



ISSN: 2316-9281

**ANAIS DA
SEMANA DA BIOLOGIA
DE TANGARÁ DA SERRA
2021/1**

SEBIOTAS



2021/1

ANO INTERNACIONAL DAS FRUTAS E VEGETAIS

ÁREA TEMÁTICA CIÊNCIAS AGRÁRIAS – PARTE 1
Scientific Electronic Archives, vol. 14, p. 16-47, 2021.
(Special Edition)

UNEMAT

Universidade do Estado de Mato Grosso
Campus Universitário Professor Eugênio Stielor
Tangará da Serra



ANAIS DA
SEMANA DA BIOLOGIA DE TANGARÁ DA SERRA
2021/1

SEBI  TAS



2021/1

ANO INTERNACIONAL DAS FRUTAS E VEGETAIS

3ª Edição

Tangará da Serra - Mato Grosso - Brasil
2021

APOIO:



UNEMAT

Universidade do Estado de Mato Grosso
Campus Universitário Professor Eugênio Stieler
Tangará da Serra

© 2021 SEBIOTAS

ISSN 2316-9281 (Scientific Electronic Archives)

ISSN 2675-2042 (Anais da Semana da Biologia de Tangará da Serra – SEBIOTAS)

Direitos desta edição reservados à Semana da Biologia de Tangará da Serra (SEBIOTAS)
É proibida a reprodução desta obra, de toda ou em parte, sob quaisquer formas ou por quaisquer meios, sem a devida citação e referência ao evento.

Coordenação: Prof. Dr. Diones Krinski
Projeto gráfico e capa: Prof. Dr. Diones Krinski
Diagramação: Prof. Dr. Diones Krinski



(Ciências Agrárias)
Parte 1

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Regional de Cáceres.

	KRINSKI, Diones.
K89a	Anais da Semana da Biologia de Tangará da Serra (SEBIOTAS 2021/1) / Diones Krinski – Tangará da Serra, 2021. 461 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim). Artigo Científico – Curso de Graduação Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas, Engenharia e da Saúde, Câmpus de Tangara da Serra, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2021. Coordenador: Diones Krinski 1. Ciências Biológicas. 2. Ciências Agrárias. 3. Ciências da Saúde. 4. Evento Científico. I. Diones Krinski. II. Anais da Semana da Biologia de Tangará da Serra (SEBIOTAS 2021/1):. CDU 57(05) - ISSN 2675-2042

Bibliotecário: Luiz Kenji Umeno Alencar CRB 1/2037

SUMÁRIO

Apresentação.....	v
Áreas Temáticas.....	v
Comissão Organizadora	vi
Comissão Científica.....	vii
Empresas Parceiras.....	vii
Palestrantes.....	viii
Momento Cultural	viii
Normas Gerais Para Trabalhos Científicos.....	ix
Normas Gerais Para O Concurso Fotográfico	x
Expediente.....	xii
RESUMOS APROVADOS: ÁREA TEMÁTICA – CIÊNCIAS AGRÁRIAS	13
Patogenicidade de isolados de <i>Fusarium guttiforme</i> em cultivares de abacaxizeiro	14
Avaliação de diferentes métodos de preservação de <i>Fusarium guttiforme</i>	20
O uso de indutores de resistência na durabilidade pós colheita de <i>Heliconia psittacorum</i> X <i>Spathocircinata</i> Cv. Golden Torch.	26
Desenvolvimento vegetativo de cultivares de abacaxizeiro inoculadas com diferentes isolados de <i>Fusarium guttiforme</i>	32
Perspectivas do uso de actinobactérias entomopatogênicas no desenvolvimento de defensivos agrícolas.....	38
Cultivo de cogumelo comestível (<i>Pleurotus djamor</i>) em diferentes substratos agroindustriais.....	44
ÍNDICE REMESSIVO	50

APRESENTAÇÃO

A terceira edição da Semana da Biologia de Tangará da Serra (SEBIOTAS 2021/1) será realizada no formato remoto (online) no primeiro semestre de 2021, pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra. Trata-se de um evento realizado pelo curso de Ciências Biológicas com o objetivo de promover um ambiente frutífero de intercâmbio de experiências e de conhecimento entre acadêmicos de graduação, pós-graduação, técnicos, professores e pesquisadores, sendo capaz de congrega o ensino, a pesquisa e a extensão. Através deste evento, os estudos na área de Ciências Biológicas e áreas afins, podem ser divulgados, proporcionando um rico momento de interação científica entre estudantes, pesquisadores, professores da educação superior e educação básica, visando o crescimento acadêmico e intelectual dos estudantes de Biologia e demais profissionais.



ÁREAS TEMÁTICAS

Ciências Agrárias

Ciências Biológicas

Ciências da Saúde

COMISSÃO ORGANIZADORA

Presidente:

Prof. Dr. Diones Krinski – UNEMAT/Tangará da Serra

Membros:

Acadêmica Alana Jeniffer Alves dos Santos - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmica Ana Marcela do Nascimento - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmica Bruna Ferreira Lima - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmica Fabiana Lopes Rodrigues - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmica Gabrielle Simon Gosmann - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmica Joyce Milene Arruda De Figueiredo - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmica Taynara de Souza - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmica Vanessa Cardoso Nunes - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmico Aluizian Fernandes Lopes da Silva - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmico Fumio Matoba Júnior - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmico Jefferson Marcelo Arantes da Silva - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmico José Gustavo Ramalho Casagrande - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmico Rhaul Nery Campos - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmico Victor Hugo Magalhães de Amorim - UNEMAT/Tangará da Serra
Acadêmico William Cardoso Nunes - UNEMAT/Tangará da Serra
Dra. Bruna Magda Favetti
Dra. Elizângela Silva de Brito - UFMT/Cuiabá
Prof. Dr. Rogério Benedito da Silva Añez – UNEMAT/Tangará da Serra
Prof. Dr. Waldo Pinheiro Troy – UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Divina Sueide de Godoi – UNEMAT/Tangará da Serra

Apoio Institucional:

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT
Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT
Universidade Federal de Rondonópolis - UFR
Fundação de Apoio ao Ensino Superior Público Estadual – FAESPE

COMISSÃO CIENTÍFICA

Coordenador:

Prof. Dr. Diones Krinski – UNEMAT/Tangará da Serra

Membros:

Dnd. Bruno Felipe Camera - Museu Paraense Emílio Goeldi

Dnd. Erik Nunes Gomes - (Rutgers University/ Nova Jersey, EUA)

Dra. Alessandra Benatto - UFPR/Curitiba

Dra. Bruna Magda Favetti

Dra. Michele Trombin de Souza (UFPeL/Brasil)

Dra. Mireli Trombin de Souza (UFPR/Brasil)

Me. Ana Flávia de Godoy

Prof. Dr. André Franco Cardoso - UNEMAT/Tangará da Serra

Prof. Dr. Diones Krinski – UNEMAT/Tangará da Serra

Prof. Dr. José Roberto Rambo - UNEMAT/Tangará da Serra

Prof. Dr. Leandro Roberto da Cruz - IFSC/São Lourenço do Oeste

Profa. Dra. Alessandra Regina Butnariu - UNEMAT/Tangará da Serra

Profa. Dra. Angélica Massarolli - UNEMAT/Tangará da Serra

Profa. Dra. Ceres Maciel de Miranda - UNEMAT/Tangará da Serra

Profa. Dra. Cristiane Regina do Amaral Duarte - UNEMAT/Tangará da Serra

Profa. Dra. Karine da Silva Peixoto - UNEMAT/Tangará da Serra

Profa. Dra. Ludymilla Barboza da Silva - UNEMAT/Tangará da Serra

Profa. Me. Luana Vieira Coelho Ferreira - UNEMAT/Tangará da Serra

EMPRESAS PARCEIRAS

Express Hambúrgueria

Haline Scorpioni Photography

Kalango Tattoo Studio

Premium Burgers

Rubia Piercer

Scientific Eletronic Archives

SD Prime Licores & Mimos

Sombra Tattoo Studio

PALESTRANTES

Ana Paula Welter - UNEMAT/Tangará da Serra
Dnd. Erik Nunes Gomes - (Rutgers University/ Nova Jersey, EUA)
Dra. Bruna Magda Favetti
Dra. Elizângela Silva de Brito - UFMT/Cuiabá
Dra. Michele Trombin de Souza (UFPeL/Brasil)
Dra. Mireli Trombin de Souza (UFPR/Brasil)
Jorge Aparecido Salomão Junior (Ampara Animal)
Me. Décio Eloi Siebert
Me. Sebastian Ramos - Câmara Municipal de Tangará da Serra
Prof. Dr. José Roberto Rambo - UNEMAT/Tangará da Serra
Prof. Dr. Paulo Takeo Sano - USP/São Paulo
Prof. Dr. Waldo Pinheiro Troy - UNEMAT/Tangará da Serra
Prof. Me. Luiz Antonio Solino Carvalho - SEDUC/MT
Profa. Dra. Ana Lúcia Andruchak - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Alessandra Regina Butnariu - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Angélica Massarolli - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Carolina Joana da Silva - UNEMAT/Cáceres
Profa. Dra. Ceres Maciel de Miranda - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Cristiane Regina do Amaral Duarte - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Me. Thiziane Helen Lorenzon - UNEMAT/Tangará da Serra

viii

MOMENTO CULTURAL

Coral Infantojuvenil da UFMT

Apresentação: Música "Filhote do filhotes" de Jean e Paulo Garfunke.
Regência: Adonys Aguiar

Coral Infantojuvenil da UFMT

Apresentações:
Música "Pra Terra" de Maurício Detoni.
Música "Coração Civil" de Milton Nascimento e Fernando Brant.
Regência: Maestrina Dorit Kolling

Bruna Ene

Apresentação: Música Somos um Só

NORMAS GERAIS PARA TRABALHOS CIENTÍFICOS

Serão aceitos para submissão trabalhos no formato de RESUMOS EXPANDIDOS, com resultados originais ou revisões de literatura dentro das áreas para submissão de trabalhos a seguir: Ciências Agrárias, Ciências Biológicas e Ciências da Saúde

Regras gerais:

- 1) A submissão do trabalho no evento não garante a aprovação do trabalho submetido.
- 2) Os trabalhos serão avaliados pela Comissão Científica do evento e apenas os trabalhos aprovados serão publicados no Anais da Semana da Biologia de Tangará da Serra 2021/1 (ISSN 2675-2042).
- 3) Só serão aceitos trabalhos cujo todos os autores estejam inscritos no evento.
- 4) Será permitida a submissão de até 02 (dois) trabalhos por inscrição por autor, para coautores a participação é ilimitada.
- 5) Resumo Expandido deverá conter no mínimo 4 e no máximo 6 páginas, e seguir todas as especificações de formatação do modelo disponibilizado para ser baixado na aba de SUBMISSÕES.
- 6) Os trabalhos devem ser submetidos no mesmo formato do modelo de arquivo disponibilizado (Arquivo do Word).
- 7) Os trabalhos aprovados pela Comissão Científica serão inseridos no Anais da Semana da Biologia de Tangará da Serra 2021/1 (SEBIOTAS 2021/1) e receberão certificado de publicação.
- 8) Anais do evento será publicado na revista *Scientific Electronic Archives* (<https://sea.ufr.edu.br/SEA>) em uma das próximas edições de 2021.
- 9) Serão selecionados pela Comissão Científica de 15 a 20 dos trabalhos aprovados, para apresentação oral on-line que serão realizadas em sessões diárias durante a semana do evento.
- 10) Os autores dos trabalhos selecionados para apresentação oral, terão no máximo 10 minutos para apresentar o seu trabalho em arquivo eletrônico.
- 11) O modelo para apresentação oral será enviado via e-mail para os autores dos trabalhos selecionados.
- 12) Será fornecido certificado de apresentação de trabalho para os autores que realizarem a apresentação oral na data e horários selecionados.
- 13) Os autores aceitam que o SEBIOTAS 2021/1 tenha plenos direitos sobre os trabalhos submetidos e aprovados, podendo incluí-los nos Anais, imprimi-los e divulgá-los, sem o pagamento de qualquer remuneração.

NORMAS GERAIS PARA O CONCURSO FOTOGRÁFICO

O “Concurso Fotográfico Biota em Foco 2021/1” é promovido pela Semana da Biologia de Tangará da Serra (SEBIOTAS), vinculado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra.

Regras gerais:

- Regulamento completo do Concurso Fotográfico Biota em Foco 2021/1 deve ser baixado no Google Drive Semana da Biologia de Tangará da Serra 2021/1 (SEBIOTAS 2021/1), disponível no link: https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1VLQIAsLxd3MHjtsWyAXE_PQ5XFmSod_E
- É obrigatório preencher o Termo de cessão de direitos para uso de imagem. O modelo do termo está disponível para ser baixado no Google Drive juntamente com o Regulamento completo desse concurso.
- As fotografias devem abordar o tema: A biota brasileira e suas interações com o ambiente.
- objetivo deste concurso é conscientizar a população em geral sobre a importância da biota do Brasil para o meio ambiente e a agricultura, além de incentivar momentos de contemplação da natureza por meio da observação da fauna e flora em seus diferentes habitats, bem como contar uma história através de uma imagem.
- Concurso Fotográfico Biota em Foco 2021/1 é aberto para todas as pessoas inscritas na Semana da Biologia de Tangará da Serra 2021/1 (SEBIOTAS 2021/1).
- concurso é individual, sendo vetadas fotos apresentadas com dupla autoria.
- A inscrição no concurso é gratuita e cada participante poderá enviar APENAS 1 (uma) fotografia de sua autoria.
- A inscrição da foto no Concurso Fotográfico Biota em Foco 2021/1 deverá ser feita pelo participante inscrito já no evento SEBIOTAS por meio do formulário eletrônico: <https://forms.gle/ULU2pZzyHukggAbh7>
- No momento da submissão da fotografia será solicitado o número de inscrição no evento SEBIOTAS 2021/1.
- Todos os participantes desse concurso serão considerados conhecedores das normas para participação neste concurso e quaisquer descumprimentos das disposições do regulamento implicará na desclassificação do participante.

Premiação:

Será premiada a melhor fotografia em cada uma das categorias a seguir:

- Voto Popular
- Voto dos Inscritos
- Voto do Júri

A melhor fotografia escolhida em cada uma das categorias receberá certificado de premiação, além de brindes fornecidos pelas Empresas Parceiras do evento.

Observação: Os brindes somente serão entregues para os autores das fotografias premiadas residentes no município de Tangará da Serra, ou que possam se deslocar até o município para retirada do brinde nas empresas parceiras.

EXPEDIENTE

Publicação eletrônica: <https://sea.ufr.edu.br/SEA>

Site do Evento: <https://eva.faespe.org.br/sebiotas2021/>

Contato: sebiotas@unemat.br

Edição: 3ª Edição

Periodicidade: Anual

Idiomas: Português/Inglês

xii

Autor/Realização:

Prof. Dr. Diones Krinski, Universidade do Estado de Mato Grosso/Tangará da Serra.

Endereço: Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler de Tangará da Serra

Rodovia MT – 358 (Avenida Inácio Bittencourt Cardoso), Km 07 (s/n)

Jardim Aeroporto

Tangará da Serra – MT – CEP: 78300-000

Caixa Postal 287.

RESUMOS APROVADOS: ÁREA TEMÁTICA – CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Parte 1



PATOGENICIDADE DE ISOLADOS DE *Fusarium guttiforme* EM CULTIVARES DE ABACAXIZEIRO

PATHOGENICITY OF *Fusarium guttiforme* ISOLATES IN PINEAPPLE CULTIVARS

Dayane Castro Silva¹, Nayara Nunes Rodrigues², Fellipe Lima Bertan²,
João Vitor da Silva Alves³, Andrielle dos Anjos Barbosa⁴ e Dejânia Vieira de Araújo²

¹ Bióloga, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Instituto de Biociências, Cuiabá/MT

² Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Agronomia, Tangará da Serra/MT

³ Biólogo, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Departamento de Agronomia, Maringá/PR

⁴ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra/MT

*E-mail para contato: daykastro@gmail.com

RESUMO – O objetivo do trabalho foi avaliar a patogenicidade de isolados de *Fusarium guttiforme* em cultivares de abacaxizeiro. O experimento foi realizado em esquema fatorial 2x4+1, sendo duas cultivares de abacaxizeiro e quatro isolados de *F. guttiforme* e testemunha adicional. Os isolados foram obtidos através de plantas com sintomas de fusariose na cidade de Tangará da Serra/MT. A inoculação ocorreu na base das mudas, através da imersão das mesmas na suspensão de conídios. A avaliação da incidência se deu através de sintomas característicos da doença como exsudação de gomose do talo e amarelecimento das folhas, a severidade da doença se deu através de uma escala de notas descritiva que variavam de 0 a 5. A cultivar pérola se diferenciou da cultivar BRS Imperial para as variáveis analisadas, todos os isolados mostraram-se patogênicos na cultivar Pérola. Os resultados obtidos reafirmam a resistência da cultivar BRS Imperial a fusariose, visto que esta apresentou médias mínimas de severidade da doença durante as avaliações.

Palavras-chave: Fusariose, patogenicidade de isolados, resistência a fusariose.

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the pathogenicity of *Fusarium guttiforme* isolates in pineapple cultivars. The experiment was carried out in a 2x4 + 1 factorial scheme, with two pineapple cultivars and four *F. guttiforme* isolates and an additional control. The isolates were obtained from plants with symptoms of fusariosis in the city of Tangará da Serra / MT. The inoculation occurred at the base of the seedlings, by immersing them in the suspension of conidia. The evaluation of the incidence occurred through characteristic symptoms of the disease, such as exudation of gummosis from the stalk and yellowing of the leaves, the severity of the disease was through a scale of descriptive notes ranging from 0 to 5. The cultivar pearl differed from the cultivar BRS Imperial for the analyzed variables, all isolates were pathogenic in the cultivar Pérola. The results obtained reaffirm the resistance of the cultivar BRS Imperial to fusariosis, since it presented minimum averages of disease severity during the evaluations.

Keywords: Fusariosis, pathogenicity of isolates, resistance to fusariosis.

1. INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), é um fruto tropical da família Bromeliaceae,

sendo muito consumido no mercado de frutas, pelo alto valor nutritivo e propriedades medicinais, tendo no Brasil grande importância econômica e social (VENTURA e ZAMBOLIM, 2002). Neste sentido, o Brasil tem se destacado como sendo o maior produtor de abacaxi da América do Sul, com produção de 1.617.684 toneladas em 2019, acarretando em milhões de empregos diretos e indiretos (IBGE, 2019). Apesar do cenário promissor, há diversos fatores que limitam a produção de abacaxi. A fusariose está entre os mais preocupantes, causando perdas de 30 a 40% podendo atingir até 100% da produção, visto que, a doença ataca as cultivares mais plantadas no Brasil, Pérola e Smooth Cayenne, afetando de forma direta a qualidade do fruto (CRESTANI et al., 2010).

A doença é causada pelo fungo *Fusarium guttiforme* (Nirenberg & O'Donnell) e apresenta como sintoma mais característico, a exsudação de goma ou resina no caule. O microrganismo infecta a planta através de aberturas naturais como as inflorescências ou ferimentos na superfície do fruto, colonizando mudas, pedúnculos dos frutos, caules, folhas e raízes (VENTURA; ZAMBOLIM, 2002; GOMES et al., 2009; AQUIJE et al., 2010).

Mudas doentes com início de infecção, quando não descartadas na fase de pré-plantio, sendo levadas ao campo para plantio, constituem o inóculo inicial da doença. Quando introduzido em uma área, o patógeno pode ser disseminado pelo vento, chuva e insetos que visitam a inflorescência (VENTURA; ZAMBOLIM, 2002).

Uma vez que o inóculo está presente na área, o controle se torna cada vez mais difícil. Neste sentido, busca-se o controle da doença com práticas culturais e principalmente com o uso de produtos químicos, sendo esta uma opção eficaz, mas que eleva o custo de produção. Assim, o uso de cultivares resistentes tem se mostrado uma ferramenta com grande potencial no manejo da fusariose, por reduzir custos e não agredir o meio ambiente (MATOS et al., 2005).

Diante do exposto, vários são os métodos que podem ser utilizados para comprovar a efetiva resistência das cultivares de abacaxizeiro e avaliar a patogenicidade de organismos isolados de culturas puras, dentre as diversas espécies de *Fusarium* spp. existentes. O método de inoculação em mudas destaca-se por trabalhar com a planta na fase que constitui o inóculo inicial do fungo, uma vez que, as mudas são a principal forma de dispersão da fusariose (CASTRO; LARANJEIRA; COELHO, 2008). Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a patogenicidade de isolados de *F. guttiforme* em cultivares de abacaxizeiro.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido inicialmente no Laboratório de Fitopatologia, localizado no Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais (CPEDA) e posteriormente em casa de vegetação, no campo experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, MT.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso (DBC), em sistema fatorial 2x4+1, sendo dois genótipos de abacaxizeiro, Pérola, suscetível, e a cultivar BRS Imperial,

resistente a fusariose e quatro isolados de *F. guttiforme*, mais uma testemunha adicional sem inoculação do patógeno, com três repetições e três plantas por parcela.

A obtenção dos isolados se deu a partir de coletas de plantas de abacaxizeiro com sintomas característicos de fusariose, coletadas em diferentes propriedades rurais no município de Tangará da Serra – MT. Após as coletas, os materiais vegetais foram conduzidos para o laboratório de Fitopatologia e passaram pelo processo de desinfestação, incubação em câmara úmida, seguido do isolamento e purificação por meio de cultura monospórica e mantido em meio batata-dextrose-ágar (BDA), à 25 °C em fotoperíodo de 12h. Após o crescimento dos isolados, foi realizada a inoculação nas mudas (MENEZES; ASSIS, 2004). Mudanças do tipo filhote com boa qualidade fitossanitária e tamanho entre 15 e 30 cm de comprimento, foram coletadas para a realização deste trabalho. As mudas da cultivar Pérola foram coletadas em uma propriedade produtora de abacaxi no município de Tangará da Serra – MT e as mudas da cultivar BRS Imperial, foram coletadas do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Tangará da Serra.

A suspensão de conídios foi preparada e ajustada em $1,6 \times 10^5$ conídios mL^{-1} através da contagem de conídios em hemacitômetro tipo Neubauer (MATOS; CABRAL, 2005). A inoculação foi efetuada de acordo com Oliveira e Junghans (2014), na qual efetuou-se três furos na base das mudas e logo após foram imersas na suspensão de conídios por um período de 3 minutos. Em seguida, as mudas foram plantadas em vasos com capacidade de 3,5 litros de substrato. O substrato usado no presente estudo foi composto por solo e areia na proporção 3:1, com adição de nutrientes para melhor desenvolvimento das mudas (1 g de Cloreto de Potássio, 0,3 litros de esterco do tipo cama de frango, 2 g de calcário e 2 g de MAP), sendo estes valores para 1 litro de substrato. Posteriormente, os vasos foram acondicionados em casa de vegetação, recebendo 2,5 mm de água diariamente, por um sistema de microaspersão e temperatura constante de 25 °C.

A severidade da doença foi avaliada a cada 15 dias após a inoculação, durante 120 dias, com auxílio da escala de notas adaptado de Santos et al. (2002). Após as avaliações, os dados foram convertidos para o Índice de Doença (ID) proposto por McKinney (1923), a partir dos ID, foi calculada a Área abaixo da curva de progresso da severidade da doença (AACPS) utilizando a fórmula proposta por Campbell e Madden (1990).

Os dados foram transformados a $\sqrt{x + 0,5}$ e variáveis mensuradas foram submetidas à análise de variância pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, quando F significativo, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Referente aos resultados da análise de variância, foram constatadas diferenças significativas entre as cultivares de abacaxizeiro para as variáveis analisadas, entretanto não houve diferenças para os isolados nem interação entre os fatores cultivares e isolados.

Os isolados testados não diferiram entre si, inclusive a testemunha também apresentou sintomas da doença. Essa presença de sintomas nas mudas da cultivar pérola

pode ser explicado, pois as mudas do tipo filhote podem ser infectadas naturalmente pelo patógeno quando a doença está presente na planta mãe, onde o fungo pode sobreviver na superfície da folha sem causar infecção. Isto se torna um problema, pois os produtores conduzem as mudas para o plantio sem notar a presença da doença (MATOS; CABRAL, 1988).

Contudo, quando se refere a patogenicidade de isolados, Ruggiero et al. (1994), afirmaram que a mesma também pode variar de uma região para outra, isso se deve aos diferentes inóculos existente no campo e à grande variabilidade genética de *F. guttiforme*, devido ao grande fluxo do patógeno via material vegetal infectado. Entretanto, neste estudo, não observou diferença de patogenicidade entre os isolados testados.

Em relação as cultivares, observa-se elevada severidade e AACPS na cultivar pérola, enquanto na cultivar BRS Imperial, apresentou baixos valores, reafirmando assim a resistência dessa cultivar a fusariose (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias gerais das variáveis severidade e Área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) em relação as cultivares de abacaxizeiro testadas. Tangará da Serra/MT.

Cultivar	Severidade	AACPS
Pérola	64,44 b ^{1/}	2916,66 b
BRS Imperial	1,77 a	120,00 a
Média Geral	33.11**	1518.35**
CV%	48.71	56.21

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. ^{1/}Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente.

A AACPS é uma variável constatada no final de todas as avaliações, pois ela representa a epidemia como um todo, levando em consideração todo o estresse que a planta sofre no seu ciclo (BERGAMIN, 1995). Dito isto, quando se refere a cultivar Pérola, sabendo que ela tem uma elevada suscetibilidade à fusariose, faz-se necessário um cuidado maior durante o seu ciclo, de modo a evitar o aumento da severidade da doença, pois esta afeta diretamente no produto final.

Quando se refere a mecanismos de defesa das plantas os mesmos podem ser pré (constituídos) e pós formados (induzidos), onde em geral, as cultivares resistentes tem uma grande expressão de altos níveis de compostos fenólicos. Isso explica a resistência da cultivar BRS Imperial aos isolados de *F. guttiforme*, mesmo depois da perfuração e imersão das mudas na suspensão (VALE; PARLEVLIET; ZAMBOLIM, 2001).

Sabendo dos danos causados pela fusariose na cultivar suscetível, indica-se a integração de práticas de manejo, como a redução do inóculo inicial através de mudas sadias, monitoramento e erradicação de plantas infectadas. O uso de práticas de manejo como controle químico, controle genético e controle cultural devem estar interligadas, para se obter uma produção consciente. Cada vez mais a produção deve estar baseada nas boas práticas agrícolas, para a diminuição de impactos ambientais e manter o bem-estar social (CUNHA; REINHARDT, 2005).

4. CONCLUSÃO

A severidade da doença foi maior na cultivar Pérola após os 120 dias de avaliação. Dentre os isolados testados, nenhum apresentou diferença significativa para as variáveis, demonstrando não haver diferença de patogenicidade entre eles. A cultivar BRS Imperial não apresentou severidade da doença para nenhum dos isolados testados, reafirmando assim sua resistência a doença em estudo.

5. REFERÊNCIAS

- AQUIJE, G. M. D. F. V. *et al.* Cell wal alterations in the leaves of fusariosis resistant and susceptible pineapple cultivars. **Plant Cell Reports**, v. 9, n. 10, p. 1109-1117, 2010.
- BERGAMIN F, A. Curvas de Progresso da doença. *In*: BERGAMIN, F. A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**, 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: Wiley, 1990.
- CASTRO, N. R.; LARANJEIRA, D.; COELHO, R. S. B. Ocorrência, métodos de inoculação e agressividade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em *Heliconia* spp. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 2, 2008.
- CRESTANI, M. *et al.* Das Américas para o mundo: Origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1472-1483, 2010.
- CUNHA, G. A.P.; REINHARDT, D. H. **Recomendações Técnicas para o Cultivo do Abacaxizeiro**. Circular Técnica 73. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas-BA, 2005.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [s.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823.
- GOMES, E. C. S. *et al.* Incidência de fusariose em frutos de abacaxi 'Gold'. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 755-759, 2009.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - Sidra. **Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística**. 2019. Disponível Em: [<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>]. Acesso em: 10 nov. 2020
- MATOS, A. P. de. *et al.* **Frutas do Brasil: Abacaxi fitossanidade**. 1. Ed. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia, 2005.
- MATOS, A. P.; CABRAL, J. R. S. Interação entre variedades de abacaxi e isolados de *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 10, n. 3, p. 55-61. 1988.
- McKINNEY, H. H. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, v.26, p. 195-217, Nov. 1923.
- MENEZES, M.; ASSIS, S. M. P. **Guia prático para fungos fitopatogênicos**. 2. Ed. Recife: Imprensa Universitária, 2004.
- OLIVEIRA, F. R.; JUNGHANS, T. D. Herança da resistência à fusariose em abacaxizeiro, **8º Jornada científica – EMBRAPA mandioca e fruticultura**, 2014.

RUGGIERO, C. *et al.* **Controle integrado da fusariose do abacaxizeiro**. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

SANTOS, B. A. *et al.* Severidade de isolados de *Fusarium subglutinans* f. sp. *ananas* sensíveis e resistentes ao benomyl em abacaxizeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 101-103, 2002.

VALE, F. X. PARLEVLIT, J. E. ZAMBOLIM, L. Conceitos em resistência de plantas a doenças. **Fitopatologia Brasileira**, v.26, n.3, p. 577-589, 2001

VENTURA, J. A.; ZAMBOLIM, L. Controle das doenças do abacaxizeiro. In: ZAMBOLIM, L. et al. **Controle de doenças de plantas fruteiras**, v. 2, n. 3, p. 445-487, 2002.

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE PRESERVAÇÃO DE *Fusarium guttiforme*

EVALUATION OF DIFFERENT METHODS OF PRESERVATION OF *Fusarium guttiforme*

**Jessica Mirian Naitzel¹, Dayane Castro Silva², Mayara Pereira Coelho¹,
Beatriz Ramos da Silva¹, Ellen Carla Gomes Barnabé¹ e Dejânia Vieira de Araújo¹**

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Agronomia, Tangará da Serra/MT

² Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Instituto de Biociências, Cuiabá/MT

*E-mail para contato: daykastro@gmail.com

RESUMO – *O objetivo do trabalho foi avaliar diferentes métodos de preservação do fungo Fusarium guttiforme da cultura do abacaxizeiro, e determinar o melhor método para crescimento e esporulação após meses preservados. Foram utilizados quatro métodos: congelamento em ultra-freezer a -80 °C (deep freezer), congelamento em geladeira a -20°C (congelador), resfriamento em papel filtro e preservação em areia, ambos em geladeira a 4°C. O fungo foi isolado de plantas de abacaxi pérola com sintomas de fusariose, posteriormente, o fungo foi armazenado nos métodos citados acima. O fungo permaneceu preservados por 12 meses, após isso, retirou-se amostras do isolado presente nos métodos de preservação e colocou em placas com meio BDA. Aguardou sete dias para avaliar o crescimento micelial, produção de conídios por mL e contagem de conídios germinados. Após a coleta dos dados, realizou-se análise da variância no software Sisvar. Analisando os resultados, o método que proporcionou maior produção de conídios e germinação do mesmo, foi o papel filtro, sendo então uma ótima ferramenta para preservação deste isolado a longo prazo. Dados como este auxiliarão em pesquisas futuras para testar a viabilidade e patogenicidade de F. guttiforme.*

Palavras-chave: areia, papel filtro, armazenamento em baixas temperaturas, crescimento micelial, esporulação.

ABSTRACT - *The objective of the work was to evaluate different methods of preservation of the Fusarium guttiforme fungus from the pineapple culture, and to determine the best method for growth and sporulation after preserved months. Four methods were used: freezing in an ultra-freezer at -80 °C (deep freezer), freezing in a refrigerator at -20 °C (freezer), cooling on filter paper and preserving in sand, both in a refrigerator at 4 °C. The fungus was isolated from pearl pineapple plants with symptoms of fusariosis; later, the fungus was stored in the methods mentioned above. The fungus remained preserved for 12 months, after that, samples of the isolate present in the preservation methods were taken and placed in plates with BDA medium. He waited seven days to evaluate mycelial growth, production of conidia per mL and count of germinated conidia. After data collection, analysis of variance was performed using the Sisvar software. Analyzing the results, the method that provided the greatest production of conidia and germination of it, was the filter paper, being therefore a great tool for the preservation of this isolate in the long term. Data like this will assist in future research to test the viability and pathogenicity of F. guttiforme.*

Keywords: sand, filter paper, storage at low temperatures, mycelial growth, sporulation.

1. INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) possui grande importância na agricultura familiar, sendo que, das inúmeras cultivares de abacaxi existentes, a Pérola é a mais cultivada no Brasil (GUIMARÃES, 2014). Segundo o IBGE (2019), o Brasil possui uma área plantada de 67.319 ha, chegando a uma produção de 1.617.684 frutos. Sendo assim, percebe-se que essa cultura tem contribuído para a expansão do agronegócio brasileiro, tornando-se uma das fruteiras tropicais mais cultivadas no país (GUIMARÃES, 2014).

No entanto, o abacaxizeiro é acometido por vários patógenos que apresentam uma influência negativa na produtividade e na qualidade dos frutos (MATOS et al., 2000). Um exemplo de patógeno que ataca essa cultura é o fungo *Fusarium guttiforme* (Nirenberg e O'Donnell) causador da fusariose, que é considerada a doença mais severa da cultura, acometendo com maior suscetibilidade as cultivares Pérola e Smooth Cayenne (VENTURA; ZAMBOLIM, 2002).

Tendo em vista os danos causados por esse patógeno na cultura do abacaxizeiro, percebe-se a necessidade de estudá-lo, a fim de buscar novos meios de controle para minimizá-los, e até mesmo erradicar a doença. Sendo assim, o uso de métodos que visam preservar os microrganismos, tem sido um grande aliado para o desenvolvimento de pesquisas que visam descobrir novos métodos para o controle da doença (ABREU; TUTUNJI, 2004). Os métodos de preservação são divididos em 3 grupos, os de curto médio e longo prazo, dentre os diversos métodos existentes dentro de cada grupo os que tem sido mais utilizados são os que fazem o uso de temperaturas baixas ou congelamento, nitrogênio líquido, solo ou areia, repicagens periódicas, liofilização e óleo mineral (APARECIDO; EGYDIO; FIGUEIREDO; 2001). Dentre esses métodos, o resfriamento, congelamento e o solo ou areia são os métodos de manutenção com melhor custo benefício, já que, além de simples e baratos esses oferecem uma boa segurança, visto que conservam por um longo tempo, mantendo as características dos microrganismos (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

No entanto, não existe um método universal para armazenar patógenos, para isso, é necessário conhecer a etiologia do microrganismo que será preservado, afim de escolher o método mais adequado, garantindo as características originais, desses ao longo do tempo (ABREU e TUTUNJI, 2004). Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes métodos de preservação de isolados de *F. guttiforme* da cultura do abacaxizeiro, determinando o melhor método para crescimento e esporulação após meses preservados.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais (CPEDA), localizado na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Tangará da Serra – MT, Brasil. Foi utilizado quatro métodos de preservação no fungo *F. guttiforme*, sendo eles, congelamento em ultra freezer a -80 °C (deep freezer), congelamento em geladeira a -20 °C (congelador), resfriamento em papel filtro e preservação em areia, ambos em geladeira a 4 °C. O isolado de *F. guttiforme* foi obtido de plantas de abacaxizeiro com sintomas característicos da fusariose, na qual foi incubado e feito o isolamento do patógeno em meio batata-dextrose-ágar (MENEZES; ASSIS, 2004).

Após a esporulação do fungo, realizou-se a cultura monospórica, seguido de replicação e preservação nos diferentes métodos.

Na preservação por congelamento a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$, foi realizada a lavagem da placa dos isolados com três mL de solução crioprotetora de glicerol (10%), e posteriormente armazenados em micro tubos e colocados no deep freezer para serem preservados (ALFENAS e MAFIA, 2007). Para a preservação em papel filtro a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, depositou-se três tiras estéreis de papel filtro em placas de Petri contendo meio de cultura BDA, junto as colônias do fungo. Após o papel filtro ser colonizado, transferiu-se para uma placa de Petri estéril e foi seco em fluxo laminar por quatro horas e então, armazenados em frascos esterilizados na geladeira (ALFENAS e MAFIA, 2007).

Ademais, para a preservação do fungo em areia a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, a areia foi coletada, lavada e seca ao ar até atingir 20% de umidade. Feito isso, a areia foi peneirada em uma peneira de dois mm de diâmetro e posteriormente esterilizada a $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ por uma hora. Após esse processo, foi realizada a lavagem da placa com cinco mL de água esterelizada e adicionou-se uma mL de suspensão de conídios e três discos de micélio em um frasco esterilizado contendo cinco gramas de areia, em seguida o frasco foi mantido por dois dias em luz e temperatura que favoreçam o crescimento micelial e então armazenado na geladeira a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Adaptado de ALFENAS; MAFIA, 2007).

Na preservação por congelamento a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, a placa com conídios foi lavada com três mL de solução crioprotetora de glicerol (10%), e posteriormente armazenados em tubos eppendorf e colocados no freezer de uma geladeira onde foram preservados (ALFENAS; MAFIA, 2007). O isolado permaneceu preservado nos métodos por 12 meses. Após isso, realizou-se a contagem de conídios para estimar a produção, taxa de germinação dos conídios e o crescimento micelial conservados em cada método.

Para avaliar o diâmetro da colônia, os isolados de cada método foram colocados em placas de Petri esterilizadas contendo meio BDA, e mantidas sob temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), e regime de luminosidade alternada (fotoperíodo de 12h) (GARCIA et al., 2015). Após sete dias, realizou-se as medições do diâmetro das colônias em dois eixos ortogonais com auxílio de um paquímetro e posteriormente foi calculado o diâmetro em cm (OLIVEIRA, 2014).

Ademais, para avaliar a produção de conídios, retirou-se cinco discos, de 5mm de diâmetro de cada placa de cada tratamento, com auxílio de um furador, depois estes discos foram transferidos para tubos de ensaio contendo 10 mL de água destilada e então, foi agitada por aproximadamente dois minutos para a desagregação dos conídios (MENEZES; SILVA-HANLIN, 1997). Em seguida, efetuou-se a quantificação do número de esporos produzidos em cada tratamento utilizando uma câmara de Neubauer (ALVES, 1998). A partir do resultado da contagem em câmara de Neubauer, foi calculado o número de esporos por mL.

Quanto à porcentagem de germinação conidial, foi utilizada uma 1,5mL da suspensão dos conídios na concentração de 2×10^6 conídios mL^{-1} , então colocada em um micro tubo mantido em BOD a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após 24 horas, realizou-se à leitura, utilizando uma alíquota de 20 μl em uma câmara de Neubauer (ALVES, 1998), contando 100 conídios por repetição. Foi

considerado germinado, o conídio cujo tubo germinativo apresentava 50% do tamanho do conídio (MAIA et al., 2011).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (métodos de preservação) e seis repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Skott knott a 5%. Utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos de preservação diferiram quanto as características morfológicas do fungo *F. guttiforme* (Tabela 1). In vitro, o patógeno variou quanto ao crescimento micelial, onde o maior diâmetro foi proporcionado pelo armazenamento em deep freezer (congelamento a -80 °C). Este método também proporcionou grande quantidade de conídios por mL, entretanto poucos germinados (entre 100 avaliados) (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias para as variáveis crescimento micelial (cm), conídios/mL e germinação conídios de *Fusarium guttiforme* nos métodos de preservação avaliados. Tangará da Serra/MT.

Métodos de preservação	Crescimento micelial	Conídios/mL	Germinação
Areia	4.92 b	4340000.00 a	4.40 c
Congelador	4.88 b	3569166.67 a	15.67 b
Deep freezer	6.30 a	8793333.33 a	15.50 b
Papel filtro	4.78 b	8768333.33 a	35.00 a
Média Geral	5.23*	6455869.56 ^{ns}	18.22*
CV (%)	9.77	41.07	32.71

^{ns}Não significativo, **Significativo a 1% de probabilidade de erro, pelo Teste F. Dados transformados por \sqrt{x} .

O princípio do congelamento-descongelamento é considerado o mais viável para a preservação de fungos a longo prazo, isso ocorre devido a possibilidade de recuperação e viabilidade de populações celulares, além da redução das possíveis alterações na composição genética do fungo (COSTA et al., 2009; DELLARETTI, 2014). Entretanto, para *F. guttiforme*, este método reduz a capacidade de germinação dos conídios.

Mesmo que significativamente não apresentou diferenças estatísticas, houve uma diferença de mais de 5 milhões conídios/mL na produção de conídios entre os métodos do congelador comparado com papel filtro e deep freezer (Tabela 1). Essa diferença está ligada ao comportamento do isolado quando submetido a ambientes com variações de substrato, temperatura e fotoperíodo, podendo, por exemplo, estimular a produção de conídios (SANTOS et al., 2002; COUTINHO, 2010).

Com isso, os métodos do deep freezer (congelamento a -80 °C) e papel filtro, proporcionaram maior número de conídios/mL, entretanto, destaca-se o papel filtro por

proporcionar maior germinação dos mesmos, sendo este último dado importante para estudos futuros sobre patogenicidade do fungo *F. guttiforme* (Tabela 1).

A baixa taxa de germinação de conídios no método da areia pode ser explicado pelo fato do *F. guttiforme* não ser um fungo de solo, sobrevivendo até dez meses no solo (PLOETZ, 2006), passando desse tempo, o fungo perde sua viabilidade, como observado no presente estudo. Como o interessante é armazenagem de fungos por anos e sua esporulação e patogenicidade não ser afetada, este método acaba se tornando inviável em estudos de preservação a longo prazo.

O papel filtro se mostrou uma ótima opção para preservar o patógeno (Tabela 1), isso ocorre porque de acordo com Aparecido e Camilo (2013), o método de preservação papel filtro é indicado para manter a viabilidade de fungos que têm a capacidade de sobreviver em restos culturais, como é o caso do *F. guttiforme*. Além disso, eficácia desse método se estende para a preservação de bactérias. Araújo et al. (2008), relataram que, entre os métodos testados (repicagens periódicas, água esterilizada, folhas herborizadas e papel filtro) o papel filtro manteve uma boa viabilidade até o final do experimento aos 180 dias.

4. CONCLUSÃO

O método papel filtro foi o que obteve os melhores resultados para as variáveis produção e germinação de conídios. A longo prazo, destaca-se esse método de preservação para o fungo *F. guttiforme* a fim de estudos futuros sobre a viabilidade e patogenicidade do mesmo.

5. REFERÊNCIAS

- ABREU, M. M. V.; TUTUNJI, V. L. Implantação e manutenção da coleção de culturas de microorganismos do UniCEUB Universitas. **Ciências da Saúde**, v. 2, n. 2, p. 236-252, 2004.
- ALFENAS, A. C. A.; MAFIA, R. G. **Métodos em fitopatologia**. 1. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2007.
- ALVES, S. B. Patologia e controle microbiano: vantagens e desvantagens. In: ALVES, S.B. **Controle microbiano de insetos**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. v. 2, p.21-37.
- APARECIDO, C. C.; CAMILO, C. M. Comparação de métodos para a preservação de fungos do gênero *Colletotrichum* em laboratório. **Biológico**, v. 77, n. 1, p. 17, 2013.
- APARECIDO, C. C.; EGYDIO, A. P. M.; FIGUEIREDO, M. B. Avaliação de três métodos para preservação de fungos fitopatogênicos. **Summa Phytopathologica**, v. 27, n. 4, p. 421-424, 2001.
- ARAÚJO, D. V. *et al.* Preservação de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 2, p. 178-180, 2008.
- COSTA, E. C. *et al.* Princípios da estocagem e preservação de amostras microbiológicas. **Ciência Animal**, v. 19, n. 2, p. 111-122, 2009.

- COUTINHO, O. L. **Comportamento *in vitro* e patogenicidade de isolados de *Fusarium guttiforme* em abacaxizeiro, oriundos dos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte**. 2010. 65 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.
- DELLARETTI, E. M. **Preservação de fungos em baixas temperaturas**. 2014. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biosistemas) – Universidade Federal São João Del-rei, Sete Lagoas, 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, [s.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823.
- GARCIA, W. M. *et al.* Comportamento *in vitro* do agente etiológico da fusariose e avaliação de métodos de inoculação em abacaxizeiro. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 263-268, 2015.
- GUIMARÃES, A. R. Agricultura familiar em monte alegre de minas (MG): persistência e resistência dos produtores de abacaxi In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA, n. 1, 2014, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Geo UERJ, 2014.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - Sidra. **Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística**. 2019. Disponível em: [<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>]. Acesso em: 10 nov. 2020
- MAIA, F. G. M. *et al.* Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de *Colletotrichum* spp. isolados de mangueira com sintomas de antracnose. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 205-210, 2011.
- MATOS, A. P. de (Org.). **Abacaxi fitossanidade**. Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77 p. il. (Frutas do Brasil, 9).
- MENEZES, M.; ASSIS, S. M. P. **Guia prático para fungos fitopatogênicos**. 2. ed. Recife: Imprensa Universitária, 2004.
- MENEZES, M.; SILVA-HANLIN, D. M. W. **Guia prático para fungos fitopatogênicos**. 1. ed. Recife: Imprensa Universitária, 1997.
- PLOETZ, R. C. Fusarium-induced diseases of tropical, pereminnial crops. **Phytopathology**, v. 96, n. 6, p. 648-652, 2006.
- SANTOS, B. A. *et al.* Severidade de isolados de *Fusarium subglutinans* f. sp. ananas sensíveis e resistentes ao benomyl em abacaxizeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p.101-103, 2002.
- TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.
- VENTURA, J. A.; ZAMBOLIM, L. Controle das doenças do abacaxizeiro. In: ZAMBOLIM, L. et al. **Controle de doenças de plantas fruteiras**. Viçosa: UFV, v. 2, n. 3, p. 445-487, 2002.

O USO DE INDUTORES DE RESISTÊNCIA NA DURABILIDADE PÓS COLHEITA DE *Heliconia psittacorum x sparthocircinata* cv. GOLDEN TORCH.

THE USE OF RESISTANCE INDUCERS IN DURABILITY AFTER HARVEST OF *Heliconia psittacorum x sparthocircinata* cv. GOLDEN TORCH.

Tiago José Bettoni^{1*}, João Vitor da Silva Alves², Dayane Castro Silva³,
Tamires Silva Santos¹, Weverton Rochesk de Oliveira Posterli¹ e Dejânia Vieira de Araújo¹

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Agronomia, Tangará da Serra/MT

² Universidade Estadual de Maringá (UEM), Departamento de Agronomia, Maringá/PR

³ Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Instituto de Biociências, Cuiabá/MT MT

*E-mail para contato: joaovitor_fnt@hotmail.com

RESUMO – Este trabalho avaliou o uso de indutores de resistência na durabilidade pós-colheita de hastes florais de *Heliconia psittacorum x sparthocircinata* cv. Golden Torch, cultivadas em dois ambientes e duas temperaturas. Foi empregado o delineamento de blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 2x2x2 (duas condições de cultivo [telado nível de sombreamento (50%) e a pleno sol x duas condições de indução de resistência [com e sem aplicação de indutores] x duas temperaturas pós colheita 25 °C e 16 °C). Os tratamentos consistiram em T0 – testemunha (sem aplicação de indutores) e T1 – Indutor biótico (*Bacillus subtilis* 1x10⁹ UFC mL⁻¹) + indutor abiótico (Acibenzolar-S-Methyl [ASM] 0,4 gL⁻¹) que foram aplicados desde o estágio vegetativo até o reprodutivo quando as hastes florais estavam totalmente formadas e as brácteas em ponto de colheita. As hastes florais cultivadas a pleno sol que receberam aplicação do tratamento apresentaram maior tempo de durabilidade pós-colheita nas duas temperaturas quando comparadas com as sem tratamento cultivadas na mesma condição. Já flores cultivadas em ambiente sombreado, tiveram maior durabilidade sem aplicação do tratamento em ambas as temperaturas. Os resultados obtidos mostram a eficiência dos indutores na durabilidade pós-colheita para as hastes cultivadas a pleno sol.

Palavras-chave: Acibenzolar-S-Methyl, *Bacillus subtilis*, floricultura.

ABSTRACT – This work to evaluate the use of resistance inducers in postharvest durability of *Heliconia psittacorum x sparthocircinata* cv. Golden Torch, grown in two environments and two temperatures. A completely randomized block design was used, in a 2x2x2 factorial scheme (two cultivation conditions [shaded level screen (50%) and at full sun x two resistance induction conditions [with and without application of inductors] x two post temperatures) harvest 25 °C and 16 °C). The treatments consisted of T0 - control (without application of inducers) and T1 - Biotic inducer (*Bacillus subtilis* 1x10⁹ UFC mL⁻¹) + abiotic inducer (Acibenzolar-S-Methyl [ASM] 0.4 gL⁻¹) that were applied from the vegetative stage to the reproductive stage when the floral stems were fully formed and the bracts were at the point of harvest. The flower stems cultivated in full sun that received application of the treatment, presented a longer time of postharvest durability in the two temperatures when compared with those without treatment cultivated in the same condition. Flowers grown in a shaded environment, on the other hand, had greater durability without applying the treatment at both temperatures. The results obtained show the efficiency of the inductors in postharvest durability for stems grown in full sun.

Keywords: Acibenzolar-S-Methyl, *Bacillus subtilis*, floriculture.

1. INTRODUÇÃO

As helicônias são plantas herbáceas tropicais, pertencentes à família Heliconiaceae e são popularmente conhecidas devido às suas flores em uma ampla gama de cores e formas (TANIGUCHI et al., 2016). As inflorescências são produtos altamente perecíveis, o que dificulta a comercialização. A qualidade pode ser perdida naturalmente por senescência, clorose, flexão do caule, dessecação excessiva e transpiração (FOLHA et al., 2016). Além disso, algumas espécies de plantas interagem constantemente com fatores externos, que alteram e são potencialmente prejudiciais (NCUBE et al., 2012).

A aplicação de produtos como fitoestimulantes em flores de helicônia pode influenciar a atividade enzimática no tecido da bráctea, a integridade da membrana e manutenção do peso da haste no período de prateleira (MANGAVE et al., 2013). Outro fator proporcionado pelo uso desses produtos, é a proteção que conferem a doenças de origem fúngicas, como a antracnose (*Colletotrichum* spp.), pois ativam genes que condicionam resistência. Essa doença provoca danos em folhas e inflorescências, com manchas de coloração marrom e pequenos pontos escuros que vão coalescendo até necrosar toda a inflorescência (PANDEY et al., 2012).

Produtos a base de Acibenzolar-S-Methyl (ASM) e bactérias promotoras de crescimento como *Bacillus subtilis*, são usados no manejo em várias espécies de plantas ainda no campo, pois podem influenciar o corte de flores e a qualidade. Acibenzolar-S-Methyl (ASM) é um análogo do salicílico ácido e atua no metabolismo vegetal induzindo fisiologia e processos bioquímicos (LIU et al., 2014). As bactérias do gênero *Bacillus* sp., como *B. subtilis* fazem parte do grupo das bactérias promotoras de crescimento em plantas, estas por sua vez, permitem melhorar o crescimento das plantas e reduzir a dependência dos fertilizantes e defensivos agrícolas, além de atuar controle de doenças (ADESEMOYE et al., 2009; MOREIRA; ARAÚJO, 2013).

Assim, o objetivo desse trabalho foi verificar a eficácia do uso de indutores de resistência, na durabilidade pós-colheita de hastes florais de *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch, cultivada em dois ambientes e duas temperaturas.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido no Banco de Germoplasma de Flores Tropicais da Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieller em Tangará da Serra/MT. Para a realização desta pesquisa foi selecionado o acesso 22 da coleção do BAG de Flores tropicais (*H. psittacorum* cv. Golden Torch), cultivado sob telado nível de sombreamento (50%). Foram utilizados um indutor biótico, composto por *Bacillus subtilis*, e um indutor abiótico, composto por Acibenzolar-S-Methyl, aplicados em conjuntos.

Os tratamentos consistiram em T0 – testemunha (sem aplicação de indutores) e T1 – Indutor biótico (*B. subtilis* 1×10^9 UFC mL⁻¹) + indutor abiótico (Acibenzolar-S-Methyl [ASM] 0,4 gL⁻¹). As aplicações dos produtos ocorreram desde o estágio vegetativo com reaplicações

a cada 15 dias até o pleno desenvolvimento reprodutivo, encerrando-se quando as hastes florais estavam totalmente formadas e as brácteas em ponto de colheita, totalizando oito aplicações.

Para avaliação pós colheita, foi empregado o delineamento de blocos inteiramente casualizados, num esquema fatorial 2x2x2 (duas condições de cultivo [telado nível de sombreamento (50%) e a pleno sol x duas condições de indução de resistência [com e sem aplicação de indutores] x duas temperaturas pós colheita 25 °C e 16 °C). As hastes florais foram colhidas no início da manhã e mantidas em recipientes com água, para evitar a desidratação excessiva. No galpão pós-colheita foi realizada a remoção das folhas das hastes florais e a limpeza das inflorescências (retirada das flores do interior das brácteas). As hastes florais foram cortadas em tamanho padrão de 80 cm (LOGES et al., 2005).

As hastes florais consideradas comercializáveis foram acondicionadas em baldes contendo água e em seguida foram levadas à câmara fria e ficaram até ponto de descarte. Em cada temperatura (16 °C e 25 °C) e tratamento (com e sem aplicação de indutor de resistência), foram utilizadas três repetições com quatro hastes florais em cada vaso. Foram realizadas avaliações visuais de dois em dois dias nas inflorescências submetidas aos tratamentos em câmara fria e controle, e as hastes foram descartadas quando apresentavam ausência de brilho natural na inflorescência, manchas escuras ou brácteas ligeiramente manchadas, também foi avaliado a presença de sintomas de antracnose nas brácteas.

A partir dos resultados obtidos, foram construídos gráficos utilizando o software Excell e por meio do desvio padrão foi possível inferir a diferença entre os tratamentos.

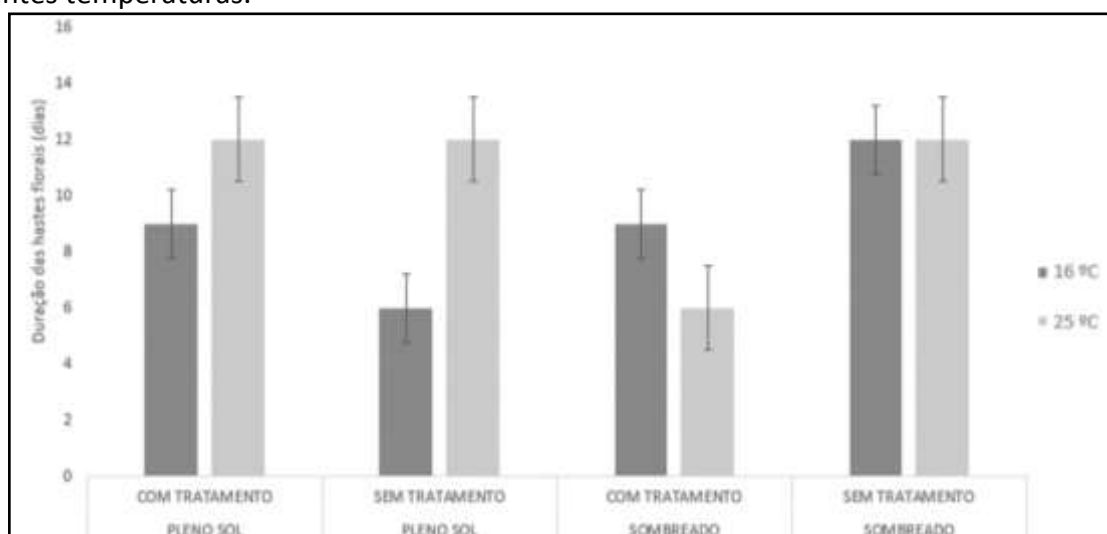
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado que independente do tratamento e da temperatura de armazenamento, não houve sintomas da antracnose durante os períodos de avaliações. Segundo Coelho e Warumby (2004), diferente das folhas, as brácteas de *H. psittacorum* cv. Golden Torch apresentam resistência a antracnose, devido a estrutura dos tecidos.

As hastes florais cultivadas a pleno sol que receberam aplicação do tratamento, apresentaram maior tempo de durabilidade pós-colheita. Dessas, as que foram acondicionadas a temperatura de 25 °C, perduraram por maior tempo (12 dias), já as que foram mantidas a 16 °C teve durabilidade de 8 dias. Para as plantas sem aplicação do tratamento, os dias de durabilidade pós-colheita foram reduzidos para as flores submetidas a temperatura de 16 °C, em torno de 6 dias, no entanto, as flores mantidas na temperatura de 25 °C, apresentaram durabilidade maior, em torno de 12 dias. Já as hastes florais cultivadas em sombreamento (50%), que receberam o tratamento e foram submetidas a temperatura de 16 °C, apresentaram maior durabilidade pós colheita (9, 10 dias), do que as plantas com tratamento na temperatura de 25 °C (5, 6 dias). Já as hastes sem tratamento submetidas em ambas as temperaturas apresentaram a mesma durabilidade de vaso 12 dias (Figura 1).

A longevidade das flores é determinada por fatores pré e pós-colheita, assim como com as características genéticas e anatômicas de cada espécie e entre cultivares (LIMA et al., 2008). A temperatura está entre os principais fatores que influenciam a qualidade pós-colheita de flores de corte. Nesse estudo, as hastes florais cultivadas a pleno sol apresentaram maior durabilidade pós-colheita quando submetidas a temperatura de 25 °C pois, se tratando de plantas tropicais e essas foram cultivadas a pleno sol, as mesmas foram mais sensíveis ao frio, levando a perda de qualidade (REID, 2001).

Figura 1 – Durabilidade pós-colheita de hastes florais de (*H. psittacorum* cv. Golden Torch, cultivadas em ambiente sombreado (50% de sombreamento) e a pleno sol, submetidas a diferentes temperaturas.



Fonte: os autores

As flores cultivadas em ambiente sombreado e que não foram submetidas ao tratamento, apresentaram maior durabilidade pós-colheita. Para as tratadas, a melhor durabilidade ocorreu na temperatura de 16 °C. Tais resultados podem estar associados ao processo de senescência natural, que pode ter acelerado com o uso dos indutores (SARDINHA et al., 2020). Outros fatores como a diminuição dos níveis de carboidratos provocados pelo uso dos indutores podem desencadear o processo de senescência (WOLTERING, 2017).

Além disso, o aumento da peroxidação lipídica pode ter ocasionado danos à membrana, e com isso, provocou o a liberação de íons não seletivos e açúcares solúveis e perda de aminoácidos (BAÑUELOS-HERNÁNDEZ et al., 2017). Estes processos provavelmente comprometeram as funções fisiológicas necessárias para manter a qualidade do caule da flor e das brácteas.

Vale salientar que, o uso de *B. subtilis* pode ter proporcionado melhor desenvolvimento para as plantas cultivadas a pleno, tendo em vista que estavam em condições de estresse o uso de bactérias do gênero *Bacillus* sp., são promotoras de crescimento em plantas, estas por sua vez, permitem melhorar o crescimento das plantas, pois atuam sobre a nodulação, atuam na supressão de doenças e atua diretamente na

fixação de nitrogênio, pela solubilização de fosfatos minerais ou outros nutrientes do solo; oxidação do enxofre e aumento de permeabilidade das raízes (MARIANO; KLOEPPER, 2000; ADESEMOYE et al., 2009; LIMA, 2010).

4. CONCLUSÃO

Os indutores de resistência mostram-se eficientes na durabilidade das hastes florais cultivadas a pleno sol. Para as flores cultivadas em ambiente sombreado, os indutores prolongam a vida útil de vaso das hastes na temperatura de 16 °C, porém, as flores sem tratamento alcançam maior durabilidade.

5. REFERÊNCIAS

BAÑUELOS-HERNÁNDEZ, K. P. *et al.* Chitosan coating effect on vase life of flowering stems of *Heliconia bihai* (L.) L. cv. Halloween. **Postharvest Biology and Technology**, v. 132, p. 179-187, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.05.009>.

FOLHA, W. R. *et al.* *Heliconia* 'Golden Torch' post-harvest: stem ends cutting and renewing vase water benefits. **Ornamental Horticulture**, v. 22, n. 2, p. 180-185, 2016. <https://doi.org/10.14295/oh.v22i2.908>.

LIMA, F. F. ***Bacillus subtilis* e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e a produtividade do milho**. 2010. 54f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI, 2010.

LIMA, J. D.; FERRAZ, M. V. Cuidados na colheita e na pós-colheita das flores tropicais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v. 14, n. 1, p. 29-34, 2008.

LIU, Y. *et al.* Effect of postharvest acibenzolar-S-methyl dipping on phenylpropanoid pathway metabolism in muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 168, p. 113-119, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.01.030>.

LOGES, V. *et al.* Colheita e embalagem de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, p.699-702, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362005000300001>.

MANGAVE, B. D.; SINGH, A.; MAHATMA, M. K. Effects of different plant growth regulators and chemicals spray on post-harvest physiology and vase life of heliconia inflorescence cv. Golden Torch. **Plant Growth Regulation**, v. 69, n. 3, p. 259-264, 2013. Doi: 10.1007/s10725-012-9768-1.

MARIANO, R. L. R.; KLOEPPER, J. W. Método alternativo de biocontrole: resistência sistêmica induzida por rizobactérias. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 8, p. 121-137, 2000.

MOREIRA, A. L. L.; ARAÚJO, F. F. Bioprospecção de isolados de *Bacillus* spp. como potenciais promotores de crescimento de *Eucalyptus urograndis*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 933-943, 2013. Doi: 10.1590/S0100-67622013000500016.

NCUBE, B.; FINNIE, J. F.; VAN STADEN, J. Quality from the field: the impact of environmental factors as quality determinants in medicinal plants. **South African Journal of Botany**, v. 82, p. 11-20, 2012. Doi: 10.1016/j.sajb.2012.05.009.

PANDEY, A. *et al.* Studies on the incident and pathogenesis of *Colletotrichum*

gloeosporioides Penz. Causes anthracnose of mango. **International Journal of Science and Nature**, v. 3, n. 2, p. 220-232, 2012.

REID, M. S. Advances in shipping and handling of ornamentals. **Acta Horticulturae**, v. 543, p. 277- 284. 2001. Doi: 10.17660/ActaHortic.2001.543.33

SARDINHA, D. H. S. *et al.* Phytostimulants influence the vase life of *Heliconia psittacorum* CV. golden torch. **Postharvest Biology and Technology**, v. 155, p. 140-148, 2019. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2019.05.001

TANIGUCHI, C. A. K. *et al.* Growth, nutrient accumulation and export by Heliconia 'Red Opal'. **Ornamental Horticulture**, v. 22, n. 3, p. 335-342, 2016. Doi: 10.14295/oh.v22i3.954.

WOLTERING, E. J. Flower Senescence. *In: Encyclopedia of Applied Plant Sciences: Reference Module in Life Sciences*. Elsevier Inc. Academic Press, 2016. p. 292-299. Doi: 10.1016/B978-0-12-394807-6.00010-1.

DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE CULTIVARES DE ABACAXIZEIRO INOCULADAS COM DIFERENTES ISOLADOS DE *Fusarium guttiforme*

VEGETATIVE DEVELOPMENT OF PINEAPPLE CULTIVARS INOCULATED WITH DIFFERENT ISOLATES OF *Fusarium guttiforme*

Fellipe Lima Bertan¹, Dayane Castro Silva², João Vitor da Silva Alves³,
Nayara Nunes Rodrigues¹, Jessica Mirian Naitzel¹ e Dejânia Vieira de Araújo¹

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Agronomia, Tangará da Serra/MT

² Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Instituto de Biociências, Cuiabá/MT

³ Universidade Estadual de Maringá (UEM), Departamento de Agronomia, Maringá/PR

*E-mail para contato: daykastro@gmail.com

RESUMO – *Este trabalho analisou caracteres morfológicos de cultivares de abacaxi inoculados com diferentes isolados de Fusarium. Para isso, o experimento foi realizado em esquema fatorial 2x4+1, sendo duas cultivares de abacaxizeiro e três isolados de Fusarium guttiforme mais a testemunha adicional. Os isolados foram obtidos através de plantas com sintomas de fusariose na cidade de Tangará da Serra/MT. A inoculação ocorreu na base das mudas, através da imersão das mesmas na suspensão de conídios na concentração 1,6x10⁵. A avaliação dos caracteres morfológicos se deu com medições realizadas a cada 15 dias, até completar 120 dias e a severidade da doença se deu através de uma escala de notas, também avaliada quinzenalmente. Os isolados se diferenciaram entre si, apresentando graus de patogenicidade diferentes, na qual a cultivar pérola foi suscetível e a BRS Imperial, resistente a doença. O isolado mais severo acabou provocando morte nas plantas, consequentemente, redução da altura da planta e comprimento da folha D na cultivar Pérola. No genótipo resistente, os caracteres vegetativos e de doença, não sofreram interferências, pelo fato dela ser resistente. Com isso, recomenda-se utilizar a BRS Imperial em áreas de grande contaminação por Fusarium.*

Palavras-chave: caracteres morfológicos, *Ananas comosus*, fusariose.

ABSTRACT – *This work analyzed morphological characters of pineapple cultivars inoculated with different Fusarium isolates. For this, the experiment was carried out in a 2x4 + 1 factorial scheme, with two pineapple cultivars and three Fusarium guttiforme isolates plus the additional control. The isolates were obtained from plants with symptoms of fusariosis in the city of Tangará da Serra/MT. The inoculation occurred at the base of the seedlings, by immersing them in the suspension of conidia at a concentration of 1.6x10⁵. The evaluation of the morphological characters took place with measurements carried out every 15 days, until completing 120 days and the severity of the disease took place through a scale of scores, also evaluated every two weeks. The isolates differed from each other, presenting different degrees of pathogenicity, in which the cultivar pearl was susceptible and BRS Imperial, resistant to disease. The more severe isolate ended up causing death in the plants, consequently, reduction of the plant height and leaf D length in the cultivar Pérola. In the resistant genotype, the vegetative and disease characters were not affected by the fact that it is resistant. Therefore, it is recommended to use the BRS Imperial in areas of high contamination by Fusarium.*

Keywords: morphological characters, *Ananas comosus*, fusariosis.

1. INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro pertence ao gênero *Ananas*, Família Bromeliaceae. Esse gênero é distribuído nas regiões tropicais, através da espécie *Ananas comosus* var. *comosus*, que engloba todas as cultivares comestíveis de abacaxi (GIACOMELLI, 1982). O fruto é apreciado em várias regiões do mundo, pois possui aroma e sabor acentuados, propriedades medicinais e alto valor nutritivo, é considerado um dos principais produtos da fruticultura nacional, sendo a terceira fruta mais produzida no país (IBGE, 2019; CRESTANI et al., 2010). No Brasil, o papel econômico e social desempenhado por esta cultura resume-se à geração de emprego e renda, contribuindo para a manutenção do homem no campo, evitando o êxodo rural (MATOS; REINHARDT, 2007). Neste contexto, as cultivares 'Pérola' e a 'Smooth Cayenne' apresentam as maiores áreas de produção (VENTURA; CABRAL; MATOS, 2009).

No entanto, a cultura do abacaxizeiro vem sendo contaminada por vários patógenos que afetam de modo direto a qualidade dos frutos causando resultados negativos ao se tratar de produtividade e qualidade dos frutos. A fusariose (*Fusarium guttiforme* Nirenberg e O'Donnell) destaca-se como a doença responsável pelas maiores perdas econômicas, onde uma vez acometendo a planta, ela pode causar danos de até 100% na produção do fruto (MAMÉDIO, 2017). A incidência da fusariose em plantios de abacaxi varia de uma região produtora para outra, dependendo do potencial do inóculo. Dentro de uma mesma região, a incidência da fusariose sofre forte influência sazonal, variando de acordo com a época de produção (MATOS, 1987). Com isso, a fusariose pode ser minimizada, por meio de manejos culturais como a utilização de material sadio, inspeção frequente do plantio (durante a fase de crescimento vegetativo e reprodutivo), remoção de plantas infectadas e evitar plantio em época favorável à incidência da doença, que são medidas que favorecem a prevenção da área cultivada (VENTURA; COSTA, 2002).

Os controles culturais (eliminação do patógeno) e químico (pulverizações de defensivos) da fusariose, embora eficientes, elevam o custo de produção. Atualmente o uso de resistência genética tem se mostrado uma medida de elevado potencial no controle dessa doença, pois além de eficiente, não agride o meio ambiente (MATOS; CABRAL, 2005). Com isso, o objetivo do trabalho foi analisar caracteres morfológicos de cultivares de abacaxi inoculados com diferentes isolados de *Fusarium*.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, MT. O delineamento experimental será de blocos ao acaso (DBC), no esquema fatorial, $2 \times 3 + 1$, sendo duas cultivares de abacaxi e três isolados, totalizando 6 tratamentos, mais a testemunha adicional sem inoculação do patógeno, com três repetições e 3 plantas por parcela. Os três isolados foram obtidos de plantas com sintomas de fusariose, coletadas em diferentes propriedades do município que cultivam abacaxi. Os fragmentos dos materiais vegetais foram desinfestados em álcool 70%, hipoclorito de sódio 2% e água destilada. Posteriormente, foram induzidos a esporulação do patógeno em câmara úmida

(MENEZES; ASSIS, 2004). Após o crescimento será purificado por meio de cultura monospórica e mantido em meio batata-dextrose-ágar, à 25 °C e fotoperíodo 12h. O método de inoculação dos fungos nas plantas foi a partir de três ferimentos nas mudas com auxílio de um perfurador e as mudas foram imersas por três minutos numa suspensão de $1,6 \times 10^5$ conídios/mL de isolado monospórica dos isolados (OLIVEIRA; JUNGHANS, 2014). Os isolados foram inoculados em mudas de 15 a 20 cm de comprimento nas cultivares Pérola e BRS Imperial. Foram plantadas em vasos de 3,5 litros contendo o substrato preparado na proporção de 3:1, de terra e areia, adicionando adubo orgânico (cama de frango), Cloreto de Potássio, Calcário e Mono-Amônio-Fosfato (MAP).

A partir do plantio das mudas, as avaliações ocorreram a cada 15 dias, durante 120 dias, e foi avaliado as seguintes características morfológicas de acordo com Queiroz et al. (2003): altura da planta: mensurada do solo até a folha mais alta e comprimento da folha mais longa (folha D): medida em centímetros a partir de sua inserção no talo até a ponta da folha. Também avaliou a severidade da doença fusariose e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPS). A severidade foi avaliada por escala de notas adaptada de Santos et al. (2002). Após as avaliações, os dados foram convertidos para o Índice de Doença (ID) proposto por Mckinney (1923), a partir dos ID, foi calculada a Área abaixo da curva de progresso da severidade da doença (AACPS) utilizando a fórmula proposta por Campbell e Madden (1990). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e o teste de comparação de médias pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. O software utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2019). Os dados foram transformados pela raiz quadrada de $Y + 0.5$ ($\sqrt{Y + 0.5}$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se diferenças significativas para todas as variáveis, sendo elas para o fator isolado ou cultivar. Os isolados de *F. guttiforme* tem diferenças de patogenicidade entre si, sendo uns mais severos que outros, influenciando na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPS). As cultivares também respondem de formas diferentes quando expostas a isolados diferentes e suas características morfológicas são influenciadas por isso. Analisando as médias para o fator isolados (Tabela 1), notou-se que as características morfológicas são extremamente influenciadas pela doença fusariose. O isolado que provocou maior AACPS (isolado 3), foi o que provocou menor altura de planta e comprimento da folha D. Nesse caso, algumas plantas já estavam morrendo ou definitivamente mortas. Os isolados 1 e 2 aparentam serem menos patogênicos por apresentarem baixa AACPS, com isso, mesmo doente, a planta ainda conseguiu se desenvolver, igualando a testemunha, que também apresentou sintomas da doença. Como as mudas de abacaxi são infectadas geralmente na fase inicial de desenvolvimento, quando ainda estão aderidas à planta-mãe, é pouco perceptível os sintomas nos estádios iniciais da doença (VENTURA; ZAMBOLIM, 2002; VENTURA; COSTA, 2002). Talvez seja por isso que a testemunha apresentou sintomas, que serviram como testemunha controle, demonstrando como a doença ocorre em campo, servindo de comparação com os isolados testados. Quanto as cultivares, observou-se a Pérola é suscetível a fusariose e a BRS Imperial, resistente, como já esperado (Tabela 2). No

fim das avaliações, muitas mudas da cultivar pérola haviam morrido, pelo fato de não ter mecanismos de defesa para afrontar os patógenos.

Tabela 1 – Média dos isolados em relação as variáveis altura da planta (cm), comprimento da folha D (CFD em cm), severidade (nota aos 120 dias) e área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) avaliadas nas cultivares Pérola e BRS Imperial. Tangará da Serra/MT, 2021.

Isolados	Altura	CFD	Severidade	AACPS
Testemunha	17,05b ^{1/}	15,10a	1,16a	750,00a
Isolado 1	33,46a	30,56a	1,71a	1450,00a
Isolado 2	20,45b	20,28a	2,21a	1500,00a
Isolado 3	6,80c	6,65b	2,66a	2675,00b
Média Geral	19.44**	18.15**	1,94 ^{ns}	1593.75*
CV %	33.81	33.57	21,10	44.22

^{ns}Não significativo; ** e *Significativo a 1 e 5 % respectivamente pelo teste de Skott-Knott. ^{1/}Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente.

Tabela 2 - Média das cultivares em relação as variáveis severidade (nota aos 120 dias) e área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) avaliadas nas cultivares Pérola e BRS Imperial. Tangará da Serra/MT, 2021.

Cultivar	Altura	CFD	Severidade	AACPS
Pérola	18,26a ^{1/}	16,74a	3,80b	3057,00b
BRS Imperial	20,62a	19,55a	0,08a	150,00a

**Significativo a 1 % pelo teste de Skott-Knott. ^{1/} Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente.

A baixa intensidade da doença na cultivar BRS Imperial, é atribuída à ativação de mecanismos de resistência da própria planta. A identificação e determinação dessas respostas de defesa contra o *F. guttiforme*, é uma prática comum para entender a relação existente entre planta e o patógeno, viabilizando o estabelecimento de estratégias de manejo, prevenindo assim perdas econômicas posteriores (ZORZAL, 2008). Com isso, essa cultivar torna-se viável ao produtor devido sua resistência à doença, reduzindo o uso de produtos químicos na cultura.

4. CONCLUSÃO

As características vegetativas sofrem influências diretas de isolados de *Fusarium guttiforme*, quanto mais agressivo ele for, menor o desenvolvimento da planta, por isso, recomenda-se o uso da cultivar BRS Imperial em áreas de grande contaminação pelo patógeno, pelo fato da mesma ser resistente a fusariose.

5. REFERÊNCIAS

- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: Wiley, 1990.
- CRESTANI, M. *et al.* Das Américas para o Mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1473-1483, 2010.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [s.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823.
- GIACOMELLI, E. J. **Expansão da abacaxicultura no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 79p.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - Sidra. **Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística**. 2019. Disponível Em: [<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>]. Acesso em: 10 dez. 2020
- MAMÉDIO, I. M. P. **Atividade antifúngica de cepas de bactérias lácticas e extratos de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) sobre *Fusarium guttiforme* Nirenberg & O'Donnell. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2017, 99 f.** (Dissertação em Recursos Genéticos Vegetais).
- MATOS, A. P. Pineapple fusariosis in Brazil: an overview. **Fruits**, v. 41, n. 7-8, p. 417- 422, 1987.
- MATOS, A. P.; REINHARDT, D. H. Abacaxi no Brasil: características, pesquisa e perspectivas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO ABACAXI, 6, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, PB: ISHS: CNPMF, 2007.
- MATOS, A. P. DE; CABRAL, J. R. S. **Manejo integrado da fusariose do abacaxizeiro**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 2005. 2p. (Embrapa-CNPMPF, Abacaxi em Foco n. 32).
- McKINNEY, H. H. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, v. 26, p. 195-217, Nov. 1923.
- MENEZES, M.; ASSIS, S. M. P. **Guia prático para fungos fitopatogênicos**. 2. Ed. Recife: Imprensa Universitária, 2004.
- OLIVEIRA, F. R.; JUNGHANS, T. D. Herança da resistência à fusariose em abacaxizeiro, In: JORNADA CIENTIFICA – EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 8º, 2014.
- SANTOS, B. A. *et al.* Severidade de isolados de *Fusarium subglutinans* f. sp. ananas sensíveis e resistentes ao benomyl em abacaxizeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 101-103, 2002.
- VENTURA, J. A.; ZAMBOLIN, L. Controle das doenças do abacaxizeiro. In: ZAMBOLIN, L.; VALE, F. X. R. MONTEIRO, A. J. A.; COSTA, H. (Ed.). **Controle de doenças de plantas fruteiras**. Viçosa: UFV, v.2, p. 445-487, 2002.
- VENTURA, J. A.; COSTA, H. Manejo integrado das doenças de fruteiras tropicais: Abacaxi, Banana e Mamão. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais doenças e pragas**. Viçosa, MG: UFV. 2002. p. 279-352.

VENTURA, J. A.; CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. 'Vitória': new pineapple cultivar resistant to fusariosis. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 822, p. 51-55, 2009.

ZORZAL, P. B. *et al.* Análise Morfológica e Bioquímica Comparativa da Resistência a Fusariose em Abacaxizeiro. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2008, **Resumos...** Vitória, ES, 2008.

PERSPECTIVAS DO USO DE ACTINOBACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS NO DESENVOLVIMENTO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

PERSPECTIVES OF THE USE OF ENTOMOPATHOGENIC ACTINOBACTERIA IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL DEFENSIVES

Michele Trombin de Souza^{1*}, Mireli Trombin de Souza¹, Mariana Vieira Porsani¹,
Aramis Passos Camargo¹, Maria Aparecida Cassilha Zawadneak¹ e Ida Chapaval Pimentel¹

¹ Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curso de Ciências Agrárias, Curitiba/PR
*E-mail para contato: mictrombin@gmail.com

38

RESUMO – *Actinobactérias desempenham um papel importante na agricultura à medida que contribuem para o desenvolvimento de defensivos agrícolas. Assim, esta revisão visa compilar informações sobre as perspectivas do uso de actinobactérias entomopatogênicas como bioinsumos no manejo das pragas agrícolas. Para a análise bibliométrica foi utilizada a base de dados Scopus e da sentença title-abs-key (agriculture AND pest* AND actinobacteria). Entre 1996-2021 foram publicados 82 documentos com uma taxa de crescimento de 6,29 % ao ano. As literaturas mostraram que o gênero Streptomyces é o mais estudado para a síntese de defensivos agrícolas. Suas principais fontes de isolamento são solos (84,5%), água marinha (8,9%), plantas (6,6%). Em relação às aplicações, 32,6% das revisões reportaram a produção de fungicidas, 29,4% a síntese de inseticidas, 20,8% a elaboração de bactericidas e 17,2% a síntese de nematicidas.*

Palavras-chave: *Streptomyces*, actinomicetos, agricultura sustentável.

ABSTRACT - *Actinobacteria play an important role in agriculture as they contribute to the development of crop protection products. Thus, this review aims to compile information on the prospects for the use of entomopathogenic actinobacteria as bio-inputs in the management of agricultural pests. For bibliometric analysis, the Scopus database and the title-abs-key sentence (agriculture AND pest * AND actinobacteria) were used. Between 1996-2021, 82 documents were published with a growth rate of 6.29% per year. Literature has shown that the genus Streptomyces is the most studied for the synthesis of pesticides. Its main sources of isolation are soils (84.5%), seawater (8.9%), plants (6.6%). Regarding applications, 32.6% of reviews reported the production of fungicides, 29.4% the synthesis of insecticides, 20.8% the preparation of bactericides and 17.2% the synthesis of nematicides.*

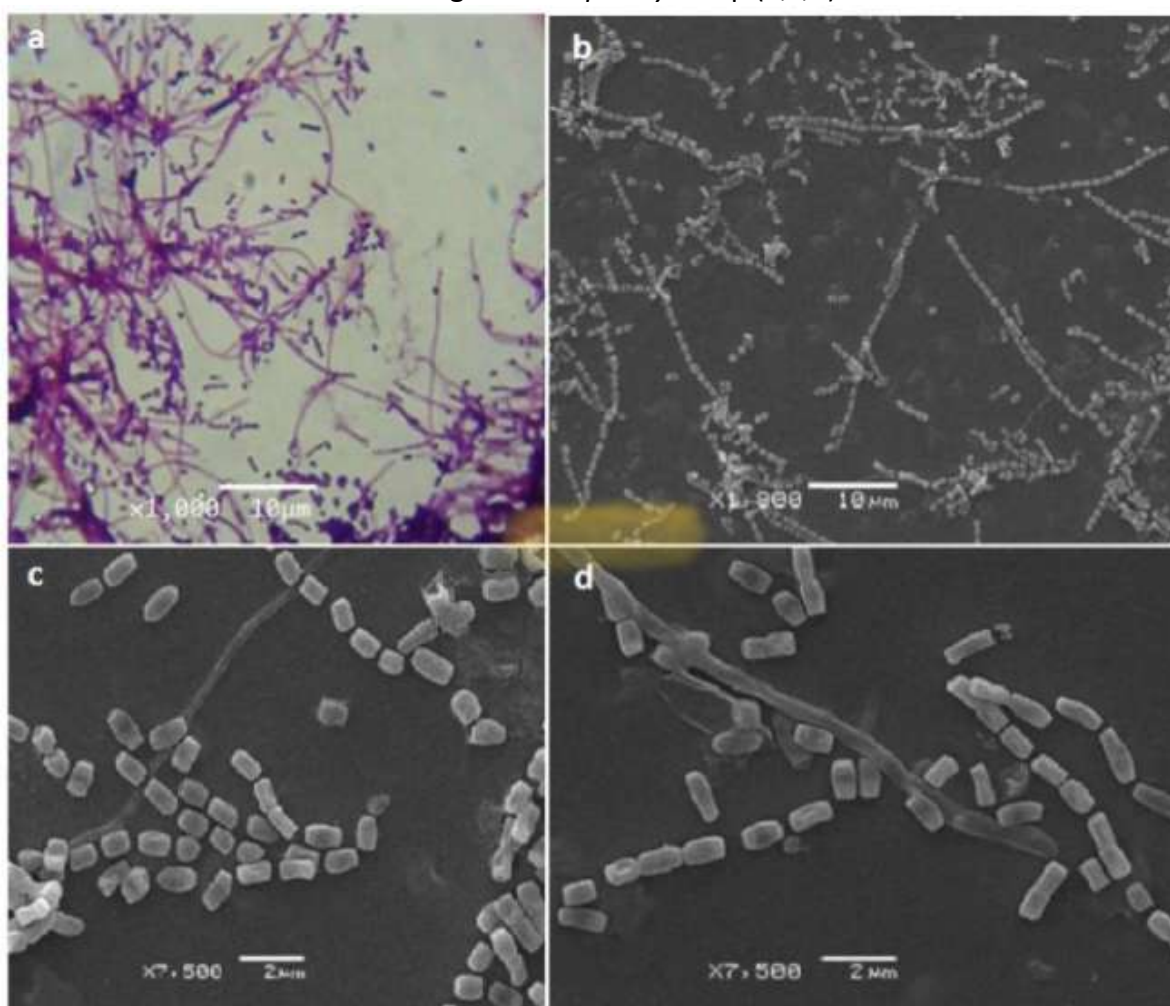
Keywords: *Streptomyces*, actinomycetes, sustainable agriculture.

1. INTRODUÇÃO

A classe Actinobactéria são bactérias Gram positivas filamentosas que apresentam alto teor de guanina (G) e citosina (C) em seu material genético, entre 65-75% G+C (MIÃO; DAVIES, 2010), possui um genoma com 2,5-9,7 Mb (BRICEÑO et al., 2018). Alguns gêneros de actinobactérias filamentosas são caracterizados pela formação de hifas ramificadas que originam micélios típicos, como cocos (ex., *Micrococcus*) ou cocobacilo (ex., *Arthrobacter*), há fragmentação de hifas, como em *Nocardia* spp., e ainda podem possuir micélio ramificado (ex., *Streptomyces*) (Figura 1). Já *Mycobacterium* spp. e *Corynebacterium* sp. não produzem micélios (MIÃO; DAVIES, 2010). Embora sejam unicelulares, elas não apresentam

parede celular e são caracterizadas com substrato distinto delgado e não septado. Estes microorganismos produzem colônias pulverulentas que são firmemente aderidas à superfícies dos substratos. Isto auxilia na manutenção da forma da célula e também impede a quebra das mesmas sob alta pressão osmótica (BRICEÑO et al., 2018). Membros deste táxon são provenientes de diferentes habitats, incluindo água marinhas, animais, humanos, plantas e solos (MIÃO; DAVIES, 2010).

Figura 1 – Visualização em microscopia óptica da micro morfologia de *Streptomyces* sp. com coloração de Gram (a); visualização em microscopia eletrônica de varredura da micro morfologia de *Streptomyces* sp (b,c,d).



Fonte: os autores.

As actinobactérias produzem metabólitos secundários biologicamente ativos usados na agricultura para a síntese de defensivos agrícolas (MINUTO et al., 2006; CHAUDHARY et al., 2013). Dentre os inseticidas, o espinosade é pertencente ao grupo das espinosinas, originalmente isoladas de *Streptomyces spinosa*. Seu mecanismo de ação consiste em inibir os receptores nicotínicos da acetilcolina e no neurotransmissor do ácido gama-aminobutírico (GABA). Já a abamectina é um acaricida/ inseticida isolado de *Streptomyces avermitilis* que atua como agonista do GABA, afetando a transmissão neurosináptica do sistema nervoso dos artrópodes. Enquanto, o herbicida glufosinato de amônio é derivado do

produto natural bialafos isolado de *Streptomyces hygroscopicus* e *Streptomyces viridochromogens*. Seu mecanismo de ação consiste na inibição da enzima Glutamina Sintetase (GS) na rota de assimilação do Nitrogênio. Ele é um herbicida de contato, pós-emergente e não sistêmico, de baixa translocação e de amplo espectro no controle de plantas daninhas. Além disso, isolados de *Streptomyces griseoviridis* atuam como fungicidas no controle de doenças radiculares, como *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp. e *Phytophthora* spp. (MINUTO et al., 2006).

A capacidade das actinobactérias em colonizar diferentes habitats e produzir defensivos agrícolas as torna agentes na prospecção de moléculas com novas especificidades. Levantamentos descrevem suas aplicações biotecnológicas (HASSAN et al., 2019), no entanto, apenas alguns trabalhos estabeleceram sua importância na agricultura (MINUTO et al., 2006; BRICEÑO et al., 2018; OLANREWAJU; BABALOLA, 2019). Desse modo, esta revisão é focada nas avanços das pesquisas sobre diferentes estratégias de prospecção de actinobactérias isoladas em diferentes locais e sua possível aplicação como defensivos agrícolas.

2. METODOLOGIA

2.1. Revisão de literatura

A revisão foi elaborada a partir das literaturas indexadas na base de dados Scopus, no período entre 1996 a 2021. As palavras-chave utilizadas foram adicionadas na sentença da busca *title-abs-key (agriculture AND pest* AND actinobacteria)*. Na seleção final, os artigos considerados abordaram pelo menos um dos critérios a seguir: a) fonte de obtenção das actinobactérias; b) gêneros das actinobactérias estudadas; e c) quais são suas áreas de empregabilidade.

2.2. Análise dos dados

Para a realização das análises bibliométricas os dados coletados na base de dados Scopus foram exportados no formato BibTex. Após, os dados foram analisados no software R versão 3.6.3., com o suporte do pacote Bibliometrix e do aplicativo Biblioshiny versão 3.0 (ARIA; CUCCURULLO, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta análise bibliométrica, 82 publicações sobre actinobactérias foram recuperadas da base de dados 'Scopus'. A distribuição dos tipos de artigo é mostrada na Tabela 1. Destes, 62 (75,6%) foram artigos originais e 13 (15,9%) foram artigos de revisão. Esses 75 artigos foram incluídos nas análises subsequentes. Os artigos foram publicados em 59 periódicos diferentes, sendo que *Science of the Total Environment* (5 artigos) e *Environmental Monitoring and Assessment* (3 artigos) receberam os maiores números documentos. O inglês é a linguagem global da comunicação científica, assim como, a característica da linha de pesquisa, que contém relativamente poucas publicações em idioma diferente do inglês (4 artigos).

Tabela 1 - Principais informações dos documentos indexados na base de dados Scopus referentes aos trabalhos com actinobactérias e suas aplicações agrícolas.

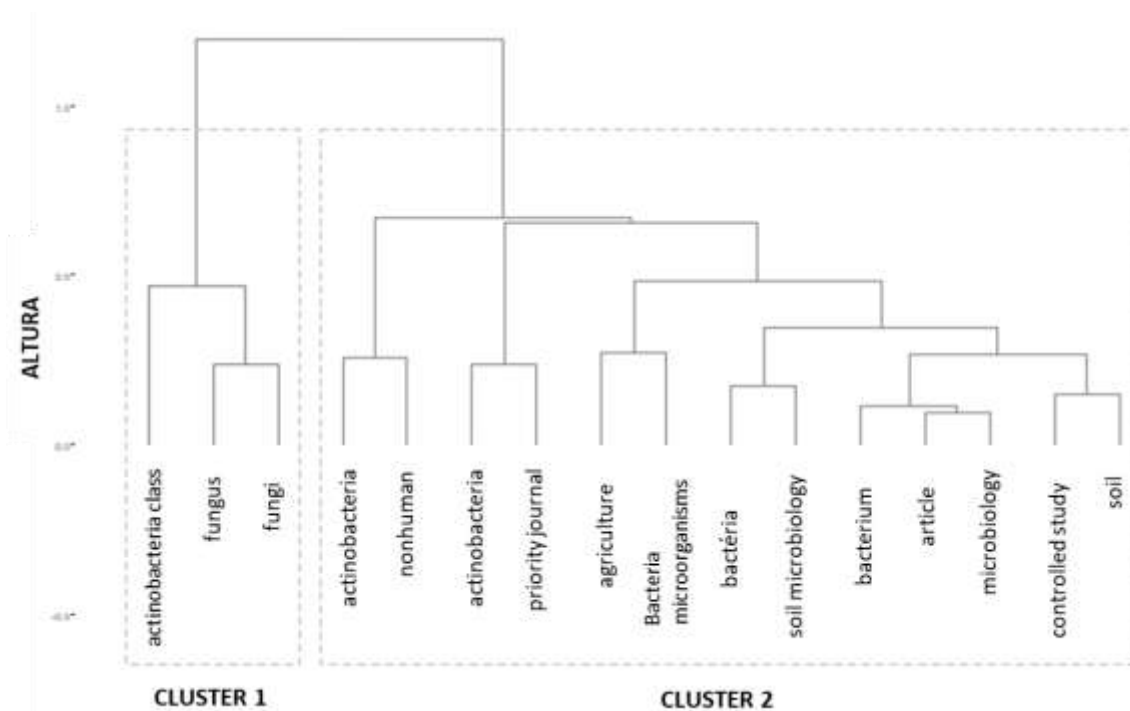
PRINCIPAIS INFORMAÇÕES SOBRE OS TRABALHOS REVISADOS	
TIPOS DE DOCUMENTOS	
Artigos Completos	62
Revisões	13
Capítulos de livros	3
Livros, Editorial, Artigos de Conferências	4
SCORE DAS PUBLICAÇÕES	
Média anual de publicações	8,97
Média de citações por documento	16,78
Média de citações por ano por documento	1,407
AUTORES	
Total de autores	428
Autores de documentos de autoria única	1
Autores de documentos de autoria múltipla	389
Autores por documentos	4,76
Co-autores por documentos	5,22

Autores de 28 países contribuíram para as publicações sobre actinobactérias. A China e Índia tiveram o maior número de artigos publicados (32%). Dos 428 autores, Debaditya Bhattacharya, da Kazi Nazrul University, Índia, foi o autor principal que teve o trabalho mais citado (260 vezes). A publicação revisou a síntese de nanomateriais contendo actinobactérias como procedimentos limpos, não tóxicos e ecologicamente corretos (BHATTACHARYA; GUPTA, 2005). Em adição, o número de citação do referido trabalho também se deve ao fato de que as revisões de literatura ocupam posições elevadas na atual proposta hierarquia de evidências (KOO, 2017).

As palavras-chaves mais utilizadas pelos 75 artigos é esquematizada em dendograma (Figura 2), onde observa-se que em dois clusters foram identificadas 16 palavras-chaves. O Cluster 1 consistiu em 3 palavras-chaves publicadas em trabalhos de abordaram a classe Actinobacteria e fungos. O Cluster 2 consistiu em 13 palavras-chaves agrupadas nos documentos que abordaram bactérias isoladas no solo com uso agrícola.

A análise bibliométrica demonstra que estudos com actinobactérias estão ampliando numa taxa de crescimento de 6,29 % ao ano. Nesta análise 3 principais gêneros de Actinobacteria foram levantados, sendo representados por *Streptomyces* (90,3%), *Mycobacterium* (5,4%) e *Rhodococcus* (4,3%) dos quais conferem defensivos agrícolas. Suas principais fontes de isolamento são solos (84,5%), água marinha (8,9%) e plantas (6,6%). Aqui, fica comprovado que a manipulação das actinobactérias contra pragas oferecem alternativas para o desenvolvimento agrícola sustentável (BHATTACHARYA et al., 2007; CHAUDHARY et al., 2013; BRICEÑO et al., 2018).

Figura 2 – Principais palavras-chaves usadas nas publicações indexados na base de dados Scopus referentes aos trabalhos com actinobactérias e suas aplicações agrícolas.



Fonte: os autores.

Existem diferentes papéis que as actinobactérias desempenham em aplicações biotecnológicas. Desse modo, 32,6% dos artigos reportaram a síntese de fungicidas, 29,4% de inseticidas, 20,8% de bactericidas e 17,2% de nematocidas.

4. CONCLUSÃO

As principais fontes de isolamento das actinobactérias são solos, água marinha e plantas, sendo o gênero *Streptomyces* o mais estudado para a síntese de fungicidas, inseticidas, bactericidas e nematocidas.

5. REFERÊNCIAS

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. Doi: 10.1016/j.joi.2017.08.007.

BHATTACHARYA, D.; GUPTA, R. K. Nanotechnology and potential of microorganisms. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 25, n. 4, p. 199-204, 2005. Doi: 10.1080/07388550500361994.

BHATTACHARYA, D.; NAGPURE, A.; GUPTA, R. K. Bacterial chitinases: properties and potential. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 27, n. 1, p.21-28, 2007. Doi: 10.1007/s10482-010-9440-6.

BRICEÑO, G. *et al.* *Streptomyces* genus as biotechnological tool for pesticide degradation in polluted systems. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v.1, p. 1-33, 2018. Doi:10.1080/10643389.2018.1476958.

CHAUDHARY, H. S. *et al.* "Antibacterial activity of actinomycetes isolated from different soil samples of Sheopur (A city of central India)." **Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research**, v. 4, n. 2, p. 118-123, 2013. Doi:10.4103/2231-4040.111528.

HASSAN, S. E. *et al.* Endophytic actinomycetes *Streptomyces* spp mediated biosynthesis of copper oxide nanoparticles as a promising tool for biotechnological applications. **Journal of Biological Inorganic Chemistry**, v. 24, n. 3, p. 377-393, 2019. Doi: 10.1007/s00775-019-01654-5.

KOO, M. A bibliometric analysis of two decades of aromatherapy research. **BMC Research Notes**, v. 10, n. 46, p. 2-9, 2017. Doi: 10.1186/s13104-016-2371-1.

MIÃO, V.; DAVIES, J. Actinobacteria: the good, the bad and the ugly. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 98, n. 2, p. 143-150, 2010. Doi: 10.1007/s10482-010-9440-6.

MINUTO, A. *et al.* Control of soilborne pathogens of tomato using a commercial formulation of *Streptomyces griseoviridis* and solarization. **Crop Protection**, v. 25, n. 5, p. 468–475, 2006. Doi: 10.1016/j.cropro.2005.08.001.

OLANREWaju, O. S.; BABALOLA, O. O. *Streptomyces*: implications and interactions in plant growth promotion. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 103, p. 1179-1188, 2019. Doi: 10.1007/s00253-018-09577-y

CULTIVO DE COGUMELO COMESTÍVEL (*Pleurotus djamor*) EM DIFERENTES SUBSTRATOS AGROINDUSTRIAIS

EDIBLE MUSHROOM CULTIVATION (*Pleurotus djamor*) IN DIFFERENT AGRO-INDUSTRIAL SUBSTRATES

Beatriz Leite^{1*}, Ludmila da Conceição Ferreira¹, Gabriel Alexandre Fontes Oliveira da Silva¹,
Mozart dos Santos Carneiro¹, Débora Faria Silva² e Ênio Nazaré de Oliveira-Júnior¹

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJD), Campus Alto Paraopeba, Ouro Branco/MG

² Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto/MG,

*E-mail para contato: beatriz.leite@yahoo.com.br

RESUMO – *Os resíduos agroindústrias vêm se mostrando como potenciais fontes energéticas devido a sua composição rica em lignocelulose, celulose e hemicelulose. A abundância e composição favorável desses resíduos permite abordagens que se distanciam das tradicionais e sejam economicamente viáveis, como a produção de cogumelos comestíveis. Sendo considerados alimentos ricos em proteínas, vitaminas, carboidratos e também associados a diversos efeitos terapêuticos e farmacológicos. Diante disso, o presente trabalho objetivou potencializar o cultivo de cogumelos comestíveis, embarcando métodos que utilizem meios de cultura com diferentes concentrações dos resíduos agroindustriais: Casca de café, bagaço de malte e bagaço de cana-de-açúcar. Para a análise foi realizada avaliação do índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) em diferentes dias e biomassa seca ao final de 15 dias de cultivo, a fim de avaliar o meio mais adequado para a produção do cogumelo *Pleurotus djamor*. Como resultado, obteve-se o malte como substrato mais adequado para o cultivo de *P. djamor* dentre os substratos utilizados.*

Palavras-chave: Resíduo Agroindustrial, Efeitos terapêuticos, Biomassa.

ABSTRACT - *Agribusiness residues have been shown to be potential energy sources due to their composition rich in lignocellulose, cellulose and hemicellulose. The abundance and favorable composition of these residues allows approaches that differ from the traditional ones and are economically viable, such as the production of edible mushrooms. Being considered foods rich in proteins, vitamins, carbohydrates and also associated with several therapeutic and pharmacological effects. Therefore, this research aimed to enhance the cultivation of edible mushrooms, embarking on methods that use culture media with different concentrations of agro-industrial residues: Coffee husk, malt bagasse and sugarcane bagasse. For the analysis, an evaluation of the mycelial growth rate index (IVCM) was performed on different days and dry biomass at the end of 15 days of cultivation, in order to evaluate the most suitable medium for the production of the mushroom *Pleurotus djamor*. As a result, malt was obtained as the most suitable substrate for the cultivation of *P. djamor* among the substrates used.*

Keywords: Agro-industrial waste, Therapeutic effects, Biomass.

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos agroindustriais têm sido destaque em diversos estudos devido a sua abundância e composição química variável, compreendendo em sua maioria materiais de

caráter lignocelulósico. No Brasil, as culturas agrícolas mais recorrentes são a cana-de-açúcar e a casca do café, por conseguinte seus resíduos são igualmente volumosos. Assim como, os resíduos de malte, fruto da expansão das cervejarias no país. Dessa maneira, o aproveitamento destes resíduos exprime como uma alternativa de reduzir impactos ambientais e agregar valor à cadeia produtiva por meio da sua conversão em subprodutos, como metabólitos, materiais, energia e outros. Sabe-se que estes resíduos abrangem biomassas lignocelulósicas, constituídas por celulose, hemicelulose e lignina, e por isso representam um substrato promissor para a produção de cogumelos comestíveis (ALENCAR et al., 2020).

Os cogumelos comestíveis pertencem ao grupo de basidiomicetos e ascomicetos, cujo gênero *Pleurotus* se situa como segundo mais produzido no mundo, abrangendo mais de 40 espécies. Dentre elas, a espécie *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn (1959), que é popularmente conhecido como cogumelo rosa, em razão da sua coloração, se destaca não apenas pelo seu sabor, mas também em decorrência do seu alto valor nutricional. Apresentam elevado teor de proteínas de boa qualidade, aminoácidos essenciais, ácidos graxos insaturados, vitaminas, minerais e baixo teor calórico (RAMPINELLI et al., 2010).

Ademais, também têm sido reportadas propriedades medicinais e organolépticas associadas ao seu consumo, atuando desde o estímulo do sistema imunológico, redução do colesterol, controle de doenças cardiovasculares, combate ao vírus da hepatite C e até em alguns tipos de câncer (OLIVEIRA; NAOZUKA, 2020).

Apesar de todas as vantagens atribuídas ao consumo de cogumelos, especialmente o *P. djamor*, ainda existe o desafio do alto preço desse produto que desacelera esse setor. De acordo com a Bett e Perondi (2011), o alto preço no mercado, torna baixo o consumo desses produtos no Brasil, onde cada brasileiro consome anualmente, apenas cerca de 30 g, quantidade bastante inferior a países como a França (2 kg), Itália (1,3 kg) e Alemanha (4 kg). Ou seja, por muitos anos esteve presente apenas nas classes com maior poder monetário (BETT, 2016).

Dado o exposto, percebe-se a possibilidade de baratear a produção de cogumelos pela substituição dos meios tradicionais de cultivo, pela utilização de resíduos agroindustriais. E permitindo uma oportunidade de renda para pequenos agricultores e aqueles que se utilizam da agricultura familiar para subsistência. Dessa forma, esse trabalho se dedicou em avaliar o desenvolvimento do cogumelo comestível *P. djamor* em substratos agroindustriais de bagaço de cana-de-açúcar, resíduo de malte e casca de café.

2. METODOLOGIA

2.1. Preparo e Acondicionamento dos Resíduos Agroindustriais

Os substratos foram previamente higienizados e secos em estufa a 60 °C até a obtenção de peso seco constante. Em relação, ao bagaço de cana-de-açúcar foi necessário a trituração em liquidificador industrial das fibras para redução do tamanho.

2.2 Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM)

O crescimento micelial foi realizado com um disco de micélio com 7 mm de diâmetro da cultura fresca do fungo que foi posicionado no centro de placas petri, contendo 20 mL de meio de cultura e os diferentes substratos na proporção de 2%. As placas foram mantidas

em estufa bacteriológica a 37 °C até o preenchimento total da superfície da placa. Durante esse período, realizou-se a medição do micelial com uso de um paquímetro a cada 48 horas. Então, a velocidade de crescimento micelial (IVCM) foi calculada pela equação descrita por Oliveira (1991), conforme a equação 1 abaixo:

$$IVCM = \sum \frac{D - Da}{N} \quad (1)$$

Sendo: D o diâmetro médio atual da colônia; Da o diâmetro médio da colônia do dia anterior e N o número de dias após a inoculação.

2.3 Biomassa seca

A avaliação da biomassa do crescimento do fungo foi realizada pela adição aos *erlenmeyers* de 25 mL de meio de cultura com os diferentes tratamentos a 2%. Após, adicionou-se 3 discos de micélio de 7 mm de diâmetro e se manteve em *shaker* a 28 °C e 180 rpm durante 15 dias. Ao término desse período, o material biológico foi filtrado e colocado em estufa a 60 °C para secagem até a obtenção de um peso constante. A massa seca foi dada pela diferença entre o peso inicial e o peso final, como verificado na equação 2:

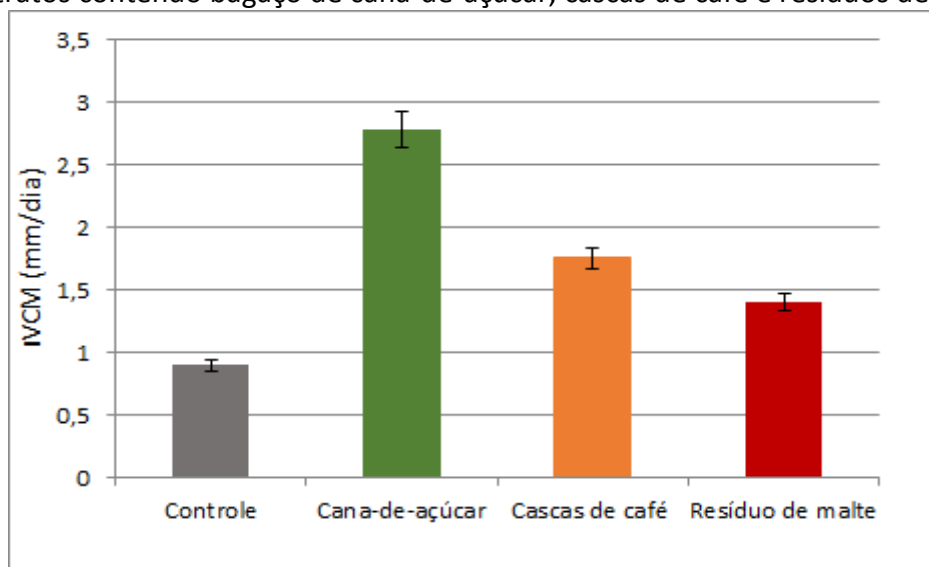
$$Massa\ seca\ (g) = Mf - Mi \quad (2)$$

Sendo: Mf a massa final e Mi a massa inicial e anterior ao processo de secagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) em meio padrão (caldo de batata) e meio padrão enriquecido com cana-de-açúcar, cascas de café e malte, foram respectivamente 0,89, 2,77, 1,75 e 1,40 em mm/dia. Foi possível observar que houve uma velocidade de crescimento maior no meio contendo bagaço da cana-de-açúcar. Contudo, todos os substratos apresentaram um aumento na velocidade de crescimento em relação ao controle (meio caldo de batata convencional), conforme observado na figura 1.

Figura 1 - Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) de *Pleurotus djamor* em substratos contendo bagaço de cana-de-açúcar, cascas de café e resíduos de malte.



Fonte: Autores (2019).

No bagaço da cana-de-açúcar, apesar de ter sido extraído o caldo, ainda há a permanência de sacarose residual. Logo, admite-se que a sacarose residual pode ter impulsionado uma maior rapidez de crescimento do *P. djamor*. Isso ocorre devido ao fato de os microrganismos utilizarem primeiro como fonte de energia as moléculas na sua forma mais simples, ou seja, os açúcares, especialmente a glicose. Em seguida, o microrganismo promove o consumo de moléculas mais complexas. Segundo Jonathan et al. (2008), na escolha do substrato de cultivo de basidiomicetos é importante verificar a velocidade de crescimento micelial, uma vez que uma rápida colonização reduz consideravelmente o crescimento de outros microrganismos competidores.

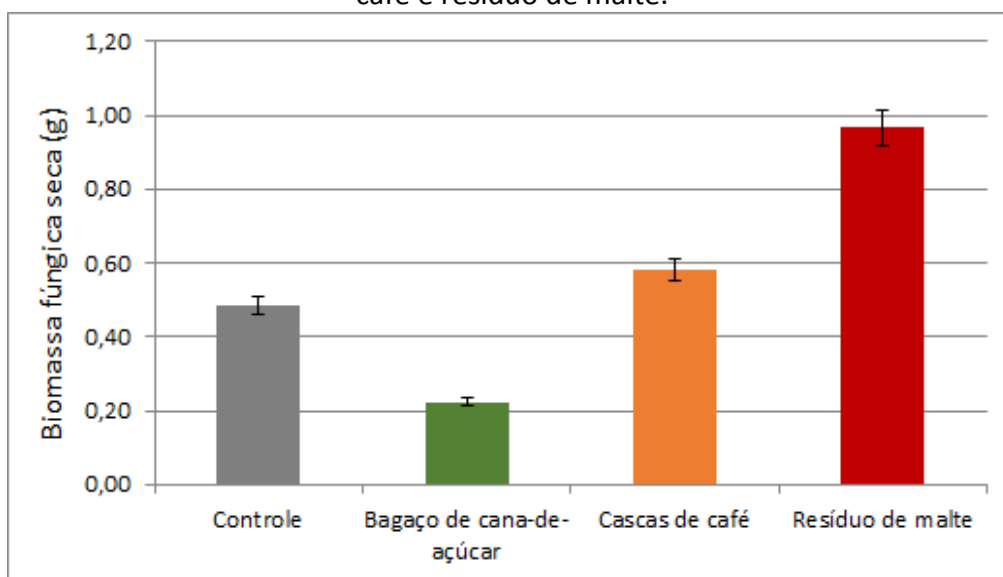
Os valores de biomassa fúngica seca obtida para o controle (caldo de batata) e caldo de batata enriquecido com bagaço de cana-de-açúcar, cascas de café e resíduo de malte, foram respectivamente 0,48 g, 0,22 g, 0,58 g e 0,97 g, conforme observado na figura 2. Ademais, é possível observar que o resíduo que apresentou maior biomassa final foi o resíduo de malte. Por outro lado, embora a cana-de-açúcar tenha demonstrado uma maior velocidade de crescimento, não possibilitou que o fungo alcançasse uma biomassa final adequada, sendo inferior até mesmo ao meio padrão (controle).

O comportamento do crescimento em meio enriquecido com cana-de-açúcar pode ser explicado pela composição do substrato e o mecanismo de degradação do substrato pelo *P. djamor*. De acordo com Rampinelli et al. (2010), os basidiomicetos são capazes de degradar substratos de composição lignocelulósicas por meio da secreção de enzimas, tais como celulasas, hemicelulasas, lacases e lignina peroxidases. O *P. djamor* é um basidiomiceto conhecido como “fungo da podridão branca” e como tal, atua principalmente na degradação da lignina, embora também degrade a celulose. Sabe-se que o fungo se adapta melhor em meios mais ricos em lignina e pela figura 2 é possível notar que no resíduo de malte, o fungo teve um crescimento maior, provavelmente pelo fato da sua composição ter uma quantidade superior de lignina que os demais substratos, cerca de 19 a 28% (MUSSATO; ROCHA; ROBERTO, 2008) enquanto a cana-de-açúcar possui 22,2% (GOUVEIA et al., 2009) e a casca de café possui cerca de 13,6 % (FREITAS, 2015).

Observa-se pela figura 2, que o bagaço da cana-de-açúcar teve um crescimento menor comparado aos demais substratos, mesmo tendo uma maior presença de açúcar que os demais, o que favorece o crescimento. Segundo Barrasa et al. (1998), o gênero *Pleurotus* é capaz de degradar a lignina seletivamente, atuando na celulose de maneira limitada, apenas como forma de acessar as regiões contendo lignina.

De acordo com Santos et al. (2012), a cana-de-açúcar possui em sua composição estrutural, uma quantidade percentual de celulose que pode variar de 35 a 50%, enquanto a casca de café possui cerca de 36% (BARCELOS *et al.*, 2001) e o malte valores entre 16 a 21% (MUSSATO, 2006). A cana-de-açúcar possui a maior quantidade de celulose do que os demais substratos, desta forma, os fungos degradam a celulose e a lignina concomitantemente por mais tempo. À medida que a quantidade de celulose se reduz, os fungos poderão atuar majoritariamente na lignina. O bagaço do malte possui o menor percentual de celulose, logo o consumo desta nesse substrato será em um período menor que nos demais substratos e favorece o consumo da lignina por mais tempo, favorecendo o seu crescimento em relação aos demais substratos.

Figura 2 - Biomassa fúngica seca de *Pleurotus djamor* após 15 dias de crescimento em estado submerso em meio de cultura enriquecido com bagaço de cana-de-açúcar, cascas de café e resíduo de malte.



Fonte: Autores (2019).

4. CONCLUSÃO

Pleurotus djamor apresentou maior velocidade de colonização no substrato de cana-de-açúcar e posteriormente em resíduo de malte e casca de café. Apesar disso, o cultivo em substrato de cana-de-açúcar resultou na menor biomassa fúngica final. Enquanto o resíduo de malte forneceu composição nutricional suficiente para obtenção da maior biomassa seca final. Portanto, é possível concluir que entre os substratos utilizados, o resíduo de malte se mostrou mais adequado para a produção de *P. djamor*, provavelmente em razão da presença de lignina na composição do malte, em torno de 19 a 28%.

5. REFERÊNCIAS

- ALENCAR, V. N. S. *et al.* Resíduos agroindustriais: uma alternativa promissora e sustentável para a produção de enzimas de microrganismos. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA AGROINDÚSTRIA (CIAGRO): Ciência e tecnologia, inovação do campo à mesa*, p. 1-16, 2020.
- BARCELOS, A. F. *et al.* Composição química da casca e polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. *In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, II*, p. 818–825, 2001.
- BARRASA, J. M. *et al.* Electron and Fluorescence Microscopy of Extracellular Glucan and Aryl-Aichool Oxidase during Wheat Straw Degradation by *Pleurotus eryngii*. **Applied and Environmental Microbiology**, p. 325-332, 1998.
- BETT, C. F. **Cultivo artesanal do cogumelo Shiitake: Uma potencial atividade para agroecossistemas sustentáveis**. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento

Regional sustentável) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, 2016.

BEET, C. F. PERONDI, M. A. Análise do mercado de cogumelos comestíveis e medicinais: uma prospecção de alternativas de renda para a agricultura familiar na região sudoeste do Paraná. **Synergimus Scyntifica**, v. 8, n. 1, 2011.

FREITAS, W. L. C. **Estudo da casca de café como matéria prima em processos fermentativos**. 2015. Tese (Doutorado em Microbiologia Aplicada) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

GOUVEIA, E. R. *et al.* Validação de metodologia para a caracterização química do bagaço de cana-de-açúcar. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1500–1503, 2009.

JONATHAN, S. G. *et al.* Biodegradation of nigerian wood wastes by *pleurotus tuber-regium* (Fries) singer. **Journal of bioresource Technology**, n. 99, v. 4, p. 807-811, 2008.

MUSSATTO, S. I. *et al.* Hydrogen peroxide bleaching of cellulose pulps obtained from brewer's spent grain. **Cellulose**, v. 15, n. 4, p. 641–649, 2008.

OLIVEIRA, J. A. **Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativas L.*) e pimentão (*Capsicum annanum L.*)**. 1991. 111 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

OLIVEIRA, P. A.; NAOZUKA, J. Enriquecimento elementar por meio de cultivo: Plantas e cogumelos. **Química nova**, v. 43, n. 9, 2020.

RAMPINELLI, J. R. *et al.* Valor nutricional de *Pleurotus djamor* cultivado em palha de bananeira. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 21, n. 2, p. 197-202, 2010.

SANTOS, F. A. *et al.* Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química Nova**, v. 35, n. 5, p. 1004–1010, 2012.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adonys Aguiar.....	viii
Alana Jeniffer Alves dos Santos	vi
Alessandra Benatto.....	vii
Alessandra Regina Butnariu.....	vii, viii
Aluizian Fernandes Lopes da Silva	vi
Ampara Animal	viii
Ana Flávia de Godoy	vii
Ana Lúcia Andruchak	viii
Ana Marcela do Nascimento	vi
Ana Paula Welter	viii
André Franco Cardoso	vii
Andrielle dos Anjos Barbosa	13
Angélica Massarolli	vii, viii
Aramis Passos Camargo	36

B

Beatriz Leite	42
Beatriz Ramos da Silva	19
Bruna Ene	viii
Bruna Ferreira Lima	vi
Bruna Magda Favetti	vi, vii, viii
Bruno Felipe Camera	vii

C

Câmara Municipal de Tangará da Serra.....	viii
Carolina Joana da Silva	viii
Ceres Maciel de Miranda.....	vii, viii
Coral da UFMT	viii
Coral Infantojuvenil da UFMT.....	viii
Cristiane Regina do Amaral Duarte	vii, viii
Cuiabá.....	13
Curitiba	36

D

Dayane Castro Silva	13, 19, 25, 31
Débora Faria Silva	42
Décio Eloi Siebert.....	viii
Dejânia Vieira de Araújo	13, 19, 25, 31
Diones Krinski	iii, vi, vii, xi
Divina Sueide de Godoi.....	vi
Dorit Kolling	viii

E

Elizângela Silva de Brito	vi, viii
Ellen Carla Gomes Barnabé	19
Ênio Nazaré de Oliveira-Júnior	42

Erik Nunes Gomes	vii, viii
------------------------	-----------

F

Fabiana Lopes Rodrigues	vi
FAESPE	vi
Fellipe Lima Bertan	13, 31
Fumio Matoba Júnior	vi
Fundação de Apoio ao Ensino Superior Público Estadual	vi

G

Gabriel Alexandre Fontes Oliveira da Silva	42
Gabrielle Simon Gosmann	vi

I

Ida Chapaval Pimentel	36
IFSC.....	vii

J

Jefferson Marcelo Arantes da Silva.....	vi
Jessica Mirian Naitzel	19, 31
João Vitor da Silva Alves.....	13, 25, 31
Jorge Aparecido Salomão Junior	viii
José Gustavo Ramalho Casagrande	vi
José Roberto Rambo	vii, viii
Joyce Milene Arruda De Figueiredo	vi

K

Karine da Silva Peixoto	vii
-------------------------------	-----

L

Leandro Roberto da Cruz	vii
Luana Vieira Coelho Ferreira.....	vii
Ludmila da Conceição Ferreira.....	42
Ludmilla Barboza da Silva.....	vii
Luiz Antonio Solino Carvalho	viii

M

Maria Aparecida Cassilha Zawadneak.....	36
Mariana Vieira Porsani.....	36
Maringá.....	13
Mayara Pereira Coelho	19
Michele Trombin de Souza	vii, viii, 36
Mireli Trombin de Souza	vii, viii, 36
Mozart dos Santos Carneiro.....	42
Museu Paraense Emílio Goeldi	vii

N

Nayara Nunes Rodrigues 13, 31

O

Ouro Branco..... 42

Ouro Preto 42

P

Paulo Takeo Sano.....viii

R

Rhaul Nery Camposvi

Rogério Benedito da Silva Añezvi

Rutgers University vii, viii

S

Scientific Electronic Archivesix

Sebastian Ramos.....viii

SEDUCviii

T

Tamires Silva Santos 25

Tangará da Serra.....xi, 13

Taynara de Souza.....vi

Thiziane Helen Lorenzonviii

Tiago José Bettoni..... 25

U

UEM 13, 25, 31

UFMT..... vi, viii, 13, 19, 25, 31

UFOP 42

UFPeL vii, viii

UFPR..... vii, viii, 36

UFSJ 42

UNEMAT.....vi, vii, xi, 13, 19, 25

Universidade do Estado de Mato Grosso.....vi, xi

Universidade Estadual de Maringá 13

Universidade Federal de Mato Grosso vi, 13

Universidade Federal de Ouro Preto 42

Universidade Federal de São João Del-Rei..... 42

Universidade Federal do Paraná 36

USP viii

V

Vanessa Cardoso Nunes vi

Victor Hugo Magalhães de Amorim vi

W

Waldo Pinheiro Troyvi, viii

Weverton Rochesk de Oliveira Posterli..... 25

William Cardoso Nunes vi