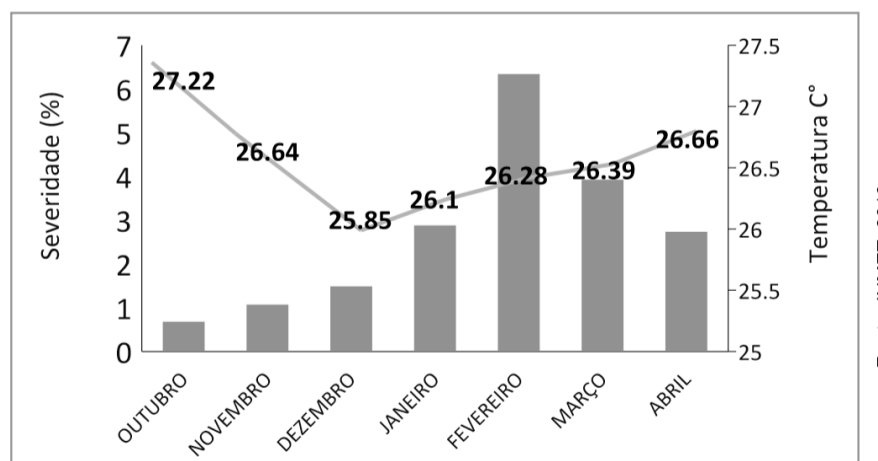


Gráfico 2. Dado climatológico de temperatura e de severidade de cercosporiose em Humaitá, Sul do Amazonas, Brasil.

Fonte: INMET, 2019

Segundo Junior & Fernandes, (2015) a doença é favorecida principalmente pela ocorrência de umidade elevada e temperaturas entre 25 °C e 30 °C. Plantas que apresentam deficiências nutricionais são mais susceptíveis ao ataque do patógeno, em áreas sombreadas na parte da manhã e excessivamente ensolaradas na parte da tarde, no (Gráfico 2) pode-se observar que as médias de temperatura observadas nos meses de levantamento são propícias a uma maior incidência e severidade do fitopatogeno.

Observou--se alto índice de incidência de cercosporiose *Cercospora coffeicola* (Berk. E Cooke) no período de realização do estudo, chegando a uma média final de (99,0%) como pode ser observado na (Tabela 1). Os valores encontrados são alarmantes na região amazônica quando se compara os mesmos, a índices médios de incidência de cercosporiose relatados em outros centros produtores de café do país.

MESES	INCIDÊNCIA (%)
SETEMBRO	92
OUTUBRO	100
NOVEMBRO	100
DEZEMBRO	100
JANEIRO	100
FEVEREIRO	100
MARÇO	100
ABRIL	100
<b>MÉDIA FINAL</b>	<b>99</b>

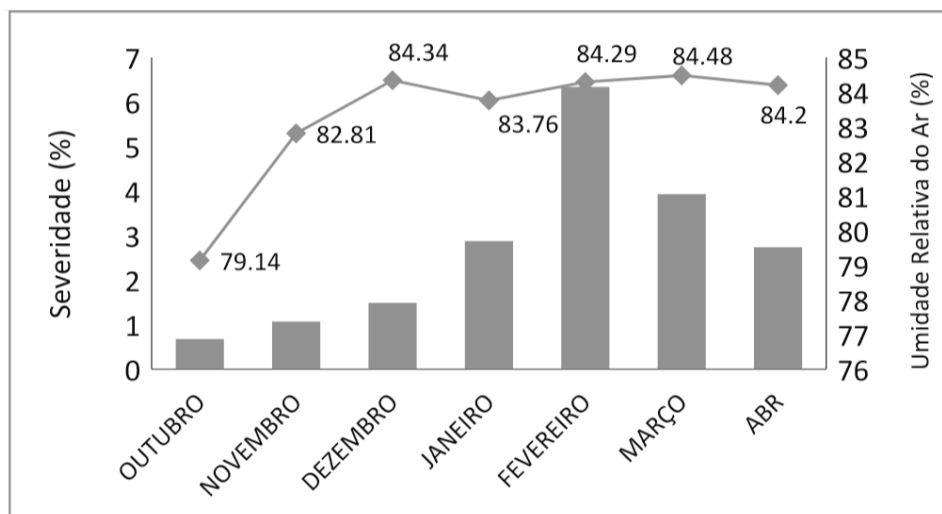
Tabela 1. Incidência de (*Cercospora coffeicola* Berk. E Cooke) em mudas de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner em seu primeiro e segundo ano fenológico, em Humaitá, sul do Amazonas, Brasil

O alto índice do fitopatógeno *C. coffeicola* demonstrado, mostra a agressividade do fungo e vulnerabilidade das mudas de café conilon as condições ambientais desta região no município de Humaitá, AM. Levando em consideração a condução em sequeiro, o experimento encontra-se em condições propícias para o desenvolvimento da doença, o que vai direto às perspectivas do triângulo de doenças em plantas, que faz menção que o ambiente é um dos fatores primordiais para disseminação de fitopatogenos em plantas.

Os índices elevados da doença devem-se à ocorrência de temperaturas médias de 26°C e principalmente ao aumento da umidade relativa do ar para aproximadamente (79 %), resultante de maiores precipitações, o que se pode observar nos (Gráficos 3 e 4).

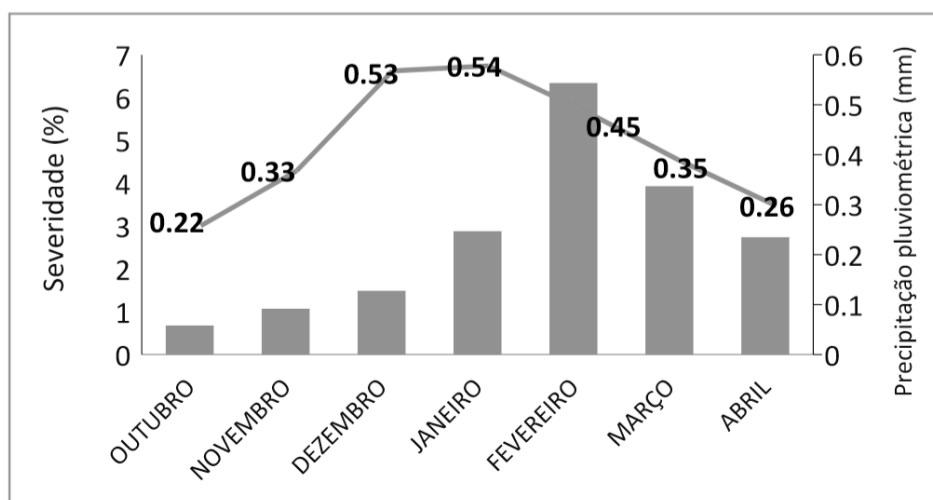
Durante todas as fases fenológicas do cafeeiro, o clima exerce grande influência, principalmente sobre a produtividade, qualidade da bebida, incidência de

pragas e doenças. Segundo Santinato; Fernandes; Fernandes (1996), a umidade relativa do ar adequada para o cafeeiro está na faixa de 70% a 80%, sendo satisfatória na faixa de 50% a 70%. Valores inferiores a 50% podem ocasionar murcha, mesmo com água disponível no solo.



Fonte: INMET, 2019

Gráfico 3. Dado climatológico de umidade relativa do ar e de severidade de cercosporiose em Humaitá, sul do Amazonas, Brasil.



Fonte: INMET, 2019

Gráfico 4. Dado climatológico de precipitação pluviométrica e de severidade de cercosporiose em Humaitá, sul do Amazonas, Brasil.

Fonte: INMET, 2019

No (Gráfico 4) observa-se um crescente considerável nas médias de precipitação pluviométrica nos meses de novembro/2018 a março/2019, e são nestes respectivos meses onde se observa-se os maiores índices de incidência e severidade de cercosporiose na área experimental de café conilon.

Normalmente no Amazonas, a partir do mês de abril, o índice pluviométrico e conseqüentemente a umidade relativa do ar sofrem decréscimo, isso explica a razão da diminuição da severidade a partir de abril/2019 (Gráfico 4), revelando a

dependência do fitopatógeno as condições pluviométricas e de umidade relativa do ar.

## 4 | CONCLUSÕES

As plantas de café conilon oriundas da cultivar BRS Ouro Preto, apresentaram vulnerabilidade ao patógeno *C. coffeicola* em condução de sequeiro, sem prática de adubação, e nas condições ambientais do Sul do Amazonas. Os resultados obtidos demonstram como os fatores: planta, patógeno e ambiente estão intimamente ligados a altas taxas de incidência e severidade de cercosporiose nesta parte do país. Os devidos valores estão atrelados às deficiências nutricionais características dos solos Amazônicos, tendo em vista que as deficiências de nutrientes são um dos fatores importantes para os altos índices de incidência e severidade em outras regiões produtoras de café.

Os fatores climatológicos como: temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica são fatores inerentes junto com as deficiências nutricionais para as altas taxas de incidência e severidade apresentados desta região. Tendo em vista as peculiaridades das condições ambientais da Amazônia, levantar informações como essas, é de suma importância para impulsionar a criação de práticas de manejo fitossanitário mais eficiente, o que está ligado de forma direta ao aumento de taxas de produtividade desta cultura, propiciando assim maiores índices de lucratividade e possibilitando a ascensão do estado do Amazonas a um membro importante no cenário produtivo do ramo cafeeiro no Brasil.

Menciona-se que esse é o primeiro registro de incidência e severidade de cercosporiose em lavoura cafeeira no estado do Amazonas. Sendo assim se torna necessário mais estudos acerca deste fitopatogeno, seu comportamento e seu ciclo de vida nas condições ambientais impostas na Amazônia e mais estudos acerca deste fitopatogeno em relação à produção cafeeira no Amazonas. Levando em perspectiva que as doenças limitam e inviabilizam a produção em grande parte das áreas agricultáveis do estado e levando em perspectiva que o levantamento de severidade é a base inicial de todo e qualquer programa de manejo integrado, devendo ser uma prática rotineira na cafeicultura moderna, independentemente do tamanho da área e da região onde se desenvolve.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, V. L. de; CUNHA, R. L. da; CHALFOUN, S. M. **Manejo das doenças do cafeeiro para a cafeicultura familiar**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 26, p. 86-101, 2005.

CHALFOUN, S. M.; ZAMBOLIM, L. **Ferrugem do cafeeiro**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 42-46, jun. 1985.



INMET - **INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA**. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acessado em: 04 ago 2019.

JÚNIOR, J. R. V. & FERNANDES, C. F. **Doenças do cafeeiro**. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. *Café na Amazônia*. EMBRAPA, ed. 1, p. 85-98, Brasília, 2015.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. Campinas: Arbore Agrícola, 1996. 146p. Divisão Stoller do Brasil.

SOUZA, F. F.; FERRÃO, L. F. V.; CAIXETA, E. T.; SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, A. C. B. **Aspectos gerais da biologia e da diversidade genética de *Coffea canephora***. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. *Café na Amazônia*. EMBRAPA, ed. 1, p. 85-98, Brasília, 2015.

ZAMBOLIM, L., VALE, F. X. R., PEREIRA, A. A., CHAVES, G. M., 1997. **Café (*Coffea arabica* L.), controle de doenças**. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Controle de doenças de plantas: grandes culturas*. Viçosa, MG: UFV, 1997. Vol. 1, p. 83-140.

## CONTAMINANTES NA CULTURA ASSIMBIÓTICA DE *Hibiscus sabdariffa* L. EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE MEIOS NUTRITIVOS E CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE

Data de aceite: 11/03/2020

Data de submissão: 03/12/2019

### Alessandra Carla Guimarães Sobrinho

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação da Rede Bionorte no Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará, Belém – Pará

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/1785362621025680>

### Alberdan Silva Santos

Doutor em Bioquímica pelo Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Professor associado das Faculdades de Química e Biotecnologia da Universidade Federal do Pará, Belém – Pará.

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/5976702134131016>

### Rosana Silva Corpes

Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém – Pará.

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/3492916607882520>

**RESUMO:** *Hibiscus sabdariffa* L., conhecida no Brasil como vinagreira caracteriza-se por ser um arbusto ereto e ramificado que apresentou em estudos recentes uma relevante importância por suas propriedades medicinais, tais como hepatoprotetor, antibacteriano, antioxidante, anti-mutagênico e anti-hipertensivo. No entanto,

apesar de sua grande importância medicinal o método de propagação tradicional da espécie apresenta características indesejadas, pois favorecem a disseminação de pragas tendo por muitas vezes uma baixa taxa de multiplicação. Nesse sentido, considerando a importância de estudos *in vitro* de espécies que apresentem potenciais farmacológicos, este trabalho objetivou avaliar o efeito da contaminação microbiana na propagação *in vitro* de sementes de *H. sabdariffa* em meio MS completo e com a sua concentração de sais reduzida pela metade (1/2 MS), sob diferentes condições de luminosidade. Ao longo de 24 dias de cultivo *in vitro*, avaliou-se o número de sementes contaminadas nos meios citados e de acordo com os resultados obtidos, verificou-se uma alta taxa de contaminação em todos os tratamentos, porém o menor número de sementes contaminadas por fungos foi observado no tratamento que consistia em MS em condições de claro e para bactérias o menor índice de contaminação se deu no meio 1/2 MS nas condições de claro e MS nas condições de escuro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cultura de tecidos vegetais, explante, *Hibiscus*.

**ABSTRACT:** *Hibiscus sabdariffa* L., known in Brazil as a vinagreira characterized by being an upright and branched shrub that

presented in recent studies a relevant importance for its medicinal properties, such as hepatoprotector, antibacterial, antioxidant, antimutagenic and antihypertensive. However, despite its great medicinal importance the traditional propagation method of the species has unwanted characteristics, as they favor the spread of pests often having a low multiplication rate. In this sense, considering the importance of *in vitro* studies of species with pharmacological potentials, the objective this study was evaluate the effect of microbial contamination on the *in vitro* propagation of *H. sabdariffa* seeds in complete MS medium and with the its concentration of halved ( $\frac{1}{2}$  MS) salts concentrate under different luminosity. During 24 days of *in vitro* cultivation, the number of seeds contaminated in the mentioned mediuns was evaluated and according to the results obtained, there was a high contamination rate in all treatments, but the lower number of seeds contaminated by fungi was observed in the treatment consisting of MS under conditions of clear and for bacteria the lowest contamination index occurred in the mean  $\frac{1}{2}$  MS in the conditions of light and MS in dark conditions.

**KEYWORDS:** Culture of plant tissues, explant, Hibiscus.

## 1 | INTRODUÇÃO

A *Hibiscus sabdariffa* L. é conhecida por várias denominações, tais como vinagreira, hibisco, rosela, azedinha, caruru-azedo, quiabo-azedo, entre outras. É uma planta empregada para múltiplos usos, na culinária e medicina popular, devido a suas propriedades biológicas e grande capacidade nutricional, (SOBOTA et al., 2016).

As folhas e os cálices da espécie contêm muitos constituintes químicos, tais como alcaloides, proteínas, lipídeos, carboidratos, fibras,  $\beta$ -caroteno, ácido ascórbico, ácido araquídico, ácido cítrico, ácido málico, ácido tartárico, ácido protocatéquico, ácido hidroxícítrico, ácido clorogênico e seus isômeros, ácido neoclorogênico, ácido criptoclorogênico pectina, quercetina, cálcio, ferro e fósforo (ISMAIL et al., 2008; MAGANHA et al., 2010; KAPEPULA et al., 2017).

Uma das formas de aumentar a produção de espécies ricas em compostos bioativos é através da técnica de cultura assimbiótica ou cultura *in vitro*, na qual se obtém espécies com qualidade genética, nessa técnica a semente é colocada em um frasco contendo um meio de cultura estéril, o qual proporciona a germinação e o crescimento da planta, pois possui todos os nutrientes necessários. Dessa forma, um grande número de mudas pode ser facilmente produzido, crescendo num ambiente controlado de modo artificial e totalmente estéril (STANCATO et al., 2001).

Um dos princípios básicos para o sucesso da cultura *in vitro* é a obtenção e manutenção de culturas assépticas. Isso depende, em parte, de medidas de controle e prevenção da contaminação microbiana (DA SILVA et al., 2003). Em alguns casos, o insucesso na técnica proporciona um ambiente favorável para o

crescimento de microrganismos como bactérias, leveduras e fungos filamentosos. A contaminação estabelece-se no meio de cultura e/ou material vegetal competindo pelos nutrientes, produzindo substâncias tóxicas e inibindo o desenvolvimento do explante, ocasionando, assim, sua perda (PEREIRA et al., 2011).

As contaminações geralmente ocorrem no momento da introdução dos explantes no meio de cultivo, em função da presença de microrganismos endofíticos ou microrganismos que resistam aos procedimentos básicos de desinfestação Londe et al., (2007) e Panicker et al., (2007). Dentre os principais agentes contaminantes estão às bactérias e os fungos de plantas cultivadas *in vitro*. A contaminação por bactérias acontece, geralmente, devido à contaminação endógena dos explantes e plântulas. A contaminação por fungo ocorre em virtude da deficiência na manipulação durante o subcultivo e à presença de esporos no ambiente onde o subcultivo é realizado ou a infestação por ácaros (CARVALHO, 2003).

Para minimizar a contaminação microbiana, inúmeros protocolos de esterilização são apresentados por diversos autores. Estes relatam o uso de substâncias como o etanol, desinfestante mais empregado, devido à ação germicida, o etanol tem ação surfactante e facilita a ação de outros produtos sendo utilizado em concentrações de 70 a 80%. Dentre as várias substâncias germicidas a base de cloro, utilizadas para desinfestação de explantes, as mais comuns são o hipoclorito de sódio. Outras substâncias têm sido adicionadas ao meio de cultivo a exemplo de reguladores de crescimento, antibióticos e fungicidas, na tentativa de minimizar o problema (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998).

Considerando a importância do cultivo *in vitro* da espécie *H. sabdariffa*, principalmente relacionados à produção de mudas com potencial de produção de compostos bioativos e à conservação da espécie, este trabalho objetivou avaliar o efeito da contaminação na propagação *in vitro* de *H. sabdariffa*.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material vegetal

Foram utilizadas sementes da espécie *Hibiscus sabdariffa* L. obtidas a partir de cápsulas maduras coletadas na Vila de Pau D'Arco município de Santa Bárbara do Pará, estando a matriz localizada na área com as seguintes coordenadas geográficas S: 1° 15' 3,88"; O: 48° 16' 36,8, com registro de atividades de acesso ao Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) sob número AF05B99. Após a colheita, as sementes foram transportadas até o Laboratório de Investigação Sistemática em Biotecnologia e Biodiversidade Molecular (LabISisBio.), localizado na Rua Augusto Correa, 01, Guamá, 66075-110 Belém, PA, da Universidade Federal do Pará. Antes de serem inoculadas no meio de cultivo essas sementes

foram submetidas a um processo de a um pré tratamento de desinfestação.

## 2.2 Desinfestação das sementes

As sementes foram classificadas de acordo com seu grau de maturação e foi feita uma pré-assepsia nas mesmas que consistiu em lavagens destas com água estéril e Tween 80, em seguida, as sementes foram manipuladas em câmara de fluxo laminar onde foram imersas em etanol a 70% (v/v) por um minuto, em seguida houve a imersão em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (v/v) por 15 minutos, seguido de 5 lavagens com água destilada estéril.

## 2.3 Meio de cultura para inoculação das sementes

As sementes foram inoculadas em meio MS (MURASHIGE; SCOOG, 1962); e em meio  $\frac{1}{2}$  MS, ou seja, com metade da concentração dos sais do meio MS. Cada meio foi distribuído em 50 tubos de ensaio de 20 ml totalizando 100 tubos de ensaio. Cada parcela foi representada por uma semente por tubo, após a inoculação, os tubos contendo as sementes foram submetidos sob condições de luz (no claro) e escuro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas, com a presença/ausência de luz constituindo as parcelas principais e, nas sub parcelas, sendo alocados os fatores meios de cultura completo e reduzido. Os tubos contendo as sementes foram conservados em ambiente claro e escuro por 24 dias. As condições de temperatura e luminosidade foram as do ambiente do laboratório de Investigação Sistemática em Biotecnologia e Biodiversidade Molecular (LabISisBio.) da Universidade Federal do Pará.

## 2.4 Análise de resultados

Cada tratamento foi analisado separadamente e diariamente por 24 dias. Para isso foi quantificado o número de explantes (sementes) contaminados por bactéria e/ou fungo nas diferentes concentrações de sais no respectivo meio nutritivo e condição de luminosidade.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando o meio nutritivo é sólido, fungos e bactérias possuem características próprias e distintas entre si. As bactérias se expandem em velocidades mais lentas que as dos fungos e geralmente as colônias formadas são espalhadas ou formadas ao longo dos locais inoculados. As hifas da maioria dos fungos filamentosos se espalham rapidamente na superfície do meio ou dentro dele e formam facilmente colônias visíveis (TALBOT et al., 1993). Estes microrganismos competem com

os explantes por nutrientes do meio de cultura podendo provocar danos diretos e indiretos pela colonização de seus tecidos (MONTARROYOS, 2000).

Neste trabalho observou-se a contaminação microbiana na propagação *in vitro* de sementes de *H. sabdariffa* verificando a presença de fungos e bactérias (Figura 1) para as diferentes concentrações de meios nutritivos utilizados e condições de luminosidade.

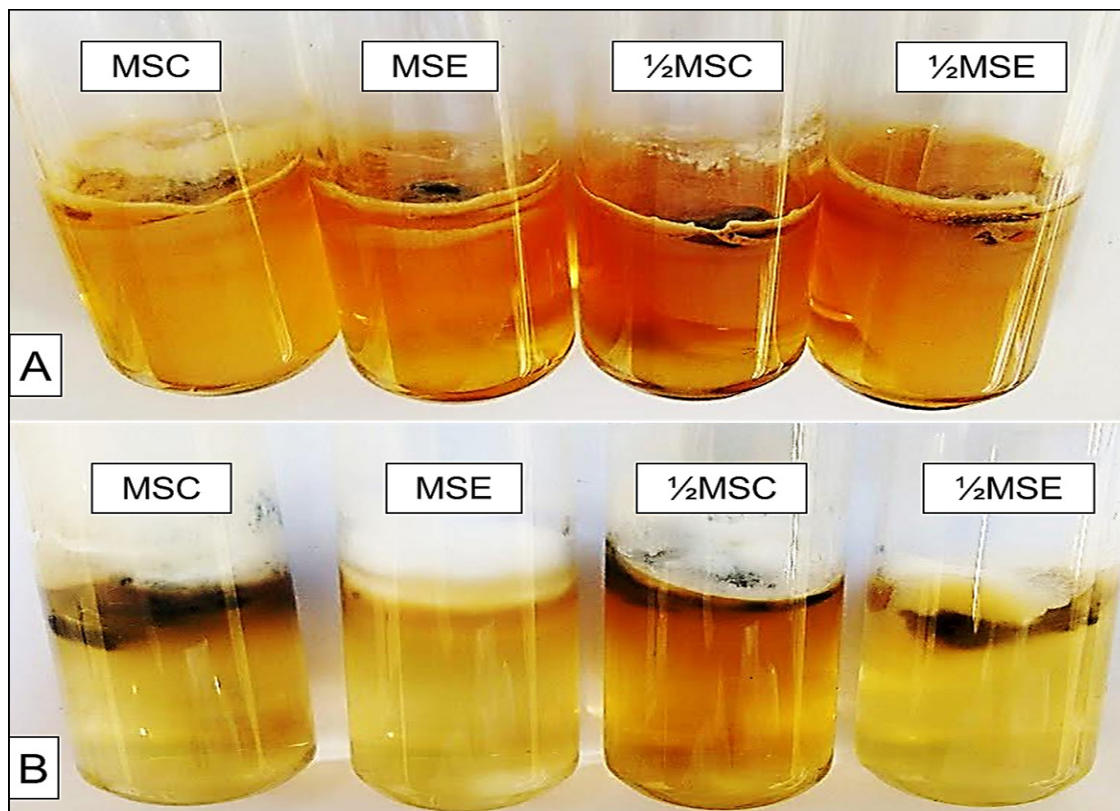


Figura 1: Contaminação por bactérias (A) e ou fungos (B) com diferentes concentrações de sais no meio nutritivo (MS e 1/2 MS) e diferentes condições de luminosidade (C – Claro; E – Escuro), após 24 dias de cultivo *in vitro* de sementes de *Hibiscus sabdariffa* L.

Fonte: Sobrinho et al., (2019)

A contaminação por fungos e bactérias ocorreu em todos os tratamentos. Segundo Fagundes et al., (2012) problemas de contaminação em cultura de tecidos de plantas são causados por técnicas de assepsia insuficientes. O crescimento microbiano se deve a esterilização inadequada e procedimentos inadequados. A contaminação na cultura de tecidos é algo que pode ocorrer devido a uma série de fatores não sendo universal o motivo exato para que tal contaminação ocorra, neste sentido faz-se necessário a perfeição em cada etapa, o que leva a reduzir a ameaça de contaminação no tecido vegetal (ODUTAYO et al., 2007).

Na Figura 2 abaixo observa-se que a contaminação por fungos ocorreu em maior escala. Embora a contaminação por fungos possa ter impedido a visualização do crescimento associado com bactérias isso não prejudicou as ponderações finais.

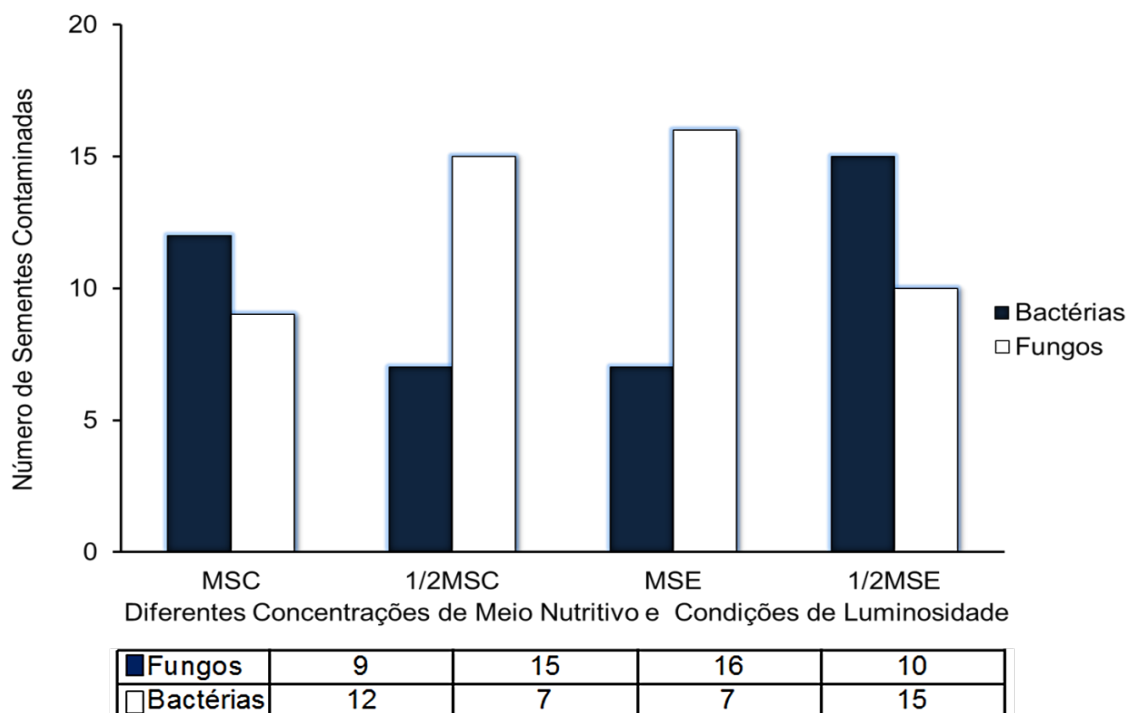


Figura 2: Número total de contaminações de sementes de *Hibiscus sabdariffa* L. submetidos à diferentes com diferentes concentrações de sais no meio nutritivo (MS e 1/2 MS) e diferentes condições de luminosidade (C– Claro; E– Escuro), após 24 dias de cultivo *in vitro*.

Fonte: Sobrinho et al., (2019)

Dentre as contaminações analisadas, o tratamento que apresentou o maior número de sementes contaminadas por fungos foi o MS completo nas condições de escuro apresentando 16 sementes contaminadas. Para as contaminações ocasionadas por bactérias foi observado que o tratamento de 1/2 MS nas condições de escuro evidenciou um maior número de sementes contaminadas totalizando 15 sementes. A menor número de sementes contaminadas por fungos foi observado no tratamento MS completo nas condições de claro e para as bactérias os tratamentos 1/2 MS nas condições de claro e MS completo nas condições de escuro foram os que apresentaram menores valores de contaminação de sementes apresentado 7 sementes contaminadas cada.

Os resultados evidenciam que os meios de cultura completos foram os mais favoráveis para a esporulação de fungos, pois apresentam maior quantidade nutricional e de carboidratos, que estimulam a reprodução de diversos fungos (SILVA; TEIXEIRA, 2012). Como observado à concentração completa de meio pode ter favorecido a esporulação de fungos, mas de acordo com Nozaki et al. (2004), nem sempre as condições que favorecem o crescimento são as mesmas para esporulação, pois a luz também exerce efeito direto sobre os fungos, induzindo ou inibindo a formação de estruturas reprodutivas.

Diante dos resultados apresentados, torna-se necessário a elaboração de tratamentos mais eficazes para a desinfestação de sementes de *H. sabdariffa*, pois,

segundo Oliveira et al., (2013) o pré-tratamento de controle fitossanitário através da aplicação de fungicidas e bactericidas é de extrema importância sendo uma alternativa eficaz para a redução da contaminação no cultivo *in vitro*, e para Cruz et al., (2009) a utilização de explantes provenientes de ambientes controlados ao invés de se coletar em campo, facilitaria a descontaminação e sugerem o cultivo da planta matriz em condições controladas, como câmara incubadora ou em casa de vegetação.

#### 4 | CONCLUSÕES

Este trabalho evidenciou alguns problemas que ocorrem durante cultura assimbiótica de sementes de *H.sabadariffa* tais como as contaminações por microorganismos, permitindo observar o comportamento da espécie em diferentes condições experimentais. Os contaminantes são uma preocupação séria na cultura simbiótica, pois a presença de contaminantes na cultura afeta diretamente o crescimento de plântulas *in vitro*, assim o máximo cuidado em cada etapa pode levar ao sucesso da cultura.

Nesse sentido, é necessário o estabelecimento de um protocolo de assepsia eficiente para a espécie de forma a otimizar o processo de cultivo da espécie visando estabelecer condições ideais de crescimento e multiplicação desta planta, pois trata-se de uma espécie que possui compostos bioativos de interesses farmacológico, logo a cultura de tecidos torna-se uma ferramenta biotecnológica importante para a otimização da produção dessa espécie de grande valor medicinal, garantindo a produção regular e em larga escala em menor tempo.

#### REFERÊNCIAS

CRUZ, M.A.L.; SILVA, A.D.C.; VEIGA, C.F.M.; SILVEIRA, V. **Biofábricas para produção de mudas por micropropagação: estratégia para o aumento da produtividade de cana-de-açúcar no Rio de Janeiro**. Revista Científica Internacional, v. 2, n.5, 2009.

DA SILVA, J.A.T.; NHUT, D.T.; TANAKA, M.; FUKAI, S. **The effect of antibiotics on the in vitro growth response of chrysanthemum and tobacco stem transverse thin cell layers (tTCLs)**. Scientia Horticulturae (Amsterdam), v.97, n.3-4, p.397-410, 2003.

FAGUNDES, L. S.; BERNARDY, K.; KOEFENDER, J. ; GOLLE, D. P. **Estudo preliminar do estabelecimento *in vitro* de (Campomanesia guazumifolia [Cambess.] O. Berg) – Myrtaceae**. In: XVII Seminário Institucional de Ensino Pesquisa e extensão, XV Mostra de Iniciação Científica X Mostra de Extensão, Cruz Alta. Anais... Cruz Alta: Unicruz, .p 2-3, 2012.

ISMAIL, A.; IKARAM, E.H.K.; NAZRI, H.S.M. **Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Seeds – Nutritional Composition, Protein Quality and Health Benefits Amin**. Food Global Science Books, v. 1, p. 1-16, 2008.

KAPEPULA, P.M.; KABAMBA NGOMBE, N.; TSHISEKEDI TSHIBANGU, P.; TSUMBU, C.; FRANCK,



- T.; MOUITHYS-MICKALAD, A.; MUMBA, D.; TSHALA-KATUMBAY, D.; SERTEYN, D.; TITS, M.; ANGENOT, L.; KALENDA, P.D.T.; FRÉDÉRICH, M. **Comparison of metabolic profiles and bioactivities of the leaves of three edible Congolese Hibiscus species**. Natural Product Research, v.31, n.24, p.2885-2892, 2017.
- LONDE, L.N.; DE SOUSA, C.S.; VIEIRA, C.U.; BONETTI, A.M.; KERR, W.E. **Efeito do benomyl e identificação de fitopatógenos em meio MS para controle da contaminação na micropropagação de *Anacardium humile* (Anacardiaceae)**. Bioscience Journal, v.23, n. 3, p. 94-100, 2007.
- MAGANHA, E.G.; HALMENSCHLAGER, R. DA C.; ROSA, R.M.; HENRIQUES, J.A.P.; RAMOS, A.L.L. DE P.; SAFFI, J. **Pharmacological evidences for the extracts and secondary metabolites from plants of the genus Hibiscus**. Food Chemistry, v. 118, n.1, p. 1-10, 2010.
- MONTARROYOS, A.V.V. **Contaminação *in vitro***. ABCTP Notícias, Brasília, n.36 e 37, p.5-10, 2000.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. **A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures**. Physiologia plantarum, Copenhagen, v. 15, p. 473-497, 1962.
- NOZAKI, M. H.; CAMARGO, M. E.; BARRETO, M. **Caracterização de *Diaporthe citri* em diferentes meios de cultura, condições de temperatura e luminosidade**. Fitopatologia Brasileira, v.29 p. 429-432, 2004.
- ODUTAYO, O.I.; AMUSA, N.A.; OKUTADE, O.O.; OGUNSANWO, Y.R. **Sources of microbial contamination in tissue culture laboratories in southwestern Nigeria**. African Journal of Agricultural Research, v. 2, p.67-72, 2007.
- OLIVEIRA, L.S.; DIAS, P.C.; BRONDANI, G.E. **Micropropagação de espécies florestais brasileiras**. Pesquisa Florestal Brasileira, v.33, p.439-453, 2013.
- PANICKER, B.; THOMAS, P.; JANAKIRAM, T.; VENUGOPALAN, R.; NARAYANAPPA, S.B. **Influence of cytokinin levels on *in vitro* propagation of shy suckering chrysanthemum 'Arka Swarna' and activation of endophytic bactéria**. In vitro cellular and developmental biology - Plant, v.43, n.6, p.614-622, 2007.
- PEREIRA, G.A.; CORRÊA, L.S.; BOLIANI, A.C. **Desinfestação e estabelecimento in vitro de explantes de bananeira 'Grande Naine' em diferentes concentrações de hipoclorito de sódio**. Revista Brasileira de Fruticultura, p. 222-226, 2011.
- SILVA, J.L.; TEIXEIRA, R.N.V. **Esporulação e crescimento micelial de *Fusarium solani* em diferentes meios de cultura e regimes de luminosidade**. Revista Agro@mbiente On-line, Boa vista, v.6, n.1, p.47-52, 2012.
- SOBOTA, J.D.F.; PINHO, M.G.; OLIVEIRA, V.B. **Perfil físico-químico e atividade antioxidante do cálice da espécie *Hibiscus sabdariffa* L. a partir do extrato aquoso e alcoólico obtidos por infusão e decocto**. Revista Fitos, v.10, n.1, p. 33-46, 2016.
- STANCATO, G.C.; BEMELMANS, P.F.; VEGRO, C.C.L.R. **Produção de mudas de Orquídeas a partir de sementes in vitro e sua viabilidade econômica: estudo de caso**. Ornamental Horticulture, v.7, n.1, p.25-33, 2001.
- TALBOT, N.J.; EBBOLE, D.J.; HAMER, J.E. **Identification and characterization of MPG1, a gene involved in pathogenicity from the rice blast fungus *Magnaporthe grisea***. Plant Cell, v.5, n.11, p.1575-90, 1993.

## CONTROLE QUÍMICO E HIDROTÉRMICO DA PODRIDÃO PEDUNCULAR (FUSARIUM SP.) EM MAMÕES DO GRUPO PAPAYA

Data de aceite: 11/03/2020

Data de submissão: 02/12/2019

### Frank Magno da Costa

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, Professor Adjunto IV do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Piauí, *Campus* Professor Alexandre Alves de Oliveira, Parnaíba, Piauí. E-mail: frank@phb.uespi.br. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9239007050827031>

### Hamylson Araujo Peres

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual do Piauí. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7736165462057256>

### Izaías Araújo de Oliveira

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Piauí. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6610101802373798>.

**RESUMO:** O presente trabalho objetivou avaliar a eficiência de tratamentos hidrotérmicos e químico no controle da podridão peduncular em frutos de mamoeiro do grupo Papaya, comercializados no mercado local do município de Parnaíba, Piauí. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (D.I.C.) em esquema fatorial, 3x5+2 (3 temperaturas x 5 tempos + 2 (tratamento químico e testemunha)) e 5 repetições. Os tratamentos hidrotérmicos consistiram na imersão dos frutos em água a 45°C, 50°C, 55°C, durante 0, 5, 10, 15 e

20 minutos. No tratamento químico os frutos foram imersos por 0 minutos com fungicida difenoconazol. Os frutos foram avaliados após 5 dias quanto a severidade da doença de acordo com uma escala diagramática. De modo geral os tratamentos hidrotérmicos a 45°C (10, 15 minutos), 50°C (10, 15, 20 minutos) e 55°C (5, 10, 15, 20 minutos), mostraram eficiência no controle da podridão peduncular, apesar dos frutos submetidos aos esses tratamentos hidrotérmicos nas temperaturas 50°C (10, 15, 20 minutos) e 55°C (5, 10, 15, 20 minutos) terem apresentado injúrias na epiderme dos frutos comprometendo a comercialização dos mesmos. Não houve efeito do controle hidrotérmico na severidade da doença durante as temperaturas e tempos de 45°C (0 e 5 minutos) e 55°C (0 minuto). O tratamento hidrotérmico mostrou-se uma alternativa ao controle da podridão peduncular em mamão por *Fusarium* sp., porém há uma dificuldade em estabelecer o binômio temperatura-tempo de exposição que melhor garanta a sanidade e integridade física e estética do fruto sem comprometer seu valor comercial.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Carica papaya* L. Doença de pós-colheita. Tratamento alternativo.

CHEMICAL AND HYDROTHERMAL  
CONTROL OF PEDUNCULAR ROT

**ABSTRACT:** The present work objectified evaluate the efficiency of hydrothermal and chemical treatments in the control of peduncular rot in papaya group fruits, sold in the local market of Parnaíba, Piauí. The experimental design was completely randomized (D.I.C.) in a factorial scheme, 3x5 + 2 (3 temperatures x 5 times + 2 (chemical treatment and control)) and 5 replications. Hydrothermal treatments consisted of immersing the fruits in water at 45 ° C, 50 ° C, 55 ° C for 0, 5, 10, 15 and 20 minutes. In the chemical treatment the fruits were immersed for 0 minutes with diphenconazole fungicide. Fruits were evaluated after 5 days for disease severity according to a diagrammatic scale. In general, hydrothermal treatments at 45 ° C (10, 15 minutes), 50 ° C (10, 15, 20 minutes) and 55 ° C (5, 10, 15, 20 minutes) showed efficiency in controlling peduncular rot, although fruits submitted to these hydrothermal treatments at temperatures 50 ° C (10, 15, 20 minutes) and 55 ° C (5, 10, 15, 20 minutes) presented injuries to the epidermis of the fruits, compromising their commercialization. There was no effect of hydrothermal control on disease severity during temperatures and times of 45 ° C (0 and 5 minutes) and 55 ° C (0 minutes). Hydrothermal treatment has proved to be an alternative to Fusarium sp. Control of papaya rot in papaya, but there is a difficulty in establishing the temperature-exposure time binomial that best guarantees the health and physical and aesthetic integrity of the fruit without compromising its commercial value. .

**KEYWORDS:** *Carica papaya* L. Postharvest disease. Alternative treatment.

## 1 | INTRODUÇÃO:

A cultura do mamoeiro é acometida por diversas doenças que não afetam somente a planta, mas também seus frutos, deixando-os impróprios para a comercialização. Perdas de frutos por doenças causadas por fungos representam 40%, das quais se destacam a Antracnose (53%), *Phytophthora palmivora* Butt (27%) e *Oidium caricae* Noack (20%) (COSTA et al., 2011). Algumas dessas doenças iniciam com a infecção no campo como infecções latentes, ou seja, sem sintomas. Durante as fases de pós-colheita, os sintomas se tornam perceptíveis, como por exemplo, a Antracnose, onde os sintomas surgem após o transporte para os mercados consumidores (DANTAS et al., 2004; TATAGIBA et al., 2002).

As perdas em pós-colheita representam um problema sério dentro da cadeia produtiva. Destacam-se as podridões de pós-colheita causadas principalmente por bactérias e fungos. Dentre as doenças de pós-colheita do mamão, a podridão peduncular merece destaque, podendo ser ocasionada pelos fungos *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium* spp., *Phoma caricae-papayae*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Phomopsis caricae-papayae*, *Rhizopus stolonifer*, *Phytophthora palmivora* e *Pestalotia* sp. (DANTAS et al., 2003).

O emprego do tratamento químico para doenças fúngicas é uma prática rotineira, no entanto o surgimento de patógenos resistentes e a presença de resíduos químicos nos alimentos impulsionam a busca por outros tratamentos alternativos ou que aliados ao tratamento químico potencializam sua eficiência no controle, tais como a refrigeração, tratamento térmico, radiação, atmosfera controlada e modificada (ZAMBOLIM et al., 2002).

A termoterapia é um tratamento eficiente na erradicação ou enfraquecimento do patógeno, além de manter os frutos livres de resíduos químicos e mitigar as desordens fisiológicas durante as fases de armazenamento (BRITO et al., 2008). Frutos de mamão submetidos à imersão em água a 48°C por 20 minutos associados com ceras e fungicidas permitem a redução das perdas de pós-colheita em decorrência das podridões pedunculares (OLIVEIRA e SANTOS FILHO, 2004).

Há vários fungicidas registrados para a cultura do mamoeiro pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), como por exemplo o Tiabendazol para o controle de *Fusarium* em pós-colheita (SYNGENTA, 2003). Os inibidores de biossíntese de esteróis têm mostrado sua eficiência no controle de antracoses em diversos frutos (SPONHOLZ et al., 2004). No entanto, as preocupações com aplicações rotineiras de fungicidas, o surgimento de patógenos resistentes aos princípios ativos e acúmulo de resíduos nos frutos tem levado a procura de métodos alternativos ou aliados ao químico. Dessa forma, esse trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência dos tratamentos hidrotérmico e químico no controle da podridão peduncular em frutos de mamão pertencentes ao grupo papaya comercializados no mercado local no município de Parnaíba, Piauí.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS:

### 2.1 Isolamento dos fungos

O fungo do gênero *Fusarium* sp. foi obtido a partir de cinco frutos de mamoeiro. O isolamento do fungo se deu a partir das lesões presentes na superfície do pedúnculo dos frutos. A cultura pura de *Fusarium* sp. foi isolada em meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar) estéril, incubado em BOD (Biochemistry Demand Oxygen) a  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ , em fotoperíodo de 12 horas (12 horas de luz/12 horas de escuro).

### 2.2 Inoculação dos frutos

Após a obtenção da cultura pura de *Fusarium* sp., esse foi inoculado em 85 frutos que foram submetidos aos tratamentos hidrotérmico e químico. Os frutos antes de serem inoculados, passaram por processo de desinfestação em hipoclorito, na proporção de 1:3, por três minutos e em água destilada esterilizada por dois minutos, posteriormente foram secos ao ar. Após a desinfestação e secagem, os

frutos foram cortados na região peduncular onde se depositou um disco micelial de cinco milímetros retirado das bordas das placas de cultura pura de *Fusarium* sp. Em seguida, os frutos já inoculados, foram submetidos à câmara úmida por 48 horas a 25°C±2. Transcorrido o período de incubação, os mamões inoculados foram submetidos aos tratamentos hidrotérmicos e químico.

### 2.3 Aplicação dos tratamentos

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 17 tratamentos e cinco repetições, cada repetição era constituída por um mamão inoculado, em esquema fatorial 3 x 5 + 2 (3 temperaturas x 5 tempos + 2 (tratamento químico e testemunha)).

O tratamento hidrotérmico foi realizado em banho-maria, marca FANEM, modelo MOD-100, o monitoramento das temperaturas foi realizado com auxílio de termômetro de mercúrio. Utilizou-se 75 frutos inoculados, imergindo apenas sua região peduncular em água aquecida em três temperaturas (45, 50 e 55° C) durante os tempos de 0, 5, 10, 15 e 20 minutos.

O tratamento químico (Difenoconazol) se deu pela imersão da região peduncular dos mamões inoculados no fungicida na dosagem de 0,6 ml em dois litros de água durante zero minuto. O tratamento testemunha foi constituído somente por frutos inoculados, não sendo imersos em nenhuma solução fungicida ou água aquecida. Os tratamentos se constituíram de acordo com a Tabela 1.

Tratamentos	Temperatura (°C)	Tempo de exposição (min)
1		0
2		5
3	45	10
4		15
5		20
6		0
7		5
8	50	10
9		15
10		20
11		0
12		5
13	55	10
14		15
15		20
16 (Difenoconazol)	---	---
17 (Testemunha)	---	---

Tabela 1 Croqui experimental dos tratamentos, contendo as temperaturas em °C e os tempos de exposição em minutos, os quais foram submetidos os frutos inoculados.

## 2.4 Avaliação do efeito dos tratamentos

Cinco dias após a aplicação dos tratamentos, o efeito desses sobre a severidade da doença foi analisado com o auxílio de uma escala diagramática adaptada por Nery-Silva et al., (2007), onde se atribuiu as seguintes notas: 1 – Ausência de sintomas da podridão peduncular; 2 – Presença de pequenas pontuações (até 3 mm), aquosas superficiais na região do pedúnculo; 3 – Presença de lesões aquosas ou mumificadas, não coalescentes, abrangendo maior área em torno do pedúnculo; 4 – Presença de lesões coalescentes, com aspecto translúcido ou mumificado, limitando-se à região peduncular e 5 – Lesões semelhantes às descritas para a nota 4, abrangendo maior extensão da polpa do fruto, podendo chegar até a cavidade das sementes.

## 2.5 Análises estatísticas

Os dados obtidos nas avaliações foram transformados em  $\sqrt{x}$ , e submetidos ao teste F de Snedcor da ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do *Software* ASSiSTAT versão Beta 7.7 (SILVA e AZEVEDO, 2002).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Os tratamentos 3, 4, 8, 9, 10, 12, 13, 14 e 15 mostraram-se estatisticamente eficientes no controle da podridão peduncular quando comparados aos demais tratamentos (Tabela 2). No entanto, as temperaturas de 50 e 55° C ocasionou nesses tratamentos alterações na cor da epiderme dos frutos, deixando-os escurecidos, e também alterações na polpa, diminuindo sua firmeza (dados não mostrados). Tais efeitos tornam os frutos inviáveis para a comercialização.

A imersão de frutos em água aquecida a 50 ou 55°C por um período de 10 minutos, é considerado como método padrão para controle de doenças de pós-colheita de várias doenças fúngicas (Brito et al., 2008). Os resultados obtidos nesse estudo corroboram com a literatura supracitada, pois os tratamentos testados nessas faixas de temperatura e período de exposição foram os que melhor controlaram a podridão peduncular do mamão (Tabela 2).

Os tratamentos hidrotérmicos 5, 6 e 7 não diferiram estatisticamente do tratamento 16 (químico) na eficiência do controle da podridão peduncular (Tabela 2). Ainda os mesmos tratamentos também mostraram-se eficientes ao garantir a

integridade estética dos frutos, pois não houve escurecimento dos frutos, ressaltando assim que esses tratamentos podem ser eficientes no controle da podridão peduncular sem comprometer o valor comercial dos frutos.

Os tratamentos 1, 2 e 11 não diferiram estatisticamente do tratamento 17 (testemunha) quanto à eficiência do controle da podridão peduncular (Tabela 2). A ineficiência do controle da podridão radicular por tratamentos entre 20 a 25°C já foi relatada por Nery-Silva et al., (2007). Kechinski et al., (2007) também evidenciou a ineficiência do controle da podridão peduncular em mamão ao submeter os frutos a 45°C por 1 minuto.

Tratamentos	Notas de acordo com a escala diagramática	
1 (45°C/0 minuto)	1,65	a
2 (45°C/5 minutos)	1,71	a
3 (45°C/10 minutos)	1,00	c
4 (45°C/15 minutos)	1,00	c
5 (45°C/20 minutos)	1,39	b
6 (50°C/0 minuto)	1,45	b
7 (50°C/5 minutos)	1,42	b
8 (50°C/10 minutos)	1,00	c
9 (50°C/15 minutos)	1,00	c
10 (50°C/20 minutos)	1,08	c
11 (55°C/0 minuto)	1,74	a
12 (55°C/5 minutos)	1,14	c
13 (55°C/10 minutos)	1,20	c
14 (55°C/15 minutos)	1,08	c
15 (55°C/20 minutos)	1,14	c
16 (Difenoconazol)	1,36	b
17 (Testemunha)	1,99	a

Tabela 2 Severidade da podridão mole por *Fusarium* sp. em frutos de mamão Papaya submetidos aos diferentes tratamentos.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Inicialmente observou-se um escurecimento parcial dos frutos submetidos aos tratamentos 9, 10 e 12 (dados não mostrados). Houve um aumento no escurecimento dos frutos submetidos aos tratamentos 13, 14 e 15 (Dados não mostrados). Resultados semelhantes foram encontrados por Sponholz et al., (2004) e Moraes et al., (2005), o quais observaram que na medida que elevavam a temperatura, as lesões ocasionadas por antracnose não progrediam, no entanto as elevadas temperaturas associadas com o aumento do tempo de exposição ocasionavam deformações na epiderme dos frutos.

Alterações na coloração da epiderme de frutos submetidas aos tratamentos hidrotérmicos já foi descrita por Brito et al., (2009). Segundo o mesmo, a exposição dos frutos a elevadas temperaturas provocam o escurecimento e sua intensidade

é dependente da intensidade e duração do tratamento, variedade e do estágio de maturação, o que de fato foi observado nesse estudo. O escurecimento dos mamões foi decorrente da intensidade da temperatura e do tempo de exposição o qual os frutos foram submetidos.

#### 4 | CONCLUSÃO:

Os tratamentos hidrotérmicos mostraram-se como uma alternativa promissora para o controle da podridão peduncular causada por *Fusarium* sp. em frutos de mamoeiro, no entanto, ainda há dificuldades em encontrar um binômio Temperatura-Tempo de exposição, que melhor garanta a sanidade dos frutos e sua integridade física e estética, assegurando assim o valor comercial dos frutos.

#### REFERÊNCIAS

BRITO, C. H.; COSTA, N.P.; LUNA BATISTA, J.; NASCIMENTO, L. C.; OLIVEIRA, H.D.; BARRETO, E. S.; Termoterapia para o controle de patógenos em pós-colheita em frutas de cajazeira. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 19-23, 2008.

BRITO, C. H.; LOPES, E. B.; ALBUQUERQUE, I. C.; LUNA BATISTA, J.; SILVA, A. B. Uso do tratamento térmico no controle de mosca-das-frutas. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 1, p. 29-36, 2009.

COSTA, L. C.; RIBEIRO, W. S.; ALMEIDA, E. I. B.; CARNEIRO, G. G.; BARBOSA, J. A. Procedência, qualidade e perdas pós-colheita de mamão 'Havai' no mercado atacadista da empresa de Campina Grande-PB. **Revista Agropecuária Técnica**- v. 32, n.1, 2011.

DANTAS, S. A. F.; OLIVEIRA, S. M. A.; NETO, E. B.; COELHO, R. S. B.; SILVA, R. L. X. Indutores de resistência na proteção do mamão contra podridões pós-colheita. **Summa phytopathologica**, v. 30, p. 314-319, 2004.

DANTAS, S. A. F.; OLIVEIRA, S. M. S.; MICHEREFF, S. J.; NASCIMENTO, L. C.; GURGEL, L. M. S.; PESSOA, W. R. L. S. Doenças fúngicas Pós-colheita em Mamões e Laranjas comercializados na central de Abastecimento do Recife. **Fitopatologia Brasileira** v. 28 n. 5, p. 528-533, 2003.

KECHINSK, C. P.; MARCZAK, L. D. F.; NORENA, C. Z.; BENDER, R. J. Avaliação do uso de ozônio sobre a conservação do mamão papaia (*Caricacarpaya* L.) cultivar solo variedade golden. **Seminário de Pós-Graduação em Engenharia Química (Anais)**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2007.

MORAES, W. S.; ZAMBOLIM, L.; LIMA, J. D.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. Termoterapia de Banana 'Prata-Anã' no Controle de Podridões em Pós-Colheita. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 6, p. 603-608, 2005.

NERY-SILVA, F. A.; CRUZ MACHADO, J.; RESENDE, M. L. V.; OLIVEIRA LIMA, J. C. Metodologia de inoculação de fungos causadores da podridão peduncular em mamão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1374-1379, 2007.

OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS FILHO, H. P. **Mamão em foco**: Podridões pedunculares. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Setembro, 2004.



SILVA, F. A. S. E. e AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SPONHOLZ, C.; BATISTA, U. G.; ZAMBOLIN, L.; SALOMÃO, L. C. C.; CARDOSO, A. A. Efeito do tratamento hidrotérmico e químico de frutos de banana 'Prata' no controle da antracnose em pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 480-485, 2004.

SYNGENTA PROTEÇÃO DE CULTIVOS LTDA. Guia de produtos 2013. Disponível em:<http://www.servicos.syngenta.com.br/produtos> Acesso em 7 de março de 2014.

TATAGIBA, J. S.; LIBERATO, J. R.; ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A.; COSTA, H. Controle e condições climáticas favoráveis à antracnose do mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira** v. 27 n.2, p.186-192, 2002.

ZAMBOLIM, L. Controle integrado de doenças em pós-colheita de frutíferas tropicais. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS, Lavras- MG. **Anais**. Lavras: NEFIT/UFLA, 2002. p. 139-182, 2002.

## CRESCIMENTO MICELIAL DE *Stemphyllium* SP. AGENTE ETIOLÓGICO DA QUEIMA DE ESTENFÍLIO NA CULTURA DA CEBOLA (*Allium cepa*) EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA

Data de aceite: 11/03/2020

### Flávia de Oliveira Borges Costa Neves

Graduação em Agronomia. Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Triângulo Mineiro. Campus Uberlândia.

### Igor Souza Pereira

Prof. Dr. Fitopatologia. Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia do Triângulo Mineiro. Campus Uberlândia. MG. Fazenda Sobradinho.

**RESUMO:** A queima de estenfílio é considerada a principal doença de parte aérea da cebola em regiões de clima tropical e subtropical. Recentemente foi verificada a ocorrência de queima na cebola na Região do Alto Paranaíba. No entanto, estudos sobre a esporulação de *Stemphyllium sp* em diferentes meios de cultura são escassos na literatura. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi estudar a influência de diferentes meios de cultura no crescimento micelial e produção de conídios de *Stemphyllium sp*. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 8x6. Os meios de cultura testados foram: BDA; V8 à 5%; V8 à 10%; V8 à 20%; suco de tomate à 5%; suco de tomate à 10%; suco de tomate à 20% e MEA. Todos os meios foram submetidos ao fotoperíodo de 12 horas. Foram realizadas duas

avaliações do crescimento micelial aos 10 e 15 dias, por meio da medida dos diâmetros (mm) das colônias em dois sentidos perpendiculares entre si, tomando-se como valor a média das duas medidas. Aos 10 dias de avaliação pode-se observar que os meios que mais favoreceram o crescimento micelial foram o suco de tomate à 20%, BDA, seguido por V8 à 10%; V8 à 20%, enquanto que aos 15 dias foram os meios BDA, suco de tomate à 20%, V8 à 20% seguido por suco de tomate à 10%. Contudo, concluiu-se que para ambas avaliações os meios de cultura suco de tomate, V8 e BDA foram propícios para o crescimento micelial de *Stemphyllium sp*.

**PALAVRAS-CHAVE:** “in vitro”; micélio; esporos.

### MYCELIAL GROWTH OF *Stemphyllium* SP. ETIOLOGICAL AGENT OF BURN-STENOPHILY IN ONION CULTURE (*Allium cepa*) IN DIFFERENT CULTURE MEDIA

**ABSTRACT:** Recently, the occurrence of stemographer burning in the onion in the Alto Paranaíba Region was verified. However, studies on the sporulation of *Stemphyllium sp* in different culture media are scarce in the literature. The objective of this work was to study the influence of different culture media on mycelial growth and conidial production of

*Stemphylium sp.* It was used or completely randomized in the 8x6 factorial scheme. The culture media tested were: BDA; V8 at 5%; V8 10%; V8 at 20%; 5% tomato juice; 10% tomato juice; 20% tomato juice and MEA. All media were used at the 12 hour photoperiod. Two 10 and 15 day mycelial growth tests were performed by measuring the diameters (mm) of the colonies in two directions perpendicular to each other, considering as the mean value of the two measurements. The 10 days of evaluation can observe whether the means that most favor mycelial growth were 20% tomato juice, BDA, followed by 10% V8; V8 at 20%, while up to 15 days were BDA media, 20% tomato juice, 20% V8 followed by 10% tomato juice. However, we concluded that for tomato juice cultivation methods, V8 and BDA were proposed for mycelial growth of *Stemphylium sp.*

**KEYWORDS:** “In vitro”; mycelium; spores.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com a expansão da cebolicultura na região observa-se o aumento de doenças que afetam, sendo muitas delas passíveis a reduzir drasticamente a produtividade (PEREIRA; TEBALDI, 2013). A cebola (*Allium cepa L.*) está sujeita a uma série de doenças que podem atacar as mais diversas partes da planta. Algumas destas doenças podem causar grandes perdas, tornando-se fatores limitantes ao cultivo se medidas de controle adequadas não forem adotadas (REIS; HENZ, 2009).

A queima de estenfílio é considerada uma doença de importância relevante na parte aérea do alho em regiões de clima tropical e subtropical. Esta doença é comum ao alho, cebola, cebolinha, alho-porró e outras aliáceas (CHAPUT, 1995; MILLER; LACY, 1995; NUNES; KIMATI, 1997) e quando ocorre em cultivares suscetíveis, sob condições ambientais favoráveis, pode causar perdas de 50% a 100%. No Brasil, causa grandes prejuízos aos produtores por reduzir a produção e também afetar a conservação dos bulbos. O seu controle tem sido bastante difícil e demandado grandes gastos com fungicidas (ZAMBOLIM; JACCOUD FILHO, 2000; MASSOLA JUNIOR et al., 2005). No Brasil, a queima-de-estenfílio causada por *Stemphylium sp.*, vem sendo registrado principalmente nas culturas de alho e tomate. Contudo, sua incidência foi notada na cultura da cebola, tanto na região Sul do país, quanto na região de Minas Gerais, nas lavouras do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba safra 2015, as quais embasaram a pesquisas do presente trabalho.

Em decorrência dos problemas ocasionados pelo uso intensivo de defensivos agrícolas torna-se imprescindível buscar medidas alternativas no controle de doenças através do uso de produtos naturais que podem se tornar eficientes e de baixo impacto ambiental (MARTINS et al, 2010).

Como medidas alternativas, os óleos essenciais, também conhecidos como óleos voláteis e óleos etéreos podem representar uma alternativa promissora

no controle de doenças fúngicas, visto que possuem atividade antibacteriana e antifúngica, sendo extraídos de plantas aromáticas e medicinais. Podem ser obtidos de diversas partes das plantas como: folhas, flores, sementes, raízes, cascas e tubérculos (TRAJANO et al., 2009).

Diante da escassez de informações sobre o crescimento do fungo *Stemphylium in vitro*, o uso de diferentes meios de cultura constitui uma forma de avaliar qual meio de cultura é mais eficaz no crescimento e desenvolvimento do fungo.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importância da cultura da cebola

#### 2.1.1 Características agronômicas da cebola

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma espécie diplóide, pertencente ao gênero *Allium*, que é distinto por apresentar uma série de espécies hortícolas, como *Allium fistulosum* L. (bunching onion), *Allium sativum* L. (alho), *Allium ampeloprasum* L. (alho poró), *Allium schoenoprasum* L. (cebolinha) e *Allium tuberosum* L. (cebolinha chinesa) (GOLDMAN, et al., 2000; JONES, 1990).

É uma planta de natureza herbácea, cujas raízes são fasciculadas chegando a produzir de 20 a 200 raízes principais. O caule é formado por um disco comprimido, subterrâneo, envolvido por folhas escamiformes que acumulam reservas nutritivas na sua parte basal, causando aumento de tamanho. As folhas centrais não aumentam de tamanho e vão formar o pseudocaule da planta na fase vegetativa (MINAMI, 1987).

A cebola tem seu desenvolvimento fenológico, em estádios, da semente ao bulbo, baseando-se na emissão, crescimento e queda de folhas, no engrossamento do pseudocaule e na formação do bulbo. É uma espécie bienal, formando os bulbos no primeiro ciclo e a produção de sementes no próximo ciclo, através do plantio de bulbos-mãe, após serem vernalizados quando ocorre a quebra de dormência dos bulbos (GANDIN et al., 1986).

A bulbificação e produção de cebola podem variar consideravelmente em uma mesma faixa de fotoperíodo, sendo influenciado pela temperatura, tamanho, idade da planta e o manejo da cultura. As cultivares de ciclo superprecoce, precoces e médias são plantadas nas regiões Sudeste e Centro Oeste. Na região Sul é cultivado as do ciclo precoce, médio e tardio (OLIVEIRA, 2005).

### 2.2 Importância econômica

No Brasil, a cebola é a terceira hortaliça mais importante em termos de valor econômico, ficando atrás apenas da batata e do tomate. É preferencialmente

consumida *in natura* na forma de saladas, temperos e condimentos. Devido a suas características quanto ao sabor, aroma e pungência, e propriedades terapêuticas, a cebola faz parte da culinária dos mais diversos países, compondo diferentes pratos (ALMEIDA; SUYENAGA, 2009). Dentre as hortaliças, a cebola ocupa, em termos mundiais, o quarto lugar em importância econômica e o terceiro em volume de produção (FAO, 2014).

O Brasil, com 1,54 milhões de toneladas, é o maior produtor de cebola da América do Sul com produtividade em incremento, passando de 24,93 t.ha<sup>-1</sup> em 2012 para 27,82 t.ha<sup>-1</sup> em 2014. A China com 22,3 milhões de t e produtividade de 21,85 t.ha<sup>-1</sup>, Índia com 19,29 milhões de t e produtividade de 16,12 t.ha<sup>-1</sup> e os Estados Unidos com 3,16 milhões de t e produtividade de 55,95 t.ha<sup>-1</sup> são os três maiores produtores mundiais dessa cultura, ficando o Brasil em oitavo nesse ranking (FAO, 2014). Há no país regiões altamente tecnificadas, em que a produtividade média pode superar os valores descritos para os principais países produtores, onde se enquadram o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e o entorno de Brasília, incluindo cidades de Goiás como Cristalina, Luziânia e Formosa (GO).

O crescimento da produtividade agrícola nas últimas três décadas tem tido um impacto importante no acesso aos alimentos no mercado interno. Segundo a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB, 2015) na produção mundial de cebola, verifica-se que em 2015, a cebola apresentou crescimento de 127,38% na produção, de 5,26% na área e de 4,2% na produtividade.

Segundo o IBGE, (2017), em relação à produção obtida em 2016 de 1.563 toneladas a estimativa da produção de cebola em relação ao ano anterior corresponde a 1.566 toneladas, com variação de 0,2 % na produção.

### 2.3 Queima-de-estenfilio – *Stemphylium sp*

Dentre as olerícolas que são dependentes de defensivos agrícolas, destaca-se a cebola, que está sujeita a uma série de doenças. Algumas destas doenças podem causar grandes perdas, tornando-se fatores limitantes ao cultivo se medidas de controle adequadas não forem adotadas. Dentre essas doenças destaca-se a queima-de-estenfilio, causada por *Stemphylium sp* (CHAPUT, 1995; MILLER; LACY, 1995).

Segundo Reis e Henz, (2009), os produtores de alho e cebola têm enfrentado grandes dificuldades no controle da queima-de-estenfilio, que podem estar relacionadas à falhas na metodologia de aplicação de fungicidas, possíveis mudanças na população do patógeno, com predomínio de algumas resistentes aos principais fungicidas utilizados, ou ainda, aos dois fatores em conjunto.

A queima-de-estenfilio ou mofo-preto tem sido registrado em vários países com

freqüentes epidemias na América do Norte, África e Índia. O ataque torna-se mais severo quando associado a outras doenças, como a mancha-púrpura (*Alternaria porri*), chegando a 80% de incidência nas folhas de cebola (MAUDE, 1990).

Sendo considerada uma doença secundária na cultura do alho e cebola, seus sintomas se apresentam como pequenas manchas amareladas a laranja-pálidas no meio da folha, evoluindo para formas alongadas, ovaladas a fusiformes e difusa em suas margens (Figura1). As lesões também podem apresentar halo amarelo e, em condições de alta umidade, apresentar anéis concêntricos característicos, de coloração marrom a cinza escura, correspondente às frutificações do fungo. As lesões podem crescer e coalescer, levando à murcha e crestamento das folhas (MILLER; LACY, 1995; NUNES; KIMATI, 1997; ZAMBOLIM; JACCOUD FILHO, 2000).

No Brasil, a doença causa grandes prejuízos aos produtores por reduzir a produção e também afetar a conservação dos bulbos. A doença também é conhecida como queima ou crestamento das folhas devido aos sintomas causados. O seu controle tem sido bastante difícil e demandado grandes gastos com fungicidas (ZAMBOLIM; JACCOUD FILHO, 2000; MASSOLA JUNIOR et al., 2005).

Excepcionalmente, quando o ataque inicia-se na extremidade superior da folha, pode ocorrer queima de pontas, confundindo-se com outras doenças bióticas ou abióticas, conforme um severo ataque da doença em uma lavoura de cebola em pivô central (Figura 2).

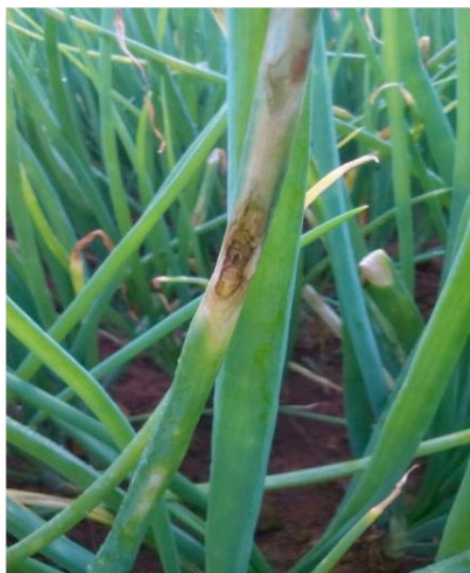


Figura. 1. A. Sintomas de queima-de-estênfilo em folhas de cebola. B. Planta severamente atacada pelo fungo (Imagens: Igor S. Pereira).



Figura 2. Área de cebola sob pivô-central no município de Santa Juliana (MG) com elevada severidade de queima-de-estenfílio (Imagem: Igor S. Pereira).

## 2.4 Meios de cultura para crescimento de microrganismos

Segundo Alfenas e Mafia (2016), no cultivo de microrganismos, empregam-se meios de cultura contendo nutrientes e vitaminas necessárias ao seu crescimento e reprodução. Os nutrientes são fornecidos de forma a atender as exigências da espécie a ser cultivada, promovendo o crescimento e/ou, a esporulação satisfatória do organismo.

O crescimento da maioria dos organismos cultiváveis cresce em meios de cultura contendo uma fonte de carbono e nitrogênio, além de outros elementos em menor quantidade, como potássio, fósforo, enxofre, ferro, magnésio, zinco, manganês e vitaminas. Contudo, a composição do meio de cultura depende do microrganismo que se deseja cultivar e dos objetos de estudo (ALFENAS; MAFIA, 2016).

No meio de cultivo, existem elementos constituintes contribuem para o crescimento e desenvolvimento dos microrganismos. O carbono é o elemento mais importante para o desenvolvimento do microrganismo, seja em seu *habitat*, seja em meio de cultura sob condições controladas. Além de constituir a principal fonte de energia, o carbono é um dos elementos estruturais e funcionais necessários à síntese de enzimas, sendo fornecido preponderantemente pelos monossacarídeos, como glicose, frutose, galactose e manose. No entanto a glicose é considerada a fonte universal de carbono, utilizada pela maioria dos microrganismos. Enquanto a glicose é o primeiro composto a ser utilizado na via glicolítica para produção de energia, os oligossacarídeos sacarose, lactose, maltose e outros, bem como os polissacarídeos celulose, amido e glicogênio, requerem a produção de enzimas hidrolíticas para reduzi-los a açúcares mais simples (ALFENAS; MAFIA, 2016).

Outro elemento é o nitrogênio, que também é essencial, pois constituem parte dos aminoácidos, que por sua vez compõem as proteínas. Como é utilizado na produção de energia, é requerido em menor quantidade, podendo ser fornecido na forma orgânica ou inorgânica. Todas as espécies de fungo crescem em meio com nitrogênio orgânico, como a asparagina, a caseína e a peptona entre outros. O nitrogênio amoniacal, fornecido pelos sais de amônio orgânico e inorgânico, também é utilizado por todos os fungos e bactérias. No entanto, determinadas espécies fúngicas crescem melhor quando lhes é fornecido nitrogênio inorgânico, como nitrato de potássio, nitrato de cálcio e nitrato de sódio. Deve-se evitar o fornecimento direto de nitrogênio na forma de nitrito ao meio de cultura, pois esse elemento é tóxico aos microrganismos (ALFENAS; MAFIA, 2016). O enxofre e o fósforo também são fundamentais para o desenvolvimento de microrganismos. O enxofre é utilizado na forma de sulfato e é necessário para a biossíntese dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina; na forma de sulfito (SO<sub>2</sub>), é tóxico aos microrganismos. Já o fósforo é componente essencial da membrana, como também participa da síntese de ácidos nucléicos e ATP. É fornecido na forma de sal misturado ao potássio, como fosfato de potássio. Outros elementos, como sódio, ferro, zinco, cobre, molibdênio, manganês, cobalto, cloro etc., são necessários em quantidades pequenas. Funcionam como cofatores e, ou, para ativar enzimas nos meios de cultura (ALFENAS; MAFIA, 2016). Há centenas de meios de cultura empregados em vários microrganismos (DHINGRA; SINCLAIR, 1995).

### 3 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais.

O isolado de *Stemphylium* sp. foi obtido de folhas de cebola var. Mercedes, híbrido de dias curtos para climas tropicais, folhagem vigorosa e resistente à raiz rosada (*Pyrenochaeta terrestris*). Plantas com sintomas típicos da doença foram coletadas de uma lavoura comercial situada no município de Santa Juliana, MG.

Partes infectadas das folhas foram cortadas em pequenos pedaços com  $\pm 1\text{cm}^2$  cada, lavados em água destilada e esterilizados pela imersão em hipoclorito de sódio a 0,5% por dois minutos, em seguida imersos em solução de etanol a 70% por um minuto e enxaguado três vezes em água esterilizada. Cinco fragmentos foram depositados em placas de Petri (9 cm de diâmetro) contendo 20 ml do meio batata dextrose agar (BDA) (Suheri e Price, 2000a). Três replicatas foram realizadas para cada amostra.

As placas foram incubadas em câmara climatizada (BOD) a  $27^\circ\text{C} \pm 2$  e



fotoperíodo de 12h por 5-6 dias. Os fungos foram purificados pela inoculação em placas de Petri contendo BDA e a identificação dos isolamentos fúngicos foram realizadas com base nas características macro e microscópicas (Ellis, 1971). O isolado puro foi conservado em vidros com água destilada esterilizada seguindo-se a metodologia de Castellani (1939) para ensaios posteriores.

Sete diferentes meios de cultura foram avaliados nesse trabalho, quais sejam: 1. Batata Dextrose Ágar (BDA); 2. Suco V-8® Ágar 5%; 3. Suco V-8® Ágar 10%; 4. Suco V-8® Ágar 20%; 5. Suco de tomate 5% (ST-5%); 6. Suco de tomate 10% (ST-10%); 7. Suco de tomate 20% (ST-20%) e 8. MEA 2% (extrato de malte – ágar). O suco V-8® utilizado é da marca Campbell's composto por 90% de suco de tomate e complementado por suco de cenoura, suco de beterraba, suco de salsa, suco de aipo, suco de alface, suco de agrião e suco de espinafre. O suco de tomate utilizado é da marca Superbom® composto exclusivamente por suco de tomate integral.

Todos os meios de cultura foram autoclavados a 120°C por 20 minutos e vertidos assepticamente em placa de Petri. Para cada placa de Petri contendo 15 ml de meio foi repicado um disco de 5 mm de diâmetro, retirado das bordas de colônias desenvolvidas em meio BDA, durante seis dias, 27 ±2°C, no escuro.

As placas foram incubadas em BOD a 27 ±2°C e fotoperíodo de 12h. Após dez e quinze dias de crescimento, as colônias foram medidas em dois sentidos perpendiculares entre si, tomando-se como valor a média. O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizadas (DIC) com oito tratamentos e seis repetições constituídas de uma placa de Petri. Os dados foram avaliados pelo teste de F e as médias comparadas pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico Sisvar® (Ferreira, 2000).

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pelos testes de Shapiro Wilk aplicado ao conjunto de dados coletados foi constatada normalidade, não sendo necessária a transformação de dados para aplicação dos testes de F e posterior comparação de médias. Pela análise de variância realizada foi possível determinar que houve diferença estatística entre os tratamentos testados, tanto aos 10 dias quanto aos 15 dias de avaliação.

Aos 10 dias, o maior crescimento foi identificado com os tratamentos ST-20% e BDA, agrupando-se estatisticamente, enquanto o menor crescimento foi observado com o tratamento V8-5% (Tabela 1). Aos 15 dias novamente os tratamentos ST-20% e BDA acarretaram no maior crescimento micelial e opostamente, os tratamentos V8-5% e V8-10% o menor crescimento, agrupando-se estatisticamente.

Meios de cultura	10 dias	15 dias
Suco de tomate – 20%	71,08 a	84,10 a
BDA	65,41a	90,02 a
V8-10%	58,75 b	73,01 b
V8-20%	57,33 b	77,48 b
Suco de tomate – 10%	53,50 b	65,20 b
MEA	53,25 b	71,41 c
Suco de tomate – 5%	46,30 c	64,96 d
V8 – 5%	33,50 d	69,56 d
CV (%) =	13,30	7,89
Média geral =	54,95	74,47

Tabela 1. Média da avaliação (mm) de diferentes meios de cultura no crescimento micelial de *Stemphylium* sp. isolados de cebola aos 10 e 15 dias. IFTM, Uberlândia, 2017.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Scott-knot.

Os meios de cultura suco de tomate – 10% e MEA se comportaram medianamente para ambas as avaliações.

Os componentes presentes nos meios de cultura enriquecidos têm a finalidade de imitar ou de se aproximar do efeito dos nutrientes químicos naturais presentes nas folhas das plantas, a fim de se obter um efeito semelhante de crescimento como naquele encontrado na natureza (ALFENAS; MAFIA, 2016).

Através de análise visual, observou-se uma variação entre as características culturais das colônias fúngicas nos diferentes meios de culturas avaliados no experimento. As colorações variaram de cinza escura ao branco e a massa miceliana de ralas a cotonosas. Resultado semelhante também foi descrito por Ellis (1971), nas características culturais do patógeno.

Com o fotoperíodo de 12h, o fungo *Stemphylium* sp. apresentou maior crescimento e desenvolvimento micelial para os meios BDA e suco de tomate – 20% apresentando boa esporulação, significativamente avançada (avaliado em 15 dias), mostrando-se estatisticamente semelhantes. Já o meio V8-10% e V8-5% não demonstraram bom crescimento micelial estatisticamente.

De acordo com Prabhu et. al. (2002), as colônias podem apresentar características culturais distintas, dependendo do isolado e do meio de cultura utilizado, sendo a parte aérea constituída por uma massa grossa, de aspecto algodãoce.

A literatura relata que a composição do meio de cultura a temperatura e luminosidade influenciam e determinam a quantidade e qualidade do crescimento e desenvolvimento micelial do fungo (DHINGRA; SINCLAIR 1995).

## 5 | CONCLUSÕES

O meio de cultura a base de suco de tomate a 20% e o meio de cultura a base de BDA foi o que apresentaram melhor eficiência no crescimento micelial de *Stemphylium sp.* para ambas avaliações.

## REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em fitopatologia**. 2º Ed. atual. e ampl. – Viçosa – MG: Ed. UFV, 2016, 516 p.
- ALMEIDA, A.; SUYENAGA, E. S. Pharmacological effect of garlic (*Allium sativum* L.) and onion (*Allium cepa* L.) on the cardiovascular system: literature review. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**. São Paulo, SP, v. 34, n. 1, p. 185-197, abr. 2009.
- CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal Tropical Medical Hyg.** v. 42, p. 225, 1939.
- CHAPUT, J. **Identification of disease and disorders of onions**. Ontario: Queens Printers for Ontario, 1995. p. 1-9.
- DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J.B. **Basic plant pathology methods**. Boca Raton: CRC Press. 434 p., 1995.
- ELLIS, M. B. *Dematiaceous hyphomycetes*. Kew Surrey, England: **Commonwealth Mycological Institute/CAB**, 1971. 608 p.
- FAO, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura **FAO Statistical Yearbook 2014. World Food and Agriculture**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/production/crops/primary/html>>. Acesso em: 26 de jun. 2017
- FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66 p
- GANDIN, C. L.; YOKOYAMA, S.; GUIMARÃES, D. R.; THOMAZELLI, L. F.; FAORO, I. D.; BUSATO, M.V. Cebola Precoce – nova cultivar de cebola para Santa Catarina, Florianópolis; **EMPASC, Comunicado Técnico**, n 108, v. 352, p. 9, 1986.
- GOLDMAN, I. L.; HAVEY, M. J.; SCHROECK, G. History of public onion breeding programs and pedigree of public onion germplasm releases in the United States. **Plant Breeding Reviews**, Berlin, v. 20, p. 67-103, 2000.
- JONES, R.N. Cytogenetics. In: RABINOWITCH, H.D.; BREWSTER, J.L. (Eds.). **Onion sandallied crops**. Florida: CRC, p.199-214, 1990.
- IBGE. Estatística da produção agrícola. Disponível em: > <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/><. Acesso em: 05 Fev 2017.
- MARTINS, J.A.S.; SAGATA, E.; SANTOS, V.A.; JULIATTI, F.C. Avaliação do efeito do óleo de *Melaleuca alternifolia* sobre o crescimento micelial in vitro de fungos fitopatogênicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 49-51, Jan./Feb. 2010
- MASSOLA JÚNIOR, N. S.; JESUS JÚNIOR, W. C.; KIMATI, H. Doenças do alho e da cebola (*Allium sativum* e *Allium cepa*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. vol. 2,4. ed.

São Paulo: Ceres, 2005. p. 53-63.

MAUDE, R.B. Leaf disease of onion. In: H.D. RABINOWITCH& J.L. BREWSTER (Eds.), **Onions and Allied Crops CRC Press**, Boca Raton, Florida. Vol II, p. 173–190, 1990.

MILLER, M. E. *Stemphylium* leaf blight and stalk rot. In: SCHWARTZ, H. F.; MOHAN, S. K. (Ed.). **Compendium of onion and garlic diseases**. St. Paul: APS Press, 1995. p. 25-26.

MILLER, M. E.; LACY, M. L. Purple blotch. In: SCHWARTZ, H. F.; MOHAN, S. K. (Ed.). **Compendium of onion and garlic diseases**. St. Paul: APS Press, 1995. p. 23-24.

MINAMI, K. Tecnologia de produção. In: MINAMI, K., ANDRADE, M.O., LIMA, V.A. **CEBOLA; Produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo; Governo de São Paulo/FEALQ, 1987. p. 1-68.

NUNES, M. E. T.; KIMATI, H. Doenças do alho e cebola. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: vol. 2: doenças das plantas cultivadas. vol. 2**. Piracicaba: Ceres, 1997. p. 49-64.

OLIVEIRA, V.R. **Cultivo da cebola. 2005**. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/3839934/9/Cultura-da-Cebola>>. Acesso em: 27 de setembro de 2016.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; ARAUJO, L. G.; FARIA, J. C. Genetic and phenotypic characterization of isolates of *Pyricularia grisea* from the rice cultivars Epagri 108 and 109 in the State of Tocantins. *Fitopatologia Brasileira*. Brasília, v. 27, n. 6, p. 566-573. 2002.

PEREIRA, I. S.; TEBALDI, N. D. Occurrence of *Xanthomonas axonopodis* sp. *allii* causing onion bacterial blight in Minas Gerais State, Brazil. **Summaphytopathologica**, vol. 39, n.º.4. 1p. Botucatu Oct./Dec. 2013

REIS, A.; HENZ, G.P. Mancha-Púrpura do Alho e da Cebola: Doença Difícil de Controlar. **Comunicado Técnico Embrapa**. Novembro, 2009, Brasília, DF.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL - Departamento de Economia Rural – **Cebola Boletim de 2015**. Disponível em: > <http://ptdocz.com/doc/1446487/cebola--secretaria-da-agricultura-e-abastecimento> <Acesso em: 05 Feb 2017

SUHERI, H.; PRICE, T.V. Infection of onion leaves by *Alternaria porri* and *Stemphylium vesicarium* and disease development in controlled environments. *Plant Pathology*, v. 49, n.3, p.375-382, 2000a.

TRAJANO, V. N.; SANTOS, B. H. C. Effectiveness of *Origanum vulgare* L. and *Origanum majorana* L. essential oils in inhibiting the growth of bacterial strains isolated from the patients with conjunctivitis. *Brazilian archives of biology and technology*, Curitiba, v. 52, n. 1, p.45-50, 2009b. Disponível em: ><http://www.sbcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/mestrado/trabalhosmestrado/mestrado-renata-martins.pdf>.< Acessado em: 26 de Abril. de 2017.

ZAMBOLIM, L.; JACCOUD FILHO, D. Doenças causadas por fungos em alho e cebola. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; COSTA, H. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 1-41.

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

Data de aceite: 11/03/2020

Data de submissão: 10/12/2019

### **Jaeder Henrique da Silva Ferreira**

Centro Universitário de Rio Preto-UNIRP  
São José do Rio Preto – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/0706554947910511>

### **Deigue Garcia Duarte**

Centro Universitário de Rio Preto-UNIRP  
São José do Rio Preto – São Paulo

### **Cássio dos Santos Martins**

Centro Universitário de Rio Preto-UNIRP  
São José do Rio Preto – São Paulo  
Link para o Currículo Lattes ou ORCID

### **Gabriella Souza Cintra**

Centro Universitário de Rio Preto-UNIRP  
São José do Rio Preto – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/6038299332485400>

**RESUMO:** A podridão vermelha, cujo agente causal é *Colletotrichum falcatum*, causa prejuízos importantes à cana-de-açúcar, sobretudo pela inversão de sacarose, o que diminui o rendimento em seu processamento. O objetivo com este estudo foi avaliar diferentes métodos de inoculação de *Colletotrichum falcatum*, sobre o desenvolvimento da doença podridão vermelha em cana-de-açúcar. Toletes da variedade comercial CTC9003, sabidamente

suscetível, contendo uma gema cada, foram inoculados de diferentes formas: imersão dos toletes em suspensão de conídios e deposição de disco de micélio-ágar sobre os toletes, ambos processos, com e sem ferimento. Aspectos relacionados à brotação e emergência, ao apodrecimento dos toletes e morte das gemas foram observados quinzenalmente durante 45 dias. Da mesma forma, segmentos de folhas destacadas obtidos da mesma variedade anterior, CTC9003, foram inoculadas de diferentes formas: pulverização dos segmentos até o ponto de escorrimento de suspensão de conídios e deposição de disco de micélio-ágar sobre os segmentos, ambos processos, com e sem ferimento. Os segmentos de folhas foram acondicionados em placas, e as avaliações que consistiram na observação de sintomas. Verificou-se que os métodos de inoculação do mesmo modo, quando inoculado em segmentos de folhas destacadas, não foram observados sintomas iniciais característicos da doença.

**PALAVRAS-CHAVE:** Podridão Vermelha. *Saccharum officinarum* L. Patogenicidade

**ABSTRACT:** The red rottenness, whose causal agent is *Colletotrichum falcatum*, causes important damages to the sugarcane, above all for the sucrose inversion, what reduces the income in its processing. The objective with this study was to evaluate different methods

of inoculation of *Colletotrichum falcatum*, on the development of the disease red rotteness in sugarcane. Oarlocks of the commercial variety CTC9003, knowingly susceptible, containing a yolk each, they were inoculated in different ways: immersion of the oarlocks in conídios suspension and deposition of micélio-agar disk on the oarlocks, both processes, with and without wound. Aspects related to the brotação and emergency, to the rotteness of the oarlocks and death of the yolks were observed biweekly for 45 days. In the same way, obtained segments of outstanding leaves of the same previous variety, CTC9003, were inoculated in different ways: pulverization of the segments to the point of flowing of conídios suspension and deposition of micélio-agar disk on the segments, both processes, with and without wound. The segments of leaves were conditioned in plates, and the evaluations that consisted of the observation of symptoms. It was verified that the methods of inoculation in the same way, when inoculated in segments of outstanding leaves, characteristic initial symptoms of the disease were not observed.

**KEYWORDS:** Red Rotteness. *Saccharum officinarum* L. Pathogenicity

## 1 | INTRODUÇÃO

Acana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma cultura de grande importância na economia brasileira, principalmente no sudeste do país, região responsável por cerca de 61,2% da área total cultivada com cana, na estimativa realizada no último mês de agosto pela CONAB. A produção total de cana está atualmente estimada para a safra 2019/20 em 622,27 milhões de toneladas (CONAB, 2019).

Epidemias são frequentemente observadas na cultura da cana-de-açúcar. Tal fato pode ser explicado à importância que se dá a apenas uma variedade para características de produção, desconsiderando a resistência a doenças e, ou pelo descuido com relação à qualidade fitossanitária do material utilizado. Assim sendo, agentes fitopatogênicos poderão ser introduzidos em novas áreas, contribuindo para a disseminação da doença. Os patógenos sob determinadas condições, podem tornar-se limitantes à produção.

A podridão vermelha, cujo agente causal é *Colletotrichum falcatum*, causa prejuízos importantes à cultura, sobretudo pela inversão de sacarose, o que diminui o rendimento no processamento da cana. São frequentes os relatos de perdas de 50% a 70 % de sacarose em colmos atacados simultaneamente pelo fungo e pela broca-da-cana (TOKESH e RAGO, 2005).

A doença Podridão Vermelha acomete a cultura nos diversos estádios de desenvolvimento e pode ocasionar, por vezes, a morte de gemas, incapacidade germinativa dos toletes, aparecimento de pontos avermelhados nas folhas e nos colmos, podridão e até mesmo a morte dos colmos (TOKESHI e RAGO, 2005; NECHET, RAMOS e VIEIRA, 2016). Segundo Nechet, Ramos e Vieira (2016), embora

a podridão só ocorra quando o ataque é nos colmos das plantas, os sintomas em folhas podem ser fonte de inóculo para outras infecções.

Nas folhas, as lesões estão restritas à nervura central, sob a forma de manchas alongadas de coloração vermelho-amarronzada, que posteriormente podem apresentar o centro claro. Nessas lesões, em decorrência das condições ambientais e da suscetibilidade da variedade, o fungo pode esporular, dando origem ao inóculo que irá infectar os colmos (SANGUINO, 2012). Nos colmos é onde a doença provoca os maiores prejuízos, causando uma podridão avermelhada, inicialmente, com manchas brancas transversais, tornando-se marrom-claro nas infecções mais avançadas. O sintoma do colmo somente é visível, cortando-o longitudinalmente (MATSUOKA, 2016).

O método de controle mais econômico e eficiente é a utilização de variedades resistentes, porém, são escassos os relatos de variedades com algum tipo de resistência ou tolerância. Outras práticas como eliminação dos restos da cultura, controle da broca-da-cana e plantio de mudas de boa qualidade podem contribuir para diminuir a incidência.

No processo de identificação de possíveis fontes de resistência à podridão vermelha, em estudos de patogenicidade, na avaliação da eficiência de medidas de controle e da epidemiologia da doença, são fundamentais o desenvolvimento e a padronização de diferentes metodologias. Entre estas, o estudo de diferentes métodos de inoculação.

Neste contexto, o objetivo com este estudo foi avaliar diferentes métodos de inoculação de *Colletotrichum falcatum*, sobre o desenvolvimento da doença podridão vermelha em cana-de-açúcar.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram conduzidos em laboratório na Unidade I do Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP e em casa de vegetação de propriedade particular, em Frutal-MG. Para o estudo utilizou um isolado de *Colletotrichum falcatum* pertencente à micoteca do Laboratório de Fitopatologia da UNESP/FCAV.

Na primeira etapa do estudo foram utilizados toletes da variedade comercial CTC 9003, sabidamente suscetível. Os toletes, contendo uma gema cada, foram inoculados de diferentes formas: imersão dos toletes em suspensão de conídios com concentração de  $10^4$  conídios/mL e deposição de disco de micélio-ágar de 5mm de diâmetro sobre os toletes, ambos os processos, com e sem fermento. Para simular o ferimento causado pela broca da cana, utilizou-se furadeira elétrica com uma broca de 3mm de diâmetro.

Logo após a inoculação, os toletes foram plantados em vasos plásticos de

capacidade de 5 litros cada, sendo distribuídos 02 toletes por vaso e logo preenchido com substrato esterilizado. Durante o período do experimento, os tratamentos culturais dispensados à cultura foram realizados.

Quinzenalmente, durante 45 dias, avaliaram-se aspectos relacionados à brotação e emergência e, ao final do experimento, foram realizadas as avaliações do apodrecimento dos toletes e morte das gemas. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (controle e métodos de inoculação) e cinco repetições (cada qual representada por um vaso).

Para a segunda etapa, foram utilizados segmentos de folhas destacadas de cerca de 10 cm da mesma variedade utilizada anteriormente, CTC 9003. As folhas com aproximadamente a mesma idade, foram selecionadas de acordo com suas boas condições visuais. Após a coleta, as mesmas foram lavadas e desinfetadas em hipoclorito de sódio.

Os tratamentos consistiram em diferentes métodos de inoculação: pulverização dos segmentos até o ponto de escorrimento de suspensão de conídios em concentração de  $10^4$  conídios/mL e deposição de disco de micélio-ágar de 5 mm de diâmetro sobre os segmentos de folhas, ambos os processos, com e sem ferimento. Na inoculação por deposição, os micélios foram aplicados sobre os segmentos de folha, contudo no tratamento com ferimento, os micélios foram depositados sobre o ferimento exposto. Os segmentos de folhas foram acondicionados em placas de Petri, contendo algodão umedecido, mantidas sob condições de laboratório.

Foram realizadas avaliações diárias durante 07 dias após a inoculação, que constituiu na contagem de segmentos de folhas com sintomas característicos, na avaliação de sua agressividade e leitura em microscópio, avaliando as estruturas do patógeno. Utilizou-se 10 segmentos por tratamento, com delineamento estatístico inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (controle e métodos de inoculação) e dez repetições (representadas por cada segmento).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações da primeira etapa do experimento, no que se refere à avaliação da brotação e emergência, observou-se que em apenas um vaso em todo o experimento não houve emergência, logo o tolete foi avaliado a procura de sintomas de podridão vermelha, porém os 02 toletes do vaso não apresentaram sintomas. Neste caso, em específico, acredita-se que a não emergência dos perfilhos está relacionada às condições das gemas, pois observou-se que em nenhum desses toletes houve diferenciação para formação de perfilhos e raízes. Nos demais vasos do experimento houve emergência dos perfilhos.

Durante as avaliações em nenhum vaso foi observado a morte de gemas e nem



sintomas de podridão vermelhas das plantas. Ao final do experimento foi realizada a retirada das plantas de seus respectivos vasos para avaliação de sintomas e possível apodrecimento dos toletes acarretados pela doença. em nenhuma planta verificou-se a presença de sintomas da doença, com isso pode-se afirmar que o fungo não se desenvolveu no tolete e não influenciou no plantio da cana, mesmo em variedades suscetíveis.

Na segunda etapa do estudo, não foram observados sintomas de podridão vermelha em nenhuma das avaliações, partes das nervuras dos segmentos de folhas ficaram avermelhados, característico da doença, porém, em análise via microscópio, não foram observadas estruturas do patógeno.

#### 4 | CONCLUSÃO

Os métodos de inoculação do patógeno nos toletes não tiveram efeito sobre o desenvolvimento da doença. Do mesmo modo, quando inoculado em segmentos de folhas destacadas, não foram observados sintomas iniciais característicos da doença.

#### REFERÊNCIAS

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**, safra 2018/19, terceiro levantamento, dezembro/2018. Brasília: CONAB 2018/19, 2018. 71p. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>>. Acesso em: 01 dez. 2019.

MATSUOKA, S. Manejo de doenças e medidas de controle. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. (Eds.). **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2016. cap. 5, p. 108-138.

NECHET, K. L.; RAMOS, N. P.; HALFELD-VIEIRA, B. de A. **Identificação de doenças fúngicas foliares emergentes em cana-de-açúcar**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 53, 2016. 5 p.

SANGUINO, A. **As principais doenças em cana-de-açúcar**. Curso Tópico da Cultura de Cana IAC. Campinas, p. 14-16, 2012.

TOKESHI, H.; RAGO, A. In: KIMATI, H.; AMORIM, L. REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Eds.). **Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2005. v. 2, cap. 21, p. 185-196.

## EFEITO DE SUBSTRATOS REGIONAIS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATE

Data de aceite: 11/03/2020

Data de submissão: 03/12/2019

Pelotas – RS

<http://lattes.cnpq.br/9060719391997671>

**Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli**

Universidade Federal de Pelotas, Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica

Pelotas – RS

<http://lattes.cnpq.br/8113793485514474>

**Elis Daiani Timm Simon**

Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-graduação em Sistemas de produção Agrícola Familiar  
Pelotas – RS

<http://lattes.cnpq.br/8076462860104462>

**Anita Ribas Avancini**

Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-graduação em Sistemas de produção Agrícola Familiar  
Pelotas – RS

<http://lattes.cnpq.br/5839379198991650>

**Ester Schiavon Matoso**

Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-graduação em Sistemas de produção Agrícola Familiar  
Pelotas – RS

<http://lattes.cnpq.br/3917942584194930>

**Mariana Teixeira da Silva**

Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-graduação em Sistemas de produção Agrícola Familiar  
Pelotas – RS

<http://lattes.cnpq.br/4523056331416595>

**William Rodrigues Antunes**

Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-graduação em Sistemas de produção Agrícola Familiar

**RESUMO:** O tomateiro é a segunda hortaliça de maior importância econômica no Brasil. A utilização de mudas de qualidade é importante para o desempenho final das plantas e esta é dependente do uso de substratos, sendo muitas vezes de alto custo para o produtor. Utilizar resíduos orgânicos para formulação de substratos pode ser uma alternativa de redução de custos e reciclagem de resíduos agroindustriais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de substratos regionais a base de torta de tungue, casca de arroz e composto orgânico na produção de mudas de tomateiro. O experimento foi conduzido em estufa climatizada com temperatura, umidade e irrigação controladas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, unidade experimental composta por 14 células da bandeja. Foram utilizados seis substratos elaborados a partir de resíduos regionais e o substrato comercial Turfa fértil®, totalizando sete tratamentos. Foi utilizada a cultivar de tomate cereja Carolina. Aos 60

dias após a semeadura em bandejas foi avaliado a porcentagem de emergência, velocidade de emergência de plântulas, altura de plantas, diâmetro de colo, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Todas as variáveis avaliadas demonstraram significância para o fator de tratamento testado. O substrato comercial e a casca de arroz carbonizada são os melhores para emergência de plântulas de tomate. A torta de tungue utilizada em baixas proporções é eficiente em misturas com outros materiais na produção de mudas de tomate. A casca de arroz carbonizada e o composto orgânico na forma pura não apresentam resultados satisfatórios para o desenvolvimento das mudas de tomateiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduos agroindustriais, composto orgânico, produção de mudas.

## EFFECT OF REGIONAL SUBSTRATES IN THE DEVELOPMENT OF TOMATO SEEDLINGS

**ABSTRACT:** The tomato is the second most important vegetable in Brazil. Using good seedlings is important for the final performance of the plants and it depends on the substrate used and it can be expensive to the producer. Using organic waste for substrate formulation can be a cost-effective alternative for recycling agro-industrial waste. This work aimed to evaluate the effect of regional substrates based on tung pie, rice husk and organic compost on tomato seedling production. The experiment was carried out in a climate controlled greenhouse with controlled temperature, humidity and irrigation in a completely randomized design with three replications and the experimental unit consisting of 14 tray cells. Six substrates made from regional residues and the commercial substrate Turfa fertile® were used, totaling seven treatments. Cherry tomato cultivar Carolina was used. Emergency percentage and emergency speed were evaluated and at 60 days after sowing in trays, speed, plant height, neck diameter, shoot dry mass and root dry mass were evaluated. All evaluated variables demonstrated significance for the treatment factor tested. Commercial substrate and rice husk carbonized are best for tomato seedling emergence. The tung pie used in low proportions is efficient in mixing with other materials in the production of tomato seedlings. The rice husk carbonized and the organic compost in pure form do not present satisfactory results for the development of tomato seedlings.

**KEYWORDS:** agro-industrial waste, organic compost, seedling production.

### 1 | INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) é uma das hortaliças mais consumidas no mundo e a segunda de maior importância econômica no Brasil, visto que seu principal atrativo são as propriedades antioxidantes do licopeno (RONCHI et al., 2010). Há disponível no mercado diversas cultivares de tomate, tanto para consumo *in natura* ou as que são próprias para a indústria de molhos e derivados. O consumo

do tomate tipo cereja vem crescendo muito nos últimos anos (CORREA et AL., 2012) e é amplamente utilizado na culinária brasileira seja *in natura* ou em aperitivos e iguarias (ARAUJO et al., 2017).

O principal método de propagação do tomateiro é a via sexuada, utilizando sementes para a produção de mudas, sendo esta uma etapa importante para a condução da espécie, uma vez que dela depende o desempenho final das plantas nos canteiros de produção (NADAI et al., 2015; ALVES et al. 2012). A semeadura se dá em bandejas em casa de vegetação ou cultivo a campo. Além da temperatura, água, luminosidade e oxigênio, a qualidade do substrato é de fundamental importância para a produção de mudas de qualidade. As características físicas são as mais importantes, pois às relações ar-água não podem sofrer alterações durante o cultivo (KÄMPF, 2000).

O uso de substratos comerciais pode acarretar alto custo para o produtor, principalmente o agricultor familiar, além de gerar problemas ambientais, pois a maioria deles são produzidos a partir da turfa como componente principal. Uma alternativa aos substratos comerciais é a utilização de resíduos existentes na propriedade ou oriundos de resíduos da agroindústria ou de áreas urbanas que sejam de fácil acesso e baixo custo ao produtor.

No Rio grande do Sul, entre os resíduos agroindustriais disponíveis em grande escala e com potencial para a composição de substratos, está à casca de arroz, a qual representa 20% do peso total da produção do grão (FOLETTTO et al., 2005). Outro resíduo existente é a torta de tungue (*Aleurites fordii Hemsl.*), resíduo da extração do óleo vegetal da amêndoa. Segundo Watthier et al. (2014), a disponibilidade anual média deste resíduo no Rio Grande do Sul é de 3.000 m<sup>3</sup>, sendo este o principal Estado produtor de tungue (IBGE, 2006).

Os compostos orgânicos, resultantes da fermentação de resíduos orgânicos (agrícolas, domiciliar ou industrial) também podem ser uma alternativa ao substrato comercial, visto que podem ser produzidos pelos próprios agricultores com resíduos existentes na propriedade como esterco bovino, podas de árvores e restos de culturas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de substratos regionais a base de torta de tungue, casca de arroz e composto orgânico na produção de mudas de tomateiro.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Pelotas/RS, no período de junho a agosto de 2016, em estufa climatizada com regulagem automática feita de policarbonato alveolar, marca Van der Hoeven, modelo duas águas com dimensões de 12,8m de

largura e 12 m de comprimento.

Foram utilizados seis substratos elaborados a partir de resíduos regionais e o substrato comercial Turfa fértil®, totalizando sete tratamentos (Tabela 1).

Tratamento	DS (g/cm <sup>3</sup> )	MAC (%)	MIC (%)	PT (%)	CRA	pH	CE
S1 (56,25%CO+25%CAC+18,8%TT)	0,41	32,45	29,69	62,14	14,55	8,24	0,90
S2 (25%CO+50%CAC+25%TT)	0,40	28,47	32,04	60,51	15,70	6,55	0,85
S3 (12,5%CO+75%CAC+12,5%TT)	0,41	32,31	30,19	62,50	15,70	5,98	0,76
S4 (37,5%CO+25%CAC+37,5%TT)	0,48	19,23	39,33	58,56	20,45	6,28	1,00
S5 (100% comercial)	0,32	28,88	30,82	59,69	15,10	5,46	0,73
S6 (100% CAC)	0,26	55,31	16,43	71,73	8,05	5,49	0,56
S7 (100% CO)	0,51	21,22	27,55	48,78	13,50	6,38	0,33

TABELA 1 - Características de Densidade (DS), Macroporos (MAC), Microporos (MIC), Porosidade Total (PT) (%), Capacidade de Retenção de Água (CRA), pH e condutividade elétrica (CE) dos substratos avaliados, Pelotas/RS, 2019.

CO (composto orgânico), CAC (casca de arroz carbonizada), TT (torta de tungue).

A torta de tungue foi adquirida da indústria de óleos Varela LTDA, situada no município de Veranópolis/RS. A casca de arroz carbonizada (CAC) e o composto orgânico (produzido a partir de cama de aviário, pó de rocha, serragem e esterco bovino) foram adquiridos junto a um produtor familiar da região de Pelotas/RS. A caracterização físico-química dos substratos foi realizada no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal de Pelotas conforme metodologia proposta por Kämpf (2006) (Tabela 1).

Foi utilizada a cultivar de tomate Carolina que é do tipo cereja. Esta variedade é bastante cultivada na região principalmente por agricultores familiares.

As sementes foram semeadas em bandejas de polietileno expandido (Isopor®), de 128 células, contendo os substratos, à aproximadamente 1 cm de profundidade, colocando-se uma única semente por célula e cobrindo-as com substrato. As bandejas foram colocadas na estufa sobre bancada de madeira a aproximadamente 1 metro de altura do solo.

A temperatura e a umidade foram mantidas a 28°C e 65% respectivamente. A irrigação foi realizada através de sistema de micro aspersão diária de 10 mm duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 3 repetições, a unidade experimental foi composta por 14 células da bandeja.

Realizaram-se contagens diárias do número de plântulas emergidas até a estabilização da emergência, considerando-se emergidas aquelas que apresentavam

o hipocótilo exposto. Foram determinadas as seguintes características: porcentagem de emergência (PE) e velocidade de emergência de plântulas (VE), segundo a fórmula proposta por Ávila et al. (2005). Aos 60 dias após a semeadura, foi avaliada a altura de plantas (AP), medindo do colo até o ápice da parte aérea com auxílio de uma régua graduada. Em seguida, determinou-se o diâmetro do colo (DC) utilizando um paquímetro digital de precisão 0,01mm. A parte aérea e as raízes foram pesadas separadas em balança analítica de precisão - (0,01 g) - para determinar massa fresca e depois, acondicionadas em sacos de papel separados e etiquetados e após o material fresco foi transferido para secar em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C por 72 horas, até atingir massas constantes para se determinar a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e compararam-se os efeitos dos substratos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as variáveis avaliadas demonstraram significância para o fator de tratamento testado. Em relação à porcentagem de emergência das sementes de tomateiro verificaram-se os maiores valores em ordem decrescente para o substrato S6, que não diferiu do substrato comercial S5, > composto orgânico > S1 > S3. Nos substratos S2 e S4 não houve emergência. A velocidade de emergência das sementes, ou seja, o número médio de dias necessários para a ocorrência da emergência foi maior nos substratos S1 e S3 o que confere maior número de dias para formação e produção das mudas, aumentando custos e diminuindo a eficiência do sistema (Tabela 2).

Substrato	PE	VB
S1 (56,25%CO+25%CAC+18,8%TT)	31,14 c*	19,59 a
S2 (25%CO+50%CAC+25%TT)	0,00 e	0,00 d
S3 (12,5%CO+75%CAC+12,5%TT)	11,74 d	19,59 a
S4 (37,5%CO+25%CAC+37,5%TT)	0,00 e	0,00 d
S5 (100% comercial)	82,42 a	16,65 bc
S6 (100% CAC)	83,92 a	17,70 b
S7 (100% CO)	60,35 b	15,99 c
CV%	4,50	8,49

TABELA 2- Porcentagem de Emergência (PE), Velocidade de emergência (VE) de sementes de tomate cv. Carolina em substratos regionais. Pelotas/RS, 2019.

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. CO (composto orgânico), CAC (casca de arroz carbonizada), TT (torta de tungue).

Para as variáveis altura de plantas e diâmetro do colo o substrato S3 apresentou os maiores valores sendo superior ao comercial. O substrato S6 não diferenciou do substrato comercial S5 e os demais apresentaram valores inferiores (Tabela 3). A maior altura de plantas e diâmetro de colo pode ser indicador de plantas mais vigorosas.

Para a variável massa seca da parte aérea o S3 apresentou o maior valor superando o substrato comercial. Os demais diferiram entre si sendo inferiores ao substrato comercial (Tabela 3). Para a variável massa seca da raiz o substrato comercial S5 e o S6 obtiveram os melhores resultados, apresentando as condições satisfatórias para o desenvolvimento das raízes não diferindo entre si, seguidos em ordem decrescente pelos S7 > S3 > S1 (Tabela 3).

Substrato	MSPA (g)	MSR (g)	ALT (cm)	DIA (mm)
S1 (56,25%CO+25%CAC+18,8%TT)	0,26 c	0,09 d	4,56 c	1,51 b
S3 (12,5%CO+75%CAC+12,5%TT)	0,62 a	0,15 c	9,50 a	2,00 a
S5 (100% comercial)	0,43 b	0,22 a	5,29 b	1,41 c
S6 (100% CAC)	0,24 c	0,22 a	5,52 b	1,36 c
S7 (100% CO)	0,12 d	0,19 b	2,79 d	1,08 d
CV%	7,04	8,39	3,29	1,93

TABELA 3- Porcentagem de Emergência (PE), Velocidade de emergência (VE), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), altura de plantas (ALT) diâmetro de colo (DIA) de sementes e mudas de tomate cv. Carolina em substratos regionais. Pelotas/RS, 2017.

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. CO (composto orgânico), CAC (casca de arroz carbonizada), TT (torta de tungue).

As diferenças encontradas entre os tratamentos em todas as variáveis avaliadas podem ter relação com as características físicas e químicas dos substratos (Tabela 1), dentre as quais podemos citar à capacidade de retenção de água (CRA), porosidade (macro e micro), densidade, pH e condutividade elétrica (CE) (KÄMPF, 2000).

O tratamento S3 com a menor proporção de torta de tungue e a maior proporção de casca de arroz carbonizada proporcionou melhores condições para desenvolvimento das mudas, com os maiores valores de MSPA, altura e diâmetro. Estas características são bons indicadores da qualidade da muda, quanto maior o valor, maiores as chances de sobrevivência e desenvolvimento da muda após o transplante. Segundo Gonçalves et al. (2016), a CAC é bastante utilizada em mistura com outros materiais por proporcionar maior porosidade, aeração e drenagem. Por sua vez, a torta de tungue apresenta elevados índices de potássio e nitrogênio, o que demonstra a sua aptidão na elaboração de adubos orgânicos (EICHOLZ, 2013). Enquanto que, os tratamentos S2 e S4 possuem a maior proporção de torta de tungue, o que pode ter causado toxicidade e afetado a emergência das sementes,

assim como a baixa emergência nos tratamentos S1 e S3. É possível que a fitotoxidez tenha sido causada pelo excesso de nitrogênio (LIMA et al., 2006). Basso Costa et al. (2012), também verificaram que o uso de torta de tungue em quantidades excessivas prejudica a germinação das sementes. O tratamento S4 apresenta a maior micro porosidade dentre os substratos avaliados e conseqüentemente maior CRA, diminuindo assim a aeração e dificultando a germinação das sementes.

Outro fator importante a ser considerado é o pH de um substrato, pois segundo Ludwig et al. (2014) este é de grande importância para o crescimento das plantas devido ao seu efeito na disponibilidade de nutrientes, em especial de microelementos, sendo a faixa ideal recomendada para cultivos em geral segundo Bailey et al. (2000), entre 5,4 a 6,4, estando os tratamentos S1 e S2 fora desta faixa. A CE também é importante na absorção dos nutrientes sendo a faixa recomendada por Bunt (1988), entre 0,5 e 1,8 d Sm<sup>1</sup> para a maioria dos cultivos, estando o tratamento S7 fora desta faixa.

O tratamento S6, casca de arroz carbonizada, usada de forma pura proporcionou maior valor de matéria seca da raiz. Este resultado pode estar associado à sua maior porosidade que proporciona uma melhor aeração ao sistema radicular. Entretanto, este tratamento possui a menor CRA o que pode ter ocasionado o baixo desenvolvimento da parte aérea das mudas.

## 4 | CONCLUSÕES

Dentre os substratos testados, o comercial (S5) e a casca de arroz carbonizada (S6) são os melhores para emergência de plântulas de tomate.

A torta de tungue utilizada em baixas proporções é eficiente em misturas com outros materiais na produção de mudas de tomate.

A casca de arroz carbonizada e o composto orgânico na forma pura não apresentam resultados satisfatórios para o desenvolvimento das mudas de tomateiro.

## REFERÊNCIAS

ALVES, R. C.; FERREIRA NETO, M.; NASCIMENTO, M. L.; OLIVEIRA, M. K. T.; LINHARES, P. S. F.; CAVALCANTE, J. S. J.; OLIVEIRA, F. A. **Reutilização de água residuária na produção de mudas de tomate**. Agropecuária Científica no Semiárido, Patos, v.8, n.4, p.77-81, 2012.

ARAUJO, T. da S.; ALMEIDA, A.S.; ARAÚJO, F.S.; FERREIRA, A.H.C.; PASCOA PINTO, T. da. **Produção e qualidade de tomates cereja fertirrigados com água residuária da piscicultura**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. V.12, n 3, p. 392-396, 2017. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS>. Acesso em jul. 2017.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MARTORELLI, D.K.; ALBRECHT, L.P. **Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo**. Revista Brasileira de Sementes, v. 27, n. 1, p. 62-70, 2005. Disponível em: <http://www.sielo.br/pdf/rbs/>



BAILEY, D. A.; NELSON, P. V.; FONTENO W.C. **Substrates pH and water quality**. Raleigh: North Carolina State University, 2000. Disponível em: <http://www.nurserycropscience.info/water/souce-water-quality/other-references/substrate-ph-and-water-quality.pdf/view>. Acesso em: 08 jun. 2017.

BUNT, A.C. **Media and mix for container-grown plants**. London: Unwin Hyman, 1988.

BASSO COSTA, J.; MEDEIROS, C.A.; CRUZ, A. L.; FERNANDES, M.D.C.A.; AGUIAR, L.A. D. **Produção de tomate sob manejo orgânico**. Niterói: Programa Rio Rural, 2012. 40 p.

CRUZ, L.E.C.; SANES, F.S.N.; ARAÚJO, F.B.; PIANA, C.F.B. - **Efeito das tortas de mamona e de tungue na produtividade do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Cadernos de Agroecologia, v. 6, n. 2, jan. 2012. Disponível em: <http://aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/12695> . Acesso em: 22 jul. 2017.

EICHOLZ, M. D. **Caracterização de populações de Tungue (*Aleurites fordii* Hemsl.) no Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar). Universidade Federal de Pelotas. 83 p. Pelotas, 2013.

FOLETTI, E. L.; HOFFMANN, R. S.; PORTUGAL JÚNIOR, U. L.; JAHN, S. L. **Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz**. Química Nova, v. 28 n.6, p.1055-1060, 2005.

GONÇALVES, A. M.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C.; REISSER, C. Jr. **Produção de morangos fora do solo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2016. 32 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2006: **Agricultura familiar, primeiros resultados. Brasil, grandes regiões e Unidades da Federação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 267 p.

KÄMPF, A.N. **Seleção de materiais para uso como substrato**. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.) Substrato para plantas: base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis, 2000. p.139-146.

KÄMPF, A. N., TAKANE, R. J.; SIQUEIRA, P. T. V. **Floricultura: técnicas de preparo de substratos**. Brasília: LK Editora e Comunicação, 2006.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L.S.; ALBUQUERQUE, R.C.; BELTRÃO, N.E.M. **Avaliação da casca e da torta de mamona como fertilizante orgânico**. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2., 2006, Aracaju. Aracaju: Embrapa Algodão, 2006. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos> . Acesso em: 19 jul. 2017.

LUDWIG F; FERNANDES DM; GUERRERO AC; VILLAS BÔAS RL. **Características dos substratos na absorção de nutrientes e na produção de gérbera de vaso**. Horticultura Brasileira, v. 32, n. 2, p. 184-189. 2014.

NADAI, F. B.; MENEZES, J. B. C.; CATÃO, H. C. R. M; ADVIÍCULA, T.; COSTA, C.A. A. **Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de propagação e substratos**. Revista Agroambiente, Boa Vista, V.9, n3, p. 261-267, 2015.

RONCHI, C. P.; SERRANO, L. A. L.; SILVA, A. A.; GUIMARÃES, O. R. **Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro**. Planta Daninha, v. 28, n. 1, p. 215-228, 2010.

WATTHIER, M., DA SILVA, M. A. S., SCHWENGBER, J. E., DENISE, F., ; DA FONSECA, A. N. **Produção de mudas de beterraba com substrato a base de húmus de minhoca**. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA, 3., Anais...Viçosa: UFV, 2014. p. 55

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

Data de aceite: 11/03/2020

### **Everton Martins Arruda**

Universidade do Estado de Mato Grosso  
Nova Xavantina – MT

### **José Claudemir dos Santos da Silva**

Universidade do Estado de Mato Grosso  
Nova Mutum – MT

### **Kevein Ruas de Oliveira**

Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Jaboticabal – SP

### **Risely Ferraz Almeida**

Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Jaboticabal – SP

### **Leonardo Rodrigues Barros**

Universidade do Estado de Mato Grosso  
Nova Xavantina – MT

### **Marcos Paulo dos Santos**

Universidade Federal de Goiás  
Goiânia – GO

### **Rodrigo Takashi Maruki Miyake**

Universidade do Estado de Mato Grosso  
Nova Xavantina – MT

### **Fernanda Pereira Martins**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte - MG

### **Adriana Aparecida Ribon**

Universidade Estadual de Goiás  
Palmeiras de Goiás – GO

**RESUMO:** O cultivo do algodoeiro é importante para produção e fornecimento de fibras no mercado nacional e internacional, desta forma, estudos sobre otimização de semeadura e operações a cerca dessa cultura se fazem necessários para o progresso no cultivo, visto que é de grande importância para o produto interno bruto. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a emergência e o crescimento inicial do algodoeiro em função da profundidade de semeadura. A cultivar utilizada no experimento foi a variedade Bayer FMX 940 GLX. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo adotadas cinco profundidades de semeadura: 1, 3, 4, 5 e 7 cm, com quatro repetições, onde foram dispostas em vasos e passaram por avaliações aos 20 e 35 dias após semeadura, sendo mensurados: o tempo de emergência, índice de emergência, altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas, massa verde e seca de raízes e massa verde e seca da parte aérea. A semeadura na profundidade de 7 cm é inviável tecnicamente para a cultura do algodoeiro, pois não apresenta emergência de plântulas, o que, conseqüentemente, ocasiona redução drástica do estande inicial nas lavouras de algodoeiro. A profundidade de semeadura a 5 cm não é recomendada, pois apresenta menor altura e massa verde da parte aérea de plântulas de algodoeiro quando comparado a profundidade

de 4 cm. Desta forma, recomenda-se a profundidade de semeadura do algodoeiro em 4 cm ou 3 cm de profundidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Algodão. Plantio. Solos Arenosos.

## FIELD EMERGENCY AND GROWTH OF COTTON IN FUNCTION OF SOWING DEPTH IN SANDY SOIL

**ABSTRACT:** The cotton crop is one of the main Brazilian commodities in expansion, studies on optimization of sowing and operations around this crop are necessary for the progress in its cultivation, since it is of great importance for the national GDP. The present work focused on a study on the optimal seeding depth for cotton cultivation. The cultivar used in the experiment was Bayer FMX 940 GLX, 5 different sowing depths were adopted, 1, 3, 4, 5 and 7 cm, with 4 replications, where they were arranged in pots and underwent daily evaluations up to 35 days (SA), emergence index (IE), plant height (AP), stem diameter (DC), number of leaves (NF), green shoot mass (MVPA), dry shoot mass (MSPA), green root mass (MVR) and root dry mass (MSR), the numbers obtained in the research were submitted to the Tukey test 5 or 1% of significance and the results proved the Unfeasibility of adopting sowing at 7 or 5 cm of depth and established sowing at 3 or 4 cm as the ideal.

**KEYWORDS:** Cotton. Planting. Sandy Soils.

### 1 | INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma cultura perene da família *Malvaceae*, apresenta porte ereto, raiz pivotante e profunda, folhas pecioladas com 3 a 9 lóbulos, flores de cor creme e hermafroditas, que, após a autofecundação, dão origem aos frutos, denominados maçãs quando imaturos e capulhos após a abertura (ZABOT, 2017).

O algodoeiro é conhecido desde 8 mil anos A.C., e apresenta como centro de origem a Índia (ZABOT, 2017). Atualmente, a cultura é explorada comercialmente em 81 países, tendo como maiores produtores a China, os Estados Unidos, Índia e o Brasil (ZABOT, 2017).

No Brasil, o algodoeiro tem sido cultivado com sucesso nos estados de Mato Grosso, Goiás e Bahia, geralmente em sucessão à soja. O cultivo é destinado a grandes propriedades, devido ao alto grau de mecanização das etapas da produção e o alto uso de insumos e demais tecnologias envolvidos em seus tratamentos culturais (FERREIRA; CARVALHO, 2005).

Para o estabelecimento adequado do algodoeiro no campo é necessário que exista eficiência na germinação e emergência das plântulas, e para isto é fundamental recomendar no sistema de produção uma profundidade de semeadura correta. De

acordo com Araújo et al. (2004), a profundidade de semeadura ideal para a cultura do algodoeiro varia entre 3 e 5 cm.

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a emergência, o crescimento inicial e a produção de massa seca do algodoeiro em função da profundidade de semeadura.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, utilizando vasos preenchidos com solo, na cidade de Nova Mutum, MT (Latitude S = 13° 49' 44", Longitude W = 56° 4' 56"). O clima predominante da região de acordo com a classificação de Köppen é o Aw tropical úmido com inverno seco e verão chuvoso. A área experimental está a 490 m de altitude com precipitação média anual de 1.813 mm, com temperaturas mínimas e máximas anuais de 8 e 34° C, respectivamente.

Para preenchimento das unidades experimentais foi utilizado solo classificado como Latossolo amarelo distrófico típico, este coletado no campo experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Nova Mutum-MT. A amostragem foi efetuada na camada de 0 a 20 cm em solo que se encontrava em pousio, onde anteriormente havia sido plantado soja e possuía apenas plantas espontâneas, como fedegoso, erva de santa luzia e leiteiro. O mesmo apresentava como características físicas na análise granulométrica valores de 87,6 %, 2,2 %, e 10,2 % de areia, silte e argila, respectivamente. As características químicas de fertilidade apresentaram: pH (CaCl<sub>2</sub>) 7,6; Ca, Mg, Al e H + Al equivalentes a 1,70; 1,10; 0,0 e 0,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente, K e P com 19,3 e 35,6 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente; CTC e SB com 3,5 e 2,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; V(%) 80,3; MO 10,7 g dm<sup>-3</sup>, de acordo com a análise de solo.

O delineamento experimental adotado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), sendo que as sementes de algodoeiro foram semeadas em 5 profundidades diferentes (1, 3, 4, 5 e 7 cm da superfície do solo), com 4 repetições cada, totalizando 20 parcelas, onde foram semeadas 4 sementes em cada parcela. As unidades experimentais foram constituídas por vasos de plástico com capacidade pra 2,8 litros ou 4 kg de solo, preenchidos com 3,5 kg do solo, deixando a parte superior do vaso sem solo, isto para facilitar a realização das aplicações de fertilizante e irrigação.

A princípio, para dar início ao procedimento, com o auxílio de uma pá de jardim e uma trena, um vaso foi preenchido, deixando 2,5 cm da parte superior do vaso sem solo, sendo esse posteriormente pesado com a utilização de uma balança digital, após isto, os vasos foram preenchidos até as marcas de 3,5; 5,5; 6,5; 7,5 e 9,5 cm da borda dos mesmos com o solo coletado, para os vasos que terão as sementes

semeadas em 1, 3, 4, 5 e 7 cm de profundidade, respectivamente, sendo que para cada profundidade foram adotadas 4 repetições (vasos), em seguida foram adicionadas 4 sementes em cada vaso, posteriormente os vasos foram completados até alcançar a marca de 2,5 cm da borda, adicionando 1 cm de solo sobre as sementes que se encontravam nos vasos que tinham 3,5 cm da borda sem solo, 3 cm de solo sobre as sementes dos vasos preenchidos até os 5,5 cm da borda e 4, 5 e 7 cm de solo sobre as sementes que se encontravam nos vasos preenchidos até as marcas de 6,5; 7,5; e 9,5 cm sem solo, para os vasos que seriam semeados às profundidades de 4, 5 e 7 cm. Feito isso, os vasos foram novamente pesados individualmente com intensão de aferir a quantidade de solo em cada vaso e igualá-los, caso houvesse alguma diferença de peso.

Não houve necessidade de correção da acidez do solo, uma vez que a saturação por bases deste estava em 80,3 % sendo que a exigência da cultura é de 60%. A adubação de base, incorporada ao solo antes da semeadura, foi 25 kg ha<sup>-1</sup> de N (Ureia), 120 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Superfosfato Simples) e 60 Kg de K<sub>2</sub>O (Cloreto de Potássio), aos 25 dias após a semeadura (DAS) foram aplicados 50 kg ha<sup>-1</sup> de N (Ureia) e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Cloreto de Potássio), como adubação de cobertura, adubação esta, calculada de acordo com a quantidade de solo dispostos nos vasos, conforme recomendação de Souza e Lobato (2004). A rega foi feita pelo método de pesagem dos vasos, mantendo a umidade correspondente a 60% da capacidade de retenção.

O controle de pragas não se fez necessário devido a semente ter passado por tratamento industrial contra fungos e bactérias, insetos-praga de solo e nematoides, junto a isso a variedade adotada já apresentava em seu genótipo genes entomopatogênicos que lhes conferia resistência às principais lagartas do algodoeiro.

No dia 19/05/2017 foram semeadas 4 sementes por vaso da variedade Bayer FMX 940 GLT, material escolhido devido ao alto percentual de germinação (93%) e sua tecnologia GLT, que possui os genes cry1ab e cry2ae, oriundos de *Bacillus Thuringiensis* (Bt), na semente, tecnologia essa que proporciona à planta resistência às principais lagartas do algodoeiro.

Aos 14 DAS, foi efetuado o desbaste das plantas que emergiram, deixando apenas 1 planta por vaso, para todas as profundidades avaliadas. As plantas foram cultivadas até os 35 DAS, quando finalizou-se as avaliações, no mesmo dia, 23/06/2017, a parte aérea dessas plantas foram separadas das raízes, cortando-as ao nível do solo com o auxílio de uma tesoura, essas plantas foram separadas e postas em sacos de papel, separadamente por parcelas, da mesma forma, as raízes foram coletadas do solo através de lavagem do conteúdo do vaso para separar o solo e as mesmas, também foram postas em sacos de papel, após isso, as raízes e a parte aérea foram pesadas enquanto verdes e, posteriormente, levadas à estufa

durante 72 horas à temperatura de 65° C, para a última verificação, de massa seca das partes coletadas.

O índice de emergência (IE) das plantas nas diferentes profundidades foi determinado, onde o padrão adotado, conforme metodologia de Pacheco et al. (2010), foi o qual a semente tinha sido semeada a 1 cm de profundidade. O cálculo de IE dos demais tratamentos foi calculado em relação à quantidade de plantas emergidas no tratamento padrão, onde  $IE = \frac{\text{número de plantas emergidas no tratamento X}}{\text{número de plantas emergidas no tratamento padrão}}$ , adaptado por Portella et al. (1997), citado por Pacheco et al. (2010). O número de plantas emergido foi observado diariamente até os 14 DAS, porém apenas foram encontrados dados úteis até o 8º DAS, data essa em que o número de plantas emergidas se manteve constante. Determinou-se também o tempo de emergência (TE) das plântulas em cada profundidade de semeadura adotadas, de acordo com a metodologia sugerida por Miranda e Ferraz (1999), utilizada por Pacheco et al. (2010). Essa avaliação possibilita aferir o tempo gasto, em dias, para a emergência de 50% do número total de plântulas por vaso, onde era considerada emergida a plântula que apresentava a folha cotiledonar exposta acima da superfície do solo.

Aos 20 DAS foram determinadas a altura de plantas (AP), tendo como referência superior o ápice da planta e base ao nível do solo, medidas com o auxílio de uma trena graduada em milímetros, número de folhas (NF), através de análise visual, e com a utilização de um paquímetro, o diâmetro da base do caule (DC) das plantas de algodoeiro. Aos 35 DAS foram avaliados novamente a AP, NF e do DC das plantas, e, juntamente, após coletados e separados, a parte aérea e as raízes das plantas foram levados em laboratório e pesados em balança eletrônica de precisão, para obtenção dos números pertinentes às massas secas de raízes e parte aérea. Após esse procedimento cada material vegetal foi posto em sacos de papel separadamente e acomodados durante um período de 72 horas em estufa à temperatura de 65° C, após o período os sacos foram retirados da estufa e as partes vegetais que se encontravam dentro dele, agora desidratados, foram novamente pesados, para então coletar os últimos resultados da pesquisa, a massa seca da parte aérea e das raízes dessas plantas de algodoeiro.

As avaliações estatísticas dos dados foram realizadas pela análise de variância (Teste de F) e, quando os resultados foram significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$  ou  $0,01$ ), utilizando o programa estatístico SISVAR (Sistema de Análises Estatísticas) (FERREIRA, 2011).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de emergência (IE) se mostrou influenciado pela variação de

profundidade de semeadura. As sementes do algodoeiro semeadas em 7 cm de profundidade mostraram-se inferiores aos demais tratamentos (Tabela 1), Estando de acordo com Zuffo et al. (2014) que encontraram diferenças significativas entre as profundidades avaliadas (2, 4 e 6 cm).

Estas evidências comprovam que as sementes, quando sujeitas a profundidades excessivas, apresentam redução na taxa de emergência das plântulas, afetando negativamente o crescimento inicial da mesma (AISENBERG, 2014), pois não possui energia o suficiente para que ocorra a emergência (TILLMANN et al., 1994).

Para as profundidades de 1, 3, 4 e 5 cm o IE das plântulas de algodoeiro foram estatisticamente iguais (Tabela 1). O tempo de emergência foi maior nos tratamentos em que as sementes de algodoeiro foram semeadas em profundidades 4 cm e 5 cm quando comparado ao tratamento em profundidade 1 cm (testemunha) (Tabela 1). Nesses tratamentos já se via a possibilidade de apresentar maior tempo para emergência das plântulas de algodoeiro, em relação a profundidade 1 cm, tendo em vista que este tratamento foi considerado como padrão na pesquisa.

Em todas as avaliações, com o aumento da profundidade de semeadura, observou-se uma tendência a reduzir o índice de emergência das plântulas, comprovando a afirmação de Tillmann et al. (1994), de que semeaduras em profundidades superiores às ideais ocasionam redução da velocidade de emergência e do índice de emergência de plântulas em lavouras, o que condiz com os resultados de Almeida et al. (2010), que não verificaram diferença significativa entre mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica L.*) semeadas a profundidades diferentes (1, 2 e 3 cm). Já Aisenberg et al. (2014) encontraram diferença significativa positiva em relação a sementes mais superficiais, em pesquisas avaliando comportamento de soja (*Glycine Max L.*). Para Marçal et al. (1998), a questão da semeadura mais superficial oferecer condição mais favorável à emergência mais rápidas e justifica pelo fato de a irrigação diária, manter a umidade constante durante o período de avaliação, favorecendo, assim, a emergência de plântulas semeadas em menores profundidades.

A semente de algodoeiro semeada em profundidade de 7 cm, ao ponto de impedir a emergência de plântulas são vistas de forma bastante negativas. De acordo com Pacheco et al. (2010), isso reflete a maior dificuldade de estabelecimento do estande das plantas cultivadas, podendo afetá-la negativamente, o que implica em limitado material de reserva para a emergência das plântulas nas lavouras.

Profundidade	Índice de emergência *	Tempo de emergência (dias) **
Padrão (1 cm)	1,00 a	3,50 a
3 cm	0,87 a	5,00 ab
4 cm	0,81 a	6,00 b
5 cm	0,75 a	5,75 b
7 cm	0,00 b	0,00 c
F (teste)	26,08**	44,89**
CV (%)	22,51	18,18

Tabela 1. Índice de emergência e tempo de emergência da plantas de algodoeiro, em função da profundidade de semeadura.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

\* Padrão: o total de plantas emergidas a 1 cm de profundidade foi considerado 1,00. Os demais valores foram obtidos em relação a essa profundidade.\*\* Índice obtido pelo tempo de emergência de 50% do total de plantas emergidas, até 14 dias após a semeadura (PACHECO et al., 2010).

Em relação à altura de plantas a parcela com 4 cm de profundidade se comportou estatisticamente igual as profundidades 1 e 3 cm aos 20 DAS, porém os resultados foram superiores à profundidade de 5 cm e 7 cm, enfatizando que as semeaduras a 7 cm não obtiveram plântulas emergidas (Tabela 2), resultados esses que estão de acordo com Aisenberg (2014), que afirma haver impactos negativos em relação à alocação de carbono, quando semeadas em profundidades inadequadas, o que reduz o crescimento das plântulas.

Na segunda avaliação aos 35 DAS, não houve diferença significativa entre as semeaduras em 1, 3, 4 e 5 cm (Tabela 2), todas mostrando superioridade em relação às semeadas em 7 cm, cujas plântulas não emergiram. Os resultados corroboram com a afirmação de Marçal (2005), de que os índices de vigor das plântulas de algodoeiro são influenciados com a variação de profundidade de semeadura, segundo Kolchinski, Schuchl e Peske (2006) interferindo na produção de massa seca no período inicial da plântula, complementado por Araújo et al. (2004), afirmando que a profundidade de semeadura adequada para o algodoeiro pode variar entre 3 e 5 cm.

O diâmetro de caule e o número de folhas em semeaduras nas profundidades de 1, 3, 4 e 5 cm se comportaram da mesma forma nas duas avaliações (20 DAS e 30 DAS), sendo ambos superiores às parcelas com semeadura a 7 cm, visto que nessa profundidade não se obteve emergência de plântulas (Tabela 2). As semeaduras do algodoeiro nos tratamentos citados se tornaram superiores ao tratamento a 7 cm pelo fato de nesse não haver emergido plântulas, logo as emergidas não apresentaram diferença significativa entre elas.

Estes resultados estão em de acordo com Almeida et al. (2010), que não



observaram diferença significativa em relação ao diâmetro do caule e ao número de folhas de plântulas de tamarindeiro semeadas a 1, 2 e 3 cm de profundidade, Zuffo et al. (2014) também não observou diferença significativa em relação à quantidade de folhas de cajuzeiro nas profundidades de 2, 4 e 6 cm, estando de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa.

Profundidade Semeadura	---- Altura (cm) ----		Diâmetro Caule (cm)		-- Número de folhas --	
	20 DAS	35 DAS	20 DAS	35 DAS	20 DAS	35 DAS
Padrão (1 cm)	8,50 ab	11,37 a	1,97 a	2,52 a	4,00 a	6,00 a
3 cm	7,02 ab	10,75 a	2,35 a	2,55 a	4,00 a	6,00 a
4 cm	9,07 a	12,00 a	2,30 a	2,80 a	4,25, a	6,25 a
5 cm	6,15 b	9,20 a	2,07 a	2,72 a	3,50 a	5,50 a
7 cm	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00b	0,00 b
F (teste)	40,09**	20,31 **	43,28**	66,20**	50,80**	114,00 **
CV (%)	18,64	25,37	17,2100	13,81	15,87	10,53

Tabela 2. Altura de plantas, diâmetro de caule e número de folhas de plantas de algodoeiro em função da profundidade de semeadura, aos 20 e 30 dias após a semeadura (DAS), em Nova Mutum-MT, 2017.

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). DAS: Dias após a semeadura de algodoeiro.

Para massa verde das raízes (MVR) e massa seca de raízes (MSR) de plantas de algodoeiro, houve diferença significativa apenas para MVR, onde houve semelhança entre as médias das plântulas com profundidades de semeadura em 1 cm, 3 cm, 4 cm e 5 cm. Entretanto, a profundidade de semeadura em 4 cm foi superior em relação a profundidade de 7 cm, cuja esta não emergiu plântulas de algodoeiro (Tabela 3). Os resultados afirmam que a profundidade e semeadura não deve ser muito superficial ou profunda (PRADO; COAN; VILLAR, 2002), podendo ser semeada até 6 cm (MARÇAL et al., 2005), estando de acordo, também, com a afirmação de TILLMANN et al. (1994), explicando que profundidades de semeadura inadequados comprometem o crescimento radicular e, conseqüentemente, compromete a exploração de solo pela mesma.

Os resultados desta pesquisa com algodoeiro obtiveram semelhança com os apresentados por Aisemberg (2014), em pesquisas com soja, que justifica a relação decrescente de matéria seca da raiz com o aumento da profundidade de semeadura, esclarecendo que o menor investimento na alocação de carbono no sistema radicular se dá pelo grande gasto de energia utilizado pela plântula no rompimento da camada do solo, consumindo as reservas que possivelmente seriam destinadas ao crescimento radicular. Zuffo et al. (2014) também justifica o comportamento provocado pelo gasto excessivo de energia do sistema radicular durante a emergência, que, dessa forma, se torna mais lenta, tornando a plântula dependente das reservas cotiledonares por

mais tempo nesse estádio.

Para a massa verde da parte aérea (MVPA) as plântulas oriundas de sementes dispostas a 4 cm obtiveram diferença significativa superior às semeadas a 5 e 7 cm (Tabela 3).

Profundidade Semeadura	MVR (g planta <sup>-1</sup> )	MSR (g planta <sup>-1</sup> )	MVPA (g planta <sup>-1</sup> )	MSPA (g planta <sup>-1</sup> )
Padrão (1 cm)	0,47 ab	0,11	1,86 ab	0,48 a
3	1,27 ab	0,17	1,90 ab	0,50 a
4	2,08 a	0,24	2,40 a	0,57 a
5	1,29 ab	0,13	1,13 b	0,33 a
7	0,00 b	0,00	0,00 c	0,00 b
F (teste)	4,01 *	2,85 ns	26,06 **	12,40**
CV (%)	78,67	79,05	25,03	34,27

Tabela 3. Produção de massa verde e seca de raízes e parte aérea da cultura do algodoeiro em diferentes profundidades de semeadura, em Nova Mutum-MT, 2017.

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey.

\* ( $p < 0,05$ ) e \*\* ( $p < 0,01$ ). MVR: Massa verde da raiz; MSR: Massa seca da raiz; MVPA: Massa verde da parte aérea; MSPA: Massa seca da parte aérea.

Ainda por cima, foi verificado que a profundidade de semeadura em 4 cm apresentou valores de MVPA 112% superiores quando comparado a profundidade de 5 cm, resultado esse que condiz com o encontrado por Pacheco et al. (2009), onde, em estudos com plantas de cobertura, chegou à conclusão de que existe interação negativa em relação ao acúmulo de massa verde nas plantas, quando existe variação de profundidade de semeadura.

Para massa seca da parte aérea (MSPA), as plantas advindas de sementes semeadas a 1, 3, 4 e 5 cm não obtiveram diferença significativa entre elas, sendo todas superiores ao tratamento a 7 cm de profundidade, cujo não apresentou emergência de plântulas (Tabela 3).

## 4 | CONCLUSÕES

A semeadura na profundidade de 7 cm é inviável para cultura do algodoeiro, pois não apresenta emergência de plântulas, podendo reduzir drasticamente o estande inicial. A profundidade de semeadura a 5 cm não é recomendada, pois apresenta menor altura e massa verde da parte aérea de plântulas de algodoeiro quando comparado a profundidade de 4 cm. Desta forma, recomenda-se a profundidade de semeadura do algodoeiro em 4 cm ou 3 cm de profundidade.

## REFERÊNCIAS

- AISENBERG G. R.; PEDRÓ T.; AUMOND T. Z. et al. Vigor e desempenho de crescimento inicial de plantas de soja: efeito da profundidade de semeadura. **Enciclopédia biosfera**. v. 10, p. 3081-3091, 2014.
- ALMEIDA S. de; MELO B. de; SILVA C. A. et al. Massa de sementes e profundidade de semeadura no desenvolvimento de mudas de tamarindeiro. **Revista brasileira de fruticultura**. v. 2, p. 555-560, 2010.
- ARAÚJO A. E. de; GOULART A. C. P.; SILVA C. A. D. da; et al. **Algodão: O produtor pergunta a EMBRAPA responde**. 1. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2004. v.1, 271 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computerstatisticalanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA G. B. e CARVALHO M. da C. S. **Adubação do algodoeiro no cerrado: Com resultados de pesquisa em Goiás e Bahia**. 1. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2005.
- KOLCHINSK E. M.; SCHUCH L. O. B.; PESKE S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**. 12: 163-166, 2006.
- MIRANDA, P.R.M.; FERRAZ, I.D.K. Efeito da temperatura na germinação de sementes e morfologia da plântula de *Maquira sclerophylla* (Ducke) CC Berg. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 303-307, 1999.
- PACHECO L. P.; PIRES F. R.; MONTEIRO F. P. et al. Emergência e crescimento de plantas de cobertura em função da profundidade de semeadura. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 30, p. 305-314, 2009.
- PACHECO L. P.; PIRES F. R.; MONTEIRO F. P. et al. Profundidade de semeadura e crescimento inicial de espécies de forrageiras utilizadas para cobertura do solo. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 34, p. 1211-1218, 2010.
- PORTELLA, J.A.; SATLER, A.; FAGANELLO, A. Índice de emergência de plântulas de soja e de milho em semeadura direta no Sul do Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 71-78, 1997.
- PRADO R. de M.; COAN O.; VILLAR M. L. P. Compressão do solo e profundidade de semeadura na emergências e no crescimento inicial da cultura do milho (*Zea Mays L.*). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Ano 01, n. 02, 2012.
- PRADO R. de M.; TORRES J. L.; ROQUE C. G. et al. Semente de milho sob compressão do solo e profundidade de semeadura: Influência no índice de velocidade de emergência. **Scientia Agrária**. v. 02, p. 45-49. 2001.
- SOUZA D. M. G.; LOBATO E. (Ed.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.
- TILLMANN M. A. A.; PIANA Z.; CAVARIANI C. et al. Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de tomate. **Scientia Agrícola**, v. 51, p. 260-263, 1994.
- ZABOT L. A. **Cultura do algodão (*Gossypium hirsutum L.*)**. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/nppce/disciplinas/algodao.pdf>> Acesso em 05, julho, 2017.
- ZUFFO A. M.; ANDRADE F. R. SILVA L. M. A. da; MENEZES K. O. et al. Profundidade de semeadura e superação de dormência no crescimento inicial de sementes de *Brachiaria dictyoneura*. **Revista Ceres**. v. 61, p. 948-955, 2014.

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

Data de aceite: 11/03/2020

Data de submissão: 10/12/2019

### **Dalmarcia De Souza Carlos Mourão**

Universidade Federal Do Tocantins, Gurupi –  
Tocantins

[Https://Orcid.org/0000-0002-1756-5265](https://Orcid.org/0000-0002-1756-5265)

### **Micaele Rodrigues De Souza**

Universidade Federal Do Tocantins, Palmas –  
Tocantins

[Https://Orcid.org/0000-0002-8679-7094](https://Orcid.org/0000-0002-8679-7094)

### **João Vinícius Lopes Dos Reis**

Universidade Federal Do Tocantins, Gurupi –  
Tocantins

[Http://Lattes.cnpq.br/1868006289344586](http://Lattes.cnpq.br/1868006289344586)

### **Talita Pereira De Souza Ferreira**

Universidade Federal Do Tocantins, Gurupi –  
Tocantins

[Https://Orcid.org/0000-0002-8386-5776](https://Orcid.org/0000-0002-8386-5776)

### **Pedro Raymundo Arguelles Osorio**

Universidade Federal Do Tocantins, Gurupi –  
Tocantins

[Http://Lattes.cnpq.br/7626121087931177](http://Lattes.cnpq.br/7626121087931177)

### **Eduardo Ribeiro Dos Santos**

Universidade Estadual Do Tocantins, Palmas -  
Tocantins

[Http://Lattes.cnpq.br/2371256431867739](http://Lattes.cnpq.br/2371256431867739)

### **Damiana Beatriz Da Silva**

Universidade Federal Do Tocantins, Gurupi –  
Tocantins

[Http://Lattes.cnpq.br/1988992187665430](http://Lattes.cnpq.br/1988992187665430)

### **Paulo Henrique Tschoeke**

Universidade Federal Do Tocantins, Gurupi –  
Tocantins

[Http://Lattes.cnpq.br/8445257730623343](http://Lattes.cnpq.br/8445257730623343)

### **Fabício Souza Campos**

Universidade Federal Do Tocantins, Gurupi –  
Tocantins

[Https://Orcid.org/0000-0002-5948-472x](https://Orcid.org/0000-0002-5948-472x)

### **Tayná Alves Pereira**

Universidade Federal Do Tocantins, Gurupi –  
Tocantins

[Http://Lattes.cnpq.br/0467306783631280](http://Lattes.cnpq.br/0467306783631280)

### **David Ingsson Oliveira Andrade De Farias**

Universidade Federal Do Tocantins, Gurupi –  
Tocantins

[Http://Lattes.cnpq.br/6573536692790514](http://Lattes.cnpq.br/6573536692790514)

### **Gil Rodrigues Dos Santos**

Universidade Federal Do Tocantins, Gurupi –  
Tocantins

[Https://Orcid.org/0000-0002-3830-9463](https://Orcid.org/0000-0002-3830-9463)

**RESUMO:** Instituições de pesquisa enfatizaram agentes alternativos de controle de doenças porque representam uma ótima opção com efeitos benéficos na saúde humana e animal e no equilíbrio do ecossistema. Apesar dos estudos já realizados sobre fungicidas botânicos, seu uso efetivo requer conhecimento sobre a aplicabilidade de produtos naturais a diferentes sistemas de produção. O principal objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia

dos óleos essenciais de *Ocimum purpuraceus* L., *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle, *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf e *Lippia sidoides* Cham. na inibição do crescimento micelial e germinação de conídios de *B. maydis*. Os demais objetivos deste estudo foram realizar análise cromatografia gasosa, fitotoxicidade e controle da mancha-de-bipolaris, por meio do óleo essencial de *L. sidoides*, aplicado na forma preventiva e curativa. Entre os tratamentos estudados, o óleo essencial de *L. sidoides* é eficaz na inibição do crescimento micelial e da germinação de conídios nas concentrações de 5 e 1%, respectivamente. O principal constituinte do óleo é o timol (92,68%). A faixa de concentração de 0,75 a 3% do óleo essencial de *L. sidoides* é fitotóxica para plantas de milho. Valores inferiores da área abaixo da curva de progresso da mancha-de-bipolaris são observados nas concentrações de 0,1 a 0,5%, quando o óleo essencial foi aplicado como agente preventivo antes da colonização dos tecidos vegetais pelo patógeno. A aplicação do óleo como curativo nas plantas com a doença também mostra eficácia na concentração de 0,1%, reduzindo a severidade em mais de 54%. Esses resultados demonstram os potenciais efeitos do óleo essencial de *L. sidoides* no crescimento micelial de *B. maydis* e no controle preventivo e curativo sob a mancha-de-bipolaris no milho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Plantas medicinais, controle alternativo, *Zea mays*, *Bipolaris maydis*, *Lippia sidoides*.

#### BOTANICAL FUNGICIDES TO CONTROL OF BIPOLARIS LEAF SPOT IN MAIZE

**ABSTRACT:** Research institutions have emphasized alternative disease control agents because they represent a great option with beneficial effects on human and animal health and ecosystem balance. Despite the studies already done on botanical fungicides, their effective use requires knowledge about the applicability of natural products to different production systems. The main objective of this study is to evaluate the efficacy of essential oils of *Ocimum purpuraceus* L., *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle, *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, and *Lippia sidoides* Cham. on the inhibition of mycelial growth and germination of conidia of *B. maydis*. The other objectives of this study were to perform gas chromatographic and phytotoxicity analyses, and test the control of bipolaris leaf spot using essential oils of *L. sidoides* applied as a preventive and curative agent. Among the treatments studied, the essential oil of *L. sidoides* is effective in inhibiting mycelial growth and conidial germination at the concentrations of 5 and 1%, respectively. The main constituent of the oil is thymol (92.68%). The concentration range 0.75-3% of *L. sidoides* essential oil is phytotoxic to maize plants. Lower values of the area under the progress curve of bipolaris leaf spot are observed at concentrations 0.1-0.5%, when the essential oil was applied as a preventive agent prior to the colonization of plant tissues by the pathogen. The application of the oil as a curative to plants with the disease also shows efficacy at the concentration 0.1%, reducing the severity by more than 54%. These results demonstrate the potential effects of *L. sidoides* essential oil on preventive and curative control of bipolaris leaf spot in maize and mycelial growth.

**KEYWORDS:** Medicinal plants, alternative control, *Zea mays*, *Bipolaris maydis*, *Lippia*

## 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, vários fatores dificultam a produção de milho, entre eles doenças. As doenças afetam significativamente o potencial produtivo da planta (Conab, 2016) e podem reduzir o potencial produtivo no todo ou em parte (Manfro et al., 2016). Em trabalhos de monitoramento de doenças realizados pela Embrapa Milho e Sorgo, foi detectada elevada severidade da Mancha-de-bipolaris em alguns estados do país, como Rondônia, Mato Grosso, Goiás e Tocantins (Costa et al., 2014).

Como a grande maioria de cultivares utilizada apresentam suscetibilidade à Mancha-de-bipolaris, o uso de fungicidas tem sido bastante utilizado, principalmente em áreas tropicais brasileiras, onde a doença encontra condições favoráveis (clima quente e úmido) ao seu desenvolvimento. O uso indiscriminado de agrotóxicos tem elevado à resistência de fitopatógenos e também afeta negativamente o meio ambiente e a saúde humana, pela contaminação dos alimentos, microbiota do solo, água e todo ecossistema. Buscando reduzir os problemas gerados pelos agrotóxicos, os produtos naturais vêm sendo uma alternativa para o controle de doenças (Benvenuti, 2012; Brum, 2012; Ootani et al., 2013). Atualmente, as instituições que lidam com pesquisas vêm dando grande ênfase ao controle alternativo de doenças, por representar uma ótima opção de uso, com efeitos benéficos à saúde do homem e dos animais, além de promover o equilíbrio do ecossistema. Vários autores têm demonstrado a eficácia que alguns óleos essenciais apresentam quando aplicados em determinadas concentrações no controle de doenças (Diniz et al., 2008; Dalcin et al., 2017).

No entanto, a questão é complexa, uma vez que a mancha-de-bipolaris é uma doença que causa grandes danos à cultura de milho devido ao desfolhamento parcial das plantas, e o controle atual dessa doença ainda é feito principalmente pelo uso de fungicidas e, portanto, requer esforços coletivos, conduzindo estudos com o objetivo de criar conhecimento e aplicabilidade de produtos naturais a diferentes sistemas e patossistemas. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficácia de óleos essenciais no controle da Mancha-de-bipolaris no milho.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Espécies vegetais utilizadas

As plantas utilizadas na extração do óleo essencial foram: *Ocimum purpureus* L. (Manjerição Roxo), *Cymbopogon nardus* L. (Citronela), *Cymbopogon citratus* D.C. (Capim Limão) e *Lippia sidoides* Cham. (Alecrim Pimenta). A extração dos óleos

essenciais foi realizada pelo método de hidrodestilação, em aparelho tipo Clevenger modificado (Guimarães et al., 2008). Utilizou-se 200g de folhas, de cada substância testada, desidratadas e picadas, colocadas em balão de fundo redondo e recobertas com água destilada. O tempo de extração foi de 2 horas em ebulição. Posteriormente, coletou-se o sobrenadante com o auxílio de micropipeta, e armazenou-se em frascos âmbar recobertos com papel alumínio (proteção da luz), conservados em geladeira a 4°C, até a instalação dos bioensaios.

## 2.2 Isolamento de *Bipolaris maydis*

O fitopatógeno foi obtido de plantas de milho apresentando sintomas de manchas foliares típicas da doença. Foi feito isolamento em placas Petri contendo meio de cultura BDA (Batata, Dextrose, Ágar). O fungo foi identificado por microscopia óptica de acordo com a caracterização de suas estruturas vegetativas e reprodutivas, com auxílio de literatura especializada (Barnett e Hunter, 1972; Ellis, 1971; Watanabe, 1937).

## 2.3 Inibição do crescimento micelial

Foi avaliada *in vitro*, a atividade fungitóxica, em função de concentrações crescentes dos óleos essenciais (1, 2, 3, 4 e 5%). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com quatro repetições em cinco períodos de avaliação (2, 4, 6, 8 e 10 dias de incubação). Para avaliar o efeito dos óleos essenciais no crescimento micelial de *B. maydis*, foi utilizada a metodologia descrita por Seixá et al., (2008) e Ferreira et al., (2018).

## 2.4 Análises cromatográficas dos óleos essenciais

As análises qualitativas e quantitativas dos óleos essenciais foram realizadas por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massa CG-EM. O cromatógrafo utilizado foi o modelo Shimadzu GC-210 equipado com detector seletivo de massa modelo QP2010 Plus, o equipamento foi operado nas seguintes condições: coluna capilar de sílica fundida RTX-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm de espessura de filme); com a seguinte programação da temperatura na coluna: 60 – 240 °C (3 °C/min); temperatura do injetor: 220 °C; gás carreador hélio; injeção splitless com volume injetado de 1 µL de uma solução 1:1000 em hexano. Para o espectrômetro de massas (EM), foram utilizadas as seguintes condições: energia de impacto de 70 e V; temperatura de fonte de íons e da interface: 200 °C. Os espectros obtidos foram comparados com o banco de dados da biblioteca Nist e Wiley 229 e o índice de retenção, calculado para cada constituinte, foi comparado com o tabelado, de acordo com Adams (2007) e a quantificação dos teores dos

compostos foi expressa em porcentagem.

## 2.5 Fitotoxidez do óleo essencial em plantas de milho

O teste de fitotoxicidade foi efetuado com o óleo essencial mais promissor na inibição do crescimento micelial *in vitro*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por uma testemunha (água) e nove concentrações do óleo. Sementes de milho foram semeadas em vasos de plástico, contendo substrato de esterco, solo e substrato comercial Plantmax®, na proporção de 1:2:1. Cada vaso foi semeado com quatro sementes da cultivar Tractor® por ser suscetível à doença e bastante cultivada na região. A irrigação foi efetuada diariamente de forma manual. Após 20 dias da semeadura, foram realizadas as aplicações das diferentes concentrações (0,01; 0,1; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 %) do óleo essencial. As soluções foram preparadas como descritas anteriormente no ensaio *in vitro*. A aplicação nas folhas foi realizada com o auxílio de um borrifador (capacidade de 500 ml), até o ponto de escorrimento. Após 24 horas da aplicação, foram realizadas as avaliações, por meio de escala de notas adaptada de Freitas et al., (2009) e Cogliatti et al., (2011), onde: 0% = ausência de fitotoxicidade; 1 - 25% = leve necrose nas folhas ou leve clorose da planta; 26 - 50% = necrose moderada nas folhas ou clorose moderada da planta; 51 - 75% = alta necrose nas folhas ou alta clorose da planta; 76 - 100% = murcha e ressecamento da planta.

## 2.6 Inibição da germinação de conídios *Bipolaris maydis*

Este ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Uma alíquota de 1 mL da suspensão de conídios de *Bipolaris maydis* ( $10^4$  conídios mL<sup>-1</sup>) e outra de 1 mL em diferentes concentrações (0,0; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1%, respectivamente) do óleo essencial contendo Tween 80 (2%) foram colocados em cada um dos recipientes (“vidros pequenos”) (Balbi-Peña et al., 2006). Eles foram incubados em câmara úmida em fotoperíodo de 14 h. Um total de 300 conídios foram contados por tratamento, observando os conídios germinados e não germinados sob um microscópio óptico (Aguiar et al., 2014). Após este período a porcentagem de germinação dos conídios de inibição foi calculada conforme metodologia adaptada (Aguiar et al., 2014; Balbi-Peña, et al., 2006).

## 2.7 Controle preventivo e curativo da Mancha-de-bipolaris com óleo essencial

A partir dos dados obtidos no bioensaio *in vitro* e de fitotoxicidade, foram instalados os ensaios do controle preventivo e curativo da mancha de *B. maydis* com diferentes concentrações do óleo essencial (0,01; 0,05; 0,1; 0,25 e 0,5%) e



a testemunha com apenas água destilada. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com três repetições. As soluções foram preparadas como descritas anteriormente no ensaio *in vitro*.

Para o ensaio do controle preventivo foram utilizadas três plantas de milho completamente sadias, apresentando cinco folhas cada uma, as quais foram aplicadas previamente a solução do óleo essencial nas concentrações já descritas. A aplicação foi realizada com o auxílio de um borrifador até o ponto de escorrimento. Após uma hora da aplicação do óleo, as plantas de milho foram inoculadas com 5 mL de  $1 \times 10^4$  mL<sup>-1</sup> de solução de conídios de *B. maydis*, e em seguida as plantas foram transferidas para câmara úmida por 48 horas para proporcionar as condições adequadas para o desenvolvimento do patógeno. Após o período das 48 horas foram realizadas cinco avaliações da severidade da doença, com intervalo de dois dias, adotando-se a escala de notas de Santos et al. (2005): 0 - planta sadia; 1 - menos de 1% da área foliar doente; 3 - 1 a 5% da área foliar doente; 5 - 6 a 25% da área foliar doente; 7 - 26 a 50% da área foliar doente; 9 - mais que 50% da área foliar doente. No ensaio do efeito curativo, as plantas de milho foram inoculadas inicialmente com 5 mL de  $1 \times 10^4$  mL<sup>-1</sup> de solução de conídios de *B. maydis* e em seguida as plantas foram transferidas para câmara úmida por 48 horas para proporcionar as condições adequadas para o desenvolvimento do patógeno. Após o surgimento das primeiras lesões características da doença foram aplicadas as diferentes concentrações do óleo essencial. Foram realizadas cinco avaliações da severidade da doença, a partir da aplicação do óleo essencial, em intervalos de dois dias, por meio da escala de notas descrita anteriormente.

## 2.8 Análise Estatística

Os resultados foram expressos como média  $\pm$  desvio-padrão para os ensaios *in vitro* da inibição do crescimento micelial e germinação dos conídios, assim como o controle preventivo e curativo *in vivo* e foram submetidos à regressão linear. A área abaixo da curva de progressão da doença (AACPD), foi calculada segundo Schneider et al., (1976). Equações de regressão foram ajustadas utilizando o programa para elaboração de planilhas, Excel®.

## 3 | RESULTADOS

### 3.1 Inibição do crescimento micelial

Os óleos essenciais de *O. purpureus*, *C. nardus* e *C. citratus* não demonstraram efeitos de inibição do crescimento micelial do patógeno *in vitro*. Apenas o óleo essencial de *L. siddoides* destacou-se com efeito fungitóxico, nas concentrações testadas

(Tabela 1, Figura 1). Houve inibição do crescimento micelial nas concentrações de 2 a 4% do óleo essencial até o período de dois dias de incubação em relação à testemunha (água). Assim, estas mesmas concentrações inibiram o crescimento micelial do patógeno inicialmente, e mantiveram um crescimento desacelerado em relação à testemunha (água) até o décimo dia de avaliação. A concentração de 5% do óleo inibiu completamente o crescimento micelial de *B. maydis*, nas épocas avaliadas.

Concentrações (%)	Épocas de avaliação (dias)					Inibição* (%)	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5			
T (água)	15,06±1,52	20,81±0,34	26,48±0,87	33,85±0,68	39,28±0,58	0	y = 6,148x + 8,652	0,99
1	7,41±1,01	11±1,78	15,87±1,73	19,83±2,08	24,95±0,20	36	y = 4,391x + 2,639	0,99
2	-	4,91±0,20	12,07±2,08	21,08±3,79	25,44±4,10	35	y = 6,705x - 7,415	0,98
3	-	5,1±0,24	7,51±0,46	15,56±1,86	20,17±1,09	48	y = 5,08x - 5,572	0,98
4	-	3,79±0,51	7,34±0,84	15,24±0,53	19,82±1,11	49	y = 5,109x - 6,089	0,98
5	-	-	-	-	-	100	-	-

Tabela 1. Efeito do óleo essencial de *Lippia sidoides*, em concentrações crescentes, sobre o crescimento micelial (mm) de *B. maydis*.

(-): não houve crescimento, (\*): avaliação considerada até o 10º dia de incubação. (Média ± Desvio padrão)

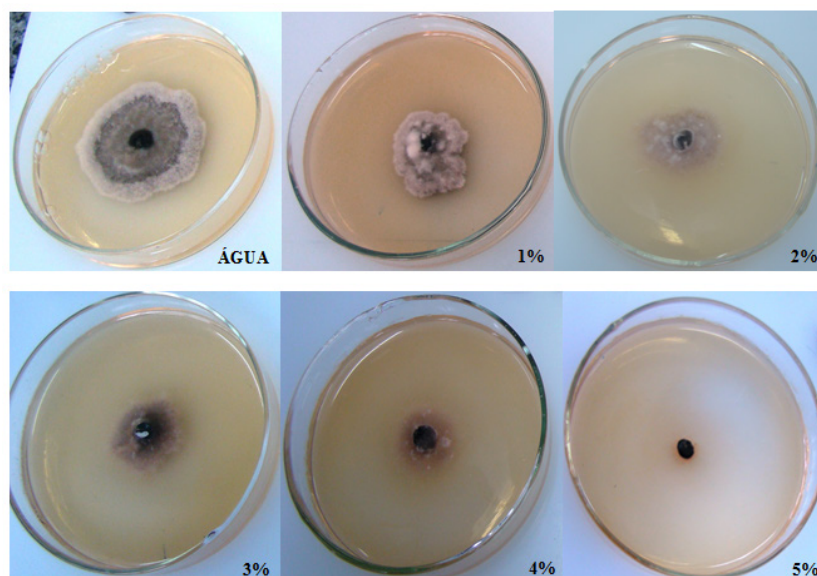


Figura 1. Inibição do crescimento micelial de *Bipolaris maydis* submetidas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Lippia sidoides*.

### 3.2 Constituintes químicos do óleo essencial da *Lippia sidoides*

A análise cromatográfica do óleo essencial de *L. sidoides* revelou em qualidade e quantidade seus constituintes químicos, onde demonstraram a presença de timol (92,6%) como o principal componente, seguido de cariofileno (2,2%) e  $\rho$ -cimeno

(1,1%) entre outros constituintes que formam este composto (Tabela 2), apresentação da imagem da planta de *Lippia sidoides* (Figura 2).

<sup>a</sup> NC	Compostos	<sup>b</sup> RT	<sup>c</sup> CRI	(%)
1	$\alpha$ -tujeno	5.915	927	0.051
2	$\alpha$ -terpineno	8.680	1018	0.091
3	$p$ -cimeno	8.944	1025	1.162
4	$\gamma$ -terpineno	10.176	1058	0.250
5	hidrato de cis-sabineno	10.656	1071	0.102
6	terpin-4-ol	15.19	1182	0.453
7	metil-éter-timol	17.264	1230	0.430
8	Timol	20.075	1294	92.684
9	(E)-cariofileno	25.369	1419	2.235
10	$\alpha$ -humuleno	26.849	1456	0.134
11	óxido de cariofileno	31.878	1582	0.617
<b>Total (%)</b>				<b>98.179</b>

Tabela 2. Constituintes químicos do óleo essencial de *Lippia sidoides* identificados por CG/EM e seus respectivos teores expressos em percentagem.

<sup>a</sup>NC = Numero de Compostos; <sup>b</sup>TR = Tempo de Retenção; <sup>c</sup>IRC = Índice de Retenção Calculado.



Figura 2. Planta de *Lippia sidoides*.

### 3.3 Fitotoxicidade do óleo essencial de *Lippia sidoides* às plantas de milho

Dentre os óleos testados *in vitro* apenas *L. sidoides* apresentou eficácia na inibição micelial de *B. maydis*, sendo assim, selecionado para o Teste de Fitotoxicidade (Figura 3). O óleo essencial causou fitotoxicidez já a partir da concentração 0,75%, provocando queima ou necrose em 60% da área foliar, além de amarelecimento ou clorose da planta. A concentração de 3,0% provocou alto grau de fitotoxicidez, sendo verificadas lesões irreversíveis em toda planta, com queima em 96,6% da área foliar. Devido a concentração de 0,5% não ter provocado nenhuma fitotoxicidez nas plantas de milho, esta foi selecionada como sendo a dosagem máxima a ser utilizada no controle preventivo e curativo para a Mancha-de-bipolaris.



Figura 3. Plantas de milho saudáveis (A) e planta com sintomas de fitotoxicidade na concentração de 3% do óleo essencial de *Lippia sidoides*.

### 3.4 Inibição da germinação de conídios *Bipolaris maydis*

A inibição da germinação dos conídios foi proporcional ao aumento das concentrações (Figura 4).

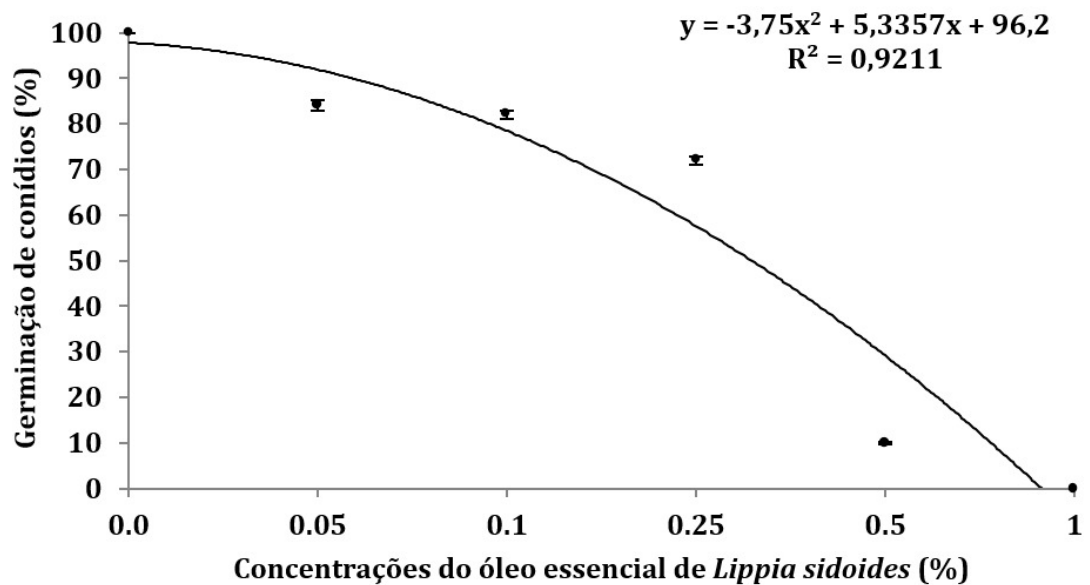


Figura 4. Inibição da germinação de conídios de *Bipolaris maydis* em função de concentrações crescentes do óleo essencial de *Lippia sidoides*. (Média  $\pm$  desvio padrão)

Considerando a testemunha absoluta com 100% de germinação de conídios após 14h de incubação e comparando com a germinação de conídios submetidos às diferentes concentrações do óleo essencial de *L. sidoides*, foi revelado que as concentrações de 0,05%, 0,01% e 0,25% reduziram respectivamente, em 16%, 18% e 28% da germinação de *B. maydis* (Figura 4 e 5). Já na concentração de 0,5% houve 90 % de inibição de germinação dos conídios. Na concentração de 1% do óleo essencial de *L. sidoides*, houve 100% da inibição dos conídios, demonstrando grande potencial de inibição do óleo sobre o patógeno. Dessa forma, apesar da eficiência, devido a fitotoxicidez verificada até a dose de 1% do óleo, foram testadas no controle in vivo da doença, doses nas concentrações de até 0,5%.

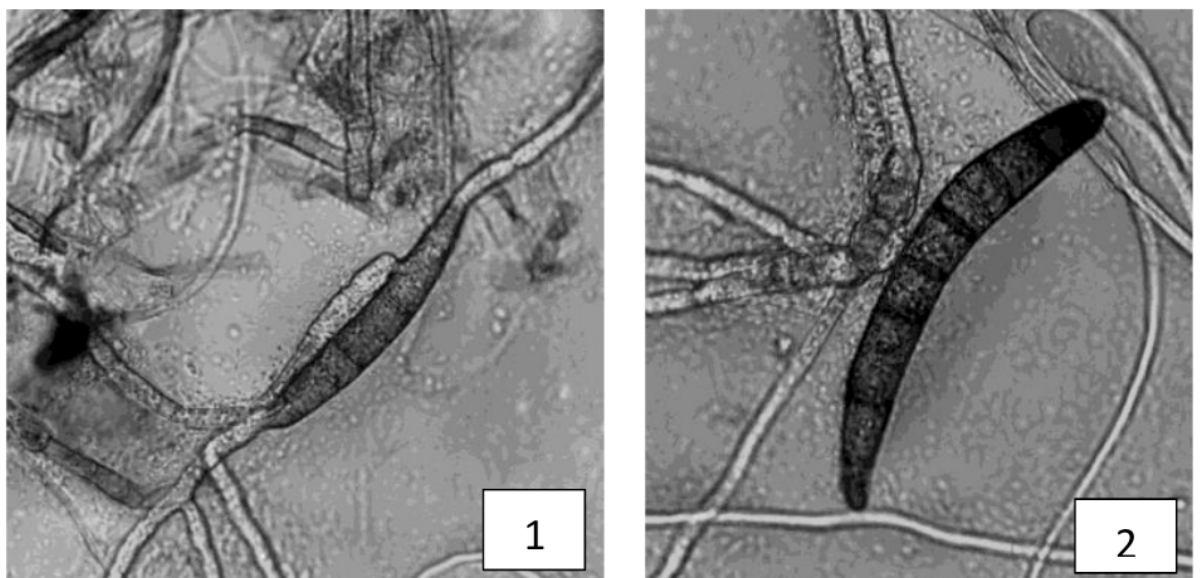


Figura 5. Conídios de *Bipolaris maydis*, germinado (1) e não germinado (2).

### 3.5 Controle preventivo e curativo da Mancha-de-bipolaris do milho

Em relação ao efeito preventivo do óleo essencial de *L. sidoides* sobre o progresso da Mancha-de-bipolaris (Figura 6), foi observado que a severidade da doença foi reduzida já a partir da concentração de 0,05 e mantendo-se bom nível de controle nas concentrações de 0,1 a 0,25 quando comparada com a testemunha absoluta. Na maior concentração testada (0,5%) houve uma redução na severidade da doença de até 91% quando comparada à testemunha absoluta.

Já na aplicação curativa, com a presença da doença na planta, apesar de não ter demonstrado a mesma eficácia do controle preventivo, verificou-se na concentração de 0,1% maior nível de controle, com redução de 82% na severidade da doença. Esta mesma concentração também demonstrou eficácia na aplicação preventiva, quando apresentou uma redução da mancha foliar em 84%. Desta forma, ficou demonstrado que o óleo essencial de *L. sidoides* apresenta grande potencial a ser utilizado como controle alternativo, tanto de forma preventiva como curativa, ou seja, antes ou após a ocorrência de infecção do patógeno nas folhas do milho.

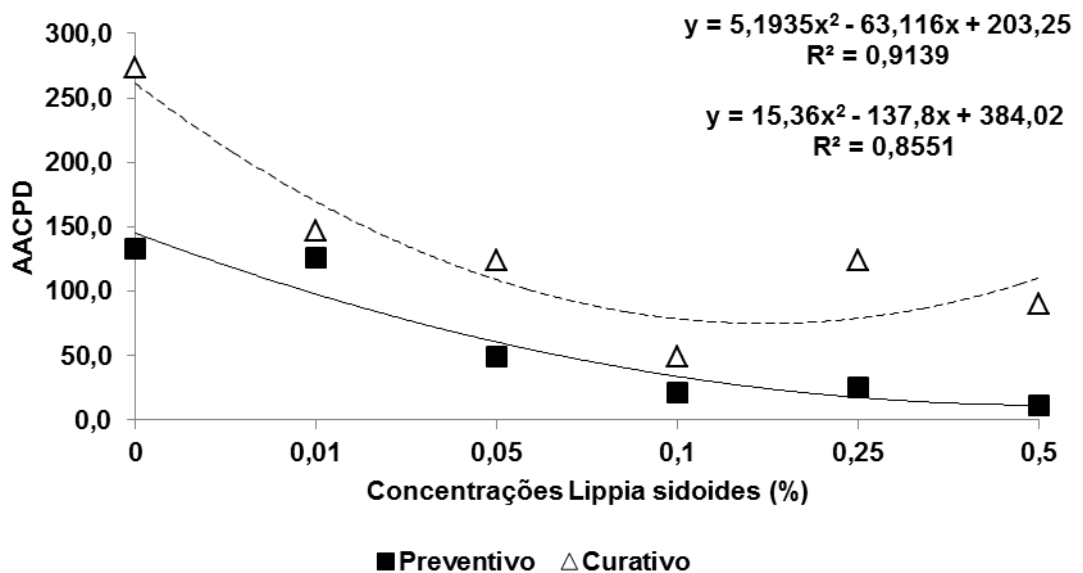


Figura 6. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) da Mancha-de-bipolaris em folhas do milho em função de concentrações crescentes de óleo essencial de *Lippia sidoides*, aplicadas de forma preventiva e curativa.

## 4 | DISCUSSÃO

Em relação aos benefícios do uso do óleo essencial de *L. sidoides* em plantas de milho com ênfase ao controle da Mancha-de-bipolaris, podemos comprovar que há viabilidade técnica para esta finalidade. Porém, deve-se considerar que os seus princípios ativos, são compostos químicos que podem provocar fitotoxicidez ou injúrias irreversíveis nas folhas das plantas. Desta forma, a recomendação só deve ser feita após testes para verificação da sensibilidade da planta em função

da concentração máxima, levando-se em consideração a cultivar a ser utilizada. A definição das dosagens representa uma prática economicamente interessante, tanto aos que lidam com a pesquisa, como também no uso futuro pelos agricultores (Mourão et al., 2019).

Acredita-se que o efeito do óleo essencial de *L. sidoides* sobre a Mancha-de-bipolaris seja resultado do efeito tanto do composto majoritário, o Timol, como também possivelmente da interação de constituintes menores. Moreira et al., (2011), isolaram duas proteínas antifúngicas de flores de *L. sidoides*, que foram capazes de inibir o desenvolvimento de *Botrytis cinera*. Ferreira et al., (2018), testando a atividade fungitóxica de óleo essencial de *L. sidoides* sobre *Curvularia lunata*, constataram total inibição do patógeno na concentração de 50 mg mL. Oliveira et al., (2008), avaliaram o efeito de óleos essenciais de plantas do gênero *Lippia* sobre fungos contaminantes na propagação de plantas, o óleo essencial de *L. sidoides* foi eficaz na inibição do crescimento micelial de todos os fungos avaliados *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp, *Fusarium* sp, e *Fusarium oxysporum*.

Trabalhos desenvolvidos por outros autores têm indicado o potencial de óleos essenciais no controle de fitopatógenos, tanto por efeito direto sobre as estruturas do patógeno, como também pela indução de fitoalexinas (Schwan-Estrada & Stangarlin, 2001). Guimarães et al., (2011), avaliando a atividade fungitóxica do óleo essencial de *C. citratus* e do citral, verificaram que o tanto o óleo quanto o seu componente mostraram atividade sobre os fitopatógenos onde *Alternaria alternata* e *Bipolaris* sp. foram os mais sensíveis e o *Fusarium oxysporium* o mais resistente à ação destes compostos. Assim como Seixas et al., (2011) que estudaram controle de *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial *C. nardus* L. e do composto citronelal, constataram maior efeito inibitório do composto citronelal.

No presente trabalho foi constatado que os outros óleos testados não apresentaram efeito inibitório sobre *B. maydis*, estes resultados não devem ser estendidos a outros fitopatógenos, os quais podem apresentar sensibilidade diferenciada ou maior capacidade de metabolizar os constituintes químicos. Diferindo do que foi encontrado no presente trabalho Gonçalves et al., (2015) demonstraram a caracterização química do óleo de *L. sidoides* onde foi verificado presença do Carvacrol (33,2%) e o 1,8-cineol (24,4%) como seus componentes majoritários. No entanto, resultados semelhantes ao presente estudo foram encontrados por Ferreira et al., (2018), que demonstraram como constituintes primários incluíram Timol (92,6%), (E) - Cariofileno (2,2%) e p-cimeno (1,1%) no óleo de *L. sidoides*. Vale destacar que a composição dos óleos essenciais podem variar em função do local e horário de coleta, idade da planta, substratos usados, adubação, etc., são requisitos que podem aumentar ou diminuir os metabólitos presentes nas plantas (Pina et al., 2018; Ribeiro et al., 2018).

As concentrações testadas na inibição da germinação dos conídios de *B. maydis* demonstraram eficiência, onde 100% de inibição ocorreu na dose de 1%. Ferreira et al., (2018) explica que é preciso compreender os mecanismos de ação dos óleos essenciais em relação aos fungos patogênicos. Para Solórzano-Santos e Miranda-Novales (2012) a potencialidade dos óleos essenciais pode ser atribuído, segundo, à hidrofobicidade dos mesmos, o que lhes permite partição com os lípidios da membrana celular e mitocôndrias das bactérias, causando perturbação das estruturas celulares e aumentando a permeabilidade da membrana, provocando o vazamento de moléculas essenciais à sua sobrevivência e levando as bactérias à morte (Miranda et al., 2016).

Para os fungos segundo Juven et al., (1994) há uma liberação de conteúdo celular através de mudanças na permeabilidade das membranas fúngicas, assim possível afirmar que a presença do grupo -OH na estrutura molecular, este composto majoritário do óleo essencial de *L. sidoides* tem a capacidade de se ligar aos grupos amina e hidroxilamina das proteínas presentes nas membranas celulares dos fungos.

As atividades do óleo essencial nas plantas de milho sobre a Mancha-de-bipolaris se mostram promissoras, contudo as aplicações preventivas ainda se sobressaem das aplicações curativas. Na literatura científica foram observados relatos escassos dos efeitos de óleos essenciais no controle da Mancha-de-bipolaris. No efeito preventivo as soluções do óleo de *L. sidoides* são aplicadas previamente, formando uma camada protetora nas folhas de milho, inibindo assim a germinação do tubo germinativo dos conídios. O mesmo efeito foi observado por Ferreira et al., (2018) em relação ao efeito preventivo, sobre o tratamento com o óleo essencial de *Lippia* mostrando que os compostos da substância estudada podem ter um contato maior com os conídios de *Curvularia lunata* na iminência da formação do tubo germinativo e o subsequente desenvolvimento de hifas. Veloso (2016) concluiu que o óleo essencial de *Morinda citrifolia* possui propriedades fungitóxicas, inibindo o crescimento micelial de *B. maydis* e *Exserohilum turcicum*, bem como a severidade da doença.

## 5 | CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos ficou comprovado efeito inibitório do óleo no crescimento micelial assim como na germinação dos conídios de *Bipolaris maydis*. É possível afirmar que o óleo essencial de *Lippia sidoides* pode ser um promissor agente antifúngico, devido à sua mistura de componentes ativos para o efeito preventivo e curativo do progresso da doença Mancha-de-bipolaris.



## REFERÊNCIAS

- ADAMS, R.P. (2007). **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry**. 4. ed. CarolStream: Allured Publishing Corporation.
- AGUIAR, R.W.S., OOTANI, M.A., ASCENCIO, S., FERREIRA, T.P.S., SANTOS, M.M., SANTOS, G.R. (2014). **Fumigant Antifungal Activity of *Corymbia citriodora* and *Cymbopogon nardus* Essential Oils and Citronellal against Three Fungal Species**. The Scientific World Journal, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2014/492138>
- ARAÚJO, G.C., SILVA, R.P. (2004). **Desenvolvimento Sustentável do Meio Ambiente**. 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, Belo Horizonte.
- BALBI-PENÃ, M.I., BEKER, A., STANGARLIN, J.R., FRANZENER, G., LOPES, M.C., SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. (2006). Control of *Alternaria solani* in tomato by *Curcuma longa* extracts and curcumin-II. In vivo evaluation. *Fitopatologia Brasileira*, 31, 401–404. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582006000400012>
- BARNETT, H.L., HUNTER, B.B. (1972). **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3a ed. Minneapolis, Minnesota, Burgess Publishing Company, p. 241.
- BENVENUTI, P.A. **Saúde ameaçada pelos agrotóxicos** (2012). Revista Brasil de fato, São Paulo.
- COGLIATTI, M., JUAN, V.F., BONGIORNO, F., DALLA, V.H., ROGERS, W.J. (2011). **Control of grassy weeds in annual canarygrass**. *Crop Protection*, 30: 125-129, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.11.002>
- CONAB (2016). **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_09\\_00\\_46\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf). Acessado em julho de 2017.
- COSTA, R.V.; SILVA, D.D.; COTA, L.V (2014). **Bipolaris leaf spot in maize**. Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E). Available at: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1012083>
- DALCIN, M.S., CAFÉ-FILHO, A.C., SARMENTO, R.A., NASCIMENTO, I.R., FERREIRA, T.P.S., SOUSA AGUIAR, W.S., SANTOS, G.R. (2017). **Evaluation of essential oils for preventive or curative management of melon gummy stem blight and plant toxicity**. *Journal of Medicinal Plants Research*. V.11, pp.426-432. <https://doi.org/10.4172/2329-955X.1000188>
- DINIZ, S.P.S.S., COELHO, J.S., ROSA, G.S., SPECIAN, V., OLIVEIRA, R.C., OLIVEIRA, R.R. (2008). **Bioactivity of *Mentha arvensis* L. essential oil in phytopathogenic fungi control**. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 10, p. 9-11.
- ELLIS, M.B. 1971. **Dematiaceous Hyphomycetes**. Kew, Commonwealth Mycological Institute.
- FAO. **Food and Agriculture Organization** (2018). Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/1098805/>. Acessado em 22 de Janeiro de 2018.
- FERREIRA, T.P.S., MOURÃO, D.S.C., SANTOS, G.R, GUIMARÃES, L.G.L., PIRES, E.C.F., SANTOS, W.F., AGUIAR, R.W.S. (2018). **Fungistatic activity of essential oil of *Lippia sidoides* Cham. against *Curvularia lunata***. *African Journal of Agricultural Research*. V.13, pp. 701-713. <http://doi.org/10.5897/AJAR2018.12977>
- FREITAS, S.P., MOREIRA, J.G., FREITAS, I L.J., FREITAS JÚNIOR, S.P., AMARAL JÚNIOR, A.T., SILVA, V.Q.R. (2009). **Fitotoxicidade de herbicidas a diferentes cultivares de milho-pipoca**. *Planta Daninha*. 27, 1095-1103. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582009000500023>.

- GONÇALVES, A. H., PEREIRA, A. S., SANTOS, G. R. S., GUIMARÃES, L. G. L. (2015). Atividade fungitóxica in vitro dos óleos essenciais de *Lippia sidoides* Cham., *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. e de seus constituintes majoritários no controle de *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 17, n. 4, p. 1007-1015. [http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/14\\_166](http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/14_166)
- GUIMARÃES, L.G.L., CARDOSO, M.G., SOUSA, P.E., ANDRADE, J., VIEIRA, S.S. (2011). Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. Revista Ciência Agronômica, v. 42, pp. 464-472. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000200028>
- GUIMARÃES, L.G.L., CARDOSO, M.G., ZACARONI, L.M., LIMA, R.K. (2008). Influence of light and temperature on the oxidation of the essential oil of lemongrass (*Cymbopogon Citratus* (D.C.) Stapf). Química Nova, v. 31, p. 1476–1480. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422008000600037>
- JUVEN B.J, KANNER J., SHUED F., WEISSLOWIZ H. (1994). **Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents.** Journal. Applied Microbiology. 76:626-631. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1994.tb01661.x>
- MANFROI E., LANGHINOTTI C., DANELLI A., PARIZE G. (2016). **Controle químico de doenças foliares e rendimento de grãos na cultura do milho.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.15, n.2, p. 357-365. <https://doi:10.18512/1980-6477/rbms.v15n2p357-365>
- MIRANDA , C. A. S. F., GRAÇAS CARDOSO, M., BATISTA, L. R., RODRIGUES, L. M. A., SILVA FIGUEIREDO, A. C. (2016). Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento espécies patogênicas. Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 1, p. 213-220. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20160025>
- MOREIRA, J. S., ALMEIDA, R.G., TAVARES, L.S., SANTOS, M.O., VICCINI, L.F., VASCONCELOS, I. M., OLIVEIRA, J.T.A.; RAPOSO, N.R.B., DIAS, S.C., FRANCO, O.L. (2011). **Identification of Botryticidal Proteins with Similarity to NBS–LRR Proteins in Rosemary Pepper (*Lippia sidoides* Cham.) Flowers.** Protein Journal. <http://doi:10.1007/s10930-010-9299-4>
- MOURÃO, D. DE S. C., DE SOUZA, M. R. DOS REIS, J. V. L., FERREIRA, OSORIO, P. R. A., DOS SANTOS, E. R., DA SILVA, D. B., TSCHOEKE, P. H., CAMPOS, F. S., & DOS SANTOS, G. R. (2019). **Fungistatic activity of essential oils for the control of bipolaris leaf spot in maize.** Journal of Medicinal Plants Research, 13(12), 280-287.
- OLIVEIRA, O.R., TERAQ, D., CARVALHO, A.C.P.P., INNECCO, R., ALBUQUERQUE, C.C. (2008). **Efeito de óleos essenciais de plantas do gênero Lippia sobre fungos contaminantes encontrados na micropropagação de plantas.** Revista Ciência Agronômica. Fortaleza, v. 39, p p. 94-100.
- OOTANI, M.A, AGUIAR, R.W., RAMOS, A.C.C., BRITO, D.R., SILVA, J.B. CAJAZEIRA, J.P. (2013). **Use of Essential Oils in Agriculture.** Journal of Biotechnology and Biodiversity. v. 4, N.2 pp. 162-175.
- PEIXOTO, C.M. (2014). **O milho no Brasil, sua importância e evolução.** Revista Seed Newes, Ed. Becker&Peske Ltda, Pelotas- RS.
- PINA, J. C., OLIVEIRA, A. K. M., MATIAS, R., SILVA, F. (2018). **Influência de diferentes substratos na produção de fitoconstituintes de Moringa oleifera Lam. cultivada a pleno sol.** Ciência Florestal, vol.28, n.3, pp. 1076-1087. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509833394>
- RIBEIRO, S. M., BONILLA, O. H., LUCENA, E. M. P. (2018). **Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de Croton spp. da Caatinga.** Iheringia. Série Botânica, 73(1), 31-38.
- SANTOS, G.R., CAFÉ-FILHO, A C., LEÃO, F.F., CÉSAR, M. FERNANDES, L. E. (2005). **Progresso do crestamento gomoso e perdas na cultura da melancia.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 23, n. 2, p. 228-232. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000200013>.

SCHNEIDER R.W., WILLIAMS R.J., SINCLAIR J.B. (1976). ***Cercospora* leaf sport of cowpea: models for estimating yield loss.** Phytopathology 66:384-388. <http://dx.doi: 10.1094/Phyto-66-384>.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. & STANGARLIN, J.R. (2001). **Plantas medicinais o controle fitossanitário.** In: Jornada Paulista de Plantas Medicinais, Botucatu-São Paulo, Anais, p.43-8.

SEIXAS, P.T.L., CASTRO, H.C., SANTOS, G.R., CARDOSO, D.P. (2011). **Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal.** Revista Brasileira Plantas Medicinais, Botucatu, v.13, pp.523-526. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722011000500003>.

SOLÓRZANO-SANTOS. F., MIRANDA-NOVALES, M. G.(2012). **Essential oils from aromatic herbs as antimicrobial agents.** Current Opinion in Biotechnology , v. 23, n. 2, p. 136- 141. <http://doi: 10.1016/j.copbio.2011.08.005>.

USDA – **United States Department of Agriculture.** Disponível em: <http://www.usda.gov>. Acessado em julho de 2017.

VELOSO, R. A. (2016). Óleos essenciais no controle de **fitopatógenos**. Gurupi-TO. Universidade Federal do Tocantins. p. 35 (Tese).

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

Data de aceite: 11/03/2020

**Oscar José Smiderle**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –  
EMBRAPA  
Boa Vista - Roraima

**Aline das Graças Souza**

Instituto Federal de Roraima – IFRR  
Amajari - Roraima

**Renata Diane Menegatti**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas - Rio Grande do Sul

**RESUMO:** Grande parte do sucesso de reflorestamentos florestais e/ou recuperação de áreas degradadas depende de um maior conhecimento sobre aspectos nutricionais e do comportamento desta em resposta as condições químicas do solo. De forma a subsidiar informações ao setor de nutrição florestal, realizou-se este trabalho, com objetivo específico de determinar a eficiência de absorção e uso de micronutrientes por mudas de cedro doce em função dos materiais utilizados para compor os substratos empregados para o cultivo das plantas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 10 plantas. Os tratamentos foram compostos por: areia (A); solo (S); solo + areia (1:1) (A+S) e areia + solo + casca de ouriço da

castanha do Brasil triturada (1:1:1) (A+S+COT). O experimento foi conduzido em viveiro de mudas com 50% de sombreamento e as plantas foram cultivadas em sacolas de plástico com capacidade de 2 litros. Aos 60 dias após o desbaste de plântulas, foram mensuradas as características de crescimento e determinado o conteúdo dos micronutrientes nos diferentes órgãos da planta. De posse destes dados calculou-se os índices: eficiência de absorção e uso dos micronutrientes. Constatou-se variação estatística significativa entre as plantas cultivadas nos diferentes substratos para as características de crescimento avaliadas, bem como sobre a eficiência de absorção e uso de micronutrientes. O substrato composto por 100% A induz maior EA e menor crescimento, enquanto o composto por A+S+COT propicia superioridade a EU dos micronutrientes e maior crescimento as plantas de cedro doce. A ordem de EA de cada micronutriente é contrária a ordem de EU. A correlação entre a EU de Boro e todas as características de crescimento avaliadas em plantas de cedro doce é positiva e significativa.

**PALAVRAS CHAVE:** espécie florestal nativa; nutrição mineral; produção de mudas

INFLUENCE OF DIFFERENT SUBSTRATES  
ON NUTRITIONAL EFFICIENCY OF

**ABSTRACT:** The most success of forest afforestation and / or restoration of degraded areas depends on a better understanding of nutritional aspects and their behavior in response to soil chemical conditions. In order to subsidize information to the forest nutrition sector, this work aimed to determine the absorption efficiency and use of micronutrients by sweet cedar seedlings as a function of the materials used to compose the substrates used for the cultivation of plants. The experimental design was completely randomized, with four replications of 10 plants. The treatments consisted of: sand (Sd); soil (S); soil + sand (1: 1) (Sd + S) and sand + soil + bark of crushed Brazil nuts (1: 1: 1) (Sd + S + BCBn). The experiment was conducted in a seedling nursery with 50% shading and the plants were grown in plastic bags with capacity of 2 liters. At 60 days after thinning, the growth characteristics were measured and the micronutrient content in the different organs of the plant was determined. With these data, the indices were calculated: absorption efficiency (AE) and use (UE) of micronutrients. Significant statistical variation was observed between the plants cultivated in the different substrates for the evaluated growth characteristics, as well as the absorption efficiency and use of micronutrients. The substrate composed by 100% Sd induces higher AE and lower growth, while the composite Sd + S + BCBn provides superiority to micronutrients UE and higher growth in sweet cedar plants. The AE order of each micronutrient is contrary to the UE order. The correlation between Boron UE and all growth characteristics evaluated in sweet cedar plants is positive and significant.

**KEYWORDS:** native forest species; mineral nutrition; plants production

### 1 | INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores limitantes ao uso de espécies florestais nativas em plantios comerciais e/ou em programas de recuperação de áreas degradadas tem sido a escassez de estudos envolvendo o requerimento nutricional de cada espécie em particular, bem como, aspectos relacionados a eficiência quanto a absorção, translocação e uso dos nutrientes sob distintas condições químicas do solo (FONTES et al., 2013; BATISTA et al., 2015; MENEGATTI et al., 2017).

Para caracterizar o crescimento e vigor inicial de uma espécie em função da fertilidade do solo, alguns índices de eficiência nutricional têm sido empregados, entre eles: a eficiência de absorção e utilização de nutrientes (ROZANE et al., 2007). Ambos podem ser empregados para a tomada de decisão referente a necessidade de fertilização na fase de viveiro ou a campo, como também servem para a recomendação do uso da espécie vegetal mais compatível com o tipo de solo destinado ao reflorestamento ou a recuperação (CARVALHO et al., 2012; FONTES et al., 2013; BATISTA et al., 2015), a qual pode maximizar as chances de pegamento inicial a campo, garantindo o sucesso no pós-implantação.

Segundo Rozane et al. (2007) a eficiência de absorção refere-se a capacidade da espécie/planta em captar os nutrientes presentes no solo/substrato, já a eficiência de utilização dos nutrientes, pode ser definida, como a relação entre quantidade de matéria seca produzida e o teor acumulado de determinado nutriente. Em outras palavras, esse último índice, indica qual a quantidade mínima necessária, de determinado nutriente, no interior da planta, para que a mesma mantenha taxas de crescimento e desempenho satisfatório.

Recentemente Aquino et al. (2019) destacou a importância do cedro doce [*Pochota fendleri* (Seem) Alverson & Duarte], espécie florestal nativa da Amazônia, em programas de restauração ecológica, bem como, para fins madeireiros mais nobres, caracterizando as exigências nutricionais da espécie com fins a práticas de adubação mais eficientes desde a fase de produção de mudas. Entretanto, este e outros estudos atuais com a referida espécie, englobam de forma mais específica, o comportamento de acordo com a disponibilidade de macronutrientes (SILVA et al., 2013; AQUINO et al., 2019; SMIDERLE et al., 2019), subsidiando a fertilização principalmente com N-P-K.

De acordo com Epstein e Bloom (2006) embora as plantas exijam quantidades significativamente menores de micronutrientes, estes são tão importantes quanto os macronutrientes para a nutrição das plantas, visto que, a falta de qualquer um dos micronutrientes pode limitar o crescimento e a produção das plantas, mesmo quando todos os outros nutrientes ditos essenciais (macronutrientes) estão presentes em quantidades adequadas.

É de sumo conhecimento que durante a fase de produção de mudas, a disponibilidade de macro e micronutrientes é dependente da presença destes nos substratos utilizados, sendo muitas vezes desconhecida, já que, na maioria dos casos, os substratos são preparados pelos próprios produtores, os quais utilizam diversos materiais puros ou em misturas, considerando apenas a disponibilidade regional (KÄMPF; FIRMINO, 2000). Diante disso, destaca-se a necessidade de estudos que permitam sugerir qual a melhor combinação de materiais para compor o substrato considerando a superioridade na eficiência nutricional das plantas, pois estas informações poderão embasar práticas de fertilização específicas a determinada espécie e sugerir áreas propícias ao plantio.

Substratos que garantam maior disponibilidade de nutrientes e propiciem superioridade quanto a eficiência na absorção e uso de micronutrientes, evitariam práticas desnecessárias de fertilização nutricional (FONTES et al., 2013), e conseqüentemente reduziriam os custos produtivos e o impacto ambiental, principalmente relacionado a lixiviação (EPSTEIN; BLOOM, 2006; CARVALHO et al., 2012; FONTES et al., 2013). Além disso, reconhecer quais aspectos químicos do substrato influenciam o crescimento e desenvolvimento de uma determinada espécie,

poderão auxiliar na recomendação de áreas para reflorestamentos com condições de fertilidade de solo compatíveis as necessidades da espécie, garantindo o melhor uso do solo, pelo aproveitamento dos nutrientes pela planta (EPSTEIN; BLOOM, 2006; BATISTA et al., 2015).

## 2 | OBJETIVO

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo determinar a eficiência de absorção e uso de micronutrientes por mudas de cedro doce [*Pochota fendleri* (Seem.) W. S. Alverson & M. C. Duarte] em função dos materiais que compõe os substratos no cultivo das plantas.

## 3 | METODOLOGIA

Sementes de cedro doce [*Pochota fendleri* (Seem.) W. S. Alverson & M. C. Duarte] foram coletadas de árvores matrizes localizadas no campo Experimental Serra da Prata, pertencente à Embrapa Roraima e localizada no município de Mucajaí - RR. Após a coleta, as sementes foram conduzidas para o Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Roraima onde procedeu-se o beneficiamento, e em seguida estas foram semeadas, em número de duas, em cada sacola de polietileno, contendo aproximadamente dois litros de cada um dos substratos a serem testados.

Quando as plântulas obtiveram cinco centímetros de altura, em média, realizou-se desbaste, deixando a mais vigorosa. As plântulas foram convenientemente espaçadas e mantidas no viveiro de mudas do setor florestal da Embrapa Roraima, com 50% de sombreamento, com irrigação por aspersão programada a cada quatro horas durante o dia, onde cada irrigação teve a duração de cinco minutos.



Figura 1. Plantas de 'cedro doce' (*Pochota fendleri*) cultivadas em viveiro de mudas pertencente ao setor florestal da Embrapa Roraima, retratando o período pós etapa de desbaste (Boa Vista, RR, 2019).

Fonte: Smiderle (2019)

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 10 plantas por repetição. Os tratamentos foram compostos por: areia (A); solo (S); areia + solo (1:1) (A+S) e areia + solo + casca de ouriço da castanha do Brasil triturada (1:1:1) (A+S+COT). Para medir os volumes necessários dos componentes a serem misturados para compor o substrato, foi utilizada uma proveta graduada, com capacidade para 1.000 mL, e, após a homogeneização dos mesmos, foram separadas amostras de cada tratamento, para a posterior realização das análises químicas e físicas.

Substrato	pH	M.O.	K	P	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC
	H <sub>2</sub> O	dag/kg	cmol/dm <sup>3</sup>						
Areia (A)	5.00b	0.12c	5.97c	3.72c	0.22c	0.10c	0.00d	2.10b	0.34c
Solo (S)	4.90c	0.77b	20.82b	7.09b	0.66b	0.15b	0.20b	1.66c	1.06b
A+S	5.50a	0.50b	8.09c	5.65b	0.53b	0.12c	0.10c	1.19d	0.77c
A+S+COT	4.70c	5.55a	585.40a	11.73a	2.24a	1.64a	0.40a	6.97a	5.76a
F	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	4.2	3.5	20.2	5.5	17.3	8.6	7.0	3.7	4.0

COT: casca de ouriço de castanha do Brasil triturada. CV: coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ); \*\* Significativo ( $p < 0,05$ ).

Tabela 1. Teores disponíveis de macronutrientes e características químicas dos substratos formulados para a produção de mudas de 'cedro doce' (*Pochota fendleri*) (Boa Vista, RR, 2019)



Aos 60 DAD (dias após o desbaste) avaliaram-se as seguintes variáveis: a altura da parte aérea (H) (medida com régua graduada, em cm), diâmetro do colo (DC) (a 1 cm do substrato, determinado com paquímetro digital, em mm).

Em seguida, as plantas foram retiradas dos sacos de polietileno, as raízes foram separadas do substrato através de lavagem em água corrente e após isso foi separada a parte aérea do sistema radicular e divididas em raízes, caule e folhas, e secas em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de  $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$ , até atingir massa constante, para determinação individual da massa seca (em gramas) das diferentes partes da planta: parte aérea (MSPA), raiz (MSR), massa seca total (MST) e, em seguida, estes materiais foram moídos e armazenados.

Na sequência, determinaram-se os teores dos micronutrientes (Mn, B, Cu, Zn e Fe) de amostras de material vegetal seco oriundo da raiz e da parte aérea, empregando a metodologia descrita pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal do RS e de SC - ROLAS (SBcS/cQFS, 2016).

A partir da matéria seca e do conteúdo dos nutrientes na planta, foram calculados os índices de eficiência nutricional: eficiência de absorção = (conteúdo total do nutriente na planta)/(matéria seca de raízes), conforme Swiader et al. (1994); e eficiência de utilização = (matéria seca total produzida)<sup>2</sup>/(conteúdo total do nutriente na planta), segundo Siddiqi; Glass (1981).

Os dados referentes às características avaliadas que expressam o crescimento e a eficiência nutricional foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F e, quando significativa, foi realizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2011).

## 4 | RESULTADOS

Os resultados da análise de variância revelaram diferenças estatísticas significativas entre as plantas cultivadas nos substratos compostos por diferentes materiais para todas as características de crescimento (Tabela 2). Sendo que, as mudas produzidas em substrato composto pelo maior número de materiais (A+S+COT) apresentaram resultados estatisticamente superiores para todas as variáveis de crescimento mensuradas quando comparadas as plantas cultivadas nos demais substratos (Tabela 2).

Substratos	H	DC	MSPA	MSR	MST	MSPA/MSR
Areia(A)	11,2c	3,9c	0,60c	0,87c	1,47c	0.69c
Solo(S)	21,6b	5,7b	2,28b	2,46b	4,74b	0.93b
A+S	17,1bc	5,2bc	1,58b	2,30b	3,88bc	0.69c
A+S+COT	30,2a	8,5a	4,30a	3,16a	7,46a	1.36a

Tabela 2. Resumo da análise de variância das médias para altura (H, cm), diâmetro do colo (DC, mm) massa seca da parte aérea (MSPA, g/planta), massa seca da raiz (MSR, g/planta),

Estes resultados podem estar relacionados às propriedades químicas deste substrato (Tabela 1), o qual aparentemente em razão da adição da COT em sua composição, exibiu superioridade na quantidade de matéria orgânica (fonte de nitrogênio), fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ou seja, todos os macronutrientes.

Em contrapartida, as plantas de cedro doce cultivadas em substrato composto por 100% A apresentaram inferioridade para todas as variáveis de crescimento. De acordo com Wendling et al. (2002) a areia mesmo sendo um material de fácil aquisição e baixo custo para compor substratos mistos possui restrições na capacidade de retenção de umidade e nutrientes em relação a substratos de composição orgânica, e por isso pode não ser considerada apropriada para emprego em grandes proporções.

Este fato fica mais evidente comparando as plantas cultivadas em substratos compostos com solo, independente do tratamento, daquelas cultivadas em 100% A, pois os primeiros propiciaram características de crescimento superiores. Entretanto, vale salientar que o uso de solo mineral, mesmo que em pequenas proporções, não é recomendado, pois além de danos ambientais, pode direcionar a atividade produção de mudas a uma condição insustentável em longo prazo.



Figura 2. Plantas de 'cedro doce' (*Pochota fendleri*) durante o período de crescimento em viveiro de mudas pertencente ao setor florestal da Embrapa Roraima (Boa Vista, RR, 2019).

Fonte: Smiderle (2019)

A ANOVA também revelou efeito significativo dos substratos sobre os índices de eficiência de absorção (EA) e utilização (EU) de micronutrientes (Tabela 3) pelas plantas de cedro doce.

Quanto à EA, verificou-se que as plantas cultivadas em substrato 100% A exibiram índices de absorção superiores para todos os micronutrientes avaliados, exceto para a EA de Fe (Tabela 3). Entretanto as plantas cultivadas em substrato contendo somente areia, não diferiram dos demais tratamentos testados quanto a EA de Mn, bem como, dos tratamentos compostos por 100% S (T2) e A+S (T3) quanto a EA de Zn.

EA (mg g <sup>-1</sup> )					
Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1 Areia(A)	38.52a	9.21a	87.47b	72.67a	17.61a
T2 Solo(S)	18.62b	3.98b	186.11a	57.17a	15.49ab
T3 A+S	15.98b	3.91b	125.75ab	46.51a	12.25ab
T4 A+S+O	18.37b	3.48b	101.73b	57.30a	9.54b
EU (g <sup>2</sup> mg <sup>-1</sup> )					
Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1 Areia(A)	0,08b	0.29b	0.03b	0.04c	0.15b
T2 Solo(S)	0.50ab	2.30ab	0.05b	0.16b	0.59b
T3 A+S	0.44ab	1.94ab	0.06b	0.14b	0.60b
T4 A+S+O	1.19a	3.81a	0.21a	0.39a	2.29a

Tabela 3. Resumo da análise de variância das médias para a eficiência de absorção (EA) e utilização (EU) de micronutrientes por plantas de 'cedro doce' (*Pochota fendleri*) cultivadas em substratos compostos por diferentes materiais (Boa Vista, RR, 2019)

Possivelmente, a superioridade apresentada em EA pelas plantas cultivadas em substrato 100% areia pode estar relacionada a baixa CTC (Tabela 1) exibida por este substrato, indicando que este tem limitada capacidade de retenção destes nutrientes, tornando-os mais disponíveis a absorção.

Em contrapartida, a EU de micronutrientes plantas cultivadas em substrato 100% A foi estatisticamente inferior para os micronutrientes B, Cu e Mn se comparada com a EU das plantas cultivadas nos demais substratos. Não diferindo estatisticamente das plantas cultivadas em substrato composto por 100% S ou A+S. Estes resultados sugerem que apesar de o substrato 100% areia ter propiciado uma alta EA de micronutrientes pelas plantas de cedro doce, estas não foram capazes de empregá-los na produção de biomassa, ou seja, converter o acúmulo destes nutrientes em crescimento.

Esta hipótese pode ser reforçada pelos resultados inferiores exibidos para as características de crescimento nas plantas cultivadas em substrato 100% A (Tabela 2). Supõe-se que seja resultado de limitações de ordem fisiológica, principalmente no que se refere ao excesso de micronutrientes no interior da planta, o qual depende de energia para a estocagem rápida e eficiente, sem reflexos negativos grotescos

na manutenção dos processos fisiológicos principais (TAIZ; ZEIGER, 2017), neste caso, respiração e fotossíntese.

A alta EA também induz as plantas ao controle de potencial osmótico intracelular e manutenção das reações enzimáticas, processos que dispendem de energia, e desta forma, sugere-se que as plantas cultivadas em substrato 100% A, direcionaram a energia que seria gasta nos processos de crescimento para o controle e manutenção dos processos fisiológicos básicos e para as altas taxas de absorção, em detrimento a conversão dos nutrientes em massa seca, ou seja, do uso propriamente dito destes micronutrientes.

De acordo com Santos et al. (2011) eficiência de absorção e utilização dos nutrientes são independentes entre si, podendo ocorrer em diferentes proporções e de forma isolada são influenciados por diversos fatores, que não apenas aquelas intrínsecos a espécie.

Independente dos materiais empregados para compor o substrato a EA de micronutrientes pelas mudas de cedro doce obedeceu à seguinte sequência: Fe>Mn>B>Zn>Cu, já a eficiência de utilização obedeceu à seguinte ordem: Cu>Zn>B>Mn>Fe. Como pode-se notar a ordem é exatamente oposta, o que neste caso indica, que o micronutriente absorvido em maior proporção pelas plantas de cedro doce, não serão necessariamente utilizados em maior quantidade, pois o uso deste está mais relacionado a demanda da planta e não a quantidade acumulada.

Importante destacar que o Fe nutriente ativador e componente de enzimas que compõe o aparato fotossintético e respiratório, e que também exerce influencia na fixação do Nitrogênio e atua como catalisador na biossíntese da clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2017) teve uma EU de aproximadamente 22% maior nas plantas cultivadas em substrato A+S+COT, do que a média das plantas cultivadas nos demais substratos testados.

Ressalta-se que as plantas cultivadas em A+S+COT, as quais exibiram alta EU Fe também apresentaram superioridade para as características de crescimento, resultados que podem estar relacionados ao alto teor de M.O. deste substrato, de acordo análise química (Tabela 1). Maiores quantidades de M.O. no substrato irão garantir alta disponibilidade de Nitrogênio a ser absorvido pelas plantas, após absorvido o N maximiza a demanda de Fe, tanto para sua absorção em maior quantidade, tanto para a biossíntese de clorofila, o que por sua vez irá impulsionar o crescimento das plantas, ou seja, o aumento de fitomassa total (EPSTEIN; BLOOM, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2017).

Quanto aos resultados referentes a correlação de Pearson (Tabela 4) destaca-se a correlação positiva e significativa entre a EU de Boro e todas as características de crescimento avaliadas. Resultados semelhantes foram obtidos para a EU Zn e de Fe, entretanto a utilização destes micronutrientes não teve relação significativa com

as variáveis MSR e MST.

Variáveis	H	DC	MSPA	MSR	MST	MSPA/MSR
EUB	0,782**	0,663**	0,741**	0,544**	0,681**	0,610**
EUCu	-0,641 <sup>ns</sup>	-0,522 <sup>ns</sup>	0,613 <sup>ns</sup>	0,679 <sup>ns</sup>	0,672 <sup>ns</sup>	-0,238 <sup>ns</sup>
EUFe	0,736**	0,653**	0,727**	0,534 <sup>ns</sup>	0,669 <sup>ns</sup>	0,565**
EUMn	0,780 <sup>ns</sup>	0,650 <sup>ns</sup>	0,726 <sup>ns</sup>	-0,511 <sup>ns</sup>	0,658 <sup>ns</sup>	0,622 <sup>ns</sup>
EUZn	0,795**	0,673**	0,765**	0,545 <sup>ns</sup>	0,696 <sup>ns</sup>	0,622**

Tabela 4. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre a eficiência de e utilização (EU) de cada um dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) e todas as variáveis de crescimento avaliadas em plantas de 'cedro doce' (*Pochota fendleri*) cultivadas em substratos compostos por diferentes materiais (Boa Vista, RR, 2019)

O Boro é micronutrientes que possui importante papel na estruturação da parede celular, por participar na formação de novos tecidos, crescimento radicular e também na produtividade, sendo descrito como micronutriente de considerável mobilidade floemática em algumas espécies florestais de forma a garantir sua demanda nos diferentes órgãos (HODECKER et al., 2014).

Segundo Quaggio et al. (2003) o B auxilia no funcionamento do tecido do câmbio vascular, responsável pela multiplicação de células dos vasos condutores, permitindo a manutenção estrutural e funcionamento do floema e xilema, e conseqüentemente o transporte de fotossintatos para as raízes, os quais garantem o crescimento da planta. Esta explanação reforça a importância deste micronutriente (B) e justifica a alta EU deste pelas plantas cultivadas em substrato A+S+COT, as quais apresentaram superioridade para todas as variáveis de crescimento.

Até recentemente, as pesquisas enfocando a fertilização, que é uma prática que afeta em muito o rendimento e a qualidade da produção de mudas, foram concentradas aos macronutrientes. Com relação aos micronutrientes, de acordo com os resultados obtidos neste presente estudo, é possível notar que a quantidade de nutrientes absorvida pelas plantas, não será igual a utilizada, e que o substrato empregado por influenciar a disponibilidade de nutrientes, sendo considerado como os principais responsáveis pelo status nutricional da planta, e estes por sua vez estão relacionadas com as características morfológicas exibidas.

## 5 | CONCLUSÕES

- Substratos contendo diferentes materiais exercem influência sobre as características de crescimento avaliadas em plantas de cedro doce em fase de viveiro, bem como, induzem variações quanto a eficiência de absorção e uso de

micronutrientes.

- O substrato 100% Areia induz maior EA de micronutrientes e menor crescimento das plantas de cedro doce, enquanto o composto por A+S+COT propicia superioridade a EU dos micronutrientes e maior crescimento das plantas.

- A correlação entre a EU de Boro e todas as características de crescimento avaliadas em plantas de cedro doce é positiva e significativa.

## REFERÊNCIAS

AQUINO, S.T.M. de; SANTOS, R.F. dos; BATISTA, K.D. Sintomas de deficiência nutricional de plantas jovens de cedro doce cultivadas sob omissão de macronutrientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 4, p. 264-270, 2019.

BATISTA, R.O., FURTINI NETO A.E., DECETTI, S.F.C. Eficiência nutricional em clones de cedro-australiano. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 107, p. 647-655, 2015.

CARVALHO, R.P.; PINHO, R.G.V.; DAVIDE, L.M.C. Eficiência de cultivares de milho na absorção e uso de nitrogênio em ambiente de casa de vegetação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2125-2136, 2012.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives**. 2nd Edition, Sinauer Associates, 2005. 400p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FONTES, A.G.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMARODRIGUES, E.F. Eficiência nutricional de espécies arbóreas em função da fertilização fosfatada. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.33, n.73, p.9-18, 2013.

HODECKER, B.E.R.; NAIRAM, B.; IVO, S.; VALDIR, D.; JORGE, S.; MARCELO, L. Boron delays dehydration and stimulates root growth in *Eucalyptus urophylla* (Blake, S.T.) under osmotic stress. **Plant and Soil**, v. 384, p.185- 199, 2014.

KÄMPF, A. N.; FIRMINO, M. H. **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p.209-215.

MENEGATTI, R.D.; GUOLLO, K.; NAVROSKI, M.C.; VARGAS, O.F. Fertilizante de liberação lenta no crescimento inicial de *Aspidosperma parvifolium* A. DC. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.16, p.45-49, 2017.

QUAGGIO, J.A.; MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H.; TANK JUNIOR, A. Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranja Pêra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.5, p.627-634, 2003.

ROZANE, D.E.; PRADO, R. de M.; FRANCO, C. F.; NATALE, W. Eficiência de absorção, transporte e utilização de macronutrientes por porta-enxertos de caramboleira, cultivados em soluções nutritivas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.1020-1026, 2007.

SANTOS, J.Z.L.; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, Á.V., CARNEIRO, L.F., CURTI, N.; MORETTI, B.S. Resposta do feijoeiro à adubação fosfatada em solos de cerrado com diferentes históricos de uso. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.35, n.1, p.193-202, 2011.

SBCS/CQFS - Sociedade Brasileira de Ciências do Solo; Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2016. 400 p.

SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.4, n.3, p.289-302, 1981.

SILVA, I.R.; FURTINI NETO, A.E.; CURI, N.; VALE, F.R. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.2, p.205-212, 1997.

SILVA, W.G.; TUCCI, C.A.F.; HARA, F.A.S.; SANTOS, R.A.C.. Efeito de micronutrientes sobre o crescimento de mudas de mogno (*Swietenia Macrophylla* King) em Latossolo amarelo. **Acta Amazônica**, v.37, n.3, p.371-376, 2007.

SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G.; PEDROZO, C.A.; LIMA, C.G.B. Solução nutritiva e substratos para produção de mudas de cedro doce (*Pochota fendleri*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.4, p.227-231, 2017.

SWIADER, J.M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F.G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal of Plant Nutrition**, v.17, n.10, p.1687-1699, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 954 p.

WENDLING, I.; GATTO, A.; PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 165 p.

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

Data de aceite: 11/03/2020

### Elizangela Barbosa Coelho

Graduada em Engenharia Agrônômica, Pós Graduada em Controle de Qualidade e Legislação de Alimentos e Bebidas pela Universidade Federal de Lavras Minas Gerais – UFLA, Pós Graduada em proteção de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa de Minas Gerais – UFV, Pós Graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Santo André – FASA.

### Luzia Correa Dunenemann

Graduada em Engenharia Agrônômica, Mestrando em Agricultura tropical – UFAM

### Francenilson da silva

**RESUMO:** Atualmente, a Sigatoka negra causada *Mycosphaerella fijiensis* *Paracercopsora fijiensis*, Morelet), morfologicamente semelhante à Sigatoka amarela, é considerada a mais importante doença da bananeira no mundo. A bananicultura no Estado de Rondônia é uma cultura economicamente viável principalmente em pequenas áreas e em regiões de assentamento. Mas tem sido desmotivada devido ao surgimento de doenças. Não sendo diagnosticadas e nem tratadas, essas doenças ou pragas acabam contaminando outras áreas que estavam limpas, ou seja, sem a incidência do fitopatogeno. Essa pesquisa teve como objetivo o levantamento fitopatológico com

identificação visual da presença de sigatoka negra em bananais dos assentamentos Lamarca 1 e 2, Antonio Conselheiro 1 e 2 e Lagoa Nova situados na região de Theobroma. A condução desse trabalho foi em forma de visita técnica e entrevista aos produtores sobre os tratos culturais reservados a cultura assim como a forma de implantação, idade da cultura, cultivares usados e posteriormente análise visual na área plantada, observando a ocorrência ou não do fitopatogeno. Todas as áreas visitadas apresentaram sinais bastante severos do Mal da Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*). Em contrapartida foi observado que áreas melhor manejadas, principalmente onde se realizava roçada, retirada de folhas velhas e atacadas assim como o corte total de plantas aparentemente infectadas apresentaram menor índice de doenças e uma melhor produtividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Mycosphaerella fijiensis*, Banana, Tratos culturais, doença.

**ABSTRACT:** Currently, the black Sigatoka caused *Mycosphaerella fijiensis* *Paracercopsora fijiensis*, Morelet), morphologically similar to yellow Sigatoka, is considered the most important banana disease in the world. Bananiculture in the State of Rondônia is an economically viable culture mainly in small areas and in settlement regions. But it has been demotivated due to the onset of diseases.



Not being diagnosed or treated, these diseases or pests end up contaminating other areas that were clean, that is, without the incidence of phytopatogen. This research aimed to survey the phytopathological survey with visual identification of the presence of black sigatoka in banana plantations of the Lamarca 1 and 2 settlements, Antonio Conselheiro 1 and 2 and Lagoa Nova located in the Theobroma region. The conduct i conducted this work was in the form of technical visit and interview to producers about the cultural tracts reserved for culture as well as the way of implantation, age of culture, cultivars. and later visual analysis in the planted area, observing the occurrence or not of phytopatogen. All the areas visited showed very severe signs of the Mal da Sigatoka Negra ( *Mycosphaerella fijiensis*). On the other hand, it was observed that better managed areas, especially where swidden was performed, removal of old and attacked leaves as well as the total cut of apparently infected plants presented lower disease rate and better productivity.

**KEYWORDS:** *Mycosphaerella fijiensis*, Banana, Cultural tracts, disease.

## 1 | INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* spp.) é cultivada em todas as regiões quentes do mundo, produz durante quase todo o ano, é consumida no mundo inteiro e movimenta a economia de diversos países produtores. Essa fruta é uma fonte de alimentação barata que entra no cardápio de populações de baixa renda além de ser rica em vitaminas e minerais principalmente o potássio, sendo assim uma das frutas mais consumidas no mundo. No Brasil, especialmente no Estado do Amazonas, a banana é a fruta de maior consumo, constituindo-se em um alimento básico da população carente (CORDEIRO et al., 1998).

A bananeira é uma fruteira de clima tropical e subtropical, com bom desenvolvimento em condições de alta umidade e temperaturas elevadas, uniformemente distribuídas, sendo 15°C a 35°C uma faixa segura para seu plantio, com precipitação em torno de 1900 mm com chuvas bem distribuídas o ano todo (EMBRAPA 1997). Sendo assim o Estado de Rondônia tem aspectos edafoclimaticos ideal ao cultivo da banana, embora o clima quente úmido predominante nessa região seja propicio para o surgimento de doenças e pragas.

A produção brasileira em 2009 alcançou 6.783.482 milhões de toneladas sendo o Estado de São Paulo o maior produtor, seguido da Bahia, Santa Catarina e Minas Gerais. O Estado de Rondônia ocupa a vigésima posição na produção nacional com 49.183 mil toneladas (IBGE 2009). A produção mundial no ano de 2009 foi de 97.378.272 milhões de toneladas sendo a Índia o maior produtor seguido das Filipinas, China, Equador e Brasil (FAO, 2011). Com relação ao consumo, de acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008, realizada pelo IBGE, a banana é a fruta tropical mais consumida do País. O consumo per capita de 7,68 kg/ ano é bem

superior ao da laranja, a segunda mais consumida, com 5,43 kg/ ano. Os fatores que podem ser implicativos na baixa produção no Estado de Rondônia é o baixo nível tecnológico, falta de mão de obra qualificada, falta de incentivo e assistência técnica, e o alto índice de doenças principalmente a sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis paracercopsora fijiensis*, Morelat), morfologicamente semelhante à Sigatoka amarela, e considerada a mais importante doença da bananeira no mundo.

No Brasil esta doença foi constatada pela primeira vez em 1998, nos municípios de Tabatinga e Benjamim Constant, no Estado do Amazonas, fronteira com a Colômbia e Peru, ocorrendo sobre os cultivares Prata, Maçã e Terra. Em dezembro do mesmo ano foi constatada no Acre, nas proximidades de Rio Branco e, posteriormente, em março de 1999 foi constatada em todo o estado do Acre, Rondônia e ao longo da Rodovia BR 364. Em abril de 1999 foi também constatada no Estado do Mato Grosso, em Lambari d'Oeste e Cáceres (CORDEIRO 2000).

O agente causal da Sigatoka-negra é muito mais destrutivo que o da Sigatoka-amarela (*M. musicola* Leach ex Mulder), caracterizando-se por apresentar maior velocidade e intensidade de ataque e por infectar também as folhas mais jovens, destruindo, em consequência, maior quantidade de tecido fotossintetizante (MOURICHON et al., 1997). É, além disso, um fungo difícil de controlar e que apresenta um espectro maior de cultivares suscetíveis de banana dos subgrupos Prata, Cavendish e Terra (BURT et al., 1997; CORDEIRO et al., 1998).

Os sintomas são caracterizados pela presença de estrias marrom na face inferior da folha, progredindo para estrias negras que formam lesões necróticas destruindo toda a área foliar resultando em redução da produção (Marin et al., 2003). Apresentando ampla distribuição geográfica, a sigatoka-negra causa a morte precoce das folhas infetadas sendo responsável por perdas superiores a 50% da produção (Stover & Simmonds, 1987).

Com relação aos agentes de disseminação dos esporos do fungo, o vento, a chuva e a água de irrigação são considerados os mais importantes à curta distância, dentro das plantações (PLOETZ, 1999). A longas distâncias, mudas doentes e folhas infectadas, geralmente utilizadas como proteção nos cachos durante o transporte para evitar fermentos nos frutos, são os meios mais eficientes e rápidos de disseminação do patógeno para áreas livres da doença (MOURICHON et al., 1997; HANADA et al., 2002b).

Para o Estado de Rondônia, cujo cultivo da bananeira ocupa a maior área dentre as espécies frutíferas plantadas, e onde maior parte desses cultivos estão implantados em área de assentamento, no qual falta faltam técnicas adequadas para lidar com a doença, a Sigatoka-Negra constitui sério problema uma vez que seus plantios são constituídos das cultivares Maçã, Prata e maranhão ou comprida (subgrupo Terra), todas altamente suscetíveis à doença (Cavalcante et al., 1999 b, c).

Essa doença vem sendo um dos limitantes para a produção no Estado de Rondônia. A região de Theobroma tem alto potencial de produção devido a grandes áreas de assentamentos onde é totalmente coberto por agricultura familiar, mas que tem tido suas dificuldades, devido à falta de conhecimento por parte dos produtores com relação a cultura da banana. A maioria dos produtores visitados desconheciam as principais doenças e pragas que podem vir a afetar a cultura.

## 2 | OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo, fazer um levantamento fitopatológico de doenças na cultura banana (*musa ssp*) com ênfase no Mal da Sigatoka Negra, em áreas de assentamento na região de Theobroma Estado de Rondônia, visando levar ao produtor informações sobre a doença e alertá-lo sobre a importância do controle.

## 3 | HIPOTESE

O manejo e os tratos culturais influenciam positivamente na menor incidência do Mal da Sigatoka Negra nos bananais.

## 4 | METODOLOGIA

O presente trabalho foi conduzido nos assentamentos Lamarca 1 e 2, Antônio Conselheiro 1 e 2 e Lagoa Nova situados na região de Theobroma no Estado de Rondônia, por meio de visita técnica a 20 propriedades e entrevista aos produtores potenciais de banana (*musa ssp*), com o objetivo de fazer um levantamento fitopatológico do Mal da Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

No questionário apresentado aos produtores foram feitas perguntas sobre os tratos culturais como capina, roçada, desfolha, desbaste e utilização de fitossanitários tanto no controle de invasoras quanto no controle de doenças e pragas, ANEXO pag,22. Com relação à implantação da cultura profundidade das covas, espaçamento entre plantas e linhas, adubação e calagem, as variedades utilizadas e a idade da cultura.

Na visita técnica ao bananal foi escolhida uma planta que apresentava os sintomas nas folhas FIGURA 1 e4, fazendo assim o corte transversal do caule FIGURA 2e3 para junto ao manual de identificação de doenças e pragas da banana publicado pela EMBRAPA e os conhecimentos científicos adquiridos por meio da literatura, diagnosticar os sintomas apresentados pela planta e conseqüentemente em parte da cultura, afirmando assim a presença do Mal da Sigatoka Negra.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Na construção deste trabalho vale à pena ressaltar antes de adentrar na profundidade do resultado dessa pesquisa, que a assistência técnica a essas famílias foi totalmente omissa, pois todos os produtores visitados não sabiam quais as principais doenças e pragas que atacam a cultura da banana, simplesmente estavam cuidando de suas lavouras na base do conhecimento popular ou trocas de experiências entre eles.

Desses 20 produtores visitados apenas três realizavam a prática de desfolha, dezesseis desses produtores faziam roçada parcial e quatro roçada total da área plantada periodicamente. Em relação a plantas infectadas apenas 1 fazia a eliminação total desta, nenhum dos produtores usavam a técnica de desbaste assim como o uso de fungicida, dois usavam herbicida parcialmente na área GRAFICO 1. Os produtores que usaram a técnica de desfolha, retirada total de plantas doente e que mantinha a área com baixo nível de invasoras, apresentaram uma produtividade melhor e frutos mais bonitos. Em nenhuma dessas áreas pesquisadas fizeram uso de qualquer tecnologia básica de produção como; gradagem, correção de solo, adubação, seleção de mudas, assim como espaçamento e coveamento adequado para variedade. As variedades implantadas foram à maça, da terra em maior proporção e prata e nanica em menor proporção. Segundo Manica (1997) fatores essenciais à racionalização da produção brasileira de banana e, conseqüentemente, aumento da produção e produtividade, seria a maior difusão de tecnologias, especialmente no que diz respeito a espaçamentos, adubações, desbaste, seleção de mudas e controle de pragas e doenças.

Em conseqüência da falta de conhecimento por parte do produtor em relação aos tratamentos culturais, fitopatogenos e comportamento da planta, com decorrência da falta de assistência técnica, o Mal da Sigatoka tem causado severos danos a cultura nessa região diminuindo a produção e a chance do produtor de maior competitividade no mercado interno. Gonçalves; Perez; Souza (1994) consideram que para a produção brasileira de banana ter alguma possibilidade de sucesso em termos de competitividade, há a necessidade de uma política ativa por parte do governo que lance as bases da organização de uma moderna produção que rompa com a tradição de fruticultura extrativa associada a essa cultura e constitua uma ampla cadeia integrada, da produção ao consumo.

O Mal da Sigatoka foi identificado em todas as áreas e principalmente nas áreas onde os tratamentos culturais como roçada e desfolha não eram feitos e quando feitos eram insatisfatórios o que corrobora com, Mourichon (2002) onde ele cita que algumas práticas culturais afetam a pressão de inóculo no campo, como a remoção de folhas, métodos de irrigação e densidade de plantio. Outro autor que defende essas

práticas é Pereira et al., (1999), apontam que, uma das importantes ferramentas auxiliares é a eliminação de folhas atacadas ou parte delas, para reduzir a fonte de inóculo secundário. Soto (2000), também tem a mesma opinião quando diz que, a desfolha da bananeira é uma prática agrícola que deve ser realizada periodicamente, objetivando eliminar folhas cuja atividade fotossintética não atenda às exigências fisiológicas da planta. Esta técnica melhora o arejamento e a iluminação interna do bananal, acelera o desenvolvimento dos filhos, facilita o desbaste e o controle de pragas e doenças que parasitam, o que as torna fontes potenciais de inóculo.



FIGURA 1- Planta da Cultivar terra atacada por Sigatoka-negra.



FIGURA 2- Fiscal da Defesa Agropecuária do Estado coletando material para diagnose.



FIGURA 3- Corte transversal do pseudocaule infectado.



FIGURA 4- Planta da banana maçã infectada por Sigatoka Negra.



GRÁFICO 1- Números de produtores que realizam tratos culturais

## 5 | CONCLUSÃO

Em todos os 20 bananais visitados na área de assentamento Lamarca 1 e 2, Antônio Conselheiro 1 e 2 e Lagoa Nova situados ambos situados na região de Theobroma foi identificado a presença do fungo *Mycosphaerella fijiensis* responsável pelo Mal da Sigatoka Negra, principalmente na cultivar maçã.

Entretanto em áreas melhor manejadas, onde tratos culturais como roçada, desfolha e retirada de plantas infectadas foram realizados, havia menor índice da doença e conseqüentemente melhor produtividade.

## REFERÊNCIAS

FAOSTAT. **Produção Mundial de Banana.** Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 05 Abr. 2011.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05 Mar. 2011.

EMBRAPA. **Sistema de produção para a cultura da banana no Estado de Rondonia – Porto**

NOGUEIRA, E.M.C. **Sigatoka negra, uma ameaça aos bananais do Estado de São Paulo.** *Summa Phytopathol*, v.26, n.1 p.87-101, 2000.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 4. Banana.** Porto Alegre:Cinco Continentes, 1997. 485p.

BURT, P.J.A.; RUTTER, J.; GONZALES, H. **Short-distance wind dispersal of the fungal pathogens causing Sigatoka diseases in banana and plantain.** *Plant Pathology*, Oxford, v.46, n.6, p.451-458, 1997

MARIN, D. H., ROMERO, R. A., GUZMAN, M. & SUTTON, T. B. **Black sigatoka:** An increasing threat to banana cultivation. *Plant Disease* 87:208-222. 2003.

CORDEIRO, Z.J.M.; MATOS, A.P. DE; GASPAROTTO, L.; CAVALCANTE M. DE J.B. **Disseminação da Sigatoka-Negra no Brasil.** *Summa Phytopathol.*, v.26, n.1, p.110, 2000.

CAVALCANTE, M.J.B., GONDIM, T.M.S., CORDEIRO, Z.J.M. & MATOS, A.P. Avaliação do comportamento de genótipos de bananeira à Sigatoka negra no Estado do Acre. *Fitopatologia Brasileira* 24:175. 1999c (Resumo).

GASPAROTTO, L., PEREIRA, J.C.R. & TRINDADE, D.R. **Situação atual da Sigatoka negra da bananeira.** *Fitopatologia brasileira* 26:449. 2001.

PEREIRA, J. C. R., GASPAROTTO, L., COELHO, A.F.S. & URBEN, A. **Ocorrência da sigatoka-negra no Brasil.** *Fitopatologia Brasileira* 23:295. 1998.

MOURICHON, X. Overview of progress and results since the first international workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases of bananas in 1989. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON MYCOSPHAERELLA LEAF DISEASES, 2., 2002. San José. **Proceedings...** São José: INIBAP, 2002. p.11-18.

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos:** cultivo y comercialización. 2<sup>nd</sup> ed. San José: Imprenta Lil, 2000. 1 CD- ROM.

PEREIRA, L. V.; CORDEIRO, Z. J. M.; FIQUEIRA, A. dos R., HINZ, R. H. MATOS, A. P. **Doenças da bananeira. Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v.20, n.196, p. 37-47, 1999.

GONZÁLEZ, AM.; GÓMEZ, C.; ARISTIZÁBAL, M. **Características de crecimiento y producción de híbridos FHIA en Colômbia.** *InfoMusa*, Montpellier, v.12, n.1, p.46-49, 2003.

STOVER, R.H.; SIMMONDS, N.W. **Bananas.** 3.ed. New York:Longman Scientific & Technical, 1987. 468p.

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

Data de aceite: 11/03/2020

Data de submissão: 02/12/2019

### **Alice Casassola**

Instituto de Desenvolvimento Educacional de  
Passo Fundo, Curso de Agronomia  
Passo Fundo - RS  
<http://lattes.cnpq.br/9738253307670738>

### **Neimar Cenci**

Instituto de Desenvolvimento Educacional de  
Passo Fundo, Curso de Agronomia  
Passo Fundo - RS  
<http://lattes.cnpq.br/2484298041724302>

### **Adjar de Oliveira**

Instituto de Desenvolvimento Educacional de  
Passo Fundo, Curso de Agronomia  
Passo Fundo - RS  
<http://lattes.cnpq.br/4621245824104885>

### **Igor de Sordi**

Instituto de Desenvolvimento Educacional de  
Passo Fundo, Curso de Agronomia  
Passo Fundo - RS  
<http://lattes.cnpq.br/0949929363957755>

### **Hugo Rafael Catapan**

Instituto de Desenvolvimento Educacional de  
Passo Fundo, Curso de Agronomia  
Passo Fundo - RS  
<http://lattes.cnpq.br/0949929363957755>

### **Leonita Beatriz Girardi**

Instituto de Desenvolvimento Educacional de

Passo Fundo, Curso de Agronomia

Passo Fundo - RS

<http://lattes.cnpq.br/8898312307430408>

### **Fabiola Stockmans De Nardi**

Instituto de Desenvolvimento Educacional de  
Passo Fundo, Curso de Agronomia  
Passo Fundo - RS  
<http://lattes.cnpq.br/9757789042103071>

### **Sabrina Tolotti Peruzzo**

Instituto de Desenvolvimento Educacional de  
Passo Fundo, Curso de Agronomia  
Passo Fundo - RS  
<http://lattes.cnpq.br/7500709886570785>

### **Katia Trevizan**

Instituto de Desenvolvimento Educacional de  
Passo Fundo, Curso de Agronomia  
Passo Fundo - RS  
<http://lattes.cnpq.br/9542417090031304>

**RESUMO:** A produtividade em uma lavoura depende de diversos fatores, dentre eles da qualidade das sementes. Essa qualidade envolve atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários das sementes. O momento da colheita está relacionado ao atributo físico, no qual grau de umidade da semente considerado ótimo para comercialização é de 13%. Colheitas antecipadas, com elevado grau de umidade nas sementes, aumentam a predisposição ao desenvolvimento de microrganismos e conseqüente, deterioração, bem como



predispõem a danos durante o beneficiamento e secagem. Neste trabalho foram avaliadas características relacionadas à qualidade em sementes de soja como presença de microrganismos, percentual de germinação (PG), massa verde (MVA) e seca (MSA) das plântulas e contabilização de plântulas normais (PN), anormais (PA) e mortas (PM) em sementes de soja colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento, de R7.1 a 9 com e sem secagem, visando avaliar a influência do momento da colheita e umidade nos grãos na qualidade fisiológica das sementes. O estágio R8.2 sem secagem foi o que apresentou melhor PG (93,3%) aliado com elevados valores de MVA, MSA e PN. O R7.1 sem secagem apresentou bom PG (89,3%) e os melhores resultados de MVA, MAS e PN. Entretanto, em relação à presença de microrganismos, verificou-se que os tratamentos com maiores teores de umidade apresentaram maior incidência de patógenos tais como *Aspergillus* spp., que esteve presente em todos os tratamentos, *Penicillium* spp. e *Phomopsis* spp., presentes em oposição, ou seja, quando um estava outro não, além de *Nigrospora* spp., *Cercospora* spp. e *Colletotrichum* spp.

**PALAVRAS-CHAVE:** percentual de germinação; colheita; massa verde e seca; análise fitossanitária; estágio fenológico.

**ABSTRACT:** Crop yield depends on several factors, including seed quality. This quality involves genetic, physical, physiological and health attributes of seeds. The moment of harvest is related to the physical attribute, in which seed moisture level considered optimal for commercialization is 13%. Early harvests with a high degree of moisture in the seeds increase the predisposition to microorganism development and consequent deterioration, as well as predispose to damage during beneficiation and drying. In this work, characteristics related to the quality of soybean seeds such as presence of microorganisms, percentage of germination (PG), green (MVA) and dry mass (MSA) of the seedlings and normal (PN), abnormal (PA) and dead (PM) seedlings accounting were evaluated in soybean seeds harvested at different stages of development, from R7.1 to 9 with and without drying, aiming to evaluate the influence of harvest time and grain moisture on seed physiological quality. Stage R8.2 without drying showed better PG (93.3%) combined with high MVA, MSA and PN values. R7.1 without drying presented good PG (89.3%) and the best MVA, MAS and PN results. However, in relation to the presence of microorganisms, it was found that the treatments with higher moisture content presented higher incidence of pathogens such as *Aspergillus* spp., which was present in all treatments, *Penicillium* spp. and *Phomopsis* spp., present in opposition, that is, when one was the other wasn't, besides *Nigrospora* spp., *Cercospora* spp. and *Colletotrichum* spp.

**KEYWORDS:** percentage of germination; harvest; green and dry mass; phytosanitary analysis; phenological stages.

## 1 | INTRODUÇÃO

A qualidade fisiológica das sementes de soja é determinada pelo percentual

de germinação e vigor, sendo que esses caracteres são influenciados durante a produção no campo. Lotes com germinação inferior a 80% são descartados, sendo que são relatados que 8,8 a 38,1% dos lotes são eliminados após o beneficiamento por apresentarem baixos valores de germinação (ZAPPIA et al., 1980). O uso de sementes de baixo poder germinativo assim como o preparo inadequado do solo, deficiências nutricionais e hídricas e presença de microrganismos patogênicos são fatores relacionados à desuniformidade das lavouras (HOWELL et al., 1959; SEDIYAMA et al., 1972).

O cultivo de espécies a campo deve ser feito a partir do uso de sementes que germinem rápida e uniformemente (FRIGERI, 2007). O vigor de sementes é obtido a partir do potencial para uma emergência rápida e uniforme e pelo desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições de campo (HAMPTON & TEKRONY, 1995). Os resultados dos testes de vigor são comparativos, ou seja, são obtidos a partir da comparação entre lotes de sementes de mesma espécie e/ou cultivar (MARCOS FILHO, 1999). A uniformidade, a velocidade de emergência de plântulas, testes de massa seca, comprimento de plântulas e velocidade de germinação são parâmetros de avaliação utilizados para seleção de lotes de sementes mais vigorosos, os quais originarão plântulas com melhores taxas de desenvolvimento e de massa (DAN et al., 1987).

A maturidade fisiológica é o estágio onde as sementes se desligam da planta-mãe ficando mais vulneráveis a variações ambientais (MARCOS FILHO, 1986). O ponto de maturação fisiológica R7 é o ponto onde as sementes de soja apresentam maior germinação e vigor, ou seja, melhor qualidade fisiológica, entretanto nesse ponto o teor de umidade das sementes ainda se encontra acima de 45%. Umidade elevada nos grãos favorece o processo de deterioração, seja pela respiração elevada seja pelo desenvolvimento de microrganismos, que consomem as substâncias de reserva (FRANÇA NETO, 1984). A partir do estágio R8, há maior exposição das sementes a flutuações de umidade e temperatura que prejudicam a qualidade, podendo causar danos às substâncias de reserva, ao tegumento e ao embrião (WILCOX et al., 1974). Em soja, há decréscimo do teor de umidade de R5 a R7 (FRAGA et al., 1981).

A colheita normalmente ocorre quando o conteúdo de água das sementes atinge valores próximos ou inferiores a 15%. Porém, até que as sementes alcancem esse ponto podem ocorrer reduções não só de vigor como de germinação pela perda tanto de matéria seca como pela deterioração por fungos e outros microrganismos (COSTA et al., 2003). Em épocas chuvosas a semente é colhida com 18% a 19% de umidade, sendo imprescindível que seja realizada a secagem até que o nível de umidade seja reduzido para em torno de 12% (BURRIS, 1973). Nesse processo de secagem, é importante que haja intermitência visando o equilíbrio higroscópico, com temperaturas não superiores a 42 °C, a fim de evitar danos térmicos, e umidade

relativa do ar de secagem, em secadores estáticos, não inferior a 35% (MARCOS FILHO, 2015).

O teor de umidade nas sementes bem como o ambiente de armazenagem influencia no desenvolvimento de patógenos, sendo que diversos são os patógenos relatados em sementes de soja. Os gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* são encontrados comumente em sementes de baixa qualidade. Diversas espécies de *Aspergillus* ocorrem em sementes de soja, sendo mais frequente o *Aspergillus flavus*. Condições de sementes colhidas com elevados teores de umidade e/ou com início do processo de secagem tardio são suficientes para a ação desse fungo, reduzindo o poder germinativo das sementes (HENNING, 2005). Durante o período de maturação da soja em presença de elevados índices pluviométricos é comum, também, a presença do patógeno *Phomopsis sojae* o qual afeta a germinação, podendo estar associado inclusive com danos mecânicos, deterioração por umidade e danos por percevejos (HENNING & FRANÇA NETO, 1980), apresentando diferentes tipos de interações com outros fungos endófitos e patogênicos (HENNING, 1994).

O gênero *Fusarium* causa problemas de germinação em laboratório, de maneira semelhante ao *Phomopsis* spp. Diversas espécies são relatadas em soja, porém, *Fusarium semitectum* é a mais comum. Este fungo está associado a sementes que sofreram atraso de colheita, deterioração por umidade ou devido à exposição aos microrganismos a campo (HENNING & FRANÇA NETO, 1980). O fungo causador da antracnose (*Colletotrichum truncatum*) pode ocasionar deterioração da semente, morte de plântulas e infecção sistêmica em plantas adultas. De maneira geral, a incidência desse patógeno nas sementes é baixa, sendo que dificilmente obtêm-se um lote de sementes com níveis elevados desse patógeno (SCHNEIDER et al., 1974). Todavia, com a expansão da cultura da soja para outras regiões do Brasil, tem-se observado aumento considerável da presença desse fungo nas sementes de soja. A mancha púrpura, por sua vez, causada pelo patógeno, *Cercospora kikuchii*, é uma doença de final de ciclo que apresenta como característica marcante uma descoloração do tegumento. Entretanto, estudos demonstram não haver efeito negativo do fungo sobre a qualidade da semente devido a pouca persistência dele na presença de outros fungos. Além disso, a taxa de transmissão semente/planta/semente é bastante baixa (MENTEN, 1997). O gênero *Nigrospora* também é comumente encontrado em sementes. Esse microrganismo se alimenta absorvendo substâncias orgânicas normalmente provenientes de matéria orgânica em decomposição (TOMÉ, 2005).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi identificar a presença de microrganismos e avaliar características relacionadas à qualidade em sementes de soja colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento, de R7.1 a 9, com e sem secagem, visando avaliar a influência do momento da colheita e umidade nos grãos na qualidade fisiológica das sementes.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nos laboratórios e na casa de vegetação da Faculdade IDEAU, na cidade de Passo Fundo/RS, sob coordenadas de latitude 28°14'24.38"S, longitude 52°22'49.38"O e altitude de 682 metros. A coleta das sementes foi realizada no dia 20 de março, em lavoura comercial, cultivar Pioneer® 95R51, onde foi possível encontrar a cultura em diversas várias fases de desenvolvimento. A coleta e debulha se deu de forma manual e a determinação dos estádios fenológicos de forma visual.

O delineamento escolhido foi o inteiramente casualizado, onde os tratamentos que objetivaram a contabilização de fungos foram separados em 12 tratamentos e quatro repetições cada; e aqueles tratamentos que objetivaram avaliação da germinação e vigor foram dispostos em 12 tratamentos e três repetições cada (Tabela 1). Para ambas as avaliações os tratamentos de números 1 a 6 foram secos a 35 °C, visando estabelecer umidade em torno de 12%, e os tratamentos de números 7 a 12 foram acondicionados em ambiente estéril até o momento da sementeira.

No dia 22 de março, os tratamentos 1 a 12 foram dispostos em meios de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), onde foram semeadas cinco sementes em cada uma das quatro repetições, totalizando 20 sementes por tratamento. Estes foram posteriormente acondicionados em estufa microbiológica com temperatura controlada (32°C), onde permaneceram por 120 horas. Aos cinco dias após a sementeira (DAS) em meio foi realizada a identificação da presença de fungos em cada uma das repetições. A identificação foi realizada visualmente pelas características do micélio, bem como pela visualização das estruturas reprodutivas em microscopia ótica, a partir da confecção de lâminas.

Tratamentos	Estádios fenológicos
1	R7.1 – secagem até 12% de umidade
2	R7.2 – secagem até 12% de umidade
3	R7.3 – secagem até 12% de umidade
4	R8.1 – secagem até 12% de umidade
5	R8.2 – secagem até 12% de umidade
6	R9 – secagem até 12% de umidade
7	R7.1
8	R7.2
9	R7.3
10	R8.1
11	R8.2
12	R9

Tabela 1. Tratamentos, respectivos estádios fenológicos e manejo das sementes antes das avaliações.

No dia 22 de março, 20 sementes de cada tratamento foram também dispostas em papel germiteste em caixas Gerbox, as quais foram acondicionadas em BOD para propiciar um ambiente favorável à germinação em curto espaço de tempo. Foram realizadas três repetições de cada tratamento. Aos dois dias após a semeadura efetuou-se a primeira avaliação, tabulando-se o número de sementes germinadas. Posterior a este, e a cada dois dias, por 5 vezes, efetuou-se as demais contagens. Nesta mesma data, dez sementes de cada tratamento foram semeadas em vasos cilíndricos com volume de 5 Kg de solo, com três 3 repetições, os quais foram dispostos em casa de vegetação. Aos 5 DAS ocorreu a primeira avaliação nos vasos, contabilizando-se o número de plantas germinadas. Esta avaliação seguiu sendo feita a cada dois dias, totalizando nove avaliações.

Foi mensurado em casa de vegetação, o comprimento total das plântulas consideradas normais (BRASIL, 2009) aos 21 DAS, com o auxílio de régua milimétrica. Em seguida, coletaram-se as plântulas, as quais foram pesadas para obter-se a massa verde. As mesmas plântulas, após pesadas, foram secas em sacos de papel em estufa com circulação forçada de ar regulada a temperatura de 60 °C, por 72 horas, a fim de se determinar a massa seca das amostras.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias (Teste de Tukey 5%) através do software Sisvar.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho foi possível constatar a presença de diversos patógenos de sementes (Figura 1).

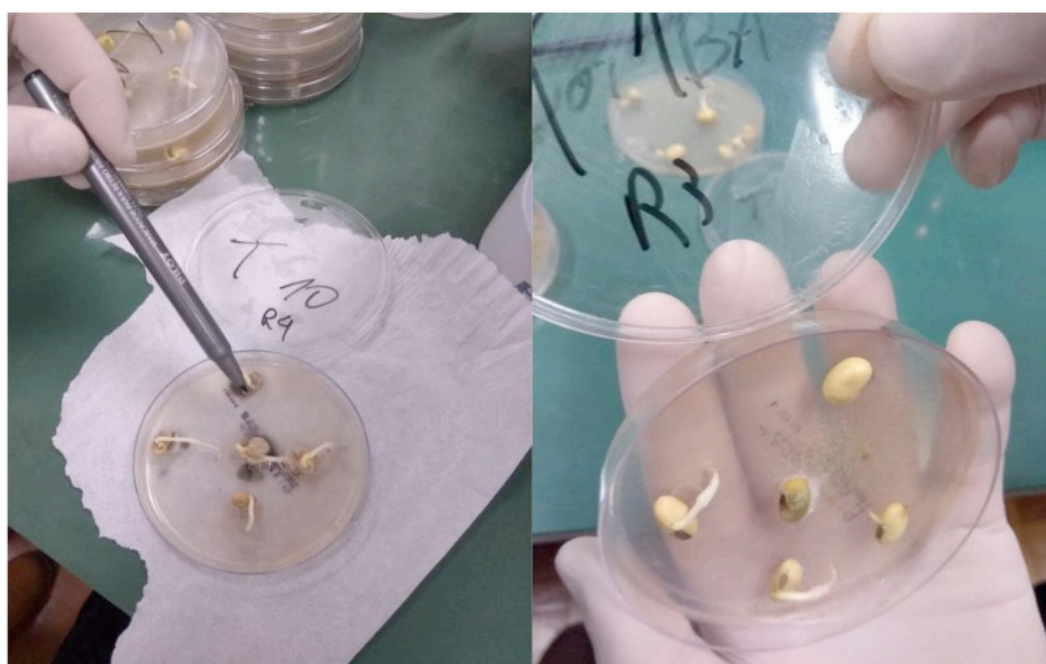


Figura 1. Placas de Petri com sementes e análise patológica das amostras.

O fungo *Aspergillus* spp. foi identificado em todos os tratamentos e em mais frequência que os demais. Entretanto, sua incidência diminuiu conforme o estágio de maturação da soja foi avançando. Verificou-se, também, que sementes colhidas com maior teor de umidade e posteriormente secas apresentaram uma maior taxa de incidência deste microrganismo, provavelmente em função das injúrias mecânicas que podem ter ocorrido no momento da colheita ou processo de secagem. HENNING (2005) relata que este fungo tem capacidade de se fixar em quase todo tipo de matéria orgânica, desde que haja condições de umidade e temperaturas favoráveis, o que condiz com os dados encontrados neste trabalho.

Ao analisar-se a presença dos fungos *Penicillium* spp. e *Phomopsis* spp., estes estiveram presentes, de forma aleatória, em todos os tratamentos, apresentando uma correlação entre si, visto que no tratamentos em que houve predomínio de um ocorreu ausência do outro. Pesquisas realizadas por HENNING (1994) apontam que a presença de *Phomopsis* spp. afeta o desenvolvimento de outros fungos, seja inibindo o crescimento pela formação de uma barreira ou pela produção de algum metabólito secundário ou ainda pelo crescimento do endofítico sobre o fitopatógeno. O fungo *Colletotrichum* spp. foi detectado em apenas uma das repetições e no tratamento 7 (R7.1 sem secagem), a qual apresentava maior percentual de umidade no grão, demonstrando baixa incidência desse patógeno nas sementes. SCHNEIDER et al. (1974) relatam que dificilmente obtêm-se um lote de sementes com níveis elevados de *C. truncatum* considerando que há perda de viabilidade deste patógeno nas sementes durante o armazenamento e também em competição com *Phomopsis* e *Fusarium*.

Para o fungo *Cercospora* spp. observou-se que este incidiu em sementes com teor de umidade acima de 12% e, principalmente, nos que estavam em um estágio de maturação fisiológica mais elevado, apresentando maior incidência nos tratamentos 11 (R8.2 sem secagem) e 12 (R9 sem secagem). O fungo *Nigrospora* spp. foi observado em maior quantidade nos tratamentos que apresentavam maior umidade ou mesmo naqueles colhidos com taxa de umidade considerada alta para armazenagem com maior incidência no tratamento 10 (R8.1 sem secagem). Tomé (2005) cita que este microrganismo se trata de um fungo saprófito que se alimenta de substâncias orgânicas normalmente provenientes de matéria orgânica em decomposição. Diante disto e pelo fato de a semente estar com alta umidade, o grau de respiração das mesmas se encontrava elevado, favorecendo a degradação das suas biomoléculas (reservas), propiciando condições favoráveis ao patógeno.

No quesito germinação das sementes nos diferentes estádios fenológicos, pode-se constatar que houve variações entre os tratamentos não secos e submetidos à secagem bem com dentre os estádios fenológicos (Tabela 2). MARCOS FILHO (2015) cita que a secagem de sementes não é um processo simples e que se faz

necessário conhecer o mecanismo de perda de água desta, visando evitar que durante este processo ocorram alterações nos teores de carboidratos, proteínas e lipídios influenciando negativamente na germinação e vigor.

Tratamento	Estádio fenológico	PG (%)*
01	R7.1 – secagem até 12% de umidade	46,67g
02	R7.2 – secagem até 12% de umidade	38,67h
03	R7.3 – secagem até 12% de umidade	80,00e
04	R8.1 – secagem até 12% de umidade	89,33c
<b>05</b>	<b>R8.2 – secagem até 12% de umidade</b>	<b>89,33c</b>
06	R9 – secagem até 12% de umidade	5,33i
07	R7.1	89,33c
08	R7.2	90,67b
09	R7.3	89,33c
10	R8.1	85,33d
<b>11</b>	<b>R8.2</b>	<b>93,33a</b>
12	R9	74,67f

Tabela 2. Percentual de germinação (%) das sementes de soja colhidas em diferentes estádios fenológicos.

\*Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey 5%.

FRAGA et al. (1981), no qual avaliaram as características de peso da matéria seca, teor de umidade, tamanho, germinação e vigor das sementes, relatam que sementes colhidas no estágio R5, R6 e R7, possuem uma qualidade fisiológica inferior às sementes colhidas em R8, apresentando variação em função do ambiente. Neste trabalho, observou-se que o estágio R8.2 mostrou elevado percentual de germinação, em ambas as condições, condizendo com o trabalho de FRAGA et al. (1981). WILCOX (1974) citam, inclusive, que ao se ultrapassar o estágio R8 a semente tem sua vulnerabilidade aumentada. Em relação à velocidade média de germinação houve pequena variação, onde as sementes dos tratamentos com umidade em torno de 12% germinaram sensivelmente mais rápido que os demais.

Para a avaliação de vigor em casa de vegetação, os dados obtidos estão ilustrados na Tabela 3. O tratamento 11 (R8.2 sem secagem) foi aquele em que as plantas germinaram mais rapidamente e com maior uniformidade, apresentando ainda quantidade elevada de plantas normais quando comparado aos demais tratamentos. DELOUCHE (1976) cita que sementes vigorosas são menos afetadas na sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada, mesmo após serem submetidas ao envelhecimento acelerado.

Tratamentos	PC%*	MVA(g)*	MSA(g)*	PN%*	PA%*	PM%*
1	6,70 E	5,93 J	0,9 J	36,67 H	<b>0,0 A</b>	53,33 G
2	13,30 C	10,2 I	1,53 H	50,00 G	10,00 D	40,00 F
3	16,70 B	13,57 E	1,97 E	76,67 D	<b>0,0 A</b>	23,33 C
4	13,30 C	11,53 H	1,5 I	56,67 F	10,00 D	33,33 E
5	0,0 F	3,07 K	0,47 K	13,33 I	6,67 B	80,00 H
6	0,0 F	0,0 L	0,0 L	0,0 J	<b>0,0 A</b>	100,00 I
7	6,70 E	<b>17,8 A</b>	<b>2,67 A</b>	<b>86,67 A</b>	<b>0,0 A</b>	<b>13,33 A</b>
8	10,00 D	17,47 B	2,5 B	83,33 B	<b>0,0 A</b>	16,67 B
9	10,00 D	12,13 F	1,7 G	60,00 E	13,33 E	26,67 D
10	6,70 E	14,63 C	2,03 D	80,00 C	6,67 B	<b>13,33 A</b>
11	<b>23,30 A</b>	14,47 D	2,27 C	83,33 B	<b>0,0 A</b>	16,67 B
12	13,30 C	11,93 G	1,77 F	76,67 D	<b>0,0 A</b>	23,33 C

Tabela 3. Resultados de plantas emergidas na primeira contagem (PC), massa verde (MVA) e seca da parte aérea (MAS), plantas normais (PN), anormais (PA) e mortas (PM) obtidos em cada de vegetação.

\*Letras diferentes da mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey 5%.

A Tabela 3 permite ainda visualizar que se comparado as sementes que sofreram secagem àquelas que não passaram por este processo, estas últimas (tratamentos 7 e 8, principalmente) apresentaram média de desempenho mais favoráveis quando se analisa a massa de plantas. HAMPTON & TEKRONY (1995) trazem que o vigor de sementes é um índice do grau de deterioração fisiológica e/ou integridade mecânica de um lote de sementes de alta germinação, representando sua ampla habilidade de estabelecimento no ambiente. Na AOSA (1983) se diz ainda que para a interpretação do vigor do lote não se considera apenas os resultados do comprimento da plântula (média) ou parte, mas também os valores da germinação (%), pois alguns lotes podem apresentar germinação menor produzindo plântulas com maior tamanho médio, o que não é uma qualidade buscada por quem adquire sementes para plantio.

Por fim, os tratamentos 1 e 6, que apresentaram menores índices de germinação e vigor, também apresentaram elevada incidência de *Penicillium* e *Phomopsis*, confirmando assim a correlação existente entre a presença desses microrganismos e a perda de germinação.

#### 4 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que a colheita das sementes em soja com diferentes pontos de maturação interfere na qualidade fisiológica das sementes, seja pela maturidade da semente seja pela quantidade de



água no grão. Os estádios com melhores atributos, ou seja, percentual de germinação, massa verde e seca e quantidade de plântulas normais foram os estádios R8.2 e R7.1 sem secagem. Entretanto, os tratamentos com maiores teores de umidade apresentaram maior incidência de microrganismos, os quais, durante o processo de armazenagem, podem comprometer a qualidade das sementes, causando sua deterioração.

## REFERÊNCIAS

- AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 88p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- BURRIS, J.S. **Effect of seed maturation and plant population on soybeans seed quality**. *Agronomy Journal*, v.65, p. 440-441, 1973.
- COSTA, N.P. et al. **Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil**. *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, n.1, p.128-132, 2003.
- DAN, E.L.; MELO, V.D.C.; WETZEL, C.T. et al. **Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja**. *Revista Brasileira de Sementes*. Brasília, v.9, n.3, p.45-55, 1987.
- DELOUCHE, J.C. **Standardization of vigor tests**. *Journal of Seed Technology*, Spring Field, v. 1, n. 2, p.75-85, 1976.
- FRAGA A.C., et al. **Determinação da maturação fisiológica das sementes de soja, var. "UFV-1", em três épocas de semeadura**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2, 1981. Brasília, D.F. Anais... Brasília: EMBRAPA-CNPSO, v.1, p.589-601.
- FRANÇA NETO, J.B. **Qualidade fisiológica da semente**. In: *Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja*. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. p.1-24.
- FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1980. 39p.
- FRIGERI, T. **Interferência de patógenos nos resultados dos testes de vigor em sementes de feijoeiro**. 2007. 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.
- HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D.M. **Controlled deterioration test**. In: HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. *Handbook of vigour test methods*. Zurich: ISTA, 1995. p.70-78.
- HENNING, A. A. **Patologia de Sementes**. Londrina: EMBRAPA - CNPSO, 1994. 43p. (Embrapa Soja. Documentos, 90).
- HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).
- HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B. **Problemas na avaliação da germinação de sementes de soja com alta incidência de *Phomopsis* sp.** *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 2, n. 3, p.

9-22, 1980.

HOWELL, R.W., COLLINS, F.I., SEDWICK, V.E. **Respiration of soybean seeds as related to weathering losses during ripening.** Agronomy Journal, v.51, p.677-679, 1959.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja.** Campinas: Fundação Cargil, 1986. 86p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Londrina; ABRATES, 2015. 660p.

MARCOS FILHO, J. **Teste de envelhecimento acelerado.** In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.

MENTEN, J. O. M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico.** São Paulo: Ciba Agro, 1997. 321p.

SCHNEIDER, R.L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A..A. **Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná.** In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 28°, Porto Alegre, 1974. Anais... Porto Alegre, SBG, v.1, 1974, p.41-65.

SEDIYAMA, C.S., et al. **Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja.** Experientiae, v.14. p.117-141, 1972.

TOMÉ, T.A. **Estudos de Doenças fúngicas e seus agentes etiológicos em espécies de plantas ornamentais da família Bromeliáceae cultivadas no Distrito Federal.** 2005. 130 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

WILCOX, J.R., LAVIOLETTE, F.A., ATHOW, K.L. **Deterioration of soybean seed quality associated with delayed harvest.** Plant Disease Reporter, v.58, p.130-133, 1974.

ZAPPIA, E.S. **Levantamento de qualidade de sementes fiscalizadas de soja (Glycines max (L) Merrill) da safra 1977/1978 do Paraná.** Arquivos de Biologia e Tecnologia, v.23, p. 35-40, 1980.

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

Data de aceite: 11/03/2020

### Jacqueline Dalbello Puia

Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, PR-445, km 380, Campus Universitário, Londrina, Paraná, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-6160-548X>

### Adriano Thibes Hoshino

Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, PR-445, km 380, Campus Universitário, Londrina, Paraná, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0003-2844-6541>

### Rafaela Rodrigues Murari

Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Área de Proteção de Plantas, Londrina-PR.

<http://lattes.cnpq.br/2205802397286657>

### Leandro Camargo Borsato

Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Área de Proteção de Plantas, Londrina-PR.

<http://lattes.cnpq.br/2080684208292018>

### Marcelo Giovanetti Canteri

Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, PR-445, km 380, Campus Universitário, Londrina, Paraná, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-6625-5909>

### Sandra Cristina Vigo

Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Área de Proteção de Plantas, Londrina-PR.

<http://lattes.cnpq.br/7944592776771887>

*flaccumfaciens* (Cff), é uma bactéria gram-positiva, vascular, que causa doenças em diversas plantas cultivadas, e na cultura da soja ocasiona a mancha bacteriana marrom. Esta doença vem apresentando grande importância, sendo detectada em soja em diversos países, podendo se tornar um problema a longo prazo. A busca por cultivares resistentes é de extrema importância no manejo da doença, uma vez que outros métodos de controle são pouco eficientes. Este estudo teve como objetivo determinar a reação de 17 cultivares de soja à inoculação de Cff. O trabalho foi conduzido durante o mês de março de 2017, em casa de vegetação nas dependências do Instituto Agronômico do Paraná, Londrina-PR. As cultivares de soja avaliadas foram: 6968 RSF IPRO, NS 6828 IPRO, Solar, SYN 13671 IPRO, NS 6823 RR, NA 5909 RG, TEC 6702 IPRO, BS 2606 IPRO, TMG 7062 IPRO, SYN 1163 RR, NS 6700 IPRO, TMG 7262 RR, 61159 RSF IPRO, 63 I 64 RSF IPRO, BMX Potência RR, TMG 7063 IPRO, BMX Apolo RR. A inoculação ocorreu na haste das plantas, pela inserção de palitos mergulhados em suspensão bacteriana ( $1 \times 10^8$  UFC mL<sup>-1</sup>) de isolado obtido em soja (Cff4). Avaliou-se a severidade semanalmente, por um período de 21 dias a partir do décimo dia após a inoculação, por meio de escala de notas (0 a 3), de acordo com tipo de sintoma desenvolvido. Após as avaliações foi obtida a

**RESUMO:** *Curtobacterium flaccumfaciens* pv.

área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para os diferentes cultivares, que foram comparados entre si pela análise de variância seguido do teste de Scott-Knott ( $\alpha=5\%$ ). Foram observados três níveis de suscetibilidade das cultivares a partir da AACPD, sendo os maiores níveis obtidos nas cultivares 61159 RSF IPRO e BS 2606 IPRO (0,602 e 0,531 respectivamente). Enquanto os menores níveis de suscetibilidade foram verificados para as cultivares TEC 6702 IPRO, SYN 1163 RR, BMX Apolo RR, TMG 7062 IPRO, NS 6828 IPRO, TMG 7262 RR, NS 6700 IPRO, BMX Potência IPRO (0,051 a 0,098). As demais cultivares apresentaram níveis intermediários de resistência (0,310 a 0,417). Estes resultados indicam que a maioria das cultivares avaliadas apresentam elevados níveis de resistência à *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, sobretudo por se tratar de um isolado bacteriano proveniente da soja e que apenas 3% das plantas apresentaram sintomas severos da doença.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max*; Mancha bacteriana marrom; Resistência; Severidade

## REACTIONS OF SOYBEAN CULTIVARS TO CURTOBACTERIUM FLACCUMFACIENS PV. FLACCUMFACIENS

**ABSTRACT:** *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Cff), is a gram-positive, vascular bacterium that causes disease in many cultivated plants, and in soybean culture causes brown bacterial spot. This disease has been of great importance, being detected in soybeans in several countries and can become a long term problem. The search for resistant cultivars is extremely important in the management of the disease, since other control methods are inefficient. This study aimed to determine the reaction of 17 soybean cultivars to Cff inoculation. The work was conducted during the month of March 2017, in a greenhouse on the premises of the Paraná Agronomic Institute, Londrina-PR. The evaluated soybean cultivars were: 6968 RSF IPRO, NS 6828 IPRO, Solar, SYN 13671 IPRO, NS 6823 RR, NA 5909 RG, TEC 6702 IPRO, TM 2670 IPRO, SYN 1163 RR, NS 6700 IPRO, TMG 7262 RR, 61159 RSF IPRO, 63 I 64 RSF IPRO, BMX Power RR, TMG 7063 IPRO, BMX Apollo RR. Inoculation occurred on the stem of the plants by inserting sticks dipped in bacterial suspension ( $1 \times 10^8$  CFU mL<sup>-1</sup>) of soybean isolate (Cff4). Severity was evaluated weekly for a period of 21 days from the tenth day after inoculation, using a scale of scores (0 to 3), according to the type of symptom developed. After the evaluations, the area under the disease progress curve (AACPD) was obtained for the different cultivars, which were compared to each other by analysis of variance followed by the Scott-Knott test ( $\alpha = 5\%$ ). Three susceptibility levels of the cultivars from AACPD were observed, being the highest levels obtained in the cultivars 61159 RSF IPRO and BS 2606 IPRO (0.602 and 0.531 respectively). While the lowest susceptibility levels were verified for the TEC 6702 IPRO, SYN 1163 RR, BMX Apollo RR, TMG 7062 IPRO, NS 6828 IPRO, TMG 7262 RR, NS 6700 IPRO, BMX Power IPRO (0.051 to 0.098) cultivars. The other cultivars presented intermediate resistance levels (0.310 to 0.417). These results indicate that most evaluated cultivars present high levels of

resistance to *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, mainly because it is a bacterial isolate from soybean and only 3% of the plants showed severe symptoms of the disease.

**KEYWORDS:** *Glycine max*; Brown bacterial stain; Resistance; Severity

## 1 | INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.), também pertencente à família *Fabaceae*, desde 1970 é principal cultura do agronegócio brasileiro. A cultura tornou-se a mais expressiva economicamente no país, tanto pelo aumento da área cultivada quanto pelas novas tecnologias disponibilizadas aos produtores. Seu cultivo é realizado nas regiões Sul, Sudeste, Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil. Entretanto, existem diversos fatores que comprometem a produção da soja, sendo que perdas significativas ocorrem por doenças.

As doenças podem ter várias origens, entre elas fúngicas, bacterianas e viróticas. Embora as perdas significativas de produção por ocorrência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* afetassem a cultura do feijão, a soja, cultura de grande importância econômica para o Brasil, mostrou-se um hospedeiro em potencial com a inoculação de plantas com o patógeno (BEHLAU; LEITE JR., 2002).

Na Alemanha plantas de soja com manchas amareladas seguida de necrose foram submetidas ao teste de coloração de Gram (Gram-positivas), teste de patogenicidade, por meio dos postulados de Koch, e identificação por sequenciamento de DNA, comprovando ser mancha marrom (SAMMER; REIHER, 2012).

Na safra 2011/12, houve o primeiro relato de ocorrência natural de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em lavouras brasileiras, causando mancha bacteriana marrom em plantas de soja no estado do Paraná (SOARES et al., 2013).

Os sintomas em soja são desenvolvimento de lesões cloróticas que após secarem no centro, adquirem coloração bege, evoluindo para lesões necróticas (SOARES; BRACALE, 2014). No caso de infecção precoce, ocorre a morte de plântulas. Em plantas mais velhas, a resistência ao ataque do patógeno é maior, porém o crescimento e a produtividade são afetados, raramente ocorrem sintomas de murcha em soja, o que não significa que esse sintoma não possa ser observado nas plantas (HENNING et al., 2014). O presente trabalho teve por objetivo determinar a reação de 17 cultivares de soja à inoculação de um isolado Cff4.

---

1 Universidade Estadual de Londrina-UEL, PR, Brasil;

2 Instituto Agrônomo do Paraná-IAPAR, PR, Brasil. E-mail: jack\_puia@hotmail.com

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Londrina. As sementes das cultivares: 6968 RSF IPRO, NS 6828 IPRO, Solar, SYN 13671 IPRO, NS 6823 RR, NA 5909 RG, TEC 6702 IPRO, BS 2606 IPRO, TMG 7062 IPRO, SYN 1163 RR, NS 6700 IPRO, TMG 7262 RR, 61159 RSF IPRO, 63 I 64 RSF IPRO, BMX Potência RR, TMG 7063 IPRO, BMX Apolo RR., foram germinadas em papel “Germ test” até a emissão da radícula. Estas plântulas foram transplantadas para vasos de 3 L de capacidade contendo substrato constituído de um terço de areia, um terço de solo e um terço de esterco de curral curtido.

Preparou-se uma solução com o isolado em nutriente líquido, over night, sobre agitação. A leitura de absorbância foi realizada após 24 horas, com a padronização do inóculo já estabelecida mediante a curva de crescimento, relacionando-se absorbância (D.O. 0,2) a 600 nm e UFC mL<sup>-1</sup> para Cff. A concentração da suspensão bacteriana do isolado obtida foi de 10<sup>8</sup> UFC mL<sup>-1</sup>. Em seguida adicionou palitos autoclavados à suspensão bacteriana e agitou-se por 30 min.

Em cada vaso foram mantidas quatro plantas que foram inoculadas com o isolado bacteriano de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* Cff4. A inoculação foi realizada pela inserção de palito na haste das plantas logo abaixo do par de folhas primárias aos 14 dias após a emergência das plantas. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com cinco repetições.

As avaliações foram realizadas semanalmente, por um período de 21 dias a partir da data de inoculação nas plantas, avaliando a severidade da doença, utilizando a escala de notas de 0 a 3, descritas por LEITE JR et al., (2001). Após as avaliações foi obtida a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para os diferentes cultivares, que foram comparados entre si pela análise de variância seguido do teste de Scott-Knott  $\alpha=5\%$  (CANTERI et al., 2001).

## 3 | RESULTADOS

Foi possível detectar a diferença de suscetibilidade das cultivares de soja, conforme ilustra a Figura 1. Foram observados três níveis de resistência das cultivares a partir da AACPD, sendo os maiores níveis de suscetibilidade obtidos nas cultivares 61159 RSF IPRO e BS 2606 IPRO (0,602 e 0,531 respectivamente). Enquanto os menores níveis de suscetibilidade foram verificados para as cultivares TEC 6702 IPRO, SYN 1163 RR, BMX Apolo RR, TMG 7062 IPRO, NS 6828 IPRO, TMG 7262 RR, NS 6700 IPRO, BMX Potência IPRO, variando entre 0,051 a 0,098. As demais cultivares de soja avaliadas apresentaram níveis intermediários de resistência a murcha de *Curtobacterium*, sendo 6968 ESF IPRO, NS 6700 IPRO, NA 5909 RG,

63164 RSF IPRO, SOLAR, SYN 13671 IPRO e TMG 7063 IPRO, (0,310 a 0,417).

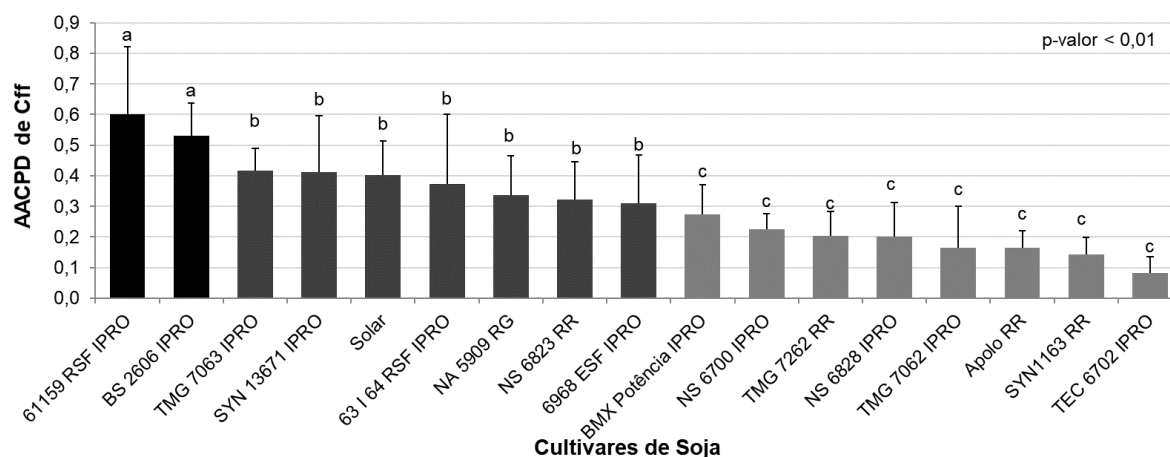


Figura 1- Reação de 17 cultivares comerciais de soja, inoculadas com isolado de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Cff4), sob condições de casa de vegetação.

#### 4 | CONCLUSÕES

Estes resultados indicam que a maioria das cultivares avaliadas apresentam níveis de resistência à *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, sobretudo por se tratar de um isolado bacteriano proveniente da soja e que apenas 3% das plantas apresentaram sintomas severos da doença. As cultivares comerciais de soja com maior nível de suscetibilidade a *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* foram 61159 RSF IPRO e BS 2606 IPRO.

#### REFERÊNCIAS

- BEHLAU, F.; LEITE JÚNIOR, R. P. Ocorrência de agente causal da murcha bacteriana em feijoeiro e outras leguminosas. In: **CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO**, Viçosa: UFV, p. 133-135, 2002.
- CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. **SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan**. Revista Brasileira de Agrocomputação, V.1, N.2, p.18-24. 2001.
- HENNING, A. A. et al. **Manual de identificação de doenças de soja**. Embrapa Soja- Documentos (INFOTECA-E), 2014.
- LEITE JÚNIOR, R. P.; MENEGUIM, L.; BEHLAU, F.; RODRIGUES, S. R.; BIANCHINI, A. **Ocorrência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em Feijoeiro no Paraná e Santa Catarina**. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 26. p. 303-304, 2001.
- SAMMER, U. F.; REIHER, K. ***Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* on Soybean in Germany - a threat for farming**. Journal of Phytopathology, v. 160, n. 6, p. 314-316, 2012.
- SOARES, R. M. et al. **First report of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* on soybean in Brazil**. Tropical Plant Pathology, v. 38, n. 5, p. 452- 454, 2013.

SOARES, R. M.; BRACALE, M. F. Reação de cultivares de soja a *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA**, 47. Londrina. Anais... Londrina: *Sociedade Brasileira de Fitopatologia*. CD-ROM, 2014.



## SISTEMAS DE CULTIVOS NA PRODUTIVIDADE DA SOJA NO CERRADO BRASILEIRO

Data de aceite: 11/03/2020

ID Lattes: 1712312257717965

**Renato Ribeiro Passos**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 3882320619443256

**Elias Nascentes Borges**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 8591184572732323

**Risely Ferraz-Almeida**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 8591184572732323

**Mariana Velasque Borges**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 6810892535350030

**Fernanda Martins**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 6428064112182072

**Everton Martins Arruda**

ID Lattes: 8301570938012649

**Cinara Xavier de Almeida**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 8464123724375244

**Ricardo Falqueto Jorge**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 6308507328966762

**Ivone de Sousa Nascentes Morgado**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

**RESUMO:** Sistemas de cultivos que promovem o menor revolvimento do solo tem como objetivo o aumento do acúmulo de matéria orgânica no solo e a melhoria das qualidades físicas e químicas do solo. Alguns sistemas têm sido avaliados como: sistema de plantio direto, sistema de cultivo mínimo, e sistema integração lavoura pecuária. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é responder o questionamento referente: Qual a influência dos sistemas de preparo do solo na produtividade de soja no Cerrado brasileiro. Um estudo com cultivo de soja foi realizado na região de Uberlândia, Cerrado, testando a aplicação de gesso e calcário com cultivo convencional, mínimo e plantio direto. Produtividade da soja, disponibilidade de nutrientes na planta e características fitotecnias das plantas foram monitoradas. Os resultados mostraram que o sistema de preparo do solo e a aplicação do corretivo associado ou não ao gesso agrícola exerceram efeito significativo sobre o rendimento de grãos da soja. A altura das plantas de soja, avaliada aos 65 dias após a germinação, mostrou ser uma boa indicadora não só do desenvolvimento da planta, bem

como da capacidade de produzir grãos. Mais estudos que demonstrem o efeito da nodulação e o preparo do solo na produtividade da soja precisam ser elaborados.

**PALAVRAS-CHAVE:** calagem, gesso, Sistema de plantio direto

## INTRODUÇÃO

O uso de sistema de produção de soja com o uso contínuo de grades de disco, em várias operações anuais, inclusive logo após a colheita tem ocasionado alterações na estrutura do solo com formação de camada compactada na superfície. Sistemas de cultivos que promovem o menor revolvimento do solo tem como objetivo o aumento do acúmulo de matéria orgânica no solo e a melhoria das qualidades físicas e químicas do solo.

No Brasil, o sistema de plantio direto é uma técnica consolidada no Cerrado com cerca de 10,7 milhões de hectares em uma área agrícola total de 65 milhões de hectares (Camargo et al. 2016). Considerando esses valores, o Brasil possui aproximadamente 16% das terras cultiváveis no sistema de plantio direto, com alta possibilidade de aumentar as áreas de plantio direto, principalmente em áreas degradadas. Geralmente, solos manejados em sistemas de plantios que aumentam a quantidade/preservam a matéria orgânica ocorrem uma diminuição da erosão do solo, e aumento da taxa de infiltração de água e espaço poroso do solo (EMBRAPA 2000; 2001).

O manejo do solo consiste em um conjunto de técnicas realizadas com objetivos de propiciar condições favoráveis à sementeira, ao desenvolvimento e a produção das plantas cultivadas (BAYER and BERTOL, 2009). Para que esse objetivo seja atingido, é imprescindível a pesquisa e a adoção de diversas práticas na produção agrícola.

A acidez do solo é um dos fatores que mais limita a produtividade das culturas em várias partes do mundo (SKIPPER; SMITH, 1979; FOY, 1984), particularmente no cerrado Brasileiro (LOPES, 1984). Nestes solos, geralmente ácidos, existem problemas de deficiência nutricional, baixa capacidade de retenção de água e baixa atividade dos microrganismos que desencadeia baixa produtividade em condições naturais (LOPES, 1984, FAGERIA & STONE, 1999; SILVEIRA et al., 2000). Para incorporação desses solos ao processo produtivo é indispensável o uso adequado de corretivos agrícolas, associados a um plano de adubação bem definido.

O uso da calagem no solo promove a elevação do pH e a saturação por bases do solo, com o fornecimento de cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ). A elevação do pH tem influência direta na redução da toxidez de alumínio ( $\text{Al}^{+3}$ ) e disponibilidade de nutrientes no solo (MIRANDA; MIRANDA, 2000). O uso do gesso no solo também é uma alternativa para diminuir a saturação de  $\text{Al}^{+3}$  nas camadas inferiores do solo,

além de contribuir o para fornecimento de  $\text{Ca}^{+2}$  e S (enxofre) e promover a melhoria das propriedades físicas do solo (ALVARENGA et al., 1998).

Muitos pesquisadores vêm realizando trabalhos com o objetivo de encontrar sistemas de manejos, principalmente para as condições de solos ácidos e de baixa fertilidade como os de cerrado, com o objetivo de maior sustentabilidade do sistema produtivo, utilização de áreas degradadas, e obtenção de altas produtividades das culturas (BARUQUI; FERNANDES, 1985; PEREIRA; MACHADO, 1987; BATAGLIA; DECHEN; SANTOS, 1992; BAYER; BERTOL, 1999).

Alguns sistemas têm sido avaliados como: sistema de plantio direto, sistema de cultivo mínimo, e sistema integração lavoura pecuária. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é responder o questionamento referente: Qual a influência dos sistemas de preparo do solo na produtividade de soja no Cerrado brasileiro?

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área em estudo

O ensaio com os sistemas de cultivo de soja foram instalados na Fazenda Experimental do Glória, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil. A região do Triângulo Mineiro apresenta altitude média de 830 metros e um clima predominante do tipo Aw, de acordo a classificação de Köppen, tendo como característica um verão tropical chuvoso com inverno seco (ANTUNES, 1986).

Para a caracterização dos sistemas estabeleceu 7 diferentes condições de preparo do solo, com 4 repetições, no delineamento de blocos casualizados (DBC), considerando dois tratamentos testemunha: solo sem preparo com a aplicação de calcário na superfície (T+C); e aplicação de calcário mais gesso também na superfície (T+C+G). Adicionais tratamentos com cultivos convencionais e cultivos mínimos também foram testados com aplicação de calcário, e com aplicação de calcário e gesso. Os cultivos convencionais testados foram com calcário (CC+C), cultivo convencional com calcário e gesso (CC+C+G), cultivo mínimo com calcário (CM+C), cultivo mínimo com calcário e gesso (CM+C+G), e manejo de plantio direto com a aplicação de gesso mais calcário (PD+C+G), Tabela 1.

Manejos	Sistema de Manejo
T+C	Sem Manejo de Preparo do Solo com calcário aplicado na superfície (sem incorporação).
T+C+G	Sem Manejo de Preparo do Solo, com calcário+gesso agrícola aplicados na superfície (sem incorporação).
CC+C	Cultivo Convencional, com calcário incorporado com grade pesada
CC+G+C	Cultivo Convencional, com calcário + gesso agrícola incorporado com grade pesada.

CM+C	Cultivo Mínimo, com calcário parcialmente incorporado com o arado escarificador.
CM+C+G	Cultivo Mínimo com calcário+gesso agrícola parcialmente incorporados com arado escarificador.
PD+C+G	Plantio Direto com calcário+gesso agrícola incorporado com grade na aplicação.

Tabela 1. Descrição dos sistemas de manejo com cultivo de soja localizados na Fazenda Experimental do Glória, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG.

## Caracterização do solo

O solo da área foi classificado como um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico de acordo a Classificação Brasileira De Solos (EMBRAPA, 2012), com uma textura argilosa e valores médio de areia, silte e argila, respectivamente, de 420; 30 e 550 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 2). Estudos com manejo do solo também foram realizados por GOMES et al. (2004) em solos de textura argilosa no Cerrado. Previamente ao manejo do solo, foi realizado uma caracterização química do solo de acordo as metodologias recomendadas por Tedesco et al. (1995), Tabela 2.

pH <sup>1</sup>	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H+Al	Areia	Silte	Argila
	mg dm <sup>-3</sup>	__		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				g kg <sup>-1</sup>	
5.2	1.0	31.0	0.2	0.1	0.6	4.0	550	30	420

Tabela 2. Caracterização de um Latossolo Vermelho Distrófico na camada de 0.0-0.2m antes da implantação dos sistemas de manejos do solo, região do Triângulo Mineiro, Minas Gerais/ Brasil.

Na tabela: O pH foi analisado em água (H<sub>2</sub>O). Para a determinação da análise granulométrica utilizou o método da pipeta proposto pela Embrapa (1997). Os valores de cálcio, magnésio, potássio, alumínio, hidrogênio mais alumínio, potássio e fósforo estão representados na tabela, respectivamente, por Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup> H+Al, K<sup>+</sup> e P.

## Histórico da área e implantação dos Manejos do solo

Inicialmente, demarcou os blocos em parcelas experimentais de 275 m<sup>2</sup> (Altura: 11.0 m; e comprimento: 25.0 m), e uma área útil de 184 m<sup>2</sup> (altura: 8.0 m; e comprimento: 25.0 m). Após a demarcação das áreas estabeleceu uma sucessão de culturas: milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*), tendo como cultura de inverno a braquiária (*Brachiaria decumbens* cv *Basilisck*) em todos os blocos. A sequência de culturas propostas visa integrar uma área de pastagem degradada, formada com *Brachiaria sp* ao sistema lavoura-pecuária, tendo como objetivos a diversificação do sistema de produção e a recuperação da pastagem degradada.

Antes da semeadura da soja, realizou a coleta de solo para a devida aplicação das doses de calcário e gesso no solo. Para os manejos da testemunha (Sem Manejo de Preparo do solo) e o cultivo mínimo do solo realizou as coletas do solo na camada de 0.0-0.1 m nos blocos previamente delimitados. No entanto, para os manejos de cultivo convencional e plantio direto realizou a coleta do solo na camada 0.0-0.2m

(Tabela 3). Todas as coletas foram realizadas com quatro repetições por bloco.

	Manejos do solo <sup>1</sup>						
	T+C	T+C+G	CM+C	CM+C+G	CC+C	CC+C+G	PD+C+G
	<i>Camada 0.0-0.1 m</i>			<i>Camada 0.0-0.2 m</i>			
pH (H <sub>2</sub> O)	5,29	5,23	5,19	5,36	5,73	5,72	5,5
Ca <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,67	0,50	0,44	0,70	0,84	1,05	1,00
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,50	0,27	0,38	0,38	0,70	0,68	0,62
K <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	38	31	35	31	34	30	26
P (mg kg <sup>-1</sup> )	6,09	4,92	7,74	5,79	5,76	2,71	3,72
Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,33	0,37	0,41	0,29	0,11	0,08	0,10
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,81	4,44	4,85	4,20	3,23	2,91	3,33
V (%)	20,96	15,98	15,94	21,72	31,10	37,84	33,62

Tabela 3. Caracterização química de um Latossolo Vermelho Distrófico nas camadas de 0.0-0.1 e 0.0-0.2m antes da implantação dos sistemas de manejos, região do Triângulo Mineiro, Minas Gerais/Brasil.

T+C: Testemunha: Sem manejo de Preparo do Solo com calcário aplicado na superfície; T+C+G: Sem manejo de Preparo do Solo, com calcário + gesso agrícola; CM+C: Cultivo Mínimo, com calcário parcialmente incorporado; CM+C+G: Cultivo Mínimo com calcário + gesso agrícola; CC+C: Cultivo Convencional, com calcário incorporado; CC+G+C: Cultivo Convencional, com calcário + gesso agrícola incorporado; e PD+C+G: Plantio Direto com calcário + gesso agrícola.

A dose de calcário aplicada utilizou o valor mínimo 50% da saturação por bases ( $V=50\%$ ) nas parcelas em todos os sistemas de manejo. Utilizou-se para tal, o calcário dolomítico com 84% de poder relativo de neutralização total (PRNT). As recomendações das doses de calcário foram recomendadas de acordo a Comissão de Fertilidade do solo de estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999). Nos manejos com tratamento testemunha (Ausência de preparo) e cultivo mínimo, a dose de calcário recomendada foi fracionada, aplicando-se 50% da dose recomendada. Esse método foi utilizado devida a ausência da incorporação mecânica e correção da camada superficial do solo (0.0-0.1m). Nos demais manejos teve-se a aplicação de 100% da dose recomendada para a correção da camada de 0.0-0.2 m do solo.

A aplicação do gesso também seguiu as recomendações preconizadas pela Comissão de Fertilidade do solo de estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999). Nos manejos com cultivo convencional e plantio direto teve a recomendação de 0.93 Mg ha<sup>-1</sup> de gesso, correspondendo a aplicação de 25.52 kg parcela<sup>-1</sup> que foi incorporada na camada de 0.0-0.2 m. Para o tratamento testemunha e manejo mínimo a dose aplicada correspondeu a 0.46 t ha<sup>-1</sup> de gesso, correspondendo a aplicação de 12.76 kg parcela<sup>-1</sup> que foi incorporada na camada superficial de 0.0-0.1 m.

### Cultivo da soja após a instalação dos Manejos do solo

A semeadura da soja (cultivar: MSOY 8001) foi realizada após 120 dias da

aplicação do calcário e do gesso no solo. Utilizou no plantio uma plantadeira de plantio direto SHM 17, com espaçamento entre linhas de 0,45 m e 18 plantas por metro linear para a soja (stand final de 400 mil plantas ha<sup>-1</sup>).

Previamente ao plantio foi realizado a adubação do solo na linha de semeadura com a dose de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 0-30-15, a qual corresponde à aplicação de 0 de nitrogênio, 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, e 59 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, respectivamente. As sementes foram tratadas previamente com fungicida, cobalto, molibdênio e inoculante turfoso em pó na dose segundo recomendações técnicas da Embrapa (2001).

Após 40 dias do plantio da soja, uma adubação de cobertura da soja foi realizada com cloreto de potássio (KCl) na dose de 60 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Os manejos com o cultivo de soja seguiu todos as recomendações do cultivo de soja para o Brasil (Embrapa, 2000).

### Variáveis analisadas

As primeiras variáveis analisadas foram realizadas quando as plantas de soja apresentavam 50% do florescimento no campo, correspondendo precisamente a 65 dias após a germinação. Nesse período realizou a coleta das amostras de folhas de soja tendo como critério a utilização da terceira folha da planta com pecíolo a partir do ápice. Por unidade experimental teve-se a coleta de 20 folhas nessa posição. Essa coleta seguiu os procedimentos recomendados por Malavolta (2007)

Em laboratório as folhas foram secas em estufa à 65°C e posteriormente trituradas em moinho do tipo Wiley para análise dos nutrientes em laboratório. Posteriormente, realizou a determinação dos teores de cálcio, magnésio, enxofre, fósforo e potássio. A determinação do valor desses nutrientes foi realizada de acordo as recomendações para análise de folhas preconizadas por Tedesco et al. (1995).

Nesse mesmo período, após 65 dias da germinação, realizou-se a mediação das alturas das plantas de soja e inserção da primeira vagem. Para tal, utilizou uma fita métrica com a medida de 20 plantas por unidade experimental. Nós também realizamos a coleta de 12 plantas por unidade experimental para a determinação das variáveis: massa seca da parte aérea, massa seca dos nódulos e massa seca das raízes das plantas de soja. Além destes, também foi mensurado a produtividade das plantas de soja em cada unidade experimental.

### Análise estatística

Para o melhor entendimento do banco de dados adquirido, inicialmente a variabilidade das variáveis foram estudadas utilizando a estatística descritiva. Posteriormente, realizou os testes das pressuposições da normalidade dos resíduos (Teste de Shapiro-Wilk, SPSS Inc., USA) e homogeneidade das variâncias (Teste

Bartlett, SPSS Inc., USA). Os dados foram submetidos ao teste F (Análise de Variância; ANAVA), com 5% de probabilidade (Sisvar Inc., Brasil). Um teste de correlação linear (Correlação de Pearson) foi utilizado com o objetivo de avaliar a relação entre a produção de grãos e as características agrônômicas da cultura da soja.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Disponibilidade de nutrientes na folha

Os sistemas de manejos com aplicação de calcário, e calcário + gesso alterou a disponibilidade das bases catiônicas nas folhas de soja ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{K}^+$ ), Figura 1. Caires et al. (2004) trabalhando com plantas de milho com diferentes doses de calcário verificou um acréscimo significativos nos teores de  $\text{Mg}^{+2}$ , principalmente quando o calcário foi aplicado de forma parcelada na superfície ou incorporado no solo. No entanto, os autores não verificaram alterações nos teores foliares de P,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  e S. Em outro estudo elaborado por Caires et al. (2003) trabalhando com a cultura de soja em uso de calcário e gesso, os autores verificaram ausência significativa na disponibilidade de nutrientes nas folhas.

A disponibilidade dos nutrientes nas folhas em nosso estudo manteve em níveis considerados médio-baixo para a cultura, de acordo com Malavolta (1997), respectivamente variando entre 2.6 e 2.6; 18.1 e 17.1; 7.2 e 8.4; 2.7 e 2.8; e 1.4 e 1.5 para o P,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e S (Figura 1). Com a adição de calcário e gesso houve um acréscimo médio de 14 e 4% na disponibilidade de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  nas folhas da soja. No entanto, em sentido oposto, para o  $\text{K}^+$ , o acréscimo foi verificado no solo sem adição de gesso, pois quando adicionado apenas o calcário no solo ocorre um acréscimo de 5% (Figura 1). Possivelmente, a disponibilidade do K apresentou esse comportamento porque a presença do gesso contribuiu para que uma fração do potássio trocável do solo tenha deslocado para fora da região de absorção das raízes. Dentro desse contexto, diversos pesquisadores descrevem a grande facilidade com que o gesso pode formar o pareamento iônico com o potássio e outras bases presentes no solo e movimentar em profundidade (Borges, 1995).

As perdas de nutrientes através do pareamento iônico podem ocorrer com cálcio e magnésio, através da movimentação para fora da zona de absorção radicular, quando se aplicava doses mais elevadas de gesso junto ao calcário. Assim, a maior disponibilidade de potássio trocável do solo e na planta quando se aplicou somente calcário favoreceu a absorção deste nutriente pela soja proporcionando maiores teores foliar (Soprano, 1986). Rosolem e Marcello (1998), estudando a nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada, observaram através da análise foliar que os teores de P e K não foram afetados pela calagem, mas o K

na parte foi diminuído na maior e na menor saturação por bases, quando foi aplicada a maior dose de P. O teor de Cálcio foi aumentado pela calagem, mas diminuiu com as maiores doses de P.

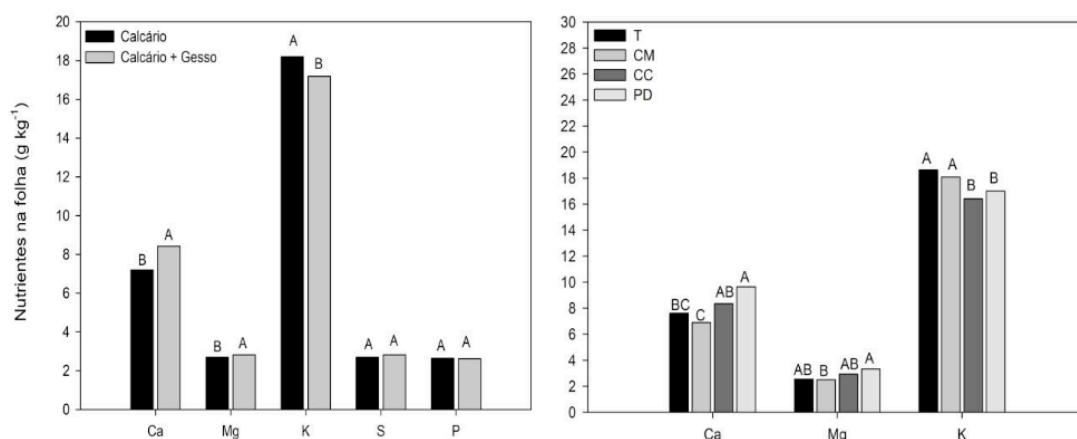


Figura 1. Disponibilidade de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), enxofre (S) e potássio (P) em folhas de soja ( $\text{g kg}^{-1}$ ) com adição de calcário e gesso no solo. Controle (T), cultivo mínimo (CM), cultivo convencional (CC), e plantio direto (PD). Letras maiúsculas comparam o uso de calcário isolado ou calcário com gesso (Teste Tukey; 5%).

Nos sistemas com PD e CC as disponibilidades de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  apresentaram comportamentos semelhantes. A disponibilidade do  $\text{K}^{+}$  apresentou um comportamento oposto, o PD e CC apresentaram as menores médias de  $\text{K}^{+}$  nas folhas de soja com médias, respectivamente, de 17.0 e 16.4  $\text{g Kg}^{-1}$ . As disponibilidades de S e P não sofreram influência significativa nos sistemas testados (Figura 1; Tabela 4).

Sistema de Preparo <sup>(1)</sup>	S ( $\text{g kg}^{-1}$ )		P ( $\text{g kg}^{-1}$ )	
	C	C+G	C	C+G
AP	2,59	2,61	1,41	1,55
CC	2,68	2,72	1,46	1,49
CM	2,65	2,44	1,48	1,39
PD	-	2,65	-	1,56

Tabela 4. Disponibilidade de enxofre (S) e fósforo (P) nas folhas de soja em solo com adição de calcário (C) e calcário+Gesso (C+G) em sistemas de manejos com testemunha (T), cultivo convencional (CC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD).

<sup>1</sup> A disponibilidade de S e P nas folhas de soja não apresentaram distinção entre o uso de calcário e gesso e os manejos do solo de acordo o Tukey ao nível de 5%.

## Características das plantas de soja

A utilização de calcário proporcionou valores superiores de produção de matéria seca da parte aérea e de raízes, com acréscimos de 24 e 17% em relação ao tratamento com a utilização de calcário + gesso. Enquanto, a quantidade de nodulos não apresentou alterações em relações o uso do calcário isolado ou com o



gesso (Figura 2).

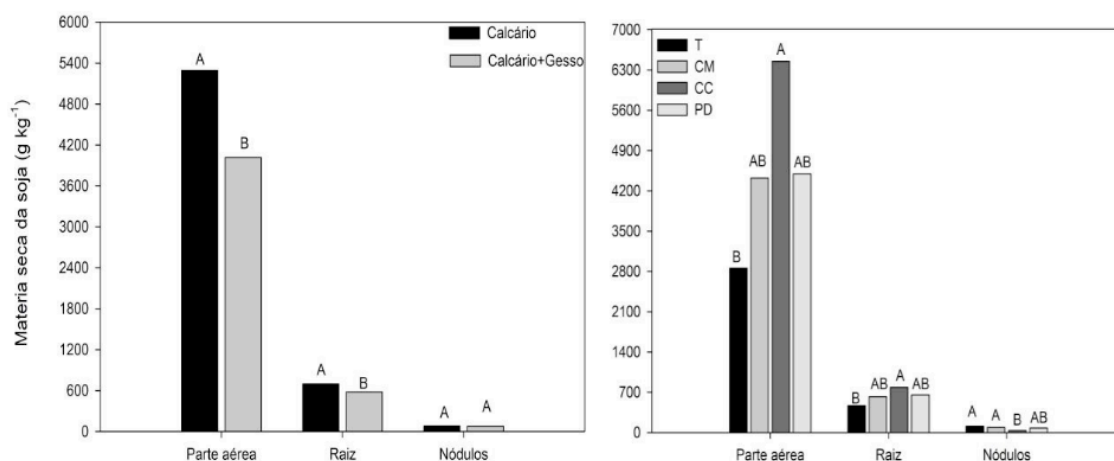


Figura 2. Parte aérea, das raízes e nódulos de plantas de soja ( $\text{g kg}^{-1}$ ) com adição de calcário e gesso no solo. Controle (T), cultivo mínimo (CM), cultivo convencional (CC), e plantio direto (PD). Letras maiúsculas comparam o uso de calcário isolado ou calcário com gesso (Teste Tukey; 5%).

O controle proporcionou a menor massa seca de parte aérea e da raiz. Enquanto, os manejos do cultivo convencional apresentaram maiores médias e com um acréscimo, respectivamente de 55 e 49%. Para o crescimento e nodulação das plantas de soja, o controle e o cultivo mínimo apresentaram a maior quantidade de nódulos com médias, respectivas, de 112.0 e 89.0  $\text{g kg}^{-1}$  (Figura 2). Portanto, a ausência do revolvimento do solo ou o mínimo possível no revolvimento contribui para a maior nodulações de plantas de soja. Voss e Sidiras (1985) trabalhando em Londrina e Carambeí - PR constataram, no entanto, que no sistema plantio direto houve favorecimento à nodulação das raízes de soja, em comparação com plantio em sistema convencional. Fontaneli et al. (2000), também estudando produtividade e nodulação observaram que após cinco anos de cultivo de diferentes rotações com soja, que na média dos anos não houve diferenças significativas entre o tipo de cultura antecessora e o rendimento de grãos de soja. Observaram ainda que no sistema de plantio direto ocorria uma nodulação abundante na soja em todos os sistemas de produção avaliados, superando a considerada suficiente para a fixação biológica de N.

### Produtividade de soja

Em relação a produtividade verificou que o cultivo convencional proporcionou as maiores respostas de produtividade de grãos de soja, seguido do plantio direto, cultivo mínimo e área com ausência de preparo do solo. A ausência de preparo teve um decréscimo de 37.06 % em relação ao tratamento com CC (Tabela 5).

Sistema de Preparo	Produção de grãos (kg/ha)			Altura de plantas (cm)			Inserção da primeira vagem (cm)		
	C	C+G	Média	C	C+G	Média	C	C+G	Média
CC	2311	2374	2342 a	66	66	66 a	15	14	14,5 a
CM	1892	1556	1724bc	51	45	48 b	14	12	13 b
AP	1742	1207	1474 c	42	37	39 c	13	11	12 b
PD	-	2133	2133 ab	-	51	51 b	-	13	13,5 ab
Média	1981 A	1818 B		53 A	50 B		14 A	13 B	

Tabela 5. Produção de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), Altura de plantas (cm) e Inserção da primeira vagem (cm) em plantas de soja em solo com adição de calcário (C) e calcário+Gesso (C+G) em sistemas de manejos com testemunha (T), cultivo convencional (CC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD).

Letras maiúsculas e minúsculas comparam os corretivos e sistemas de manejo, respectivamente, pelo teste de Tukey (5%).

A aplicação de corretivos, com ou sem a associação ao gesso, demonstrou que a aplicação de calcário promove uma maior produtividade de soja em relação a aplicação conjunta de calcário e gesso (Tabela 5). Caires et al. (1998) não verificaram resposta à aplicação de calcário e gesso em superfície em sistema de cultivo com ausência de preparo do solo em dois cultivos sucessivos de soja. De acordo com os mesmos autores, a resposta da soja à calagem em sistemas de cultivo convencional, onde o corretivo é devidamente incorporado ao solo é bastante conhecida, entretanto, quando não há incorporação do corretivo, as respostas nem sempre são positivas. Mascarenhas et al. (1996), estudando rendimento de grãos, observaram aumento de produtividade devido às doses de calcário. Segundo estes autores, houve um efeito quadrático e a amplitude da produtividade foi de  $1836 \text{ kg ha}^{-1}$  (testemunha) em ausência de corretivo a  $2578 \text{ kg ha}^{-1}$  na dose máxima (aumento de quase 40%). No ano agrícola seguinte, devido à ocorrência de estiagem no estágio da cultura de maior exigência de água (enchimento das vagens), houve uma queda na produtividade. O rendimento de grãos variou de  $1100 \text{ kg ha}^{-1}$  (testemunha) a  $1500 \text{ kg ha}^{-1}$  para a dose máxima de corretivo. No terceiro ano (1990/91), os rendimentos também foram baixos, mas superiores aos do ano anterior.

### Correlação das variáveis com a produtividade da soja

Todas as características avaliadas correlacionaram significativamente com o rendimento de grãos de soja. Interessantemente, a altura de plantas apresentou o maior coeficiente de correlação linear positivo (Tabela 6). O rendimento de grãos de soja e a matéria seca de nódulos apresentou uma correlação positiva e indica que os tratamentos que apresentaram maior nodulação corresponderam àqueles que

responderam com maior produção de grãos de soja.

Produção de grãos de soja	Características Agronômicas				
	MSP	MSR	MSN	AP.	IPV
	0,46**	0,53**	0,41**	0,74**	0,58**

Tabela 5. Coeficientes de correlação da produção de grãos com as características agronômicas da soja (MSP: matéria seca da parte aérea; MSR: matéria seca da raiz; MSN: matéria seca de nódulos; AP: altura de plantas; IPV: altura de inserção da primeira vagem).

\*\* : significativo a 1% pelo teste F.

## CONCLUSÕES

O sistema de preparo do solo e a aplicação do corretivo associado ou não ao gesso agrícola exerceram efeito significativo sobre o rendimento de grãos da soja. A altura das plantas de soja, avaliada aos 65 dias após a germinação, mostrou ser uma boa indicadora não só do desenvolvimento da planta, bem como da capacidade de produzir grãos. Mais estudos que demonstrem o efeito da nodulação e o preparo do solo na produtividade da soja precisam ser elaborados.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. I. N.; SILVEIRA, D. A. da; PASSOS, R. R.; BAHIA, V. G. Manejo visando à conservação e recuperação de solos altamente susceptíveis à erosão sob os aspectos físicos, químicos e biológicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19 n. 191, p. 49-58, jan./fev. 1998.

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 138, p. 9-13, 1986.

BARUQUI, A. M.; FERNANDES, M. R. Práticas de conservação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11 n° 128, p.55-69, ago/1985.

BATAGLIA, O.; DECHEN, A. R.; SANTOS, W. R. dos. Diagnose visual e análise de plantas. In: XX REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20. 1992, Piracicaba – SP. Anais... Campinas – SP, Fundação Cargill:1992 p. 369-394.

BORGES, E. N. **Efeito de doses de gesso + matéria seca de crotalária e de níveis de compactação em atributos físicos de um Latossolo Vermelho-escuro**. 1995, 136 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1995.

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica R. Bras. Ci. Solo, 23:687-694, 1999

CAIRES, E. F.; CHUEIRI, W. A.; MADRUGA E. F.; FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v. 22, n°1, p.27-34, jan./mar. 1998.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de classificação de Solos. 3ª ed. Rio de Janeiro, Embrapa., 2012, 412p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1996/97**. Londrina, 1996. 149 p. (Documentos, 88).

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 2000/01**. Londrina: Embrapa Soja/ Fundação MT, 2000. 245 p. (Documentos, 146).

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja para a região central do Brasil 2001/02**. Londrina, 2001. (Documentos, 167).

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. **Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa - CNPAF, 1999. 42 p.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; VOSS, M. E; AMBROSI, I. Rendimento e nodulação de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno sob plantio direto, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF. v. 35, n. 2, p. 349-355, fev. 2000.

FOY, C.D. 1984 Physiological effects of Hydrogen, Aluminium and Manganese toxicities in Acid Soils. ASA-CSSA-SSSA, 677 South Segoe Road, Madison, WI 53711, USA. Soil Acidity and Liming-Agronomy Monograph no. 12 (2nd Edition)

GOMES, J.B.V.; CURI, N.; MOTTA, P.E.F.; KER, J.C.; MARQUES, J.J.G.S.; SCHULZE, D.G. (2004) Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma cerrado. R. Bras. Ci. Solo, 28:137-153, 2004

LOPES, A.S. **solos sob “cerrado”, características, propriedades e manejo**. Piracicaba – SP, Instituto Internacional da Potassa, 1984.

MASCARENHAS, H. A. A; TANAKA, R. T; GALLO, P. B.; **PEREIRA, J. C. V. N. A.; AMBROSANO, G. M. B.; CARMELLO Q. A. C.** Efeito da calagem sobre a produtividade de grãos, óleo e proteína em cultivares precoces de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba-Sp, v. 53, n. 1, p. 164-172, jan./abr. 1996.

MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C. de. Efeito residual do calcário na produção de milho e soja em solo Glei Pouco Húmico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 209-215, jan./mar. 2000.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: IAC, 1987. 33 p. (Boletim Técnico, 114).

ROSOLEM C.A., MARCELLO C.S. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. **Scientia Agrícola**, Piracicaba - SP, vol.55, no.3, p.448-455, out./dez. 1998.

SILVEIRA, P. M.; ZIMMERMANN, F. J. P.; SILVA, S. C. da; CUNHA, A. A. da. Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília DF, v. 35, n. 10, p. 2057-2064, out. 2000.

SOPRANO, E. **Movimentação de íons e crescimento de café em função da aplicação de sais de cálcio em colunas de solo**.1986, 92 f. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1986.

Skipper, H.D.; Smith, G.H. Influence of soil pH on the soybean-endomycorrhiza symbiosis. *Plant and Soil*53:4 559-563.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 190p.

VOSS, M.; SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília DF, v. 20, n. 7, p. 775-782, jul. 1985.

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

Data de aceite: 11/03/2020

Data de submissão: 02/12/2019

### **Moisés Santos de Souza**

Universidade Federal do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/4969889596653461>

### **Juliana Formiga Botelho**

Universidade Federal do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/7105140240858610>

### **José Cezar Frozzi**

Universidade Federal do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/2757266093020607>

### **Marcelo Rodrigues dos Anjos**

Universidade Federal do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/3560485778599761>

### **Ruan Sobreira de Queiroz**

Universidade Federal do Amazonas  
Humaitá – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/2323398111249565>

**RESUMO:** A cafeicultura é considerada uma excelente opção de geração de renda para pequenos agricultores familiares, sendo uma prática de cultivo interessante para áreas degradadas na Amazônia e uma alternativa

promissora para impulsionar o agronegócio regional. Objetivou-se analisar a incidência a seca-de-ponteiros em lavoura de café *Coffea canephora* no município de Humaitá, Sul do Amazonas. O levantamento ocorreu entre o final do período chuvoso, correspondente ao mês de abril/2018. A lavoura foi implantada na área da fazenda experimental Mangabeiras, pertencente ao Instituto de Educação Agricultura e Ambiente – IEAA, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, campus de Humaitá, localizada na BR 230 km 3, lado direito no sentido Humaitá/AM - Porto Velho/RO. O experimento foi instalado em dezembro de 2018, sendo o espaçamento utilizado de 3,0 x 1,0 m. A incidência foi determinada a partir da relação do número de folhas com sintomas e o número total de folhas amostradas. Os resultados revelaram altos índices de incidência da seca-de-ponteiros no estado do Amazonas. Estreitando a relação da doença com as condições climática como a precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar, menciona-se que o estresse da planta causada por essas condições relaciona-se com o índice observado de 60% na lavoura de café. Destaca-se também que outros fatores, edáficos e fisiológicos das plantas, também podem está relacionados com o resultado. Os dados demonstram a necessidade de execução de métodos de controle fitossanitários eficientes

para a prevenção desta possível situação epidemiológica no estado do Amazonas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amazônia; Café; Seca-de-ponteiros.

## DIEBACK OF COFFEE IN PLANTATIONS *Coffea canephora* PIERRE EX A. FROEHNER GROWN UNDER RAINFED CONDITION IN SOUTHERN AMAZONAS

**ABSTRACT:** Coffee is considered an excellent income generation option for small family farmers, being an interesting cultivation practice for degraded areas, in the Amazon and a promising alternative for boosting regional agribusiness. The objective of this study was to analyze the incidence of die back *Coffea canephora* coffee crop in the municipality of Humaitá, southern Amazonas. The survey took place between the end of the rainy season, corresponding to April / 2018. The crop was planted in the experimental farm area Mangabeiras, belonging to the Institute of Education, Agriculture and Environment – IEAA, Federal University of Amazonas – UFAM, Humaitá campus, located on 230 Highway km 3, right side towards Humaitá / AM – Porto Velho / RO. The experiment was installed in December 2018, with a spacing of 3.0 x 1.0 m. The incidence was determined from the relation between the number of leaves with symptoms and the total number of leaves sampled. The results revealed high incidence rates of die back in the state of Amazonas. Narrowing the relationship of the disease with climatic conditions such as rainfall, temperature and relative humidity, it is mentioned that the stress of the plant caused by these conditions is related to the observed index (60%). It is also emphasized that other factors, edaphic and physiological of plants, may also be related to the result. The data demonstrate the need for efficient phytosanitary control methods to prevent this possible epidemiological situation in the state of Amazonas.

**KEYWORDS:** Amazon, coffee, Die back.

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, aspectos de cunho antrópico são os principais fatores na disseminação dos fitopatógenos em áreas de plantios em todo o mundo. Em regiões tropicais, como o Brasil, a preocupação com problemas fitossanitários podem ser ainda maiores, sobretudo na região amazônica.

A cultura do café no estado do Amazonas vem tornando-se uma boa opção para o pequeno produtor, tendo em vista a sua potencialidade na geração de receita, constituindo-se em um importante fator socioeconômico na região. Porém, o cenário da cafeicultura do Amazonas se apresenta hoje em duas realidades bem distintas. A primeira está relacionada ao aperfeiçoamento técnico, através das práticas de manejo agroecológico e uso de variedades melhoradas, e a outra realidade é o abandono dos cafeeiros encontrados espalhados nesta região, esta última é a realidade na maioria das lavouras no estado do Amazonas (CONAB, 2018). Devido a isso, as condições fitossanitárias das lavouras cafeeiras amazonenses são preocupantes do

ponto de vista epidemiológico para as principais doenças.

A cafeicultura no estado Amazonas ainda é incipiente do ponto de vista técnico. Dados sobre algumas doenças importantes que acometem o café, ainda não foram relatados em cafeeiros inseridos neste estado brasileiro. Nesse contexto, a seca-de-ponteiros é uma doença que ocorrem em praticamente todas as áreas produtoras de café no Brasil, causando sérios prejuízos aos cafeicultores, sendo a espécie *Coffea canephora* suscetível ao ataque desta doença. Na região amazônica os únicos relatos são oriundos de Rondônia em plantas adultas, do qual se relata maiores incidências nos meses da estação chuvosa (MARCOLAN et al., 2009).

Em relação aos danos econômicos causados por essa doença, mencionamos que se relaciona aos sintomas que incluem queima de folhas apicais em ramos terciários, desfolhamento e manchas pretas nos pecíolos das folhas. Os galhos murcham e desfolham em direção à ponta e os botões florais dos galhos infectados não abrem. (ANANTH 1960). As poucas informações relatadas na literatura científica sobre o agente etiológico dessa doença citam aos fitopatógeno *Colletotrichum*, *Phoma* e outros microorganismos (THOROLD, 1945; CHOKKANNA, 1962). Alguns postulados de Koch já foram realizados, porém sem resultados bem sucedidos (BARROS et al., 1999), levando a considerar essa doença como complexa, inclusive associada à própria condição fisiológica e nutricional da planta.

Nesse ínterim, apesar do cenário geral de baixos investimentos nas lavouras de café no Amazonas, informações sobre doenças que atacam o café podem fornecer uma expressiva mudança no sistema de produção, principalmente considerando peculiaridades ambientes do Amazonas. Até o momento não existem dados sobre incidência e severidade da seca-de-ponteiros em lavouras de café nesta parte do país.

Dessa forma, devido à inexistência de informação a respeito da seca-dos-ponteiros em lavouras cafeeira no estado e objetivando-se avaliar índices de incidência dessa doença em lavoura experimental, executou-se este trabalho para este propósito. Os dados aqui revelados representam um avanço em relação as pesquisa científicas cafeeira no Amazonas.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

- **Área de estudo:** A lavoura cafeeira está localizada na fazenda experimental Mangabeiras, pertencente ao Instituto de Educação Agricultura e Ambiente – IEAA, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, campus de Humaitá, localizada na BR 230, km 3, lado direito no sentido Humaitá/AM - Porto Velho/RO, nas coordenadas geográficas: latitude (7° 33' 05" S) e longitude (63° 04' 17"). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo



tropical chuvoso Am, com um período seco de pequena duração, e temperaturas variando entre 25°C e 27°C, e com precipitações pluviais entre 2.250 e 2.750 mm anuais.

- **Delineamento experimental:** O experimento foi instalado em dezembro de 2017 numa área de 50x25m, totalizando 1250m<sup>2</sup>. O espaçamento utilizado entre plantas foi de 3,0 x 1,0 m. de mudas. Na unidade foram plantadas 10 linhas com 24 plantas em cada uma, totalizando 240. As plantas de cafeeiro *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner utilizadas são oriundas de cultivar BRS Ouro Preto, que é uma variedade entre os cruzamentos de ‘Conilon’ e ‘Robusta’.
- **Incidência da doença:** Avaliou-se a lavoura em abril 2019, correspondente ao final do período chuvoso. O nível de incidência foi obtido pela contagem de plantas doentes na unidade experimental, através do número e/ou porcentagem (frequência) de plantas infectadas, sem levar em consideração a quantidade de doença em cada planta ou órgão individualmente. Essa variável foi determinada a partir da relação do número de ramos plagiotrópicos com sintomas e o número total de ramos amostrados, de acordo com a Equação:  $I(\%) = (NPD) / (NTP) * 100$ .

Em que:

I (%) = incidência da doença em plantas no cafeeiro;

NPD = número de plantas doentes;

NTP = número total de plantas amostradas.

### 3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

A média total de incidência da doença no final do período chuvoso (abril/2019) foi de 60% na área avaliada (Tabela 1).

LINHA	INCIDENCIA (%)
1	50
2	31
3	74
4	77
5	92
6	60
7	58
8	5
9	67
10	50
<b>MÉDIA FINAL</b>	<b>60</b>

Tabela 1. Incidência de seca-de-ponteiros em unidade experimental de café *C. canephora* implantada em Humaitá, no Sul do Amazonas.

Fonte: INMET, 2019

A incidência de seca-de-ponteiros tem sido associada a fatores ambientais como solo, pressão atmosférica, stress hídrico, altas temperaturas, alta insolação ou os efeitos combinados dessas situações (Da MATTA et al., 2007).

Do ponto de vista edafoclimático, o ambiente amazônico difere-se significativamente das demais regiões onde o cultivo é estabelecido, como os estados do Sul e Sudeste do Brasil (JÚNIOR & FERNANDES, 2015). Dessa forma, considerando que na unidade experimental não houve adubação e irrigação, além disso, considerando os valores de temperatura, umidade relativa do ar e chuva (Figura 2), observa-se que a alta incidência desta doença, pode está relacionado com as condições ambientais características do Amazonas.

Os níveis mais graves ocorrem em condições de alta umidade e temperatura, tendo como temperatura ideal, valores entre 25°C a 29°C (ARGENTINA, 2013). A temperatura média de 26°C observada na área do experimento demonstra que o patógeno encontra-se em ambiente adequado para sua reprodução. As primeiras etapas do ciclo de vida do patógeno necessitam de umidade relativa de aproximadamente 100% (ARGENTINA, 2013). Sendo assim, a umidade também é adequada para os processos de infecção e colonização do fitopatógeno neste ambiente.

A avaliação ocorreu no final do período chuvoso. Entretanto, ressalta-se que a incidência de 60% da doença, pode ser controlada com manejos adequados e preventivos antes do início da chuva. Isso é importante, pois altos níveis de precipitação pluviométrica são observados nos meses de chuva no estado do Amazonas.

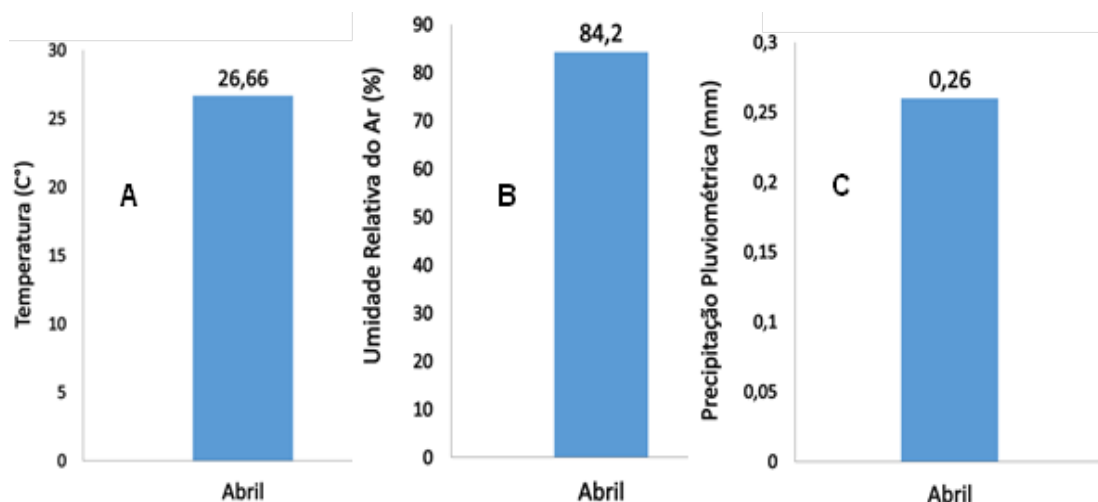


Figura 1. Dados climatológicos referentes a abril/2019. (A) temperatura; (B) Umidade Relativa do Ar e (C) Precipitação Pluviométrica.

Dessa forma, o elevado índice de incidência de seca-de-ponteiros em plantações amazonenses é esperado, podendo ser um sério problema fitossanitário nesta região brasileira, desde que não ocorra um manejo adequado. Em outras regiões produtoras de café, menciona-se redução de 44% após adubações adequadas com nitrogênio e potássio (CLOWES, 1973; MALAVOLTA et al., 1958; MONTOYA & UMAÑA, 1961).

Ademais, também alguns pesquisadores relacionam a baixa reserva de carboidratos associadas à morte por seca-de-ponteiros (BARROS et al., 1999). Assim, na unidade experimental, observou-se floração prematura do cafeeiro, provavelmente relacionada às condições ambientais onde a lavoura foi implantada. Isso causa maior demanda por carboidratos nas plantas, ocasionando anormalidades fisiológicas. É provável que isso seja mais um fator que se relaciona com a alta incidência de seca-de-ponteiros, conforme os dados revelados. Contudo, estudos na área da ecofisiologia ainda precisam de respostas nesse contexto (Da MATTA et al., 2007).

Apesar do incentivo da produção cafeeira no Amazonas, principalmente no Sul do Amazonas a exemplo do município do Apuí (CARRERO & FEARNSTIDE, 2011), os agricultores enfrentam sérios problemas fitossanitários e falta de orientações técnicas que pode em parte resultar na baixa produtividade do Estado (CONAB, 2014).

#### 4 | CONCLUSÕES

A doença seca-de-ponteiros ainda continua sendo um problema para muitos cafeicultores na região tropical. Respostas sobre essa doença continuam escassas, sobretudo devido a complexidade envolvida no diagnóstico acurado desta doença. Conforme mencionado, questões de cunho etiológico e ecofisiológico ainda necessitam de respostas sobre esse fitopatógeno.

Entretanto, o registro inédito de seca-de-ponteiros no Estado do Amazonas, relacionados com alguns fatores edafoclimáticos, contribui de forma incipiente para estudos futuros em prol da consideração do manejo adequado desse problema fitossanitário.

Contatou-se valor de incidência relativamente alto, demonstrando que as peculiaridades ambientais no Amazonas são favoráveis para o desenvolvimento epidemiológico do fitopatógeno. A temperatura média acima de 25 °C em conjunto com as deficiências nutricionais características dos solos amazônicos favorecem o desenvolvimento desta doença, convergindo em situações de altas taxas de incidência. Portanto, conclui-se que o café *C. canephora* é suscetível à doença seca-de-ponteiros, nas condições experimentais e climáticas que ocorrem no Amazonas.

Ressalta-se que procedimentos tecnificados e apropriados ainda são escassos

nas lavouras cafeeiras inseridas na Amazônia, resultando em aspectos negativos para a produção e qualidade do café produzido nessa região. Portanto, mediante esses resultados, propomos que outras técnicas de instrumentação, para o manejo adequado desta doença devem ser desenvolvidas no contexto produtivo no Amazonas.

## REFERÊNCIAS

- ANANTH, K. C.; GEORGE, K. V.; NARASIMHASWAMY, R. L.; CHOKKANNA, N. G. **Die-back of coffee- outlook and observations.** Indian Coffee 24:238-245.1960.
- ARGENTINA. Ministério de Agricultura, Ganadería Y Pesca. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. **Sinavimo – Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas:** Colletotrichum gloeosporioides. Disponível em: <<http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/colletotrichumgloeosporioides>>. Acesso em: 06 abr. 2013.
- BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; RENA, A. B. **Physiology of growth and production of the coffee tree - a review.** J. Coffee Res. 27:1-54.1999.
- CARRERO, G. C.; FEARNSIDE, P. M. 2011. **Forest clearing dynamics and the expansion of landholdings in Apuí, a deforestation hotspot on Brazil’s Transamazon Highway.** Ecology and Society, v. 16, n. 2, p. 26.
- CHOKKANNA, N. G. **A note on the incidence of dieback and investigations carried out by the Coffee Board Research Department.** Indian Coffee 26:294-299. 1962.
- CLOWES, M. S. T. J. **Physiological dieback of coffee.** Rhodesia Agric. J. 70:85-86. 1973.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira, café:** quarto levantamento, dezembro/2018. Disponível em:<<https://>
- CONAB- **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra brasileira.** CONAB, v.4, n.1, Brasília, 2014.
- DAMATTA, C.P.; RONCHI, M.; MAESTRI, R. S. **Ecophysiology of coffee growth and production Braz.** J. Plant Physiol. 19 (2007), pp. 485-510.
- JÚNIOR, J. R. V.; FERNANDES, C. F. **Doenças do cafeeiro.** In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia.** EMBRAPA, ed. 1, p. 85-98, Brasília, 2015.
- MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; COURY, T. **Efeitos sobre a alimentação do cafeeiro (Coffea arabica L., Variedade Bourbon Vermelho). I. Resultados preliminares.** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. Boletim No. 14, 23 p. 1958.
- MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; MENDES, A. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. de F.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; OLIVEIRA, S. J. de M.; FERNANDES, S. R.; VENEZIANO, W. **Cultivo dos cafeeiros Conilon e Robusta para Rondônia.** 3. ed. rev. atual. Porto Velho: Embrapa Rondônia: Emater-RO, 2009. 67 p. (Embrapa Rondônia. Sistema de produção, 33).
- MONTOYA, L. A.; UMANÃ, R. **Efecto de tres intensidades de luz y tres níbeles de nitrógeno (urea) sobre la incidencia del die-back.** Café 3:1-8. 1961.
- THOROLD, C. A. **Elgon dieback disease of coffee.** East Afr. Agric. J. 10:198-206. 1945.

## *Trichoderma* SP. COMO BIOPROMOTOR DO FEIJÃO-CAUPI

Data de aceite: 11/03/2020

Data de submissão: 10/12/2019

### **Jordana Alves da Silva Melo**

UniEvangélica – Centro Universitário de Anápolis

Anápolis – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/4474882212050573>

### **Klênia Rodrigues Pacheco Sá**

UniEvangélica – Centro Universitário de Anápolis

Anápolis – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/3926242092949847>

### **Lucas Lima Borba**

UniEvangélica – Centro Universitário de Anápolis

Anápolis – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/9077407109541086>

**RESUMO:** O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) se caracteriza por ser uma espécie que tem crescido sua produção. Visando o menor uso de químicos para a cultura, vem sendo estudado o uso de agentes biológicos no controle de doenças e promoção de crescimento. Diante disso, este trabalho objetivou-se em verificar o uso de *Trichoderma* sp. como biopromotor de crescimento em plantas de feijão-caupi. O ensaio foi conduzido na casa telada na Unidade Experimental do Centro Universitário de Anápolis em delineamento inteiramente casualizados com cinco tratamentos e cinco repetição, sendo três plantas por repetição. A

metodologia utilizada consistiu na aplicação do fungo *Trichoderma* sp. diretamente nas sementes em diferentes dosagens e também na rega em sulco. As avaliações foram iniciadas aos 45 dias de plantio, com medição de parte aérea, sistema radicular juntamente a obtenção de massa verde e seca para comparação de desenvolvimento. Em relação aos resultados, a utilização de *Trichoderma* sp., principalmente nos tratamentos com *Trichoderma* sp. + rega se mostraram eficiente na promoção de desenvolvimento do feijão-caupi.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Vigna unguiculata*; Agentes Biológicos; Promotores de Crescimento.

### *Trichoderma* SP. AS BIOPROMOTERS OF COWPEA BEANS

**ABSTRACT:** Cowpea Beans (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Is characterized by being a species that has grown its production. Aiming at lower use of chemicals for culture, the use of biological agents in disease control and growth promotion has been studied. Therefore, this study aimed to verify the use of *Trichoderma* sp. as a growth biopromotor in cowpea plants. The trial was conducted at the screened house in the Experimental Unit of the University Center of Anapolis in a completely randomized design with five treatments and five repetitions, three plants per repetition. The methodology used

consisted of the application of the fungus *Trichoderma* sp. directly in the seeds in different dosages and also in furrow irrigation. Evaluations were started at 45 days of planting, with measurement of aerial part, root system together with obtaining green and dry mass for comparison of development. Regarding the results, the use of *Trichoderma* sp., Mainly in the treatments with *Trichoderma* sp. + irrigation proved to be efficient in promoting cowpea development.

**KEYWORDS:** *Vigna unguiculata*; Biological Agents; Growth Promoters;

## 1 | INTRODUÇÃO

Diante a todos os desafios impostos pela atual rotina diária das diferentes civilizações que compõe o planeta Terra, um dos grandes desafios encontrados por especialistas de diversas ciências da atualidade é conciliar os avanços tecnológicos disponíveis, juntamente a uma tecnologia que não agrave as condições de meio ambiente. E que por consequência atenda a toda demanda requisitada para o ideal desenvolvimento da população mundial (ANDRADE JÚNIOR, 2000).

Um dos grandes desafios, ao se tratar da produção de alimentos, que constituem a alimentação básica de diversas famílias espalhadas pelo mundo é associar técnicas e produtos que incentivem o desenvolvimento e produção desses alimentos de forma a atender toda a demanda, não apenas em quantidade, mas também em qualidade de produção. Não deixando de atender todos os quesitos desejados pelo mercado consumidor (CHAGAS et al., 2017).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) se caracteriza por ser uma espécie que tem crescido sua produção nos últimos anos, ganhando espaço não apenas no Brasil, mas também pelo mundo. Seja para produção de grãos ou cobertura verde, o mesmo tem se destacado no quesito produtividade e também na aceitação dos produtores agrícolas em utilizar desta cultivar (FREIRE FILHO et al., 2011).

O feijão-caupi destaca pelo seu alto valor nutricional e principalmente o social e cultural. Além de fazer parte da alimentação básica de muitas famílias espalhadas por diversos continentes, do qual se destacam América do Sul e África, também entra como coadjuvante na geração de empregos e fonte de renda se tornando essencial para o sustento de diversas famílias (ANDRADE JUNIOR, 2000).

Como qualquer outra espécie, o feijão-caupi apresenta suas susceptibilidades diante as condições de ambiente do qual é inserido. Assim como em outras espécies semelhantes de feijão, os fungos, bactérias e outros patógenos se tornam grandes vilões no desenvolvimento podendo acarretar em graves prejuízos e por consequência grande perda econômica dos produtores que cultivam o mesmo (SILVA, 2016).

Insetos-pragas também entram como importantes inibidores de desenvolvimento desta cultura causando danos diretos ou indiretos que ocasionam em injúrias consideráveis fazendo-se necessário a utilização de fitossanitários para reverter

tal situação. Sem dúvida um dos grandes desafios diante a produção do feijão-caupi é associar técnicas de manejo adequadas com produtos que auxiliem em seu crescimento juntamente a produtos que mantenham a sanidade da planta e também não seja agressivo ao meio ambiente e também a saúde daqueles que consomem este alimento (SOUZA et al., 2013).

Diversos órgãos institucionais e até mesmo governamentais têm se dedicado ao estudo desta espécie, tanto em sua morfologia quanto em seu desenvolvimento. Tais pesquisas tem buscado associar ao uso de fertilizantes, biofertilizantes e também ao uso de microrganismos que possam favorecer o desenvolvimento e garantir a boa produtividade (ANDRADE JÚNIOR, 2000).

Diante a essas pesquisas, têm-se descoberto a eficiência de diversos agentes biológicos que entram como promotores de crescimento e também inibidores do surgimento de fitopatógenos que levam ao decréscimo da produção. Dos quais tem chegado cada vez mais no mercado agrícola nacional e conseqüentemente se tornado cada vez mais utilizados por produtores agrícolas (SILVA, 2016).

Os agentes biológicos entram como influenciadores importantes na germinação de sementes, sistema radicular, crescimento vegetativo e vigor da planta. Além de aumentar a produção e diminuir custos para o produtor, pois o mesmo pode ocasionar em diminuição do número de produtos químicos fertilizantes utilizados durante o período de cultivo (CHAGAS et al., 2017).

O controle biológico tem demonstrado uma grande aceitação nos últimos anos e sua variedade de métodos para atingir seu alvo tem se mostrado eficiente e contribuído para seu crescente uso. Além de todo esse leque de ação, os agentes biológicos trazem ainda o benefício de não serem degradantes do meio ambiente e também ao solo sendo então um fator positivo para sua utilização (RIBEIRO citado por PORTO, 2016).

Dentre os microrganismos mais utilizados para a produção desses agentes biológicos, encontramos bactérias e fungos, das quais podem auxiliar não apenas em inibição de pragas e doenças, mas também como promotores de crescimento o que mostra um alto benefício de utilização. Entre os microrganismos registrados se destacam o fungo *Trichoderma* sp. dos quais tem ganhado espaço entre os produtores brasileiros, mostrando alta eficiência principalmente como promotores de crescimento tanto de sistema radicular quanto em parte aérea (JUNGES, 2016). Com a utilização deste microrganismo, diversos pesquisadores tem destacado que além de serem eficientes na inibição de doenças, também há uma facilidade em o fungo, colonizar o sistema radicular das plantas e induzir simultaneamente ao crescimento da parte aérea (WOO, citado por PEDRO et al., 2012).

O uso do *Trichoderma* sp. influencia, também, na germinação de sementes, melhora a nutrição da planta e pode ocasionar em melhorias consideráveis na produção

final da cultura (CHAGAS et al., 2017). Além disso, alguns pesquisadores destacam que o uso do *Trichoderma sp.* podem ocasionar em melhorias nutricionais do feijão, ou seja, aumento da quantidade de proteína fornecida pelo grão (DRUZHININA citado por JUNGES, 2016).

O gênero *Trichoderma sp.* faz parte do filo *Ascomycota* (SAMUELS, 2006), onde apresenta uma arquitetura com hifas que formam estruturas de micélio e possui um ótimo crescimento na temperatura entre 25 à 30°C. Seu micélio se caracteriza por possuir a cor branca que após a formação de conídios sua cor é alterada para tons entre verde e amarelo (FIGUEIRA, 2018).

Assim como muitos fungos, o *Trichoderma sp.* se caracteriza por serem habitantes naturais do solo e se encontram principalmente em área de clima temperado e tropical (MACHADO et al., 2012). A interação do mesmo com a planta hospedeira resulta em benefícios diretos como: inibição do surgimento de patógenos, maior desenvolvimento radicular com conseqüente crescimento de parte aérea e também melhor desenvolvimento nutricional da planta (FIGUEIRA, 2018). Diante disso, este trabalho objetivou-se em verificar o uso de *Trichoderma sp.* como biopromotor de crescimento em plantas de feijão-caupi.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram desenvolvidos na Área Experimental do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, em Anápolis, Goiás a uma altitude média de 1.051 m, Latitude – 16°20'12.614" e Longitude 48°53'13.10 com clima regional do tipo tropical. Para a execução do ensaio, foi utilizado a semente de feijão-caupi. O agente biológico utilizado foi a base de *Trichoderma sp.* (com concentração de  $1 \times 10^{10}$  conídios mL<sup>-1</sup>).

Foi realizado o ensaio em casa de vegetação em delineamento inteiramente casualizados, possuindo cinco tratamentos e cinco repetições, com cada repetição composta por três plantas. Os tratamentos do ensaio estão descritos conforme a tabela 1.



TRATAMENTOS	DOSAGENS
1	Testemunha
2	<i>Trichoderma</i> sp. (200ml 100 kg <sup>-1</sup> de sementes)
3	<i>Trichoderma</i> sp. (400ml 100 kg <sup>-1</sup> de sementes)
4	<i>Trichoderma</i> sp. (200ml 100 kg <sup>-1</sup> de sementes) + rega (140 ml de <i>Trichoderma</i> ha <sup>-1</sup> )
5	<i>Trichoderma</i> sp. (400ml 100 kg <sup>-1</sup> de sementes) + rega (140 ml de <i>Trichoderma</i> ha <sup>-1</sup> )

TABELA 1 – Descrição dos tratamentos do ensaio com *Trichoderma* sp. via semente e rega na cultura do feijão-caupi.

Para a avaliação do devido produto no desenvolvimento do feijão-caupi, foi realizado a inoculação inicial em sementes sob dosagens dos agentes biológicos de acordo com cada tratamento diretamente nas sementes e homogêneas em sacos plásticos. Após a inoculação, realizou-se o plantio de seis sementes em vasos de polietileno contendo 10 kg de solo adubado com NPK (04-14-08) com recomendação de 400 kg ha<sup>-1</sup>. Após 7 dias de germinação, foi realizado o desbaste e deixado três plântulas por repetição. É importante ressaltar que todas as plantas foram irrigadas diariamente até o final da realização do ensaio.

Nos tratamentos com rega, das quais foram realizadas 7 dias após o plantio. As regas consistiram na aplicação do produto na dosagem especificada em tabela 1, das quais foram realizadas com auxílio de pipeta de precisão e aplicadas diretamente no sulco de cada plântula.

Após 30 dias de plantio foi observado o crescimento de parte aérea (cm), com o auxílio de uma régua milimetrada. Aos 45 dias, as plantas foram retiradas dos vasos e lavadas com água corrente para realizar a medição da raiz (cm), da parte aérea (cm) e comprimento total (cm) com o auxílio de uma régua milimetrada na graduação de 0 a 30 cm. E, após medição, todo o material verde foi submetido à secagem em estufa a 70°C até atingir peso constante (72 horas) e, em seguida, pesadas para determinação do acúmulo de massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias geradas comparadas pelo teste Duncan ( $P \leq 5\%$ ) utilizando o programa estatístico *Assistat Software Version 7.7*.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste ensaio realizado com agente biológico *Trichoderma* sp., observou-se que o tratamento T4 obteve maior crescimento de parte aérea, com um incremento de 29% de crescimento em relação à testemunha. Em relação ao desenvolvimento radicular os tratamentos 4 e 5 diferiram dos demais tratamentos em relação ao comprimento, com incremento de 30% ao crescimento radicular das plantas em relação à testemunha. Pesquisas têm demonstrado, inclusive em outras culturas, como o algodão, que o fungo *Trichoderma* sp. possibilita um incremento no crescimento de plantas, gerando um melhor desenvolvimento (MONTEIRO, et al. 2006).

Tratamentos	Parte Aérea	Raiz
Testemunha (T1)	96.1 ab <sup>1</sup>	37.3 b
<i>Trichoderma</i> sp. (200ml 100 kg <sup>-1</sup> de sementes) (T2)	91.8 ab	40.3 b
<i>Trichoderma</i> sp. (400ml 100 kg <sup>-1</sup> de sementes) (T3)	73.0 b	37.6 b
<i>Trichoderma</i> sp. (200ml 100 kg <sup>-1</sup> de sementes) + rega (140 ml de <i>Trichoderma</i> ha <sup>-1</sup> ) (T4)	124.2 a	49.8 a
<i>Trichoderma</i> sp. (400ml 100 kg <sup>-1</sup> de sementes) + rega (140 ml de <i>Trichoderma</i> ha <sup>-1</sup> ) (T5)	104.2 ab	49.3 a
CV% <sup>2</sup>	31.2	22.7

TABELA 2 - Dados de crescimento de parte aérea e raiz (cm) com o agente biológico *Trichoderma* sp. via semente e rega

Tratamentos	Massa verde	Massa seca
Testemunha (T1)	61.2 b <sup>1</sup>	24.4 b
<i>Trichoderma</i> sp. (200ml 100 kg <sup>-1</sup> de sementes) (T2)	50.7 b	18.9 b
<i>Trichoderma</i> sp. (400ml 100 kg <sup>-1</sup> de sementes) (T3)	72.7 a	32.2 a
<i>Trichoderma</i> sp. (200ml 100 kg <sup>-1</sup> de sementes) + rega (140 ml de <i>Trichoderma</i> ha <sup>-1</sup> ) (T4)	73.6 a	39.4 a
<i>Trichoderma</i> sp. (400ml 100 kg <sup>-1</sup> de sementes) + rega (140 ml de <i>Trichoderma</i> ha <sup>-1</sup> ) (T5)	76.4 a	43.6 a
CV% <sup>2</sup>	37.4	58.6

TABELA 3 – Produção de massa verde e massa seca total (g) dos ensaios com o agente biológico *Trichoderma* sp. via semente e rega

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si conforme o teste de Duncan a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Coeficiente de variação

Em relação a massa verde a massa seca, os tratamentos T3, T4 e T5 diferiram estatisticamente dos demais tratamentos e da testemunha, com incremento de até 79% em relação a massa seca. Segundo Chagas et al., (2017), o *Trichoderma* sp. pode influenciar diretamente no desenvolvimento e vigor da planta, podendo acarretar em melhorias de crescimento, influenciando diretamente na produção de massa verde e massa seca.

O tratamento com *Trichoderma* sp. na dosagem de 200 ml 100 kg<sup>-1</sup> de sementes obteve resultados inferiores aos demais tratamentos, um incremento de desenvolvimento de raiz de apenas 8% em relação a testemunha, não sendo considerado uma dosagem ideal para auxiliar no desenvolvimento da cultura do feijão-caupi. O tratamento T4 que foi utilizado a mesma dosagem demonstrou incremento se associada a técnica da rega em sulco. Pesquisas têm demonstrado que é possível que haja aumento de produtividade superiores a 20% de tal técnica for aplicada (POMELLA et al., 2009).

#### 4 | CONCLUSÕES

A utilização de agentes biológicos e promotores de crescimento tem demonstrado eficiência no auxílio do desenvolvimento no feijão-caupi. Com a utilização de *Trichoderma* sp., principalmente nos tratamentos com *Trichoderma* sp. + rega se mostraram eficiente na promoção de desenvolvimento do feijão-caupi.

#### REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; RODRIGUES, B. H. N.; BASTOS, E. A. Irrigação. In: CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do feijão-caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 127-154p. 2000.

CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; SOARES, L. P.; FIDELIS, R. R.; **Trichoderma na promoção do crescimento vegetal**. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v.4, n. 3, 97-102 p. 2017.

FIGUEIRA, E. P. P.; **Alterações fisiológicas, anatômicas e produtivas do feijoeiro induzidas por *Trichoderma* spp. e fosfito de potássio em resposta ao ataque de *Colletotrichum lindemuthianum***. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 118 p. Marechal Cândido Rondon, 2018.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 84p. 2011.

GAMS, W.; BISSET, J. Morphology and identification of *Trichoderma*. In: KUBUCEK, C.P.; HARMAN, G.E. (ed.) **Trichoderma & Gliocadium**, London: Taylor & Francis Ltd., v.1, p.3-34. 1998.

JUNGES, E.; **Indução de resistência à antracnose em feijoeiro por *Trichoderma harzianum* e *Bacillus subtilis***. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria. 2016.

- MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F. da; ANTONIOLLI, Z. I. **Trichoderma no Brasil: o fungo e o bioagente**. Revista de Ciências Agrárias, Santa Maria, v. 35, n. 1, 274-288 p. 2012.
- MONTEIRO, V. N., AND ULHOA, C. J., COSTA, F. T. **Biochemical characterization of a 3-glucanase from *Trichoderma* induced by cell wall of *Rhizoctonia solani***, Curr. Microbiol. 52, 92-96. 2006.
- PEDRO, E.A. de S.; HARA KAVA, R.; LUCON, C.M.M.; GUZZO, S.D. **Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma spp.*** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, p.1589-1595. Brasília, 2012.
- POMELLA, A. W. V., RIBEIRO, R. T. S. **Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas—uma visão empresarial**. Biocontrole de Doenças de Plantas, 239. 2009.
- PORTO, B. L. **Avaliação do potencial de controle biológico da mancha marrom de alternaria com *Trichoderma spp.*, *Bacillus subtilis* e fertilizante organomineral**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, 2016.
- SILVA, J. M. **Avaliação de indutores de resistências e mecanismos bioquímicos no controle da antracnose do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.)**. Dissertação de mestrado. 56p. Pernambuco- Brasil. 2016.
- SOUZA, L. de P., EVANGELISTA JÚNIOR, W. S., PEREIRA, D. L., LEOPOLDINO NETO, A., LARANJEIRA JÚNIOR, A. L. R., SANTOS, D. C. A. **Insetos-pragas associados cultura do feijão caupi em Serra Talhada**. XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX – UFRPE: Recife, 2013.

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

Data de aceite: 11/03/2020

Submission Date: 19/12/2019

### **Kerly Martinez Andrade**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Agronomia (IA), DS (Departamento de Solos),  
<http://lattes.cnpq.br/8524123838934468>

### **Wattson Quinelato Barreto de Araújo**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), ICBS (Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde)  
<http://lattes.cnpq.br/4764446065437464>

### **Jonas Dias de Almeida**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), ICBS (Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde)/ DenF (Departamento de Entomologia e Fitopatologia)  
<http://lattes.cnpq.br/3953531485226509>

### **Carlos Antonio Inácio**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), ICBS (Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde)/ DenF (Departamento de Entomologia e Fitopatologia)  
E-mail: [inacio@ufrj.br](mailto:inacio@ufrj.br), <http://lattes.cnpq.br/8552826691279679>

**ABSTRACT:** An interesting species of *Pseudocercospora* was found associated to leaf spot on *Schinus terebinthifolius* (*Anacardiaceae*) in the area of Department of Entomology and

Plant Pathology (DEnF), Campus UFRRJ, Seropédica – R. J. Symptomatic leaves were taken to the laboratories of Plant Pathology (Mycology Section)/DEnF/ICBS/UFRRJ and studied using dissecting, optical and electron microscope techniques. This work aims to describe this fungus and discuss its taxonomy.  
**KEYWORDS:** Cercosporoid, hyphomycetes, fungi from Atlantic Forest.

**RESUMO:** Uma espécie interessante de *Pseudocercospora* foi encontrada associada à manchas foliares em *Schinus terebinthifolius* (*Anacardiaceae*) em área do Departamento de Entomologia e Fitopatologia (DEnF), Campus UFRRJ, Seropédica – R. J. Folhas sintomáticas foram levadas para os laboratórios de Fitopatologia (Seção de Micologia)/DEnF/ICBS/UFRRJ e estudadas utilizando-se de técnicas de microscopia óptica, estereoscópica e eletrônica. Este trabalho objetiva descrever este fungo e discutir sua taxonomia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cercosporóide, hifomicetes, fungos da Mata Atlântica.

## 1 | INTRODUCTION

The family *Anacardiaceae* is widespread mainly in tropical, subtropical, and temperate

areas, with the center of diversity in the Malasian region and encompasses about 77 genera and 600 species. It is divided into five tribes (*Anacardiaceae*, *Spondiaceae*, *Rhoaceae*, *Dobineaceae* and *Semecarpeae*), where the tribe *Rhoaceae* contains the genera *Rhus*, *Schinus*, *Pistacia*, *Astronium*, *Schinopsis*, *Lithraea*, *Myracrodruon* and others (Carmello-Guerreiro, S.M.; Paoli, 2005; Min & Baford, 2007). *Schinus terebinthifolius* Raddi is pioneer and indigenous Brazilian tree that shows several medical properties being used to treat a plenty of human diseases due to its inflammatory and wound healing properties (Azevedo *et al.*, 2015). *Pseudocercospora* Speg. (*Mycosphaerellaceae*, *Capnodiales*) is a genus of anamorphic fungi widely found associated to several host plants and places causing leaf spots, necrosis and leaf fall. These spots are initially circular, yellowish to brownish or darkened, necrotic and confluent, showing fungal structures either at upper (epiphyllous), lower (hypophyllous) or both (amphigenous) leaf side. The climate condition in the State of Estado do Rio de Janeiro is favorable to the occurrence of a variety of cercosporoid fungi on several host plants (Andrade *et al.*, 2019; Rembinski, 2018; Andrade, 2016). A *Pseudocercospora* species was found associated to leaf spots on *Schinus terebinthifolius* in the area of DENF, campus of UFRRJ and this fungus will be presented and its taxonomy discussed.

## 2 | MATERIAL AND METHODS

Leaf samples showing leaf spot symptoms were seen at Campus of UFRRJ and taken to the Laboratory of Plant Pathology - DenF / UFRRJ (Department of Entomology and Plant Pathology at the Federal Rural University of Rio de Janeiro). It was kept in the plastic bags, identified and labeled with information of place, collector, host, collection number then pressed and dried ( $\pm 50^{\circ}\text{C}$ ), registered and deposited in the Phytopathological *Herbarium* "Verlande Duarte Silveira" (UFRRJ). Studies were performed with dried and fresh material using dissecting, optical and electron microscopes. Free hand sections were done under dissecting microscope and transferred to slides that were mounted using Cotton Blue / Lactoglycerol or Phloxin / KOH Glycerol. Mounting preparations were examined with an optical microscope (Olympus BX41, Japan) and structures measured with 50 repetitions by using an ocular micrometer. Photographs were done by using the camera Cannon - Power Shot Elph 100 HS (China) adapted to oculars of both optical and dissecting microscopes. Some other observations were done by using an electron microscope PHILCO-HITACHI TM 1000 (Japan) located at Forest Institute (IF/UFRRJ). Under dissecting microscope isolations were done by transferring fungi material to PDA (Potato Dextrose Agar) growth media for incubation at  $\pm 25^{\circ}\text{C}$ /10-15 days.

### 3 | RESULTS

This fungus shows *leaf spots* up to 5 mm diam., brown, circular to irregular, coalescent, amphigenous. *Mycelium*. External. *Hyphae* olivaceous-brown, septate. 2-3  $\mu\text{m}$  diam. *Internal hyphae* 2-4  $\mu\text{m}$ , colourless to light-brown, septate. *Stromata* 24-70  $\times$  20-70  $\mu\text{m}$ , amphigenous, with angular *cells* 3-6  $\mu\text{m}$  diam, brown. *Conidiophores* 14-30  $\times$  2-4  $\mu\text{m}$ , brown, 0-3-septate, branched, slightly sinuous, subtruncate at apex. *Conidia* 36-75  $\times$  2-4  $\mu\text{m}$ , colourless to slightly olivaceous, 1-6(-7)-septate, aciculate, truncate at base, attenuated at apex (Fig. 1). The *colonies* in PDA showed slowly growth (up to 4 cm diam. after 15-20 days), slightly cottonose, light olivaceous when seen from the top and dark olivaceous at lower side plate (See fig. 2)

<i>Pseudocercospora</i> species	Host	Place	Spot (mm)	Stroma ( $\mu\text{m}$ )	Conidiophore/septation ( $\mu\text{m}$ )	Conidia/septation ( $\mu\text{m}$ )	References
<i>P. angiopteridis</i>	<i>Angiopteris lygodiifolia</i>	Taiwan	Up to 15	Up to 70	35-140 $\times$ 4-5/ up to 3	30-60 $\times$ 4-5/3-6	Guo & Hsieh, 1995
<i>P. astronii</i>	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Brazil	1-14	28-65	17-24 $\times$ 3-4/0-1	20-76 $\times$ 2-4/4-7	Hernández-Gutiérrez & Dianese (2008)
<i>P. astroniicola</i>	<i>A. fraxinifolium</i>	Brazil	1-8	10-80	5-25 $\times$ 2-5/0-1	20-55 $\times$ 2-4/(1-2-4(-5))	Braun & Freire, 2002
<i>P. astroniiphila</i>	<i>A. urundeuva</i>	Brazil	2-5	18-60	15-21 $\times$ 3-4/2-3	28-72 $\times$ 2-4/0-6	Hernández-Gutiérrez & Dianese, 2008
<i>P. comocladiae</i>	<i>Comocladia doodnaceae</i>	Dominican Republic	1-5	25-50	8-12 $\times$ 3-4/0	28-52 $\times$ 2-3/3-7	Chupp, 1954; Deighton, 1976; Petrak & Ciferri, 1932
<i>P. mombin</i>	<i>Spondias purourea</i>	Venezuela, Dominican Republic	3-6	30-50	5-30 $\times$ 3-4/0	20-85 $\times$ 2-3.5/3-7	Chupp 1954, Deighton 1976; Petrak & Ciferri 1932
<i>P. phaeochlora</i>	<i>Lithraea brasiliensis</i>	Chile, Argentina	2-7	small	10-60 $\times$ 3-5/few	20-90 (-150) $\times$ 3-5.5/2-7	Braun, Dehley & Kiehr 2001; Chupp, 1954
<i>P. pistaciae</i>	<i>Pistacia vera</i>	USA	0.5-3	-	5-15 $\times$ 2-3.5/septate	20-60 $\times$ 2-3/3-5	Chupp. 1954; Crous & Braun, 2001
<i>P. rhinocarpi</i>	<i>Anacardium rhinocarpus</i>	Venezuela	2-8	15-30	5-25 $\times$ 2-3.5	20-45 $\times$ 2-3.5	Braun & Crous, 2003
<i>P. rhoidis</i>	<i>Rhus hypoleuchus</i>	China	0.5-2	50-90	9-37 $\times$ 3-5/0	40-175 $\times$ 4-7.5/3-17(-25)	Guo & Hsieh, 1995
<i>P. rhoina</i>	<i>Rhus</i> sp., <i>R. chinensis</i> , <i>R. potanini</i>	China	1-6	20-50	6.5-35 $\times$ 2-4/0-1	10-110 $\times$ 2-4/2-8	Guo & Hsieh, 1995
<i>Pseudocercospora</i> sp.	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Brazil	Up to 5	20-70	14-30 $\times$ 2-4/0-3	20-75 $\times$ 2-4/1-6 (-7)	This work

TABLE 1. Comparison of some *Pseudocercospora* reported in *Anacardiaceae* from several places with the one found on leaves of *Schinus terebinthifolius* in Brazil

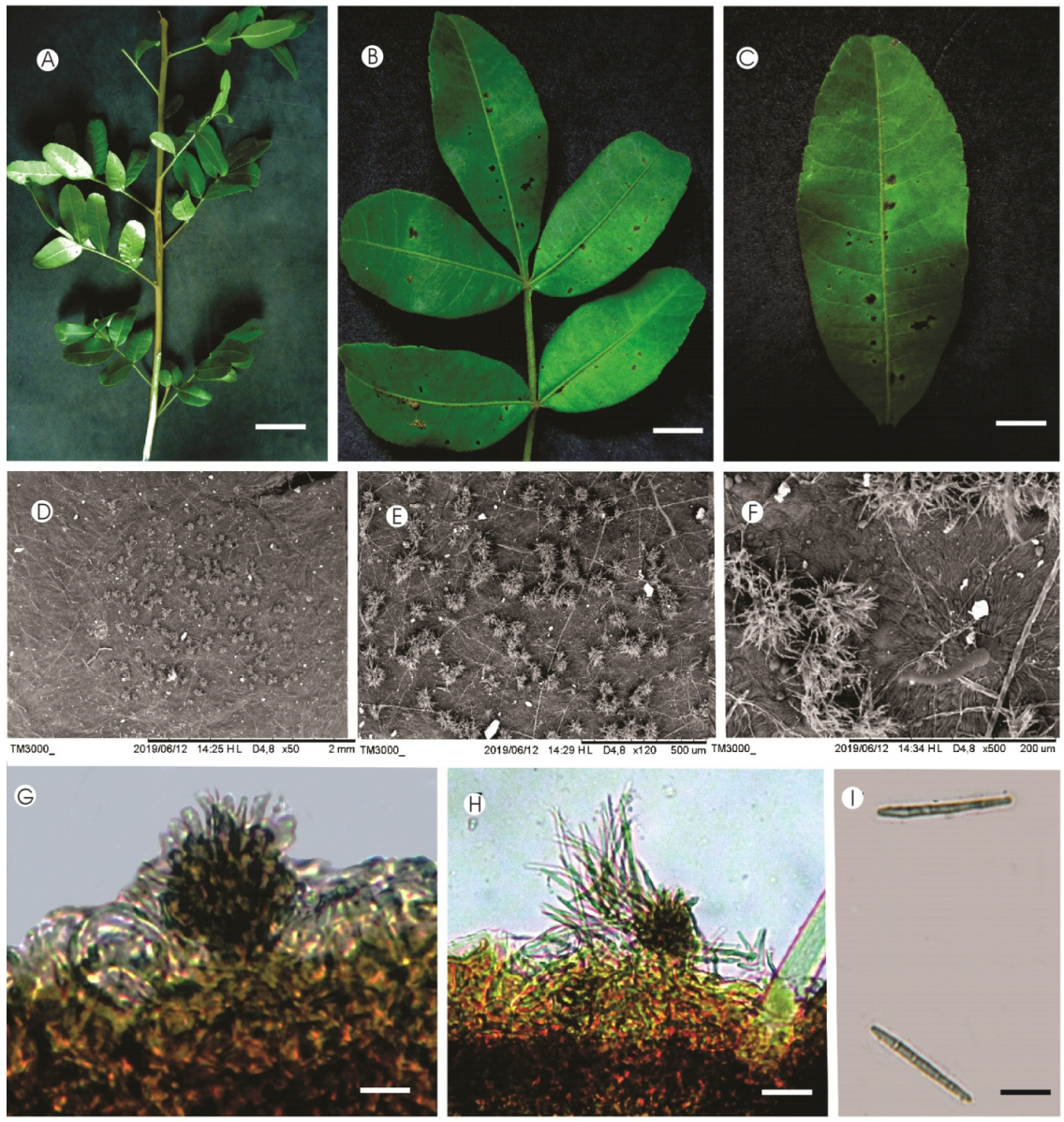


Figure 1 (A-I). *Pseudocercospora* on leaves of *Schinus terebinthifolius* from Rio de Janeiro. **A.** General view of the host (bar=50 mm). **B-C.** Symptoms of leaves (B= 5.5mm; C=6.5mm). **D-F.** Sporodochia seen in Scanning Electron microscope. **G.** Stroma in vertical transverse section (bar=17  $\mu$ m). **H.** Detail of stroma with conidiophore and conidia. **I.** Conidia (bar=25  $\mu$ m).



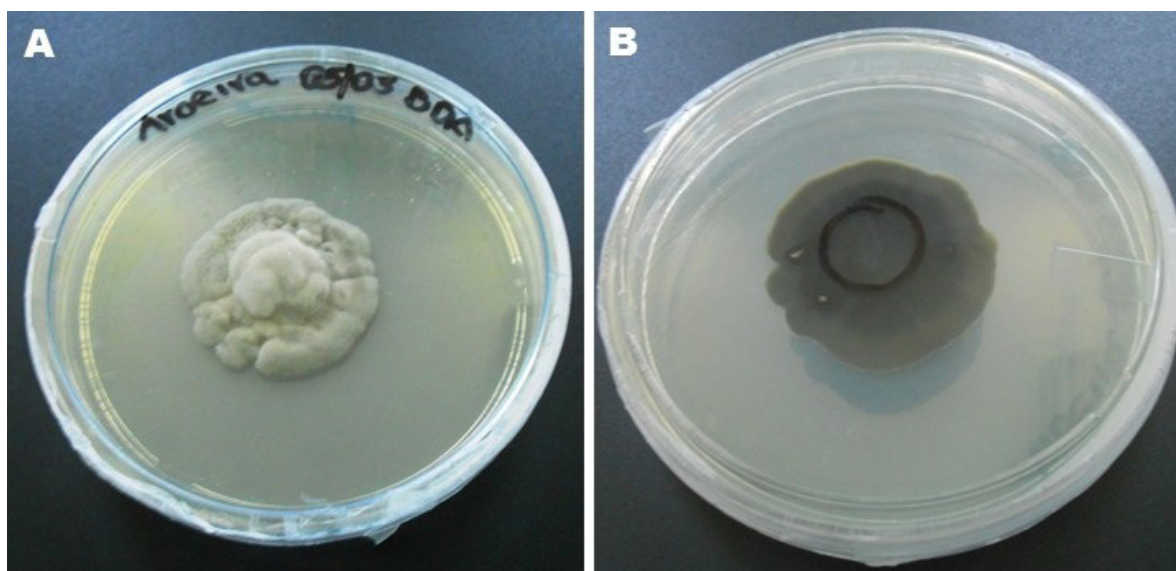


Figure 2 (A-B). Colonies of *Pseudocercospora* on *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae). **A.** Seen from the top. **B.** Reverse plate.

#### 4 | DISCUSSION

*P. astronii* and *P. astroniiiphila* (Hernández-Gutiérrez & Dianese, 2008) showed closer to this species found in Rio de Janeiro in the size of conidia, conidiophore and stromata besides being reported in distinct hosts *A. fraxinifolium* and *A. urundeuva* respectively. Another closer species is *P. mombin* (Chupp 1954,

Deighton 1976; Petrak & Ciferri 1932) that was reported on distinct host, place and with smaller stromata (see Table 1).

#### 5 | CONCLUSION

This species is probably new and further studies will be done to publish with accordance with International Code of Nomenclature of Algae, Fungi and Plants (ICN).

#### 6 | ACKNOWLEDGEMENTS

The senior author acknowledges CAPES for grants to conclude her master degree. The authors much obliged to Hemylson Porto and Laís dos Santos Marins, for technical assistance and Profs Francisco Gerson Araújo (ICBS) and Dr. João Vicente de F. Latorraca (Forest Institute) for allowing the examination of samples using the electron microscope in their laboratories; C.A. Inácio is grateful to the Foundation for Aid Research in the State of Rio de Janeiro (FAPERJ) and National Council for Scientific and Technological Development (CNPq).

## REFERENCES

- Andrade KM** (2016) Caracterização De Fungos Cercosporóides Associados À Vegetação De Mata Atlântica E Cercanias, No Estado Do Rio De Janeiro. ICBS/PPGFBA/UFRRJ, 144p.
- Andrade, KM; Rembinski J; Oliveira JM, Araújo WQB; Montano HG; Inácio CA** (2019). First report of *Pseudocercospora* on leaves of Malvarisco (*Waltheria indica*) in the State of Rio de Janeiro, Brazil. In: Aguilera, J.G.; Zuffo, A.M. (Org.). Ciências Agrárias: Campo Promissor em Pesquisa 6. Atena Editora. p. 73-79.
- Azevedo CF; Quirino ZGM; Bruno RLA** (2015) Estudo farmacobotânico de partes aéreas vegetativas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae Revista Brasileira de Plantas Mediciniais 17 (1): 26-35.
- Braun U, Crous PW, Nakashima C** (2016) Cercosporoid fungi (Mycosphaerellaceae) 5. Species on dicots (Anacardiaceae to Annonaceae) IMA Fungus 7(1): 161–216 doi:10.5598/imafungus.2016.07.01.10.
- Braun U; Delhey R; Kiehr M** (2001) Notes on some cercosporoid hyphomycetes from Argentina. Fungal Diversity 6: 19-34.
- Braun U; Freire FCO** (2003) Some cercosporoid hyphomycetes from Brazil – II. Cryptogamie Mycologie 23: 295–328.
- Braun U; Freire FO** (2002) Some cercosporoid hyphomycetes from Brazil – II. Cryptogamie Mycologie 23(4): 295-328.
- Carmello-Guerreiro SM; Paoli AAS** (2005) The Anatomy of the Pericarp and Seed-coat of *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (Anacardiaceae) with Taxonomic Notes. Brazilian Archives of Biology and Technology 48 (4) : 599-610.
- Castellani E; Casulli F** (1981) Cashew leaf spot disease caused by *Pseudocercospora anacardii*. Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale 75: 101–105.
- Chupp C** (1954) Monograph of *Cercospora*. Ithaca: New York, 1954. 667 p.
- Crous PW; Braun U** (2001) A reassessment of the *Cercospora* species described by C. Chupp: specimens deposited at BPI, Maryland, U.S.A. Mycotaxon 78: 327-343.
- Crous PW; Braun U** (2003) *Mycosphaerella* and its anamorphs. Names published in *Cercospora* and *Passalora*. CBS Biodiversity Series 1:1-571.
- Deighton FC** (1976) Brown leaf mould of *Capsicum* caused by *Phaeoramularia capsicicola*. Transactions of the British Mycological Society 67(1):140-142.
- Guo YL; Hsieh WH** (1995) The genus *Pseudocercospora* in China. Mycosystema, Monographicum Series 2: 1–388.
- Hernández-Gutierrez A; Dianese JC** (2008) New cercosporoid fungi from the Brazilian Cerrado 1. Species on hosts of the families *Anacardiaceae*, *Araliaceae*, *Bombacaceae*, *Burseraceae* and *Celastraceae*. Mycotaxon. 106:41-63.
- Min T; Barfod A** (2007) Anacardiaceae In: Wu Zhengyi, Peter H. Raven, Hong Deyuan (Ed.). Flora of China vol. 11, p. 335-357. Publisher: Science Press, Beijing and Missouri Botanical Garden Press, St Louis.
- Petrak F; Ciferri R** (1932) Fungi Dominicani. II. Annales Mycologici 30 (3-4): 149-353.

**Rembinski J** (2018) Caracterização de Fungos Cercosporóides no Estado do Rio de Janeiro e Inibição de Crescimento Micelial in vitro de *Fusarium solani* f. sp. *piperis* (= *Fusarium solani*) com Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal. 153p. ICBS/PPGFBA/UFRRJ.

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

Data de aceite: 11/03/2020

Data De Submissão: 12/11/2019

### **Bruno Cesar Ferreira Gonçalves**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), ICBS (Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde)/ DenF (Departamento de Entomologia e Fitopatologia)

<http://lattes.cnpq.br/3522459441472033>

### **Pedro de Souza Calegario**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS)

### **Jucimar Moreira de Oliveira**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Agronomia (IA), Departamento de Fitotecnia (DF)

<http://lattes.cnpq.br/6085406227138459>

### **Peter Soares de Medeiros**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Agronomia (IA), DS (Departamento de Solos)

<http://lattes.cnpq.br/8211219320122792>

### **Hagabo Honorato de Paulo**

Departamento de Proteção de Plantas, Laboratório de Entomologia, Escola de Agricultura e Ciências Veterinárias (UNESP), São Paulo State University, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/ no, Jaboticabal, SP, Brazil.

<http://lattes.cnpq.br/1406069273497945>

### **Carlos Antonio Inácio**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), ICBS (Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde)/ DenF (Departamento de Entomologia e Fitopatologia)

E-mail: [inacio@ufrj.br](mailto:inacio@ufrj.br),

<http://lattes.cnpq.br/8552826691279679>

**ABSTRACT:** The fungus species *Phakopsora euvitis* Ono was found in the State of Rio de Janeiro associated to rust on three grape varieties. From July to August 2015 symptomatic plants belonging to three distinct grape varieties (Syrah, Cabernet Sauvignon and Merlot) were collected in some areas in the District of Inconfidência near the city of Paraíba do Sul - R.J. and taken to the laboratories of DENF/UFRRJ. All plants showed the same symptoms as telia and uredia sori hypophyllous and the fungus is presented and discussed.

**RESUMO:** Uma espécie fúngica *Phakopsora euvitis* Ono foi encontrada no Estado do Rio de Janeiro associada à ferrugem em três variedades de uva. De Julho a Agosto de 2015 plantas sintomáticas pertencendo a três variedades distintas de uva (Syrah, Cabernet Sauvignon e Merlot) foram coletadas em algumas áreas do Distrito de Inconfidência próximo a cidade de Paraíba do Sul - R.J. e levadas para os laboratórios do DENF/UFRRJ

onde foram estudados utilizando técnicas de microscopia óptica e estereoscópica. Todas as plantas mostraram os mesmos sintomas como soros teliais e urediniais hipófilos e este fungo é apresentado e discutido.

## 1 | INTRODUCTION

The fungus species *Phakopsora euvitidis* Ono (*Phakopsoraceae*, *Pucciniomycotina*, *Basidiomycota*) is one of the main pathogen on grapevine (*Vitis* spp.) causing the grapevine rust. It promotes early defoliation subsequently damage to stems and fruits maturation (Angelotti *et al.*, 2011). The biomass and carbohydrate accumulation were quantified in different organs of diseased and healthy plants and it was found that root carbohydrate concentration was reduced, even with low rust severity and it was also mentioned that Asian grapevine rust reduced dramatically photosynthesis and altered the dynamics of carbohydrates production and accumulation, distinct of strict biotrophic pathogens and that the reduction in carbohydrate reserves in roots would support polyetic damage on grapevine, caused by a polycyclic disease (Nogueira Júnior *et al.*, 2017). *P. euvitidis* is heteroecious and macrocyclic which in most areas the uredinial and telial phase are formed on grapevine having basidiospores formed from teliospores in overwintered *Vitis* sp. leaves and in Japan this species infect *Meliosma myriantha* (*Sabiaceae*), the alternate host which spermogonium and aecia are formed. This rust species occurs mainly in tropical and subtropical areas causing more damage than in temperate areas and attacks several host plants including: *Vitis* (mainly *V. labrusca*, *V. vinifera*, *V. amurensis*, *V. coignetiae*, *V. ficifolia*, *V. flexuosa*) (Weinert *et al.* 2003; Ono 2000; EPPO 2007). Weinert *et al.* (2003) also mentioned that in the Northern Territory of Australia the grapevines had no dormant phase and that *M. myriantha* did not occur in the Darwin area so they suggested that this fungus species could persist via uredinial infections in dormant buds. This fungus was proven to infect and sporulate on native *Ampelocissus acetosa* Planch. and *A. frutescens* B. R. Jackes under laboratory conditions and was found infecting an unidentified *Ampelocissus* species in the field (Daly *et al.* 2005; Daly and Hennessy 2006; Ono 2013). Other authors mentioned that although this rust being of complete cycle in Asia, in Brazil was observed only the uredinial than telial phase instead which indicates that urediniospore should be the primary and secondary inoculum of disease (Angelotti *et al.* 2011; Leu, 1988; Souza 2004; Tessman *et al.* 2004). This rust has been reported worldwide causing rust diseases on grapevines in all Continents including American (EPPO 2007).

In South America, the genus *Phakopsora* has been reported in Colombia, Venezuela and in some areas of Brazil in the last few years (Buriticá 1994;1999; Souza 2004; Tessman *et al.* 2004; Bayer & da Costa, 2006; Farr & Rossman, 2019)

and now this rust was found parasitizing three distinct varieties of grapevine in rural area in the State of Rio de Janeiro and will be presented.

## 2 | MATERIAL AND METHODS

From July to August 2015 symptomatic plants belonging to three distinct grape (*Vitis vinifera* L.) varieties (Syrah, Cabernet Sauvignon and Merlot) were collected in some areas near city of Paraíba do Sul (District of Inconfidência) - R.J. and taken to the laboratories of DENF/UFRRJ (Department of Entomology and Plant Pathology at Federal Rural University of do Rio de Janeiro). Some were pressed and dried on drying oven ( $\pm 60^{\circ}\text{C}$ ), registered and deposited at Plant Pathological Herbarium "Verlande Duarte Silveira". Studies using either fresh and dried material were performed using macerated and sectioned material to prepare slides. These material were transferred to slides containing Cotton Blue/Lactoglycerol and mounted then observed at optical and dissecting microscopes where pictures and measurements were taken.

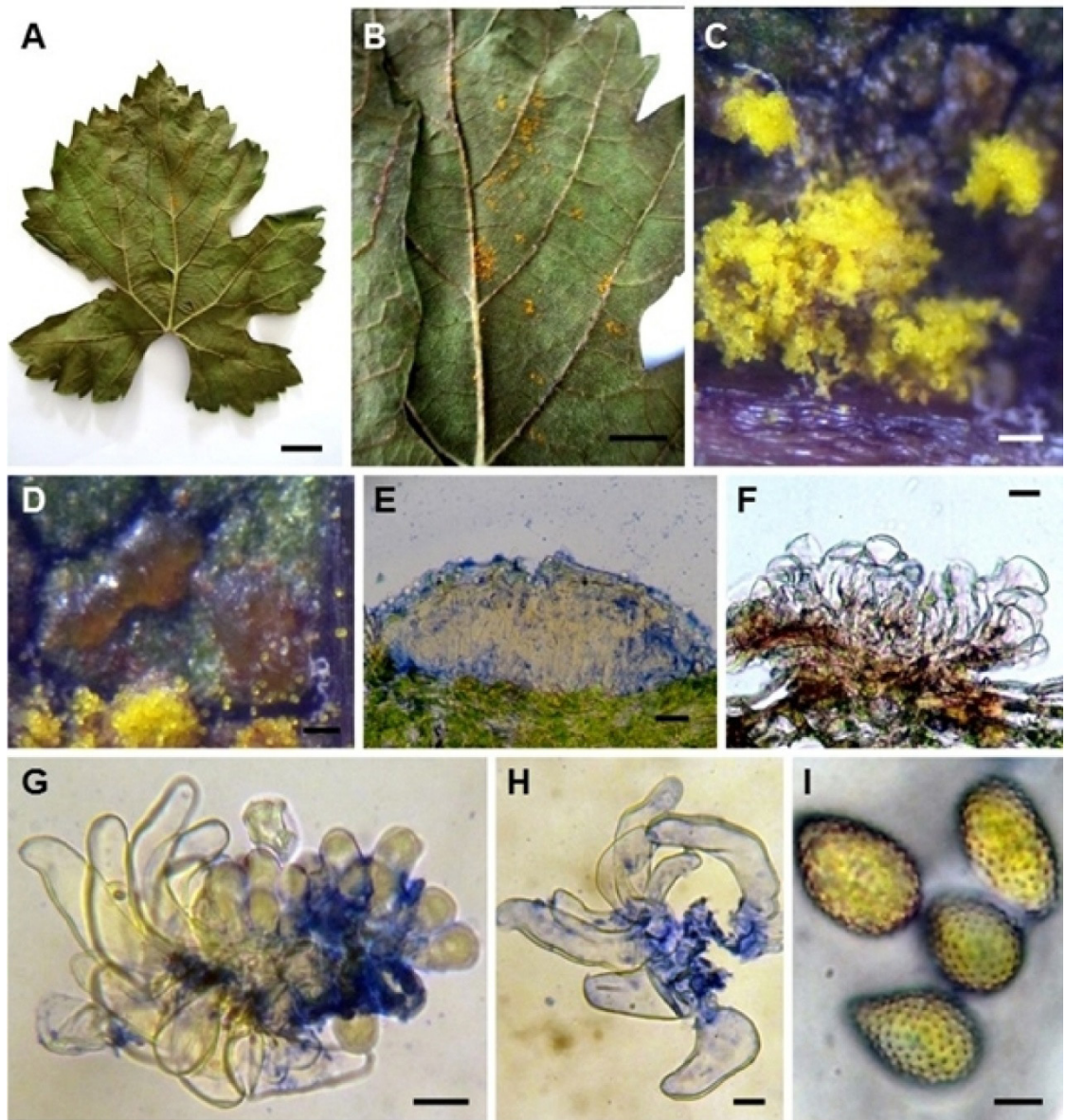
## 3 | RESULTS

All plants showed the same symptoms as pale yellowish, circular or orbicular lesions on the upper side leaf with brownish telia and orange uredia sori at lower side and this species is presented as follow: **Var. Merlot:** *Paraphyses* 25-43  $\times$  7-14  $\mu\text{m}$ , colourless, slightly curved, smooth; *Urediniospores*: 12-28  $\times$  12-20  $\mu\text{m}$ , oval, elliptical, equinulated.; *Telia* 70-92  $\times$  155-262  $\mu\text{m}$ , subcuticular to intraepidermic, brownish when seen at top, with light-brown teliospores disposed in layers; *Teliospores* 17-29  $\times$  5-7  $\mu\text{m}$ , light-brown, oblong to cylindrical, layered in rows or slightly irregular disposed. **Var. Syrah:** *Paraphyses* 33-58  $\mu\text{m}$ ; *Urediniospore* 15-25  $\times$  13-19  $\mu\text{m}$ ; *Teliospores* 19-34  $\times$  4-7  $\mu\text{m}$ . **Var. Cabernet Sauvignon:** *Paraphyses* 24-43  $\times$  8-17  $\mu\text{m}$ ; *Urediniospores* 16-28  $\times$  10-15  $\mu\text{m}$ ; *Teliospores* 19-29  $\times$  5-12  $\mu\text{m}$ .

Species	Host	Place	Uredia ( $\mu\text{m}$ )	Urediniospore ( $\mu\text{m}$ )	Telia ( $\mu\text{m}$ )	Paraphy- sis ( $\mu\text{m}$ )	Telio- spores ( $\mu\text{m}$ )	Reference ( $\mu\text{m}$ )
<i>Phakopsora uva = Uredo vialae</i>	<i>Vitis</i>	Jamaica		20-27 $\times$ 15-18				Saccardo (1891); Lagerheim (1909)
= <i>Uredo vitis</i>	<i>V. vinifera</i>	USA		20-22 $\times$ 12-15				Saccardo (1888)
= <i>Uredo vitis</i>	<i>V. vinifera</i>	USA		Globose 15 Oval 20 $\times$ 14 Ellipsoidal 22 $\times$ 12-15				Thümen (1878)

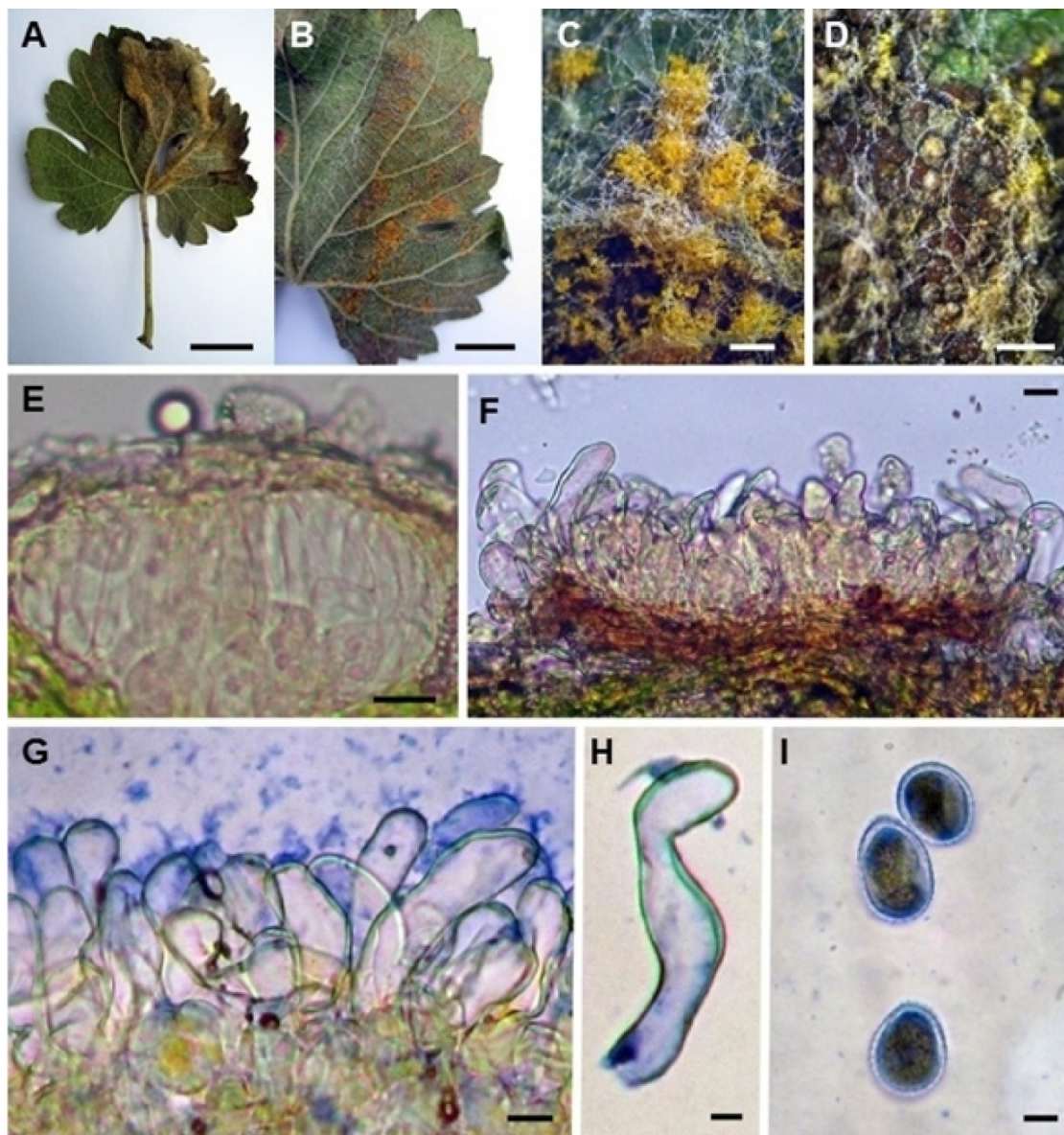
<b><i>P. ampelopsidis</i></b>	<i>Ampelopsis leeooides</i>	Japan	250	18-22 × 13-15 Obovate to ellipsoid	80 deep	Clavate, curvate	10-25 × 8-12	Dietel (1898)
<b><i>P. vitis</i></b>	<i>Vitis</i> sp.	Japan	Hypophyllous, small, several, yellowish-brown	21-27 × 12-15 oblong-ellipsoid	55-70 × 100-200		20-30 × 12-15	Sydow (1899); Saccardo & Sydow (1902)
<b><i>P. euvitis</i></b>	<i>Vitis</i> spp.	USA, Canada, Central and South America, Europe and Northern Asia, South and South-East  Asia, Australasian - Oceanian		obovoid, obovoid ellipsoid or oblong-ellipsoid,  15-29 × 10-18		30-75	13-32 × 7-13	Liberato <i>et al.</i> (2006); Ono (2000)
<b><i>P. euvitis</i></b>	<i>Vitis</i> spp.	Brazil		17-28 × 12-18		32-55	14-30 × 8-12	Tessmann <i>et al.</i> (2004)
<b><i>P. euvitis</i></b>	<i>V. vinifera</i>	Brazil	57-140 × 115-300	15-25 × 9-20, oval, ellipsoidal	70-92 × 155-262	25-50 × 5-15	15-30 × 6-12	<b>This work</b>

Table 1 – Species of *Phakopsora* reported on *Vitis* spp. from different places compared with the one found in Rio de Janeiro, Brazil.

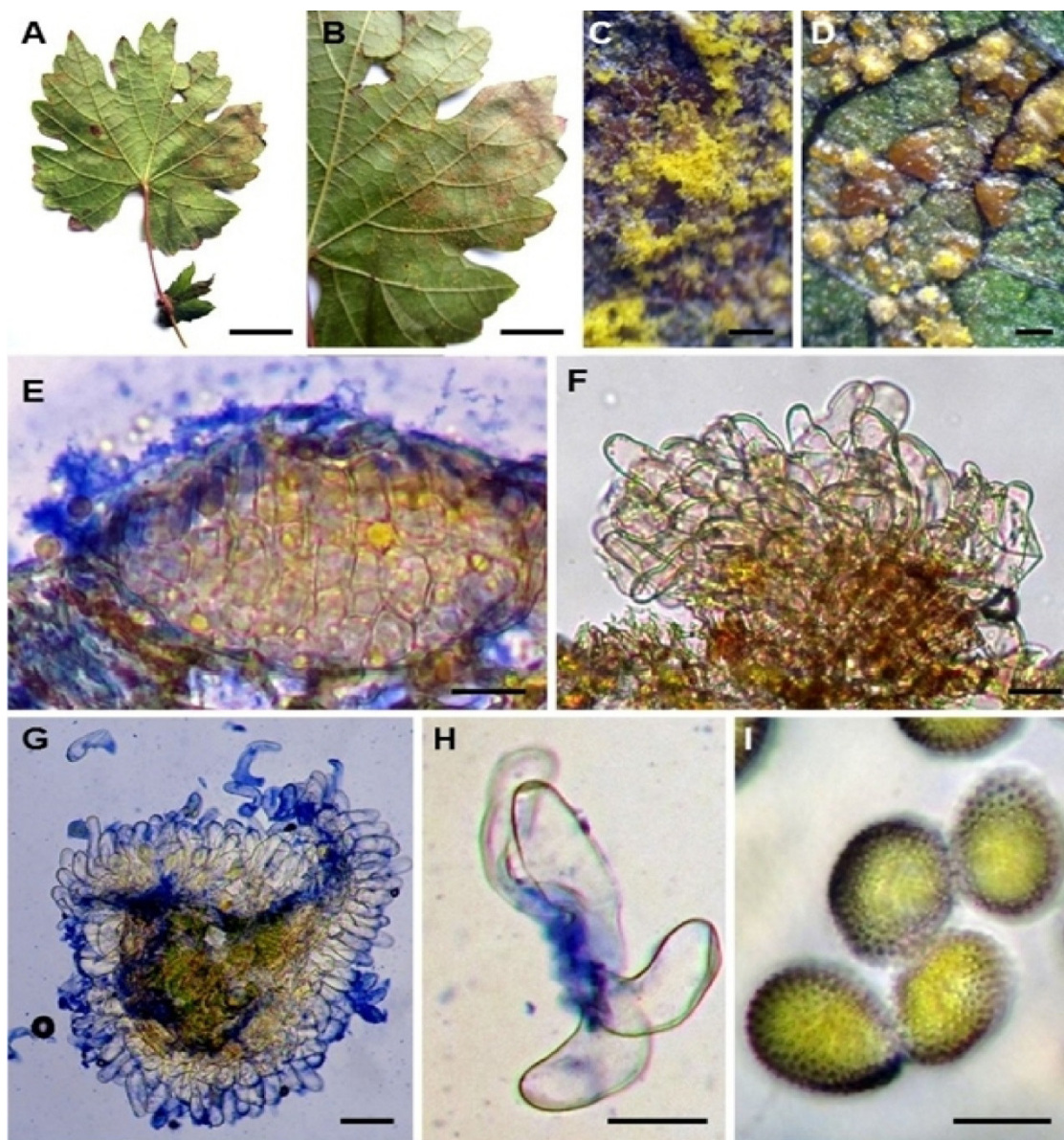


**Figs A-I.** *Phakopsora euvitidis* on leaves of *Vitis* sp. var. Merlot (*Vitaceae*). **A.** Leaf symptoms (bar = 10 mm). **B.** Detail of symptoms showing frutifications (bar = 10 mm). **C.** Pustules in detail (bar = 300  $\mu$ m). **D.** Telia seen from the top (bar = 20  $\mu$ m). **E.** Telia in transverse vertical section (bar = 30  $\mu$ m). **F.** Uredia in tranverse vertical section (bar= 10  $\mu$ m). **G.** Group of paraphyses (bar = 10  $\mu$ m). **H.** Detail of paraphyses (bar = 10  $\mu$ m). **I.** Urediniospore in detail (bar = 10  $\mu$ m).





**Figs A-I.** *Phakopsora euvtis* on leaves of *Vitis* sp. var. *Sirah* (*Vitaceae*). **A.** Leaf symptoms (bar= 20 mm). **B.** Detail of symptoms showing yellow pustules (bar= 20 mm). **C.** Detail of pustules (bar= 200  $\mu$ m) **D.** Telia seen from the top with uredia (bar= 50  $\mu$ m). **E.** Telia with teliospores in transverse vertical section (bar= 10  $\mu$ m). **F.** Uredia in tranverse vertical section (bar= 10  $\mu$ m). **G.** Group of paraphyses ( bar= 40  $\mu$ m). **H.** Paraphysis (bar= 20  $\mu$ m). **I.** Urediniospores (bar= 15  $\mu$ m).



**Figs A-I.** *Phakopsora euvitis* on leaves of *Vitis* sp. var. *Sauvignon* (*Vitaceae*). **A.** Leaf symptoms (bar = 20 mm). **B.** Detail of symptoms showing frutifications (bar = 10 mm). **C.** Detail of pustules (bar = 300  $\mu$ m). **D.** Detail of Telia (bar = 20  $\mu$ m). **E.** Teliospores in transverse vertical section (bar = 10  $\mu$ m). **F.** Uredia in transverse vertical section (bar = 20  $\mu$ m). **G.** Group of paraphyses (bar = 30  $\mu$ m). **H.** Detail of paraphyses (bar = 10  $\mu$ m).

#### 4 | DISCUSSION

The *Phakopsora* species found in the State of Rio de Janeiro was compared to several others reported in distinct places, hosts and occasions (see Table 1). Chatasiri & Ono (2008) pointed that three *Phakopsora* species have been assumed to be reproductively isolated, and thus genetically distinct, because of their distinct host specificity and consistent morphological differences: *Phakopsora euvitis*, host-alternating between *M. myriantha* and *Vitis* spp.; *P. vitis*, host-alternating between *M. myriantha* and *Parthenocissus* spp.; *P. ampelopsidis* occurring on *Ampelopsis* species. The authors also mentioned that molecular phylogenetic analyses using the D1/D2 region of nuclear large subunit rDNA and the internal transcribed spacer 2 (ITS2)

region including 5.8S rDNA supported the biological and taxonomical distinctness of the three *Phakopsora* species and suggest the phylogenetic relationship of *P. euvitis* closer to *P. ampelopsidis* than to *P. vitis*.

In this article no molecular work was done and as see in the table 1, these three species are distinct to each other and it is clear that the species found in the State of Rio de Janeiro is *P. euvitis* which shows similar to other *P. euvitis* found.

## 5 | CONCLUSION

The fungus associated to rust disease in these three grape varieties in the State of Rio de Janeiro is *P. euvitis*.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledges UFRRJ, CAPES for accomplishing this article. The senior authors also acknowledges CNPq, FAPERJ for grants to finish this work.

## REFERENCES

- Angelotti F; Tessmann DJ; Scapin CR; Vida JB (2011)** Efeito da temperatura e da luz na germinação de urediniosporos de *Phakopsora euvitis*. *Summa Phytopathologica* 37 (1): 59-61.
- Bayer TM; da Costa IFD (2006)** Ocorrência de *Phakopsora euvitis* Ono em Santa Maria, Rio Grande do Sul. *Ciência Rural* 36 (4): 1307-1308.
- Buriticá P (1994)** Cambios taxonomicos y nuevos registros de Uredinales de la Flora Andina. *Revista del Instituto de Ciencias Naturales e Ecológicas de la Universidad Nacional de Colombia* 5:173–190
- Buriticá P (1999)** La Familia Phakopsoraceae en el Neotrópico III. Géneros: *Batistopsora* y *Phakopsora*. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23: 271–305
- Chatasiri S; Ono Y (2008)** Phylogeny and taxonomy of the Asian grapevine leaf rust fungus, *Phakopsora euvitis*, and its allies (Uredinales). *Mycoscience* 49: 66–74.
- Daly AM; Hennessy CR; Schultz GC (2005)** New host record for the grapevine leaf rust fungus *Phakopsora euvitis*. *Australasian Plant Pathology* 34: 415–416.
- Dietel P (1898)** Einige Uredineen aus Ostasien. *Hedwigia* 37 (3): 212-2018.
- EPPO (2007)** Mini data sheet on *Phakopsora euvitis*. *EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) Global Database* <https://gd.eppo.int/> [accessed on 25 March 2018].
- Farr DF; Rossman AY (2019)**. Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. Retrieved November 9<sup>th</sup>, 2019, from <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>
- Lagerheim Gvon (1909)**. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 110: 72.

**Leu LS** (1988) Rust. In: Compendium of grapevine diseases (ed. by Pearson, C.R.; Goheen, A.C.) pp 28-30. APS, St Paul, Minnesota, USA.

**Liberato JR; Daly AM; Shivas RG** (2006) Grapevine leaf rust (*Phakopsora euvitis*) updated on 7/16/2016 Available online: PaDIL - <http://www.padil.gov.au>

**Nogueira-Júnior AF; Ribeiro RV; Appezzato-da-Glória B; Soares MKM; Rasesa JB; Amorim L** (2017) *Phakopsora euvitis* Causes Unusual Damage to Leaves and Modifies Carbohydrate Metabolism in Grapevine. *Frontiers in Plant Science* 8: 1675. doi: 10.3389/fpls.2017.01675

**Ono Y** (2013). *Ampelocissus* plants harbor *Phakopsora* rust pathogens of grapevines and Boston Ivy. *Bull. Fac. Educ., Ibaraki Univ. (Nat. Sci.)* 62: 1 □ 7.

**Ono Y** (2000) Taxonomy of the *Phakopsora ampelopsidis* species complex on vitaceous hosts in Asia including a new species, *P. euvitis*. *Mycologia* 92:154-173.

**Saccardo PA** (1891) *Sylloge Fungorum* 9: 332.

**Saccardo PA** (1888) *Sylloge Fungorum* 7: 863.

**Saccardo PA; Sydow P** (1902) *Sylloge Fungorum* 16: 271.

**Souza NS de** (2004) [Occurrence of grape rust in the State of Mato Grosso, Brazil.]. *Fitopatologia Brasileira* 29(2): 226.

**Sydow P** (1899) Diagnosen neuer, aus verschiedenen Gegenden stammender Pilze. *Hedwigia Beiblatt* 38 (3): 140-144.

**Tessmann DJ; Dianese JC; Genta W; Vida JB; May de Mio LL** (2004) Grape rust caused by *Phakopsora euvitis*, a new disease for Brazil. *Fitopatologia Brasileira* 29(3), p 338 (abst.).

**Thümen FKAEJ de** (1878). *Die Pilze des Weinstockes. Monographische Bearbeitung der sämtlichen bisher bekannten, auf den Arten der Gattung Vitis vorkommenden Pilze.* 1-225.

**Weinert MP; Shivas RG; Pitkethley RN; Daly AM** (2003) First record of grapevine leaf rust in the Northern Territory, Australia. *Australasian Plant Pathology* 32: 117–118. Accessed on 2 October 2019: [www.publish.csiro.au/journals/app](http://www.publish.csiro.au/journals/app)

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

Data de aceite: 11/03/2020

Data de submissão: 22/11/2019

### Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior

Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP –  
Botucatu/SP

<http://lattes.cnpq.br/8339885078193411>

### Ricardo Marcelo Gonçalves

Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP –  
Botucatu/SP

<http://lattes.cnpq.br/1551263252610373>

### João César da Silva

Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP –  
Botucatu/SP

<http://lattes.cnpq.br/5432835117468005>

### José Marcelo Soman

Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP –  
Botucatu/SP

<http://lattes.cnpq.br/8271905677757962>

### Antonio Carlos Maringoni

Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP –  
Botucatu/SP

<http://lattes.cnpq.br/0464443742139470>

**ABSTRACT:** Bacterial speck (*P. syringae* pv. *tomato* – Pst) is one of the main tomato crop diseases in Brazil, being found in all producing regions, while bacterial blight (*P. cichorii* – Pc) has been reported only in São Paulo state. The use of cultivars with resistance levels is one of

the main ways of managing bacterial diseases, and for this reason, this work evaluated the reaction of 20 tomato cultivars to Pst and Pc. Plants were inoculated by spraying bacterial suspension ( $10^8$  CFU.mL<sup>-1</sup>) onto the aerial part, under greenhouse conditions, and severity assessments were based on disease scales described for Pst and Pc. The cultivars were classified based on the areas under the disease progression curves. The cultivars Andrea Victory, Sheila and Débora Pto were classified as resistant to Pst, while Santa Clara and Rebeca were resistant to Pc. These cultivars are indicated for planting in tomato fields with historic of occurrence of these bacteria and for breeding programmes for incorporation of resistance genes to Pst and Pc.

**KEYWORDS:** bacterial diseases, resistance, disease management.

## 1 | INTRODUCTION

Tomato (*Solanum lycopersicum*) is the second most cultivated vegetable in the world (FAOSTAT, 2019), and some diseases may limit tomatoculture in certain growing seasons and regions of Brazil, either due to the absence of efficient management practices or to the increase of production costs with the

application of pesticides. Bacterial diseases, especially of the genus *Pseudomonas* spp., are among the main diseases affecting tomato crops in Brazil and worldwide (INOUE-NAGATA et al., 2016; LOPES; ÁVILA, 2005).

Bacterial speck (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* – Pst) has been occurring in Brazil in tomato crops in the most varied production systems. Symptoms affect the entire aerial part of the plant, and include round spots varying from dark brown to black, which may have yellowish halos. In addition to the loss of photosynthetic area, small black lesions are formed on the surface of the fruit, being detachable with slight friction (INOUE-NAGATA et al., 2016; JONES et al., 2016). The occurrence of *Pseudomonas cichorii* (Pc) in Brazil was reported in 2007 in tomato fields in the state of São Paulo, where the plants presented symptoms of widespread leaf blight (SILVA JÚNIOR et al., 2009a). Pc has also been reported in New Zealand (PAULA WILKIE; DYE, 1974) and Cuba (PÉREZ, 1984).

The management of tomato leaf bacterial diseases is based on the use of high-quality phytosanitary seeds and seedlings, drip irrigation, elimination of voluntary plants and crop residues, crop rotation, and applications of copper-based chemicals, while the use of cultivars with resistance levels is the most efficient method to reduce production costs and yield losses (INOUE-NAGATA et al., 2016; JONES et al., 2016).

For Pst, sources of genetic resistance have already been identified in cultivar Ontario 7710, accession PI 126430 and the F1 generation of crossing between Ontario 7710 and accession PI 126430 (PILOWSKY; ZUTRA, 1986); in the cultivars Agrocica Botu-13 and Ontario 7710, and the genotypes PI 127807, PI 128216-1-2 and PI 126932-1-2 (KRAUSE et al., 2001); in varieties MI8I2, Kujawski and Warszawski (KOZIK, 2002), and in the Zenith genotypes XPH 5976, XPH 5978, XPH 5979, XPH 12044, XPH 12045, XPH 12066, XPH 12067, XPH 12068 and XPH 12070 (MALAVOLTA JÚNIOR et al., 2002). Regarding Pc, the only study developed identified the genotypes AF 11768, AF 2521, AF 11766, AF 11772, AF 229, AF 5719-1 and AF 8162 with resistance levels (SILVA JÚNIOR et al., 2009b), and no information is available on the resistance of tomato cultivars.

Knowledge of sources of genetic resistance to bacteria of the genus *Pseudomonas*, with importance for tomato crop, is extremely important for improvement of the management of bacterial diseases. For this reason, our study evaluated the resistance of 20 commercial tomato cultivars to Pst and Pc.

## 2 | MATERIAL AND METHODS

Two experiments were carried out in the Plant Bacteriology Laboratory and greenhouse of the Departamento de Proteção Vegetal, at the Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA/UNESP, Botucatu, SP. The experiments were developed in

April 2012 and September 2013 to evaluate the reaction of tomato cultivars Andrea Victory, Carmen, Débora Max, Débora Pto, Gaúcho, Gaúcho Melhorado, IPA 6, IPA 6 HT, Santa Adélia, Santa Clara, Santa Clara I5300, Santa Clara 5800, Santa Cruz, Santa Cruz Kadá Gigante, Sheila, Tyna and Yandara to Pst and Pc. Plants were obtained in trays of 128 cells containing organo-mineral substrate (Tropstrato HT®) in a greenhouse (22–28 °C/60–90% U.R.).

For inoculation, strains Tom 3190 from Pst and Tom 3091 from Pc were previously cultivated in nutrient sucrose agar (NSA) culture medium [20 g.L<sup>-1</sup> nutrient agar (Merck) and 5 g.L<sup>-1</sup> sucrose (Sigma-Aldrich)], and inoculation was performed by spraying bacterial suspension [ $10^8$  CFU.mL<sup>-1</sup> ( $OD_{600} = 0.1$ )] on the abaxial and adaxial areas of the leaves of tomato plants (four definitive leaves stage) until run off. As negative control, plants of the same cultivars were sprayed with distilled water. To improve the bacterial penetration in the leaf tissues, the plants were kept in a humid chamber for 24 h before and after inoculation.

Symptom severity was evaluated 5, 7, 9, 11 and 13 days after inoculation, and three leaves per plant were evaluated using diagrammatic disease severity scales. For Pst, a scale with values from 0 to 5 was used, where 0 – absence of symptoms; 1 – small and sparse punctiform lesions; 2 – large punctiform lesions; 3 – larger and sparse lesions; 4 – larger lesions, affecting much of the leaf limb, but without coalescence; and 5 – large lesions, coalescing, affecting more than 50% of the leaf limb (MALAVOLTA JÚNIOR et al., 2002). For Pc, the scale ranged from 1 to 5, where 1 – absence of symptoms in plant leaves; 2 – presence of soaked spots on the leaf edges; 3 – soaked spots in 25% of the leaf limb; 4 – soaked spots in more than 50% of the leaf limb; and 5 – dead leaf (SILVA JÚNIOR et al., 2009b).

The experimental design was completely randomized with 60 treatments (20 tomato cultivars × 2 bacteria, and 20 negative controls) with 15 repetitions, represented by one plant. From the results of the severity values, the areas under the bacterial speck and bacterial blight progress curves (AUDPC) were calculated for each cultivar evaluated (CAMPBELL; MADDEN, 1990). The values were subjected to analysis of variance, and the means compared by Tukey test at 5% probability ( $p < 0.05$ ). To classify the reactions of the cultivars to bacterial speck and bacterial blight, the tomato cultivars were separated into three groups: resistant (R) (AUDPC less than 50% of the cultivar with the highest AUDPC), moderately resistant (MR) (AUDPC 51–60% of the cultivar with the highest AUDPC) and susceptible (S) (AUDPC above 60% of the cultivar with the highest AUDPC).

### 3 | RESULTS

The results showed a significant difference between treatments by Tukey test at 5% probability, indicating different resistance levels of tomato cultivars to Pst and Pc (Tables 1 and 2).

For Pst, the cultivars Débora Pto, Andrea Victory and Sheila were classified as resistant, with mean AUDPC values ranging from 0 to 4.80. Cultivars Lana, Rebeca and Carmen showed a moderate resistance level, with average AUDPC values ranging from 6.82 to 7.86. The other cultivars were classified as susceptible (Table 1).

All cultivars evaluated were susceptible to Pc despite the statistical differences between cultivars in both experiments. The average AUDPC values ranged from 12.97 to 17.33, and the cultivars Gaúcho, Débora Pto, Carmen, IPA 6 HT, Lana and Rebeca presented the lowest average AUDPC values (Table 2). Although susceptible to Pc, the cultivars Carmen, Débora Pto, Lana and Rebeca showed considerable levels of resistance to Pst.

Cultivar	AUDPC Experiment 1		Cultivar	AUDPC Experiment 2		Cultivar	Average AUDPC	Resistance Level
Débora Pto	0,00	a*	Debora Pto	0,00	a	Débora Pto	0,00	R
Andrea Victory	2,03	b	Sheila	6,28	b	Andrea Victory	4,61	R
Sheila	3,31	b	Andrea Victory	7,19	b	Sheila	4,80	R
Rebeca	4,17	c	Santa Cruz	7,72	b	Lana	6,82	MR
Lana	5,06	c	Lana	8,57	b	Rebeca	7,76	MR
Yandara	5,28	c	Carmen	9,64	b	Carmen	7,86	MR
IPA 6 HT	5,39	c	S. C. Kadá Gigante	9,68	b	Lumy	8,09	S
Tyna	5,42	c	Lumy	10,65	c	Tyna	8,66	S
Lumy	5,53	c	Santa Clara i5300	11,22	c	Santa Cruz	9,70	S
Carmen	6,08	c	Rebeca	11,34	c	IPA 6 HT	9,79	S
G. Melhorado	6,42	c	Gaúcho	11,81	c	Gaúcho Melhorado	9,83	S
Santa Clara	6,89	c	Tyna	11,90	c	Yandara	9,93	S
IPA 6	8,17	d	Débora Max	12,22	c	Santa Clara i5300	10,22	S
Débora Max	8,67	d	Gaúcho Melhorado	13,24	c	S. C. Kadá Gigante	10,38	S
Santa Clara 5800	9,11	d	Santa Clara	13,97	d	Santa Clara	10,43	S
Santa Clara i5300	9,22	d	IPA 6 HT	14,18	d	Débora Max	10,45	S
Santa Adélia	10,94	e	Yandara	14,57	d	Gaúcho	11,59	S
S.C. Kadá Gigante	11,08	e	Santa Adélia	15,93	d	IPA 6	12,29	S
Gaúcho	11,36	e	Santa Clara 5800	16,08	d	Santa Clara 5800	12,60	S
Santa Cruz	11,67	e	IPA 6	16,40	d	Santa Adélia	13,44	S

Table 1. Area under the bacterial speck progress curves (AUDPC) and reaction of 20 tomato



cultivars to *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in two experiments.

\* Average followed by the same letter in the column do not differ from each other by the Tukey test at 5% probability.

Cultivar	AUDPC Experiment 1		Cultivar	AUDPC Experiment 2		Cultivar	Average AUDPC	Resistance Level
IPA 6	10,86	a*	Gaúcho	11,19	a	Gaúcho	12,97	S
Santa Clara i5300	12,81	b	Rebeca	12,58	b	Debora Pto	13,39	S
Gaúcho Melhorado	13,78	c	Debora Pto	12,77	b	Carmen	13,95	S
Rebeca	14,00	c	IPA 6 HT	13,50	b	IPA 6 HT	14,29	S
Sheila	14,75	c	Lana	13,65	b	Lana	14,48	S
Lumy	14,83	c	Yandara	14,14	c	Rebeca	14,50	S
Santa Cruz	15,06	c	Santa Clara 5800	14,21	c	Débora Max	14,77	S
Lana	15,08	c	Santa Cruz	14,28	c	Andrea Victory	15,52	S
Santa Clara 5800	15,31	c	Santa Clara i5300	14,40	c	Lumy	15,52	S
Tyna	15,47	c	Tyna	14,68	c	Santa Clara 5800	15,54	S
Santa Clara	16,42	d	Carmen	15,08	c	Santa Cruz	15,73	S
Yandara	16,55	d	Sheila	15,39	c	Santa Clara i5300	15,76	S
Carmen	16,64	d	Lumy	15,56	c	Santa Clara	16,26	S
Debora Pto	16,86	d	Débora Max	15,75	c	Gaúcho Melhorado	16,56	S
Andrea Victory	17,11	d	Santa Clara	15,88	c	Yandara	16,63	S
Gaúcho	17,17	d	S. C. Kadá Gigante	17,06	d	Sheila	16,64	S
Débora Max	17,44	d	Santa Adélia	18,10	d	Tyna	16,69	S
IPA 6 HT	17,89	e	Gaúcho Melhorado	18,29	d	IPA 6	16,70	S
S. C. Kadá Gigante	18,69	e	IPA 6	18,33	d	S. C. Kadá Gigante	17,25	S
Santa Adélia	19,11	e	Andrea Victory	20,17	e	Santa Adélia	17,33	S

Table 2. Area under the bacterial blight progress curves (AUDPC) and reaction of 20 tomato cultivars to *Pseudomonas cichorii* in two experiments.

\* Average followed by the same letter in the column do not differ from each other by the Tukey test at 5% probability.

## 4 | DISCUSSION

The use of cultivars with resistance levels directly influences multiplication of the pathogen in the plant host, as well dispersion in the cultivation fields, reducing the disease development rate (CAMARGO, 2018). Thus, the evaluation of quantitative parameters, such as disease severity, is efficient for classifying cultivars based on their susceptibility or resistance to a pathogen (JEGER; VILJANEN-ROLLINSON,

2001). This has already been proven for some tomato bacterial diseases, such as bacterial spot (*Xanthomonas vesicatoria*) (LOBO; LOPES; GIORDANO, 2005) and bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*) (LIMA et al., 2010), and for bacterial speck (Pst) (SHENGE; MABAGA; MORTENSEN, 2007) and bacterial blight (Pc) (SILVA JÚNIOR et al., 2009b), the objectives of this study.

The use of tomato cultivars with levels of genetic resistance also stands out in the more efficient management of bacterial diseases due to the ease with which phyto-bacteria acquire resistance to many chemicals, especially cuprics, thus reducing the efficiency of chemical control. The genes responsible for conferring resistance to copper in *P. syringae* are the *copABCD* operon and *copRS*, which are present in a genome island at tRNA-Lys or in a plasmid (FEIL et al., 2005).

Large-scale use of resistant cultivars may lead to the emergence of new pathogen races. For Pst, resistance is conferred by the incomplete dominance of the *Pto* gene, and strains of this bacterium may present a significant difference in virulence between strains and tomato genotypes (KOZIK, 2002; KOZIK; SOBICZEWSKI, 2000). In our study, different Pst and Pc strains and their interaction were not analysed, which justifies the execution of new experiments with new strains, to confirm the results obtained here.

Our results showed that the cultivars IPA 6 and Santa Clara were also susceptible to Pst, the same as the results obtained by Malavolta Júnior et al. (2002). As also observed by Silva Júnior et al. (2009b), tomato cultivars with the *Pto* gene also presented lower AUDPC values for Pc, the same results as obtained for the cultivar Débora *Pto* in our study. The other tomato cultivars used in our study had not yet been evaluated for Pst and Pc resistance, and so far there are no reports of tomato cultivar resistance to Pc in Brazil. However, it is known that some non-commercial genotypes have levels of resistance to this bacterium (SILVA JÚNIOR et al., 2009b), and these may be used in tomato breeding programmes to incorporate Pc resistance genes.

## REFERENCES

- CAMARGO, L. E. A. Controle genético. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. cap. 15, p. 229-238.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 560p.
- FAO. FAOSTAT. **Statistical database**. Roma. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 05 jul. 2019.
- FEIL, H. et al. Comparison of the complete genome sequences of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* B728a and pv. *tomato* DC3000. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v.

INOUE-NAGATA, A. K. et al. Doenças do Tomateiro. In: AMORIM L.; REZENDE J. A. M.; BERGAMIM FILHO A.; CAMARGO L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. v. 2, cap. 70, p. 697-731.

JEGER, M. J.; VILJANEN-ROLLINSON, S. L. H. The use of the area under the disease-progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v. 102, n. 1, p. 32-40, 2001.

JONES, J. B. et al. **Compendium of Tomato Diseases and Pests**. 2. ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 2016. 168p.

KOZIK, E. U. Studies on resistance to bacterial speck (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) in tomato cv. Ontario 7710. **Plant Breeding**, Berlin, v. 121, n. 6, p. 526-530, 2002.

KOZIK, E. U.; SOBICZEWSKI, P. Response of tomato genotypes to bacterial speck (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*). **Acta Physiologiae Plantarum**, Heidelberg, v. 22, n. 3, p. 243-246, 2000.

KRAUSE, R. et al. Avaliação de genótipos de tomateiro à mancha bacteriana pequena do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 27, n. 1, p. 60-62, 2001.

LIMA, H. E. et al. Reação em campo à murcha bacteriana de cultivares de tomate em Roraima. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 227-231, 2010.

LOBO, V. L. S.; LOPES, C. A.; GIORDANO, L. B. Componentes da resistência à mancha-bacteriana e crescimento de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, raça T2, em genótipos de tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília v. 30, n. 1, p. 17-20, 2005.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 151p.

MALAVOLTA JÚNIOR, V. A. et al. Caracterização de *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* em tomateiro no Brasil e reação de cultivares/genótipos de tomateiro a esse patovar e ao patovar tomato. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n.1, p. 63-66, 2002.

PAULA WILKIE, J.; DYE, D. W. *Pseudomonas cichorii* causing tomato and celery diseases in New Zealand. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Singapura, v.17, n. 2, p. 123-130,1974.

PÉREZ, R. L. El tomate, nuevo hospedante de *Pseudomonas cichorii* en Cuba. **Proteccion de Plantas**, Havana, v. 7, n. 2, p. 27-35, 1984.

PILOWSKY, M.; ZUTRA, D. Reaction of different tomato genotypes to the bacterial speck pathogen (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*). **Phytoparasitica**, Dordrecht, v. 14, n. 1, p. 39-42, 1986.

SHENGE, K. C.; MABAGA, R. B.; MORTENSEN, C. N. Evaluation of locally available tomato varieties and introductions for resistance to bacterial speck and bacterial spot diseases in Tanzania. **Journal of Plant Protection Research**, Poznan, v. 47, n. 2, p. 103-111, 2007.

SILVA JÚNIOR, T. A. . et al. Ocorrência de *Pseudomonas cichorii* em tomateiro no Estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 2, p. 285-290, 2009a.

SILVA JÚNIOR, T. A. F. et al. Gama de hospedeiros e reação de genótipos de tomateiro a *Pseudomonas cichorii*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, p. 127-131, 2009b.

## 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> de bagaço de coco e 60 g kg<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, respectivamente) foram os que apresentaram maior eficiência (73,3%) no controle de fusariose (Tabela 1), favorecendo a supressividade.

<b>Leguminosas</b>	<b>Concentração (g/kg solo)</b>	<b>Severidade (nota)</b>	<b>Índice de doenças (%)</b>	<b>Percentual de controle (%)</b>
Feijão guandu	20	2,00 b <sup>1</sup>	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.

<sup>1</sup>Letras 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<sup>-1</sup> de crotalária + CF e 80 kg ha<sup>-1</sup> 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 m<sup>2</sup>) 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<sup>-1</sup>, 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 ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ) 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.

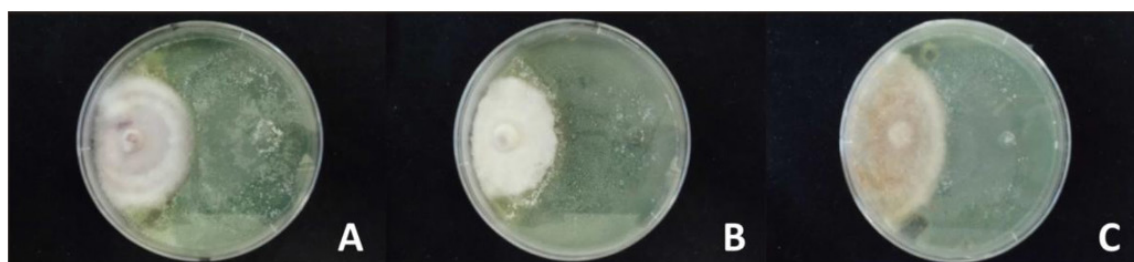


Figura 3. *Trichoderma* sp. “VC 1” isolados de vermicomposto de cama de frango na inibição do crescimento de *F. oxysporum* (A), *F. subglutinans* (B) e *Rhizoctonia* sp. (C). Fonte: Barocio-Ceja et al. (2013).



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<sup>-1</sup> 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).

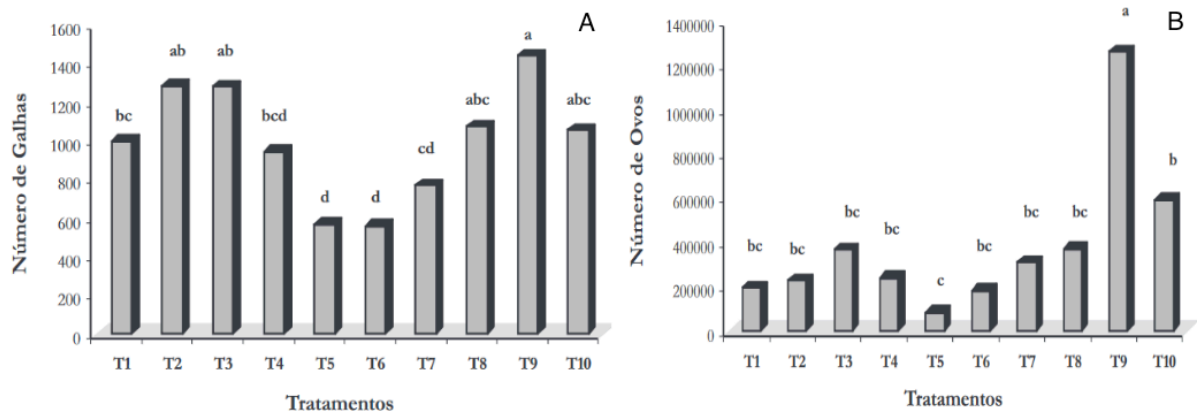


Figura 5. Número de galhas (A) e ovos (B) de *M. javanica* em raízes de tomateiro cultivado em solo submetido a diferentes tratamentos. Letras não diferem entre si pelo teste de Duncan (5%).  
Fonte: Adaptado de Neves et al. (2007).

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).

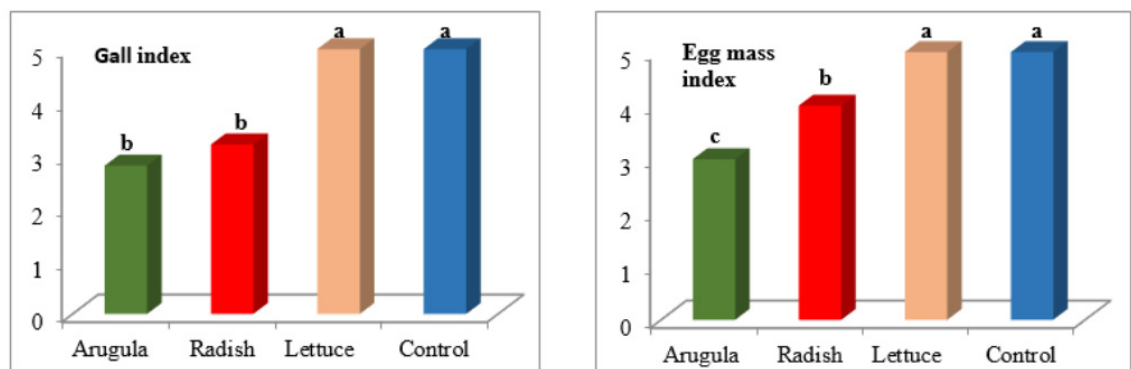


Figura 6. Índice de gall (A) e massa de ovos (B) em plantas de tomate infectadas com *Meloidogyne arenaria* sob cultivo de rúcula – arugula (*Eruca sativa*), rabanete – radish (*Raphanus sativus*) e alface – lettuce (*Lactuca sativa*). Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Fonte: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

## INCIDÊNCIA DE FUNGOS ASSOCIADOS A SEMENTES DE *Amaranthus cruentus* BRS ALEGRIA NA COLHEITA E SECAGEM AO SOL

Data de aceite: 11/03/2020

Data de submissão: 03/12/2019

### **Patrícia Monique Crivelari da Costa**

Universidade Federal de Mato Grosso –  
Faculdade de Agronomia e Zootecnia

Cuiabá – MT, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/3305701685187767>

### **Aloisio Bianchini**

Universidade Federal de Mato Grosso –  
Departamento de Solos e Engenharia Rural

Cuiabá – MT, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/3623784238232308>

### **Patrícia Helena de Azevedo**

Universidade Federal de Mato Grosso –  
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade

Cuiabá – MT, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/0026836907523711>

### **Leimi Kobayasti**

Universidade Federal de Mato Grosso –  
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade

Cuiabá – MT, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/3980921888915874>

### **Ana Lucia da Silva**

Universidade de Cuiabá – Faculdade de Ciências  
Biológicas

Cuiabá – MT, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8602683253442513>

### **Sharmely Hilaes Vargas**

Universidad Earth – Departamento de Agronomía

San José, Costa Rica

<http://lattes.cnpq.br/0209990601833550>

### **Hipolito Murga Orrillo**

Universidad Nacional de Cajamarca – Facultad  
de Agronomía

Cajamarca, Peru

<http://lattes.cnpq.br/3551838909101302>

### **Pedro Silvério Xavier Pereira**

Universidade Federal de Mato Grosso –  
Faculdade de Agronomia e Zootecnia

Cuiabá – MT, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/0705112514498964>

### **Dryelle Sifuentes Pallaoro**

Universidade Federal de Mato Grosso –  
Faculdade de Agronomia e Zootecnia

Cuiabá – MT, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/4681535784920987>

### **Arielly Lima Padilha**

Universidade Federal de Mato Grosso –  
Faculdade de Agronomia e Zootecnia

Cuiabá – MT, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7357033019928816>

### **Guilherme Machado Meirelles**

Universidade Federal de Mato Grosso –  
Faculdade de Agronomia e Zootecnia

Cuiabá – MT, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/5495326444710039>

### **Theodomiro Garcia Neto**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Filho – Faculdade de Ciências agrônômicas

Botucatu – SP, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/2771060150860041>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a incidência de fungos associados a sementes de *Amaranthus cruentus* BRS Alegria na colheita e secagem ao sol. As sementes produzidas em Santo Antônio do Leverger, MT, foram colhidas manualmente, com 20% de teor de água e foram colocadas para secar a pleno sol até atingirem 10% de teor de água. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos (colheita e secagem ao sol) e quatro repetições, sendo cada repetição uma caixa tipo gerbox com 50 sementes, distribuídas sobre substrato de papel filtro umedecido com água destilada esterilizada (*blotter test*). Estas caixas foram incubadas à 25°C por cinco dias. A avaliação foi feita por meio da identificação dos fungos, baseada em literatura especializada. Na colheita foram identificados os gêneros de fungos: *Alternaria* (7,5%), *Aspergillus* (5,5%), *Bipolaris* (6,5%), *Cladosporium* (5,0%), *Curvularia* (6,0%), *Fusarium* (9,5%), *Macrophomina* (0,5%), *Nigrospora* (0,5%) e *Penicillium* (15,0%). Já após a secagem foram encontrados nas sementes os gêneros: *Alternaria* (9,0%), *Aspergillus* (2,0%), *Bipolaris* (2,5%), *Cladosporium* (50,0%), *Curvularia* (4,5%), *Fusarium* (2,0%), *Nigrospora* (0,5%) e *Penicillium* (9,5%). Observou-se que houve redução de alguns fungos como *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Curvularia*, *Fusarium* e *Penicillium* em 64%, 62%, 25%, 79% e 37%, respectivamente. Não foi observada a presença de *Macrophomina* nas sementes pós-secagem e a incidência de *Nigrospora* se manteve. Observou-se um acréscimo na incidência dos fungos *Alternaria* e *Cladosporium*. Há uma preocupação sobre o aumento considerável do gênero *Cladosporium*, uma vez que este fungo, em algumas situações, diminui consideravelmente a germinação em sementes.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Blotter test*; sanidade de sementes; teor de água

#### INCIDENCE OF *Fungi* ASSOCIATED WITH *Amaranthus cruentus* BRS ALEGRIA SEEDS ON HARVESTING AND SUN DRYING

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the incidence of fungi associated with seeds of *Amaranthus cruentus* BRS Alegria at harvest and drying in the sun. The seeds produced in Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso State, were harvested manually, with 20% of water content and were placed to dry in full sun until reaching 10% of water content. The experimental design was completely randomized, with two treatments (harvest and drying in the sun) and four replications. Each repetition was a gerbox box with 50 seeds, distributed on a paper substrate moistened with sterile distilled water (*blotter test*). These boxes were incubated at 25 °C for five days. The evaluation was made through the identification of the fungi, based on specialized literature. At harvest were identified the genera of fungi: *Alternaria* (7.5%), *Aspergillus* (5.5%), *Bipolaris* (6.5%), *Cladosporium* (5.0%), *Curvularia* (6.0%), *Fusarium* (9.5%), *Macrophomina* (0.5%), *Nigrospora* (0.5%) and *Penicillium* (15.0%). After drying the seeds were found in the genera: *Alternaria* (9.0%), *Aspergillus* (2.0%), *Bipolaris* (2.5%), *Cladosporium* (50.0%), *Curvularia* (4.5%), *Fusarium* (2.0%), *Nigrospora* (0.5%) and *Penicillium* (9.5%). Some fungi such as *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Curvularia*, *Fusarium* and *Penicillium* were reduced by 64%, 62%, 25%, 79% and 37%, respectively. *Macrophomina* was not observed in the seeds after drying and the incidence of *Nigrospora* remained.

There was an increase in the incidence of *Alternaria* and *Cladosporium* fungi. There is concern about the considerable increase in the genus *Cladosporium*, as this fungus, in some situations, considerably reduces seed germination.

**KEYWORDS:** Blotter test; seed health; water content

## 1 | INTRODUÇÃO

Em pequena escala, os grãos de amaranto são secos naturalmente através da exposição ao ar ambiente (ABALONE et al., 2006; RONOHO et al., 2009) que, quando bem manejados, a secagem ao ar natural são os que mais contribuem para a manutenção das qualidades originais dos grãos e os mais adequados para secagem de sementes (AFONSO et al., 2008; OLIVA, 2010), além de serem os meios mais simples e baratos para o produtor, e, ainda, contam com a vantagem dos raios solares terem ação germicida e não serem poluentes (CORRÊA et al., 2008).

O amaranto (*Amaranthus cruentus*) é uma planta alimentícia não convencional (PANC) que vem crescendo no Brasil, por suas características nutricionais e funcionais (KINUPP, 2007; FAO, 2012; FONSECA et al., 2018). Rico em proteínas, comparado a maioria dos cereais cultivados, e de alto valor biológico, com perfil de aminoácidos balanceado, próximo ao ideal para o consumo humano, tendo alto teor de lisina, metionina e aminoácidos sulfurados, limitantes em outros cereais e leguminosas (MARCÍLIO, 2003; ASCHERI, 2004; MARTIROSYAN et al., 2007; KALINOVA; DADAKOVA, 2009; RAY; ROY, 2009). As sementes são ricas em fibras, vitaminas A e C e minerais, como cálcio, ferro, magnésio e fósforo (KIM et al., 2006; MATHIEU; MEISSA, 2007; PANDEY; SINGH, 2010; PIEROTTI, 2013). Compostos fenólicos presentes nas sementes apresentam efeitos antioxidantes, hipocolesterolêmicas, hipolipemiantes, anti-hipertensivos, antidiabéticos, antitrombótica, hiper-homocisteinemia dentre outros (QUEIROZ et al., 2009; CHON et al., 2009; HERNÁNDEZ-LEDESMA, 2009; MALDONADO-CERVANTES, 2010; VELARDE-SALCEDO et al., 2012).

Recentemente, verificou-se que as sementes de amaranto são ricas em vários fitonutrientes que podem desempenhar um papel importante na inibição de radicais livres e reações de cadeia oxidativa nos tecidos e membranas (NSIMBA et al., 2008). Alguns peptídeos antifúngicos foram identificados em sementes de *Amaranthus* spp.. Eles mostraram atividade de defesa contra fungos patogênicos (LYAPKOVA et al., 2001). Ainda, estudos relatam que as sementes de amaranto não formam um bom substrato para fungos toxigênicos, o que faz deste um produto pouco suscetível à contaminação, ao contrário do que ocorre com os cereais e as leguminosas (BRESLER et al. 1998; AMAYA-FARFAN et al., 2005; RIZELLO et al., 2009). A BRS Alegria é uma cultivar nacional muito estudada, mas sem relatos sobre

a micoflora nas sementes. Diante desse cenário, objetivou-se avaliar a incidência de fungos associados a sementes de *Amaranthus cruentus* BRS Alegria na colheita e após secagem ao sol.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes de *Amaranthus cruentus* BRS Alegria oriundas de plantas cultivadas entre 9 de julho e 27 de setembro de 2018 na Fazenda Experimental da UFMT, em Santo Antônio do Leverger, coordenadas geográficas 15°50'48" S e 56°03'52" W, altitude média de 140 m, clima tropical (Aw), segundo a classificação de Köppen. A colheita foi realizada manualmente em 27 de setembro de 2018. As panículas foram trilhadas manualmente com peneiras de malha 0,75 mm.

Em seguida foram retiradas amostras para determinação da umidade, a qual foi realizada pelo método de estufa à 105±3°C por 24 horas, conforme o Manual de Regras para a Análise de Sementes (BRASIL, 2009a). Também foram retiradas amostras para o teste de sanidade.

A secagem foi realizada com massa de sementes estáticas, com espessura da massa média de 25±2 mm, sobre peneiras de aço inox, com 200 mm de diâmetro e de malha inferior a um milímetro (menores que as sementes), para que permitisse a passagem de ar por entre a massa de sementes, realizada com incidência direta da radiação solar. As sementes foram mantidas sob secagem até atingirem teor médio de água de 10%.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos (colheita e secagem ao sol) e quatro repetições, sendo cada repetição uma caixa tipo gerbox com 50 sementes, distribuídas sobre substrato de papel umedecido com água destilada esterilizada. As caixas foram incubadas à 25 °C por cinco dias conforme Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009b).

As avaliações da sanidade das sementes foram realizadas sete dias após incubação, realizado pelo método do papel de filtro (*blotter test*). As sementes foram analisadas individualmente para a quantificação dos fungos, com auxílio de microscópios estereoscópio e biológico. As características e estruturas morfologias dos fungos foram comparadas com literatura especializada (BARNETT; HUNTER, 1972) para identificação dos mesmos.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta incidência de fungos associados às sementes de *Amaranthus cruentus* BRS Alegria na colheita e secagem e também, após a secagem ao sol.

Na colheita foram identificados os gêneros de fungos: *Alternaria sp.*, *Aspergillus*

*sp.*, *Bipolaris sp.*, *Cladosporium sp.*, *Curvularia sp.*, *Fusarium sp.*, *Macrophomina sp.*, *Nigrospora sp.* e *Penicillium sp.*. Após a secagem foram encontrados nas sementes os mesmos fungos em diferentes graus de incidência, com exceção de *Macrophomina sp.* os quais não foram observados após a secagem.

Observou-se que houve redução de alguns fungos como *Aspergillus sp.*, *Bipolaris sp.*, *Curvularia sp.*, *Fusarium sp.* e *Penicillium sp.* em 64%, 62%, 25%, 79% e 37%, respectivamente e a incidência de *Nigrospora sp.* se manteve (Tabela 1).

Observou-se um aumento na incidência dos fungos *Alternaria sp.* e *Cladosporium sp.*. Há uma preocupação sobre o aumento considerável do gênero *Cladosporium sp.*, uma vez que este fungo, em algumas situações, diminui consideravelmente a germinação em sementes.

Fungos (%)	Colheita	Secagem	Diferença
<i>Alternaria sp.</i>	7,50	9,00	20,00
<i>Aspergillus sp.</i>	5,50	2,00	-63,64
<i>Bipolaris sp.</i>	6,50	2,50	-61,54
<i>Cladosporium sp.</i>	5,00	50,00	900,00
<i>Curvularia sp.</i>	6,00	4,50	-25,00
<i>Fusarium sp.</i>	9,50	2,00	-78,95
<i>Macrophomina sp.</i>	0,50	0,00	-100,00
<i>Nigrospora sp.</i>	0,50	0,50	0,00
<i>Penicillium sp.</i>	15,00	9,50	-36,67
<b>Total de incidência</b>	56,00	80,00	42,86

Tabela 1. Incidência de fungos associados às sementes de *Amaranthus cruentus* BRS Alegria na colheita e na secagem ao sol.

Os fungos *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* e *Fusarium sp.*, são comumente relatados como produtores de toxinas (ABDEL-MALLEK et al., 1993), e, apesar de estes serem reduzidos após secagem ao sol, sua presença é preocupante.

Segundo Bresler et al. (1995) a micoflora de *Amaranthus cruentus* na Argentina é dominada por gêneros de fungos que incluem espécies capazes de produzir micotoxinas, como o *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.* e *Alternaria sp.*, sendo estes os predominantes nas sementes. Os autores aconselham tomar cuidado para evitar o crescimento de fungos, principalmente durante o armazenamento prolongado de amaranto. Todas as espécies isoladas de *Fusarium* foram relatadas como toxigênicas (NELSON et al., 1983), o que indica um risco potencial em sementes de amaranto devido à presença deste fungo.

Em contrapartida, foram encontrados *peptídeos* (Ac-AMPs e Ar-AMPs) nas sementes de *Amaranthus spp.* capazes de inibir crescimento fúngico (LYAPKOVA et al., 2001; LIPKIN et al., 2005; RIZELLO et al., 2009). Em *Amaranthus retroflexus*, um *peptídeo isolado* (Ar-AMP) da semente inibiu o crescimento de *Fusarium culmorum*,

*Helinthosporum sativum*, *Alternaria consortiale* e *Botrytis cinerea* (Lipkin et al., 2005). Em produtos de panificação, o extrato solúvel de sementes de *Amaranthus spp.* inibiu crescimento de várias espécies de *Aspergillus* e *Penicillium* (RIZELLO et al., 2009).

*Peptídeos Ac-AMP1 e Ac-AMP2* de sementes de *Amaranthus caudatus* foram capazes de inibir potentemente seis fungos patógenos (*Alternaria brassicola*, *Ascochyta pisi*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium culmorum* e *Verticillium dahliae*) e um fungo saprófito (*Trichoderma hamatum*); Além disso, os efeitos antifúngicos dos Ac-AMPs não foram afetados por tratamentos térmicos a até 100 °C por 10 min, nem pela exposição a condições de pH extremos (2 à 11) (Broekaert et al. 1992).

Além destes, *Cladosporium sp.* e *Curvularia sp.* também foram encontrados em sementes de *Amaranthus cruentus* (BRESLER et al., 1995). Além da perda de vigor, certas espécies de fungos, como *Cladosporium cladosporioides*, são passíveis de causar manchas no tegumento, resultando em aspecto indesejável, e provocam a depreciação dos lotes (NEERGAARD, 1980).

Maiores estudo relacionados a sementes de amaranto, principalmente da cultivar BRS Alegria, são poucos encontrados na literatura e carecem de mais pesquisas.

## 4 | CONCLUSÕES

Foram encontrados associados às sementes de *Amaranthus cruentus* BRS Alegria os fungos: *Alternaria sp.*, *Aspergillus sp.*, *Bipolaris sp.*, *Cladosporium sp.*, *Curvularia sp.*, *Fusarium sp.*, *Macrophomina sp.*, *Nigrospora sp.* e *Penicillium sp.*

Houve redução dos fungos *Aspergillus sp.*, *Bipolaris sp.*, *Curvularia sp.*, *Fusarium sp.* e *Penicillium sp.* após a secagem das sementes ao sol e aumento considerável de *Cladosporium sp.* após o mesmo tratamento.

## REFERÊNCIAS

ABALONE, R.; GASTÓN, A.; CASSINERA, A.; LARA, M. A. Thin layer drying of amaranth seeds. **Biosystems Engineering**, v. 93, n. 2, p. 179–188, 2006.

ABDEL-MALLEK, A. Y.; EL-MARAGHY, S. S. M.; HASAN, H. A. H. Mycotoxin-producing potential of some *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium* isolates found on corn grains and sunflower seeds in Egypt. **Journal of Islamic Academy of Sciences**, v. 6, n. 3, p. 189-192, 1993.

AFONSO, A. D. L.; DONZELLES, S. M. L.; SILVA, J. S. Secagem e secadores. In: SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda fácil, 2008. cap. 5, p. 108-138.

AMAYA-FARFAN, J.; MARCÍLIO, R.; SPEHAR, C. R. Deveria o Brasil investir em novos grãos para a sua alimentação? A proposta do amaranto (*Amaranthus sp.*). **Segurança alimentar e nutricional. Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 12, n. 1, p. 47-56, 2005.

ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P.; SPEHAR, C. R. **A extrusão do amaranto no**



**desenvolvimento de produtos: caracterização físico-química.** Rio de Janeiro ed. [s.l.] EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, 2004. p. 31

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi.** 3rd ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company, p. 241, 1972.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009a. 395 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes.** Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009b. 200 p.

BRESLER, G.; BRIZZIO, S. B.; VAAMONDE, G. Mycotoxin-producing potential of fungi isolated from amaranth seeds in Argentina. **International Journal of Food Microbiology**, v. 25, p. 101-108, 1995.

BRESLER, G.; VAAMONDE, G.; DEGROSSI, C.; PINTO, V. F. Amaranth grain as substrate for aflatoxin and zearalenone production at different water activity levels. **International Journal of Food Microbiology**, v.42, n.1-2, p.57-61, 1998.

BROEKAERT, W. F.; MARIEN, W.; TERRAS, F. R. G.; DE BOLLE, M. F. C.; PROOST, P.; VAN DAMME, J.; DILLEN, L.; CLAEYS, M.; REES, S. B.; VANDERLEYDEN, J.; CAMMUE, B. P. A. Antimicrobial peptides from *Amaranthus caudatus* seeds with sequence homology to the cysteine/ glycine-rich domain of chitin-binding proteins. **Biochemistry**, v. 31, n. 17, p. 4308-4314, 1992.

CHON, S. U.; HEO, B. G.; PARK, Y. S.; KIM, D. K.; GORINSTEIN, S. Total phenolics level, antioxidant activities and cytotoxicity of young sprouts of some Traditional Korean salad plants. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 64, n. 1, p. 25-31, 2009.

CORRÊA, P. C.; DONZELLES, S. M. L.; SILVA, J. S. Secagem de grãos com energia solar. In: SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas.** Viçosa: Aprenda fácil, cap. 7, p. 171-189, 2008.

FONSECA, C.; LOVATTO, P.; SCHIEDECK, G.; HELLWIG, L.; GUEDES, A. F. A importância das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCS) para a sustentabilidade dos sistemas de produção de base ecológica. In: Cadernos de Agroecologia. **Anais...** Brasília, DF, v. 13, n. 1, Jul. 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Sustainable Diets and Biodiversity Directions and Solutions for Policy, Research and Action.** FAO, 2012.

HERNÁNDEZ-LEDESMA, B.; HSIEH, C. C.; LUMEN, B. O. Lunasin, a novel seed peptide for cancer prevention. **Peptides**, v. 30, n. 2, p. 426-430, 2009.

KALINOVA, J.; DADAKOVA, E. Rutin and total quercetin content in amaranth (*Amaranthus* spp.). **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 1, n. 68-74, 2009.

KIM, H. K.; KIM, M. J.; SHIN, D. H. Improvement of lipid profile by amaranth (*Amaranthus esculantus*) supplementation in streptozotocin-induced Diabetic Rats. **Nutrition & Metabolism**, v. 50, n. 3, p. 277-281, 2006.

KINUPP, V. F. **Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. 562 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

LYAPKOVA, N. S.; LOSKUTOVA, N. A.; MAISURYAN, A. N.; MAZIN, V. V.; KORABLEVA, N. P.; PLATONOVA, T. A.; LADYZHENSKAYA, E. P.; EVSYUNINA, A. S. Transformed potato plants carrying the gene of the antifungal peptide of *Amaranthus caudatus*. **Applied Biochemistry and Microbiology**, v. 37, p. 301-305, 2001.

LIPKIN, A.; ANISIMOVA, V.; NIKONOROVA, A.; BABAKOV, A.; KRAUSE, E.; BIENERT, M.; GRISHIN, E.; EGOROV, T. An antimicrobial peptide Ar-AMP from amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.) seeds. **Phytochemistry**, v. 66, p. 2426–2431, 2005.

MALDONADO-CERVANTES, E. Amaranth lunasin-like peptide internalizes into the cell nucleus and inhibits chemical carcinogen-induced transformation of NIH-3T3 cells. **Peptides** 2, v. 31, n. 9, p. 1635-1642, 2010.

MARCÍLIO, R. Fracionamento do grão de *Amaranthus cruentus* brasileiro por moagem e suas características composicionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 511-516, 2003.

MARTIROSYAN, D. M. Amaranth oil application for coronary heart disease and hypertension. **Lipids in Health and Disease**, v. 6, 2007.

MATHIEU, G.; MEISSA, D. Traditional leafy vegetables in Senegal diversity: diversity and medical uses. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, v. 4, n. 4, p. 469–475, 2007.

NEERGAARD, P. **A review on quarantine for seed**. Copenhagen: CNAS, 1980.

NELSON, P. E.; TOUSSOUN, T. A.; MARASAS, W. F. O. **Fusarium species**. An Illustrated Manual for Identification. Pennsylvania State University Press, University Park, PA, 1983.

NSIMBA, R. Y.; KIKUZAKI, H.; KONISHI, Y. Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. **Food Chemistry**, v. 106, p. 760–766, 2008.

OLIVA, A. C. E. **Qualidade das Sementes de Crambe Submetidas a Métodos de Secagem e Períodos de Armazenamento**. 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu-SP, 2010.

PANDEY, R. M.; SINGH, R. Genetic studies for biochemical and quantitative characters in grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.). **Plant Omics**, v. 3, n. 4, p. 129-134, 2010.

PIEROTTI, S. M. **Amaranto - Análises físico-químicas e funcionais - comparação com dados presentes na literatura**. 2013. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2013.

QUEIROZ, Y. S. Efeito do processamento na atividade antioxidante do grão de amaranto (*Amaranthus cruentus* L. BRS-Alegria). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 59, n. 4, 2009.

RAY, T.; ROY, S. C. Genetic diversity of *Amaranthus* species from the Indo-Gangetic plains revealed by RAPD analysis leading to the development of ecotype-specific SCAR marker. **Journal of Heredity**, v. 100, n. 3, p. 338-347, 2009.

RIZZELLO, C. G.; CODA, R.; ANGELIS, M.; CAGNO, R. D.; CARNEVALI, P.; GOBBETTI, M. Long-term fungal inhibitory activity of water-soluble extract from *Amaranthus* spp. seeds during storage of gluten-free and wheat flour breads. **International Journal of Food Microbiology**, v. 131, p. 189–196, 2009.

RONOH, E. K.; KANALI, C. L.; MAILUTHA, J. T.; SHITANDA, D. Modeling thin layer drying of amaranth seeds under open sun and natural convection solar tent dryer. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript 1420, v. 6, November, 2009.

VELARDE-SALCEDO, A. J.; BARRERA-PACHECO, A.; LARA-GONZÁLEZ, S.; MONTERO-MORÁN, G. M.; DÍAZ-GOIS, A.; GONZÁLEZ DE MEJIA, E.; BARBA DE LA ROSA, A. P. In vitro inhibition of dipeptidyl peptidase IV by peptides derived from the hydrolysis of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) proteins. **Food Chemistry**, v

## AGREGAÇÃO DO SOLO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA E PECUÁRIA NO CERRADO

*Data de aceite: 11/03/2020*

### **Risely Ferraz-Almeida**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 8591184572732323

### **Fernanda Pereira Martins**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 6428064112182072

### **Mariana Velasque Borges**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 6810892535350030

### **Cinara Xavier de Almeida**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 8464123724375244

### **Renato Ribeiro Passos**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 3882320619443256

### **Elias Nascentes Borges**

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,  
Campus Uberlândia

ID Lattes: 8591184572732323

**RESUMO:** Modernas técnicas de cultivo com mecanização e uso intenso dos solos têm promovido mudanças nos atributos físicos do

solo, interferindo no equilíbrio dos recursos naturais, além de diminuir a produção das culturas agrícolas. A compreensão e quantificação do impacto dos sistemas de preparo do solo na qualidade física de um solo assumem importância na avaliação do grau de degradação do solo e na identificação de práticas de uso sustentáveis. Com a hipótese que sistemas com uma maior diversidade de espécies promovem uma melhoria na qualidade física de um solo; o objetivo deste estudo foi verificar o efeito de cinco sistemas de cultivos do solo na agregação do solo, em duas profundidades (0-25 cm e 25-50 cm), localizados em Minas Gerais, tendo como referência um solo coberto com cerrado natural. Os sistemas de uso avaliados foram: Cerrado natural, Eucalipto, Integração Lavoura-Pecuária, Pinus com pastejo bovino, e Soja convencional. Resultados mostraram que a agregação foi influenciada pelo tipo de uso até a profundidade de 50 cm. O uso do solo com Eucalipto e Cerrado apresenta maior percentual de agregação do solo. O intenso uso do solo decresce a agregação, o diâmetro médio geométrico e ponderado. A argila dispersa em água não foi influenciada pelos tipos de uso de manejo do solo. Diante os nossos resultados, nós concluímos que usos dos solos que promovem o acúmulo da matéria orgânica no solo promove diretamente a qualidade física com a formação de agregados mais estáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Física do solo; agricultura; técnicas de cultivo.

## INTRODUÇÃO

A manutenção e melhoria da qualidade do solo são fatores-chave para a estabilidade, sustentabilidade e produtividade de ecossistemas naturais e agroecossistemas. O Cerrado, segundo maior bioma brasileiro, equivale a aproximadamente 22% do território nacional (Sano et al., 2008). O Latossolo é o principal solo neste bioma (contendo principalmente óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro, e caulinita) com uma microestrutura típica que apresenta alta estabilidade devido à força de adesão entre as partículas.

Modernas técnicas de cultivo com a mecanização intensa e a elevada taxa de uso dos solos têm promovido mudanças no comportamento dos atributos físicos dos solos, como: a agregação, densidade, e porosidade do solo, que influenciam na produção, no equilíbrio dos recursos naturais e na dinâmica da água no sistema (Gomes et al. 2007). Além disso, a agregação do solo é também um dos principais processos responsáveis pela acumulação e seqüestro de carbono em solos (Lal et al., 1997). Dessa forma, os atributos físicos podem ser considerados como indicadores de possíveis restrições ao crescimento radicular das culturas e alterações na atividade e diversidade microbiana no solo (Carneiro et al., 2009; Pereira et al., 2010).

Um agregado é um conjunto de partículas primárias (argila, silte, areia) do solo que aderem umas às outras mais fortemente do que outras partículas circunvizinhas (Kemper & Rosenau, 1986). Em uma fase preliminar, a formação de microagregados (diâmetro inferior a 0,25 mm) está relacionada à interação do material mineral entre si, com compostos orgânicos. Posteriormente, o crescimento de raízes e hifas de fungos, juntamente com resíduos orgânicos estimulam a formação de estruturas mais complexas e diversificadas, como macroagregados estáveis com tamanho superior a 0,25 mm (Salton et al., 2008).

Segundo Castro Filho et al. (1991) a estabilidade de agregados é um fator relevante no controle da erosão hídrica em solos tropicais ácidos. Esses autores, em 1998, observaram que a agregação de solos tropicais ácidos é influenciada pela, (a) capacidade de floculação do solo e natureza dos cátions presentes; (b) química do alumínio em função da faixa de pH do solo; (c) mineralogia do solo; (d) tipos de ácidos orgânicos; (e) interação ou ligação entre partículas de argila, cátions polivalentes e matéria orgânica; (f) e a atividade microbiana e tipos de microrganismos envolvidos.

A magnitude do processo de erosão hídrica do solo depende de uma combinação entre a intensidade da chuva e a permeabilidade do solo. O uso e manejo adequado do solo constituem o principal meio para aumentar a resistência à erosão do solo. Os métodos de preparo do solo, semeadura da cultura e práticas conservacionistas

são componentes de manejo que determinam a resistência do solo à erosão hídrica (Silva Volk e Cogo, 2008). Dentre as práticas de manejo e uso do solo, a rotação de culturas com espécies de sistema radicular vigoroso é uma alternativa para melhorar a qualidade estrutural do solo (Calonego e Rosolem, 2008).

Sistemas de manejo que proporcionem o aumento da matéria orgânica do solo podem provocar alterações em seus atributos físicos, favorecendo o crescimento do sistema radicular e a produtividade (Vasconcelos et al., 2010). No entanto, sistemas de manejo e uso inadequado do solo podem promover a degradação da qualidade física do solo, com reflexos negativos no ambiente e na produtividade. Um índice quantitativo de qualidade do solo pode servir como indicador da capacidade de produção sustentável de um solo (Aratani et al., 2009).

Nesse sentido, a compreensão e quantificação do impacto dos sistemas de preparo do solo na qualidade física de um solo assumem importância na avaliação do grau de degradação do solo e na identificação de práticas de uso sustentáveis. Com a hipótese que sistemas com uma maior diversidade de espécies promovem uma melhoria na qualidade física de um solo; o objetivo deste estudo foi verificar o efeito de cinco sistemas de cultivos do solo na agregação do solo, em duas profundidades (0-25 cm e 25-50 cm), localizados em Minas Gerais, tendo como referência um solo coberto com cerrado natural

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização das áreas em estudo**

O experimento foi realizado na Fazenda Floresta do Lobo, Reflorestadora Pinusplam Ltda, localizado na BR 050, Km 93, próximo ao município de Uberlândia/MG (latitude 19° 04' S, longitude 48° 07' W). O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico, de acordo a classificação do solo da Embrapa (2012). A área possui uma altitude média variando entre 830 e 940 m, e clima predominante Aw (Classificação de Köppen) caracterizado como clima tropical chuvoso (clima de savana), megatérmico e com o inverno seco.

Para análise e interpretação dos dados considerou-se o experimento como um delineamento inteiramente casualizado – DIC, com um fatorial 5x2, referente a: 5 tipos distintos de uso do solo (Cerrado; Eucalipto; Integração lavoura-pecuária (ILP); Pinus com pastejo bovino; e Soja Convencional), e duas camadas do solo (C1: 0 – 0,25; e C2: 0,25 - 0,50 m), com 4 repetições.

Uma amostragem do solo foi realizada previamente para a determinação da textura do solo (areia, silte e argila; Embrapa, 2013), valor de pH (H<sub>2</sub>O), e a disponibilidade de nutrientes (fósforo: P; potássio: K<sup>+</sup>; alumínio: Al<sup>+3</sup>; cálcio: Ca<sup>2+</sup>; magnésio: Mg<sup>2+</sup>; Tedesco et al. 1995), Tabela 1.

Variáveis	Cerrado		Eucalipto		ILP		Pinus pastejo		Cultivo Soja	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
AG	736.21	776.81	714.31	750.18	739.17	774.96	735.09	809.77	697.07	785.35
AF	115.10	93.88	121.12	109.06	107.06	103.80	103.36	93.62	113.74	99.85
Argila	73.11	68.55	62.27	63.52	52.74	49.99	56.14	50.23	53.04	49.86
Silte	75.58	60.77	102.30	77.24	101.02	71.25	105.41	46.38	136.15	64.93
GF	60.95	61.98	58.69	63.11	58.61	58.05	65.19	52.63	52.28	67.12
Dp	2.61	2.68	2.67	2.66	2.66	2.71	2.66	2.67	2.63	2.66
pH H <sub>2</sub> O	4.82	4.90	4.71	4.79	5.73	4.76	4.75	4.87	5.8	4.78
P	1.3	0.80	1.40	0.90	21.7	4.7	2.2	0.7	51.6	3.9
K <sup>+</sup>	27.0	17.0	26.0	21.0	82.0	60	30	10	84	76
Al <sup>3+</sup>	0.40	0.30	0.40	0.30	0.0	0.2	0.5	0.3	0.0	0.2
Ca <sup>2+</sup>	0.10	0.10	0.20	0.10	2.2	0.9	0.3	0.1	2.9	0.8
Mg <sup>2+</sup>	*	*	0.10	*	0.5	0.2	0.1	0.1	1.0	0.2
H+Al	5.00	4.30	4.90	4.5	3.40	3.8	4.9	4.0	2.5	3.6

Tabela 1. Caracterização física e química das áreas com Latossolo Vermelho distrófico típico em diferentes usos (Cerrado, Eucalipto, Integração Lavoura Pecuária-ILP, Pinus pastejo e cultivo de soja convencional) avaliado em duas camadas C1 (0-0.25 m) e C2 (0.25-0.5 m) do perfil do solo.

Na tabela: AG: Areia grossa; AF: Areia fina; GF: Grau de floculação; Dp: densidade de partícula; pH (H<sub>2</sub>O): potencial hidrogeniônico avaliando em água; P: disponibilidade de fósforo; K<sup>+</sup>: disponibilidade de potássio; Al<sup>3+</sup>: disponibilidade de alumínio; Ca<sup>2+</sup>: disponibilidade de cálcio; Mg<sup>2+</sup>: disponibilidade de magnésio; H+Al: hidrogênio mais alumínio. A quantidade de areia, silte e argila estão expressos em g kg<sup>-1</sup>; Valores de Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup> e H+Al estão expressos em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; quantidade de P está expresso em mg dm<sup>-3</sup>. A caracterização física e química foi realizada nas camadas de 0.0-0.25 m (C1) e 2.5-0.5 m (C2). \* Disponibilidade de Mg<sup>2+</sup> não detectável.

## HISTÓRICO DAS ÁREAS EM ESTUDO

A área de Cerrado Natural em estudo apresenta características semelhantes a outros experimentos realizados na região de Uberlândia por Almeida et al. (2014), Floresta et al. (2015), e Wendling et al. (2014). O Cerrado é um Bioma, particularmente brasileiro, com uma vegetação predominante de savana (IBGE 2004), e equivale a 35% da área territorial total no Brasil, estimada por Góes Filho e Braga (1991). A área de Cerrado utilizado nesse experimento apresentava um elevado grau de preservação, pois estava devidamente isolada das áreas agrícolas da propriedade, tendo como característica um solo com uma coloração escura, devido o acúmulo da matéria orgânica.

A área com eucalipto apresenta uma coloração do solo escura, semelhante à área com a vegetação nativa do cerrado, pois a mais de 5 anos não realiza nenhum manejo no solo. A vegetação predominante é rasteira com acúmulo de serapilheira. O uso do eucalipto na região do Cerrado é uma atividade florestal que apresenta grande destaque de reflorestamento devido as condições edafoclimáticas e fisiográficas

favoráveis da região (Oliveira et al., 1998).

As áreas com ILP e Pinus apresentavam características semelhantes por apresentarem manejo de animais. O ILP é caracterizado como um sistema diversificado de rotação, consorciação ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural (Embrapa, 2016). A área com Pinus foi implantada há 33 anos e tem pastejo de animais no verão, uma vez que nessa época tem a presença de gramíneas para alimentação dos bovinos. Nas áreas em estudo determinou-se 4 pontos de coleta por uso do solo. A coleta das amostras deformadas e indeformadas foram realizadas na camada superficial 0.0 - 0.25; e 0.25 - 0.50 m.

## VARIÁVEIS ANALISADAS

A agregação do solo foi avaliada com tamanho de agregados retido na peneira de 4 e 2 mm. A metodologia utilizada nessa determinação seguiu a proposta da Embrapa (1997), utilizando-se um aparelho de oscilação vertical, desenvolvido por Yoder (1936). Esse aparelho de oscilação possui dois jogos de peneiras de 13 cm de diâmetro com aberturas de malha de 2,0; 1,0; 0,5 e 0,25 mm, sobrepostas nessa ordem para análise de agregados. Os agregados com diâmetro inferior a 0,25 mm foram obtidos por diferença, em relação à soma dos teores dos agregados anteriormente citados. Posteriormente, determinou-se a massa de agregados em cada classe, calculando o teor de agregados retidos nas classes: 4,0 a 2,0; 2,0 a 1,0; 1,0 a 0,5 e 0,5 a 0,25 mm, seguindo a recomendação da Embrapa (1997).

Com os resultados obtidos na análise de agregação do solo realizou o cálculo de DMP (Diâmetro médio ponderado), seguindo a fórmula proposta por Castro Filho et al. (1998). Com esses mesmos dados, também calculou o DMG (Diâmetro médio Geométrico) de acordo a fórmula recomendada por Schaller & Stockinger (1953).

Com a amostra deformada do solo determinou-se a argila dispersa (ADA), de acordo a metodologia da pipeta volumétrica, recomendada pela Embrapa (2009). Com o resultado do ADA, calculou o grau de flocculação da fração argila (GF), utilizando a equação 1. Na equação 1, GF: é o grau de flocculação (%); a: é a argila total ( $\text{g kg}^{-1}$ ); b: é a argila dispersa em água ( $\text{g kg}^{-1}$ ).

$$GF = ((a-b)/a) * 100$$

Eq. 1

Para a caracterização da porosidade de solo utilizou-se as amostras indeformadas que foram coletadas com anéis volumétrico de Kopeck e amostrador tipo Uland. Após a coleta, as amostras foram envolvidas em tela de tecido e encaminhadas ao laboratório para determinação da densidade do solo ( $D_s$ ),

macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi) e porosidade total (Pt). A porosidade total foi obtida pela diferença entre o peso da amostra após a secagem em estufa e o peso da amostra saturada (Embrapa, 1997; Wendling et al., 2012). Enquanto, a densidade do solo (Ds) foi calculada como a relação entre o peso da amostra seca em estufa e o volume do anel (Embrapa, 1997).

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A variabilidade das variáveis foi previamente avaliada por meio de estatística descritiva, calculando a média, desvio padrão, e valores mínimo e máximo (dados não apresentados). Os resultados das variáveis obtidas foram testados inicialmente usando o teste de normalidade dos resíduos (Teste de Shapiro-Wilk, SPSS Inc., USA) e homogeneidade das variâncias (Teste Bartlett, SPSS Inc., USA). Em seguida as variáveis foram analisadas de acordo com o teste de variância (AVANA), utilizando o Teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), com auxílio do software SISVAR (Ferreira, 2000; Sisvar Inc., Brasil).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do DMG e ponderado DMP apresentaram comportamento variável em relação ao manejo e a profundidade, Figura 1. A utilização dessas duas variáveis é viável, uma vez que são bons indicadores para caracterizarem a agregação e qualidade do solo (Zalamea et al., 2008)

Na camada superficial do solo os valores de DMP foram maiores (1.61 mm), com um acréscimo de 6% em relação a subsuperfície. Resultado oposto foi verificado com o DMG, pois na camada superficial houve um decréscimo de 6%, quando comparado com a camada subsuperficial (Figura 1). Distinção entre os valores de DMG e DMP também foram encontrados por Wendling et al. (2010), Loss et al. (2011) e Fontenele et al. (2009). No solo as camadas superficiais tendem a apresentar maiores valores de DMG e DMP com valores decrescentes devido a presença de matéria orgânica no solo (Luciano et al. 2010). No entanto, esses resultados dependem muito do manejo e uso do solo (Fontenele et al., 2009).

O uso do solo com Cerrado e Eucalipto apresentaram maiores valores de DMG e DMP na camada 0.0-2.5 m com médias, respectivamente de 1.37 e 2.09 (DMG) e 1.66 e 2.08 (DMP). Resultados semelhantes foram obtidos por Wendling et al. (2010), Loss et al. (2011) e Almeida et al. (2014). Entre os sistemas ILP, PP e soja no cultivo convencional não apresentaram diferença significativa notável. Seguindo uma ordem decrescente entre os usos na camada de 0.0-2.5 m: DMG = Eucalipto > Cerrado > PP > Soja convencional > ILP; DMP = Cerrado > Eucalipto > PP > Soja



convencional>ILP (Figura 1).

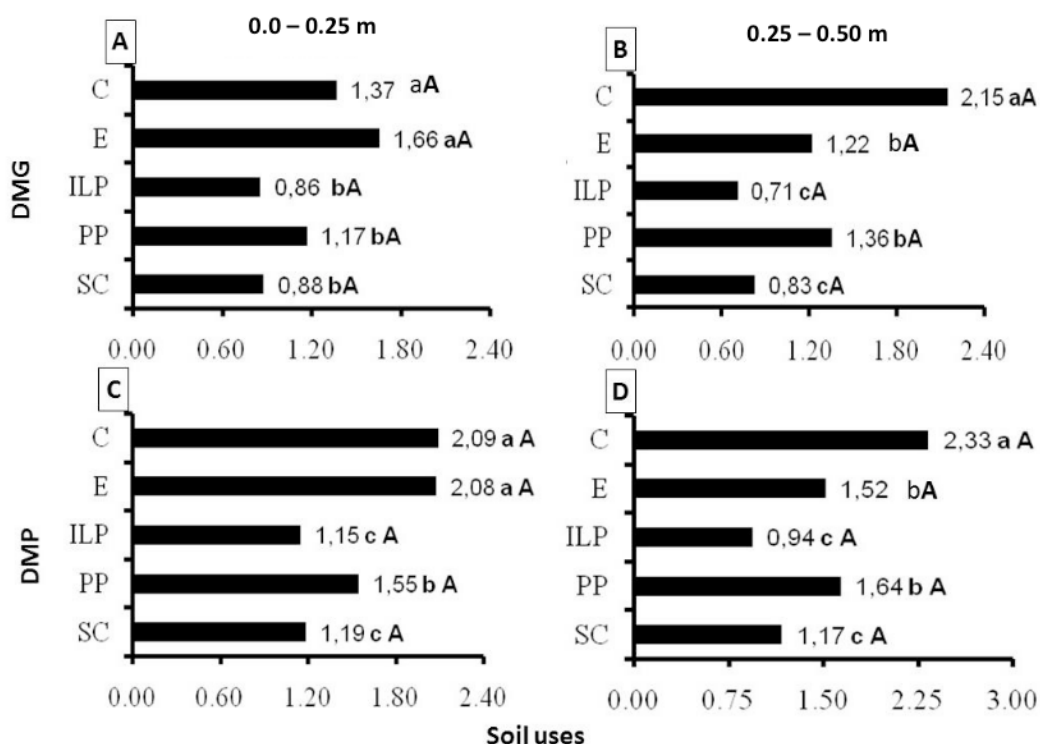


Figura 1. Diâmetro médio geométrico (DMG) e Diâmetro médio ponderado (DMP), em mm, no solos em uso com Cerrado natural (C), Eucalipto (E), Integração lavoura-pecuária (ILP), Pinus com pastejo (PP) e soja convencional (SC), nas camadas de 0-2.5 e 2.5-5.0 m. Na Figura, barras identificadas com letras distintas, minúsculas para manejo e maiúsculas para camada, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 0,05 de significância.

Em subsuperfície, o Cerrado apresentou maiores valores de DMP e DMG e com diferença significativa entre os outros usos. No entanto, dentre os demais usos verificamos que ILP apresentou o menor valor de DMG e DMP, com decréscimo, respectivamente, de 67% e 60% comparado com o Cerrado (Figura 1). Os maiores valores de DMP e DMG no Cerrado deve-se a maior atividade biológica do solo, e alto teor de matéria orgânica (Luciano et al., 2010; Wendling et al., 2010). Além disso, no Cerrado a condição original do solo e ausência da interferência de qualquer forma de cultivo evita a oxidação da matéria orgânica (Loss et al., 2011).

No Cerrado encontra-se a maior diversidade de espécies de plantas nativas com diferente tamanho de raízes e qualidade do material vegetal (relação carbono nitrogênio, celulose, lignina e hemicelulose), promovendo uma diversidade no sistema (Kato et al., 2010). A decomposição de resíduos orgânicos presentes no solo promove a formação de gel e polímeros complexos, que atuam quimicamente com as partículas de argilas silicatadas e óxidos de ferro e alumínio. Estes estimulam a formação de agregados estáveis juntamente com a atividade de bactérias e fungos associados (Silva, 2008).

O conteúdo de matéria orgânica, densidade do solo, grau de flocculação, macro e microporosidade não apresentaram diferença entre os usos com uma média de

geral, respectivamente, 2,72; 1,23; 59,86; 9,11; e 40.858, Tabela 2.

Usos do solo	MO <sup>ns</sup>	Ds <sup>ns</sup>	GF <sup>ns</sup>	Macroporos <sup>ns</sup>	Microporos <sup>ns</sup>
	g kg <sup>-1</sup>	Kg dm <sup>-3</sup>		%	
----- 0.0 – 0.25 m -----					
Cerrado	3,1	1,22	60.95	10,04	40,18
Eucalipto	3,2	1,20	58.69	8,20	41,48
ILP	3,1	1,27	58.61	6,96	42,69
PP	2,9	1,18	65.19	12,65	39,55
SC	3,5	1.31	52.28	4,53	41,88
----- 0.25 – 0.5 m -----					
Cerrado	2,3	1,17	61.98	12,35	38,20
Eucalipto	2,5	1,23	63.11	9,58	41,03
ILP	2,4	1,25	58.05	9,73	41,16
PP	1,8	1,17	52.63	10,70	40,51
SC	2,4	1,31	67.12	6,40	41,90

Tabela 2. Matéria orgânica (MO), densidade do solo (DS), grau de floculação (GF), e macro e microporos do solo em uso com Cerrado (C), Eucalipto (E), Integração lavoura-pecuária (ILP), Pinus pastejo (PP) e Soja convencional (SC) na camada de 0–0.25 e 0.25 – 0.50 m.

Na tabela: as variáveis matéria orgânica (MO) e densidade do solo (Ds) não apresentaram distinção entre os usos do solo (ns).

Resultados de DMP, DMG e matéria orgânica semelhantes entre as áreas em uso com eucalipto e Cerrado deve-se a cobertura vegetal presente na superfície do solo na área com Eucalipto. Além da predominância de gramíneas entre as plantas que proporciona maior atividade e crescimento das raízes que podem ter alcançado profundidade semelhante, quando comparada com o cerrado (Kato et al., 2010). Além disso, nas áreas com Cerrado e Eucalipto não ocorre o intenso revolvimento do solo, pois o esse manejo contribui para a diminuição do tamanho dos agregados do solo (Souza Neto et al., 2008).

O Cerrado e Eucalipto também apresentaram as maiores porcentagem de agregados maiores que 2 mm (Figura 2), com a mesma tendência dos resultados de DMP e DMG (Figura 1), e quantidade de matéria orgânica no solo (Tabela 2). O ILP apresentou a menor porcentagem de agregados maiores que 2 mm, com decréscimo de 74% quando comparado com o Cerrado. Nesse uso também foi possível observar os maiores valores de ADA, com acréscimos de 7,3% comparado com o Cerrado (Figura 2).

A maior presença de agregados maiores que 2 mm no Cerrado deve-se a quantidade e qualidade de matéria orgânica citada anteriormente. Esses resultados corroboram os encontrados por Loss et al. (2011) comparando o uso do solo com Cerrado e Sistema de plantio direto na região de Goiás, Brazil. A maior presença de raízes em usos do solo com condição estabilizada da vegetação promove a maior a concentração de agregados maiores de 2 mm (Six et al., 2004). Com a maior presença de raízes no solo decorre o acréscimo de e hifas de fungos que atua

também no acréscimo de tamanho dos agregados (Denef; Six, 2005). A presença de agregados estáveis melhora a porosidade, e aumenta a infiltração da água no solo, com maior resistência a erosão e promovendo a melhor qualidade do solo (Brandão, 2009; Silva, 2008; Matos et al., 2008).

Em sistemas com integração lavoura pecuária a presença de brachiaria no solo promove a maior agregação do solo (Almeida et al., 2014). Esse resultado deve-se ao efeito de agregação do sistema radicular da braquiária que propõe a formação de agregados mais estáveis em água (Salton et al., 2008). Possivelmente, essa menor agregação no ILP em nosso estudo deve-se a maior movimentação do solo com a utilização de implementos agrícolas promovendo a perda da estrutura original do solo e reduzindo volume de macroporos e com acréscimo dos microporos e densidade (Souza Neto et al., 2008). Em condições inadequadas de umidade quando utilizado, as máquinas agrícolas provoca-se um maior acréscimo na degradação da estrutura do solo e leva-se a compactação subsuperficial, fato que explica o aumento da densidade na área de cultura anual (Cavenage et al., 1999; Oliveira et al., 2003; Souza Neto et al., 2008; Almeida et al., 2009). Loss et al. (2011) também verificou um acréscimo da densidade em diferentes cultivos em sistema de plantio direto com: girassol-soja-milho-algodão, e milho-braquiária-feijão-algodão-soja no Cerrado.

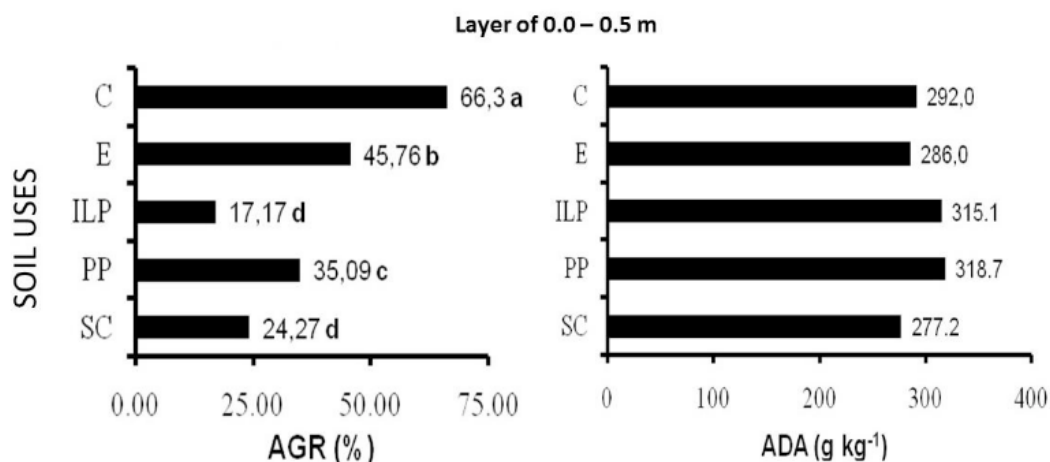


Figura 2. Agregados estáveis no solo maiores que 2 mm (AGR) e Argila dispersa em água (ADA) no solos em uso com Cerrado natural (C), Eucalipto (E), Integração lavoura-pecuária (ILP), Pinus com pastejo (PP) e soja convencional (SC), nas camadas de 0-2.5 e 2.5-5.0 m. Na Figura, barras identificadas com letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 0,05 de significância.

## CONCLUSÕES

A agregação é influenciada pelo tipo de uso até a profundidade de 50 cm. O uso do solo com Eucalipto e Cerrado apresentam maiores percentuais de agregação do solo. O intenso uso do solo decresce a agregação, o diâmetro médio geométrico e o diâmetro médio ponderado. A argila dispersa em água não foi influenciada pelos tipos de uso de manejo do solo. Diante os nossos resultados, nós concluímos que

usos dos solos que promovem o acúmulo da matéria orgânica no solo promove diretamente a qualidade física com a formação de agregados mais estáveis.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. X. de; CENTURION, J. F.; JORGE, R. F.; ANDRIOLI, I.; VIDAL, A. A.; SERAFIM, R. S. Índice de floculação e agregação de um latossolo vermelho sob dois sistemas de colheita da cana-de-açúcar. **Biosc. J.** 25:123-129, 2009.
- ALVARENGA, R.C.; FERNANDES, B.; SILVA, T.C.A.; RESENDE, M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo e de manejo da palhada do milho. **R. Bras. Ci. Solo**, 10:273-277, 1986.
- ARATANI, R. G. FREDDI, O. S. CENTURION, J. F. ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo vermelho acriférico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:677-687, 2009.
- BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **R. Bras. Ci. Solo**, 28:155-163, 2004.
- BRANDÃO, E. D. **Efeito do sistema radicular da *Brachiaria ruzizensis* na formação e estabilidade de agregados de um Nitossolo vermelho**. Universidade Federal da Paraíba, 2009. 61p. (Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- CALONEGO, J. C. ROSOLEM, C. A. Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:1399-1407, 2008.
- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D. de; REIS, E. F. dos; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**. 33:147-157, 2009.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade de agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **R. Bras. Ci. Solo**, 22:527-538. 1998.
- CASTRO FILHO, C.; VIEIRA, M. J.; CASÃO JUNIOR, R. Tillage methods and soil and water conservation in southern Brazil. **Soil Till. Res.** 20:271-283, 1991.
- CAVENAGE, A.; MORAES, M. L. T.; ALVES, M. C.; CARVALHO, M. A. C.; FREITAS, M. L. M.; BUZETTI, S. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-escuro sob diferentes culturas. **R. Bras. Ci. Solo**, 23:997-1003, 1999.
- CORRÊA, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. **Pesq. Agropec. Bras.** 37:203-209, 2002.
- DENEF, K.; ZOTARELLI, L.; BODDEY, R.M.; SIX, J. Microaggregate-associated carbon as a diagnostic fraction for management-induced changes in soil organic carbon in two Oxisols. *Soil Biology and Biochemistry*, v.39, p.1165-1172, 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa do Solo, 2006. 306p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA (2016). Ramon Costa Alvarenga; Miguel Marques Gontijo Neto; José Carlos Cruz. A cultura do milho na Integração Lavoura-Pecuária. Disponível in: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_4\\_168200511157.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_4_168200511157.html)

FERREIRA, D. F. **Análise estatística por meio do SISVAR** (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FONTENELE, W; SALVIANO, A.A.C.; MOUSINHO, F.E.P. Atributos físicos de um Latossolo Amarelo sob sistemas de manejo no Cerrado piauiense. *Revista Ciência Agronômica*, v. 40, n. 2, p. 194-202, abr-jun, 2009

GOMES, N. M.; FARIA, M. A. de; SILVA, A. M. da; MELLO, C. R. de; VIOLA, M. R. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo associados ao uso e ocupação da paisagem. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, 11:427-435, 2007.

GÓES FILHO, L.; BRAGA, R. F. L. A vegetação do Brasil: desmatamento e queimadas. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 53, n. 2, p. 135-141, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Mapa da vegetação do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2004b. Escala 1:5.000.000.

KATO, E.; RAMOS, M. L. G.; VIEIRA, D. F. A.; MEIRA, A. D.; mourão, v. C. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Latossolo vermelho-amarelo do cerrado, sob diferentes Coberturas vegetais. **Biosc. J.** 26:732-738, 2010.

KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.) **Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods**. Madison, WI: Soil Science Society of America, 1986. p. 425-442. (Agronomy Monograph N. 9).

LAL, R.; KIMBLE, J.; FOLLETT, R. F. Pedospheric processes and the carbon cycle. In: LAL, R.; BLUM, W. H.; VALENTINE, C.; STEWART, B. A. (Eds) **Methods for assessment of soil degradation**. Boca Raton: CRC Press, 1997. p. 1-8.

LONGO, R. M.; ESPÍNDOLA, C. R. RIBEIRO, A. I. Modificações na estabilidade de agregados no solo decorrentes da introdução de pastagens em áreas de Cerrado e Floresta Amazônica. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, 3:276-280, 1999.

LOSS, A; PEREIRA, MD; GIÁCOMO, S.G.; PERIN, A.; DOS ANJOS, L.H.C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.46, n.10, p.1269-1276, out. 2011

LUCIANO, R. V.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; KURTZ, C.; FAYAD, J. A. Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num Cambissolo Háplico. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v. 9, n. 1, p. 09-19, 2010.

MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, J. C. C. Estabilidade de agregados e distribuição de carbono e nutrientes em Argissolo sob adubação orgânica e mineral. **Pesq. Agropec. Bras.** 43:1221-1230, 2008.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D. V. S.; CURTI, N. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesq. Agropec. Bras.**38:291-299, 2003.

OLIVEIRA, A. D. et al. Avaliação econômica da vegetação de cerrado. *Revista Cerne*, v. 4, n. 1, p.34-

56, 1998.

PEREIRA, R. G.; SANTOS, M. N. dos; QUEIROGA, F. M. de; LEMOS, M. de; LEITE, G. A. Influência do manejo sobre alguns atributos físicos do solo após cinco anos de cultivo com melão (*Cucumis melo* L.). **R. Verde**, 5:103-108, 2010.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:11-21, 2008.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S. ; FERREIRA, L. G. (2008). Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.** 43:153-156, 2008.

SILVA VOLK, L. B. da. COGO, N. P. Inter-relação biomassa vegetal subterrânea-estabilidade de agregados. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:1713-1722, 2008.

SILVA, A. P. da. **Física do solo** (Apostila). Piracicaba, 2008. Material extraído do livro “The Nature and Properties of Soils” – Nyle C. Brady, Ray R. Weil. – 13a ed. Editora Prentice Hall.

SIX, J.; BOSSUYT, H.; DEGRYZE, S.; DENEFF, K. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research*, v.79, p.7-31, 2004.

SOUZA NETO, J. P.; SOUZA, N. M.; OLIVEIRA, S. R. Estabilidade de agregados em água em solos do cerrado do oeste baiano em função do manejo adotado. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., Anais.. Brasília, DF, 2008.

VASCONCELOS, R. F. B. de. CANTALICE, J. R. B. OLIVEIRA, V. S. de. COSTA, Y. D. J. da. CAVALCANTE, D. M. Estabilidade de agregados de um Latossolo amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **R. Bras. Ci. Solo**, 34:309-316, 2010.

YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses. **J. Am. Soc. Agron.**, 28:337-351, 1936.

ZALAMENA, J. Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do rebordo do Planalto – RS, 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

WENDLING, B.; FREITAS, I. C. V.; OLIVEIRA, R. C.; BABATA, M. M.; BORGES, E. N. Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de Conversão do cerrado em floresta de pinus, pastagem e Plantio direto. *BioscienceJournal*, Uberlândia, v.28, p.256-265, 2012.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Mônica Jasper** - Doutora em Agricultura pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), com graduação e Mestrado (2010) na linha de pesquisa Manejo Fitossanitário. Professora na Universidade Estadual de Ponta Grossa e no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, atuando principalmente nas disciplinas de Entomologia Geral e Aplicada, Manejo de culturas, Morfologia e Fisiologia Vegetal, Fitopatologia Geral e Aplicada, Biologia, Genética e Melhoramento Genético e Biotecnologia.

## 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**