

ALAN MARIO ZUFFO
JORGE GONZÁLEZ AGUILERA
ORGANIZADORES

PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

Volume VI



Pantanal Editora

2021

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
VOLUME VI



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome	Instituição
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos	OAB/PB
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu	Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois	UO (Cuba)
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior	IF SUDESTE MG
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña	Facultad de Medicina (Cuba)
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia	ISCM (Cuba)
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva	UFESSPA
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo	UEA
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu	UNEMAT
Prof. Dr. Carlos Nick	UFV
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia	AJES
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos	UFGD
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva	UEMS
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos	IFPA
Prof. Msc. David Chacon Alvarez	UNICENTRO
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira	IFMT
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira	UFMG
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão	URCA
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves	ISEPAM-FAETEC
Prof. Me. Ernane Rosa Martins	IFG
Prof. Dr. Fábio Steiner	UEMS
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza	UFF
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez	(Colômbia)
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles	UNAM (Peru)
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira	IFRR
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto	UCG (México)
Prof. Msc. João Camilo Sevilla	Mun. Rio de Janeiro
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales	UNMSM (Peru)
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski	UFMT
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira	Mun. de Chap. do Sul
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela	IFPR
Prof. Dr. Leandris ArgenteL-Martínez	Tec-NM (México)
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan	Consultório em Santa Maria
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann	UFJF
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior	UEG
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos	FAQ
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla	UNAM (Peru)
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira	SEDUC/PA
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira	IFPA
Profa. Dra. Patricia Maurer	UNIPAMPA
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva	IFB
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty	UO (Cuba)
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke	UFMS
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva	UFPI
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo	UEMA
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca	UFPI
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira	FURG
Profa. Dra. Yilan Fung Boix	UO (Cuba)
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme	UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

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

P472 Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume VI / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 133p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-88319-79-6

DOI <https://doi.org/10.46420/9786588319796>

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente.
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González.
CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Pantanal Editora

Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume VI” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: regressão quantílica na classificação de sítios florestais em povoamentos de *Pinus elliottii*, equações volumétricas mistas para árvores de *Pinus taeda* em diferentes espaçamentos, substratos para a produção de mudas de coentro, correlações e análise de trilha na qualidade de sementes de soja oriundas de plantas cultivadas em solos com diferentes níveis de fertilidade nitrogenada, desempenho agrônômico de duas cultivares de rúcula sob densidades de semeadura em sistema hidropônico, serraria e secagem da madeira: uma revisão, redes neurais artificiais aplicadas na estimativa da altura total de *Eucalyptus* sp., as espécies de *Desmodium* (Leguminosae) no herbário da Amazônia Meridional: potencialidades a pecuária, germinação de sementes armazenadas de *Hesperozygus ringens* (Benth.) Epling, micoparasitismo no controle biológico da ferrugem Asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), componentes produtivos de soja são influenciados por diferentes tipos de irrigação, e efectos de los oligogalacturónidos y sustrato orgánico en el comportamiento morfoproductivo de la habichuela Lina (*Vigna unicalata* L.). Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume VI, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este e-book possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera


SUMÁRIO

Apresentação	4
Capítulo I.....	6
Uso da regressão quantílica na classificação de sítios florestais em povoamentos de <i>Pinus elliottii</i> , no Uruguai.....	6
Capítulo II	15
Equações volumétricas mistas para árvores de <i>Pinus taeda</i> em diferentes espaçamentos, no Paraná... 15	
Capítulo III.....	26
Substratos para a produção de mudas de coentro (<i>Coriandrum sativum</i> L. cv. Português)	26
Capítulo IV	33
Correlações e análise de trilha na qualidade de sementes de soja oriundas de plantas cultivadas em solos com diferentes níveis de fertilidade nitrogenada.....	33
Capítulo V.....	42
Desempenho agrônômico de duas cultivares de rúcula sob densidades de semeadura em sistema hidropônico no município de Uruçuí-PI	42
Capítulo VI	52
Serraria e Secagem da Madeira: Uma Revisão	52
Capítulo VII.....	63
Redes neurais artificiais aplicadas na estimativa da altura total de <i>Eucalyptus</i> sp.	63
Capítulo VIII	78
As espécies de <i>Desmodium</i> (Leguminosae) no Herbário da Amazônia Meridional: potencialidades a pecuária na região de Alta Floresta, Mato Grosso.....	78
Capítulo IX	96
Germinação de sementes armazenadas de <i>Hesperozygis ringens</i> (Benth.) Epling	96
Capítulo X.....	102
Micoparasitismo no Controle Biológico da Ferrugem Asiática da Soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>).....	102
Capítulo XI	110
As características agrônômicas da soja são influenciadas pelo tipo de irrigação e aplicação de doses de potássio	110
Capítulo XII.....	119
Efectos de los oligogalacturónidos y sustrato orgánico en el comportamiento morfoproductivo de la habichuela Lina (<i>Vigna unicalata</i> L.).....	119
Índice Remissivo	131
Sobre os organizadores.....	133

Micoparasitismo no Controle Biológico da Ferrugem Asiática da Soja (*Phakopsora pachyrhizi*)

Recebido em: 15/07/2021

Aceito em: 21/07/2021

 10.46420/9786588319796cap10

Bianca Rosini^{1*} 

Gustavo dos Santos Cotrim² 

Aline Francieli da Silva^{1*} 

Gilsemara dos Santos Cagni^{1*} 

Hélio Conte^{1*} 

INTRODUÇÃO

Phakopsora pachyrhizi é o agente causal da ferrugem asiática, principal doença foliar da cultura da soja (*Glycine max*), cuja alta severidade está relacionada a substanciais perdas de rendimentos em grãos, causando grandes impactos financeiros para a cadeia produtiva (Miles et al., 2011; Lu, 2013; Paul et al., 2020). O patógeno é endêmico em diversos países, e a redução de produtividade na soja > 50% (Kelly et al., 2014; Sikora et al., 2014) foram atribuídas a alta severidade da doença, causando perdas registradas em 2003 da ordem de US\$ 2 bilhões no Brasil (Yorini et al., 2005).

Atualmente, o principal método de controle da ferrugem asiática da soja (FAS) utilizada pelos produtores é a aplicação de fungicidas, vazão sanitário, bem como, a utilização de germoplasma tolerante/resistente (Sikora et al., 2014; Paul et al., 2020). Entretanto, o cenário atual é de limitação em grupos químicos de fungicidas disponíveis e populações de *P. pachyrhizi* resistentes ao controle químico, tornando o manejo da FAS complexo e financeiramente pouco viável (Ward et al., 2011; Hassan et al., 2014; Silva, 2020).

Diante deste cenário, atualmente discute-se a necessidade de alternativas biotecnológicas passíveis de contribuir no controle de *P. pachyrhizi* no sistema de produção de soja. A utilização de microrganismos no controle de fitopatógenos, sem prejuízo à cultura, tem se consolidado uma alternativa sustentável e eficaz, além de contribuir para redução da aplicação de agroquímicos (Brimmer et al., 2003; Benitez et al., 2004). Nesse sentido, relatórios publicados anteriormente, evidenciaram que estruturas de *P. pachyrhizi* foram colonizadas por outras espécies de fungos, em uma interação ecológica de antagonismo fungo-fungo denominada de micoparasitismo (Saksirat et al., 1990; Havugimana, 2017; Okane et al., 2020).

O parasitismo entre fungos consiste na nutrição do micoparásita, por meio de penetração física associado a secreção de enzimas e/ou metabólitos especializados, que garantem o sucesso na colonização

¹ Pós-Graduação em Biotecnologia Ambiental, Universidade Estadual de Maringá – UEM

² Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP

* Autora correspondente: biancarosini@hotmail.com

do hospedeiro (Gauthier et al., 2014). Esta associação pode ser explorada e possivelmente aplicada no controle biológico do agente causal da ferrugem asiática, bem como, outros fitopatógenos, contribuindo para o manejo integrado de doenças na agricultura (Daguerre et al., 2014). Portanto, esta revisão objetiva reunir os principais resultados publicados entre o período de 2010 a 2020 de fungos micoparasitas reportados por colonizar *Phakopsora pachyrhizi* e, portanto, serem passíveis de objeto de estudo para o desenvolvimento de alternativas biotecnológicas para o manejo da ferrugem asiática da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa baseou-se em uma revisão bibliográfica descritiva, utilizando artigos científicos como fontes primárias de informação. A revisão bibliográfica procedeu utilizando as bases de dados: *Google Scholar*, *Scientific Electronic Library Online (SciELO)* e *Science Direct*. Os manuscritos reportados nesta revisão compreendem publicações entre 2010 a 2020, dos quais foram selecionados utilizando as palavras-chaves: *mycoparasitism*, *mycoparasitic fungus*, *mycoparasite fungi*, *Phakopsora pachyrhizi mycoparasitism*, *biological control* e *Phakopsora pachyrhizi bioproducts*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A soja é uma cultura oleaginosa de alta relevância no cenário de produção mundial. Na safra de 2020/21 cerca de 362,947 milhões de toneladas de grãos foram produzidos (USDA, 2021). Atualmente, o Brasil está consolidado como o maior produtor de soja do mundo (37%), seguido dos Estados Unidos da América (31%) (CONAB, 2021; USDA, 2021). O manejo integrado de doenças na cultura da soja possui o desafio do controle da ferrugem asiática, para manter-se os altos rendimentos na produção.

Phakopsora pachyrhizi é um fungo basidiomiceto biotrófico obrigatório e além da soja, outras leguminosas cultivadas foram reportadas por ser hospedeiras deste fitopatógeno, como *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* (Nunkumar et al., 2008). *P. pachyrhizi* inicialmente foi identificado em nabo-mexicano (*Pachyrhizus erosus*) no Japão em 1902 (Bromfield, 1984). Subsequentemente, relatos da incidência do patógeno ocorreram em outros países, como Austrália (1934) e Índia (1951). O primeiro relato da FAS ocorreu na Zâmbia (África) em 1978 (Javaid et al., 1978; Hartman et al., 2005) e, posteriormente, em *Vigna subterranea* no ano de 1981 em regiões da Tanzânia (Teri et al., 1981).

Considera-se que o patógeno possui especialização fisiológica na soja (Bromfield, 1984). Além disso, embora os sintomas de infecção da FAS possam ser observados em todos os estádios de desenvolvimento da soja, estima-se que perdas elevadas de produtividades ocorram devido à infecção do patógeno entre R1-R6 (Twizeyimana et al., 2011). Além disso, atribui-se que as perdas nos rendimentos de grãos sejam causadas pela redução da atividade fotossintética das folhas colonizadas pelo patógeno, causando lesões, desfolha prematura, redução no número de vagens, tamanho e peso de sementes (Kumudini et al., 2008).

Atualmente as estratégias disponíveis no controle da FAS, incluem a utilização de fungicidas (Sikora et al., 2014; Twizeyimana et al., 2017), cultivares resistentes, mudanças no calendário de semeadura e vazio sanitário (Twizeyimana et al., 2011). Porém, os fungicidas comumente utilizados tiveram sua eficácia reduzida, ao longo dos anos, devido à resistência do patógeno. Fungicidas da classe dos triazóis e estrobilurinas, isolados ou em mistura, são empregados amplamente para controle da FAS no Brasil e EUA (Godoy, 2012; Sikora et al., 2014). No entanto, a administração de produtos químicos para controle de pragas e doenças, apesar de contribuir substancialmente na produção mundial de grãos (Viterbo et al., 2010a), são potencialmente nocivos à saúde humana (Kim et al., 2016) e aos recursos renováveis (Gomes et al., 2015). Portanto, alternativas biotecnológicas, como o controle biológico em uma abordagem passível de utilizar microrganismos ou seus metabólitos (Twizeyimana et al., 2019), podem consolidarem estratégias viáveis no controle de *P. pachyrhizii* e, conseqüentemente, caminhar para a redução da administração de fungicidas.

Diante da dificuldade no combate do agente causal da ferrugem asiática, investigações foram conduzidas na busca de estratégias biotecnológicas para o controle do fitopatógeno, bem como, reduzir a severidade desta doença na soja. Nesta revisão, abordaremos avanços no conhecimento de fungos micoparasitas reportados por terem *P. pachyrhizii* como seu hospedeiro.

O micoparasitismo é uma interação entre dois fungos, no qual um é capaz de infectar seu hospedeiro e utilizar-se deste como fonte de nutrientes (Chamoun et al., 2015). Nessa interação, várias estratégias são utilizadas pelo fungo parasita, como a produção de metabólitos antifúngicos e enzimas passíveis de degradar a parede celular do hospedeiro (Benitez et al., 2004; Druzhinina et al., 2011). Sanz et al. (2004) reportaram que a degradação da quitina, principal constituinte da parede celular dos fungos, pelos micoparasitas em seus hospedeiros envolviam a atividade de enzimas, como quitinases, glucanase, N-acetilglucosaminidase e proteases.

Microrganismos na biotecnologia são considerados efetivos agentes de biocontrole quando estes são geneticamente estáveis, não possuem variações em suas atividades antagônicas entre as gerações, efetivos em populações baixas, compatíveis com demais métodos de controle e por não acarretarem riscos a plantas e animais (Medeiros et al., 2018). Portanto, a interação ecológica do micoparasitismo, pode ser investida como alternativa biotecnológica passível de ser empregada no controle biológico de doenças, pois gera o mínimo de resíduos que possam contaminar ambientes, bem como, não são prejudiciais à saúde humana, pois os fungos micoparasitas em geral são especialistas em seus hospedeiros (Kim et al., 2016).

Nos últimos anos (2010-2020), diversos estudos reportaram a utilização de fungos do gênero *Trichoderma*, como agentes antagonistas no controle biológico (Viterbo et al., 2010b; Gruber et al., 2011; Kubicek et al., 2011; Qualhato et al., 2013; Vinale et al., 2013), assim como *Clonostachys* e *Coniothyrium*, mostraram-se consideravelmente efetivos contra os fitopatógenos *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium* spp. (Zeng et al., 2014; Karlsson et al., 2015). Além disso, cepas distintas

de *Trichoderma harzianum* mostraram eficácia no controle de *Fusarium solani*, *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *Pythium ultimum*, *R. solani*, *B. cinerea*, *Alternaria alternata* e *A. tenuissima* importantes fitopatógenos, com percentual superior a 44% (Asran-Amal et al., 2010; Mastouri et al., 2010; Ambuse et al., 2012; Gveroska et al., 2012; Karima et al., 2012; El-Mohamedy et al., 2013; Ferrigo et al., 2014;). Não somente, de acordo com Twizeyimana et al. (2019), a linhagem *Trichoderma harzianum* T-22 reduziu a esporulação (67-88%) de *P. pachyrhizii* em bioensaios conduzidos em casa-de-vegetação, quando aplicadas no mesmo dia, um dia anterior ou posterior da inoculação do patógeno.

Outras espécies de fungos também foram reportadas por serem micoparasitas de *P. pachyrhizii*. A caracterização morfológica e baseada em homologia utilizando de bancos de dados para os genes ITS, permitiram identificar o fungo *Simplicillium lanosoniveum*, isolado de grãos de soja nos Estados da Louisiana e Flórida (Estados Unidos da América) em 2007 (Ward et al., 2011). Ward et al. (2012) reportaram que *S. lanosoniveum* é capaz de reduzir significativamente a severidade da FAS em condições de campo ao colonizar estruturas de *P. pachyrhizii*. Resultados revelam que a partir de 14 dias após a inoculação do fitopatógeno, plantas de soja já apresentavam sintomas visíveis da infecção e, logo em seguida, o fungo *S. lanosoniveum* colonizou as estruturas de *P. pachyrhizii*. Aliado a esses resultados, Gauthier et al. (2014) reportaram que após cinco dias da inoculação de *S. lanosoniveum* em folhas da soja, 90% dos urediniósporos avaliados de *P. pachyrhizii* foram colonizados, corroborando a efetividade deste micoparasita.

Recentemente, Pilla et al. (2019) reportaram um micoparasita de *P. pachyrhizii* que obteve resultados satisfatórios em bioensaios conduzidos *in vitro*, ao ser incubado em BOD a 25°C com fotoperíodo de 12 luz/escuro durante 14 dias, o fungo alcançou um crescimento equivalente quando inoculado em folha fresca em condições semelhantes, com medidas resultantes de 3-5 µm x 2-3 µm (folha fresca) e 4-6 µm x 2-3 µm (cultura). Os resultados denotam o potencial deste isolado para futuros bioensaios com objetivo de desenvolver alternativas biotecnológicas para o manejo da FAS.

Cruz-Triana et al. (2017) mencionaram o potencial inibitório de *Trichoderma asperellum* contra *P. pachyrhizii* em condições de campo após 66 dias de germinação da soja, o qual também contribuiu com o crescimento das plantas, corroborando com os resultados *in vitro* reportados por Baiswar et al. (2014), utilizando uma espécie do mesmo gênero (*T. roseum*).

Fungos do gênero *Lecanicillium* também foram efetivos na supressão de estruturas de colonização e reprodutivas de *P. pachyrhizii*, a severidade da FAS foi reduzida em 84% por *L. muscarium* (Havugimana, 2017), e suprimida para 15,9% por *L. lecanii* (Bintan et al., 2012), revelando ser isolados prósperos para constituir agentes de biocontrole. Além disso, Holz (2020) ao utilizar isolados de três espécies de *Metarbizium*, *M. anisopliae* BR-01, *M. robertsii* BR-02 e *M. humberii* BR-03, amplamente reconhecidos no controle biológico de insetos, em bioensaios *in vivo* e *in vitro* contra *P. pachyrhizii*, reportaram que os isolados BR-01 e BR-03 apresentaram efeitos sobre a doença, bem como, elicitou resistência sistêmica na soja. Não somente, BR-02 foi efetivo em inibir *P. pachyrhizii* em 66% na menor concentração e 99% em

concentrações superiores e, portanto, essas cepas foram consideradas promissoras para bioensaios futuros no controle da FAS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle biológico é uma excelente alternativa para compor manejo integrado de doenças, por ser um método com baixo potencial de impacto ao ambiente, efetivo e economicamente viável quando comparado as atuais alternativas de controle. Observa-se que infelizmente há poucos relatos na literatura sobre a interação de micoparasitas tendo *P. pachyrhizii* como hospedeiro, mesmo considerando que esse fitopatógeno seja responsável por uma das principais doenças nos países produtores de soja. No entanto, os manuscritos publicados apresentam resultados promissores de fungos isolados quando avaliado sua capacidade em redução da severidade da doença, bem como, sua efetividade como micoparasita ao colonizar estruturas de *P. pachyrhizii*. Portanto, entende-se que investimentos em novas pesquisas serão necessárias para caracterização das espécies reportadas, bem como, sua efetividade e potencial no controle de *P. pachyrhizii* na cultura da soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambuse MG et al. (2012). Influence of *Trichoderma* spp. against *Alternaria tenuissima* inciting leaf spot of *Rumex Acetosa* L. Bioscience Discovery, 3(2): 259-262.
- Asran-Amal A et al. (2010). In vitro antagonism of cotton seedlings fungi and characterization of chitinase isozyme activities in *Trichoderma harzianum*. Saudi Journal of Biological Sciences, 17(2): 153-157.
- Baiswar P et al. (2014). Evaluation of different fungi as mycoparasite for eco-friendly management of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizii*). Journal of Eco-friendly Agriculture, 9(1): 101-103.
- Benitez T et al. (2004). Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. International Microbiology, 7(4): 249-260.
- Bintan R et al. (2012). Efficacy of mycoparasite fecal fungi *Lecanicillium lecanii* against rust disease (*Phakopsora pachyrhizii*) at soybean (*Glycine max* L. Merril). Natural B, 1(4): 319-327.
- Brimmer T et al. (2003). A review of the non-target effects of fungi used to biologically control plant diseases. Agriculture, Ecosystems and Environment, 100(1): 3-16.
- Bromfield KR (1984). Soybean rust. American Phytopathological Society. USDA, Agricultural Research Service (Monograph).
- Chamoun R et al. (2015). Identification of signatory secondary metabolites during mycoparasitism of *Rhizoctonia solani* by *Stachybotrys elegans*. Frontiers in Microbiology, (6): 353.
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento (2021). Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 10, julho. 2021.

- Cruz-Triana A et al. (2017). Evaluación de la actividad antifúngica de *Trichoderma asperellum* Samuels ante patógenos fúngicos que afectan al cultivo de la soya (*Glycine max* L.). *Cultivos Tropicales*, 38(4): 15-21.
- Daguerre Y et al. (2014). Fungal proteins and genes associated with biocontrol mechanisms of soil-borne pathogens: a review. *Fungal Biology Reviews*, 28(4): 97-125.
- Druzhinina IS et al. (2011). *Trichoderma* the genomics of opportunistic success. *Nature Reviews Microbiology*, 9(10):749-759.
- El-Mohamedy RSR et al. (2013). Bio-priming seed treatment for biological control of soil borne fungi causing root rot of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural Technology*, 9(3): 589-599.
- Ferrigo D et al. (2014). *Trichoderma harzianum* T22 induces in maize systemic resistance against *Fusarium verticillioides*. *Journal of Plant Pathology*, 96(1): 133-142.
- Gauthier NW et al. (2014). Mycoparasitism of *Phakopsora pachyrhizi*, the soybean rust pathogen, by *Simplicillium lanosoniveum*. *Biological Control*, 76(1): 87-94.
- Godoy CV (2012). Risk and management of fungicide resistance in the Asian soybean rust fungus *Phakopsora pachyrhizi*. *Fungicide Resistance in Crop Protection: Risk and Management*. Tarlochan ST (org.). 87-95p.
- Gomes EV et al. (2016). The Cerato-Platanin protein Epl-1 from *Trichoderma harzianum* is involved in mycoparasitism, plant resistance induction and self cell wall protection. *Scientific Reports*, 5(1): 17998.
- Gruber S et al. (2011). Analysis of subgroup C of fungal chitinases containing chitin-binding and LysM modules in the mycoparasite *Trichoderma atroviride*. *Glycobiology*, 21(1): 122-133.
- Gveroska B et al. (2012). *Trichoderma harzianum* as a biocontrol agent against *Alternaria alternata* on tobacco. *Applied Technologies and Innovations*, 7(2): 67-76.
- Hartman GL et al. (2005). Breeding for resistance to soybean rust. *Plant Disease*, 89(6): 664-666.
- Hassan FSC et al. (2014). Breeding for resistance to soybean rust. *International Journal of Agriculture and Crop Science*, 67:322-328.
- Havugimana JP (2017). Studies on *Lecanicillium muscarium* as a mycoparasite of the soybean rust fungus, *Phakopsora pachyrhizi*. University of KwaZulu-Natal (Dissertation), Pietermaritzburg. 96p.
- Holz S (2020). Potencial de isolados de *Metarhizium* spp. no controle alternativo da ferrugem-asiática da soja. Universidade de São Paulo (Dissertação), Piracicaba. 92p.
- Javaid I et al. (1978). Some observations on soybean diseases in Zambia and occurrence of *Pyrenochaeta glycines* on certain varieties. *Plant Disease Reporter*, 62(1): 46-47.
- Karima HE et al. (2012). In vitro study on *Fusarium solani* and *Rhizoctonia solani* isolates causing the damping off and root rot diseases in tomatoes. *Nature and Science*, 10(11): 16-25.

- Karlsson M et al. (2015). Insights on the Evolution of Mycoparasitism from the Genome of *Clonostachys rosea*. *Genome Biology and Evolution*, 7(2): 465-480.
- Kelly HY et al. (2015) From select agent to an established pathogen: the response to *Phakopsora pachyrhizi* (soybean rust) in North America. *Phytopathology*, 105(7): 905-916.
- Kim SH et al. (2016). Relationship between mycoparasites lifestyles and biocontrol behaviors against *Fusarium* spp. and mycotoxins production. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100(12): 5257–5272.
- Kubicek CP et al. (2011). Comparative genome sequence analysis underscores mycoparasitism as the ancestral life style of *Trichoderma*. *Genome Biology*, 12(4): 1-15.
- Kumudini S et al. (2008). Mechanisms involved in soybean rust-induced yield reduction. *Crop Science*, 48(6): 2334-2342.
- Lu F (2013). *Phakopsora pachyrhizi* growth in tissue of leaves from resistant and susceptible soybean germplasm. *Crop Sciences University of Illinois (Dissertation)*, Illinois. 92 p.
- Mastouri F et al. (2010). Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. *Phytopathology*, 100(11): 1213-1221.
- Medeiros FHV et al. (2018). Controle biológico de doenças de plantas. In: *Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos*. Ouro Fino: Agronômica Ceres., 261-274p.
- Miles MR (2011). Characterizing resistance to *Phakopsora pachyrhizi* in soybean. *Plant Disease*, 95:577-581.
- Nunkumar A et al. (2008). Alternative hosts of Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in South Africa. *South African Journal of Plant and Soil*, 25(1): 62-63.
- Okane I et al. (2020). A new species of *Leptobacillium*, *L. symbioticum*, isolated from mites and sori of soybean rust. *Mycoscience*, 61(4): 165-171.
- Paul C et al (2020). Reactions of soybean germplasm accessions to six *Phakopsora pachyrhizi* isolates from the United States. *Plant Disease*, 101(4): 1087-1095.
- Pilla T et al. (2019). Caracterização de um micoparásita de *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem-asiática da soja. In: *Jornada Acadêmica da Embrapa Soja*, 14, 2019, Londrina. 120-128p.
- Qualhato TF et al. (2013). Mycoparasitism studies of *Trichoderma* species against three phytopathogenic fungi: evaluation of antagonism and hydrolytic enzyme production. *Biotechnology Letters*, 35(9): 1461-1468.
- Saksirirat W et al. (1991). Degradation of Uredospores of the Soybean Rust Fungus (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) by Cell-Free Culture Filtrates of the Mycoparasite *Verticillium Psalliotae* Treschow. *Journal of Phytopathology*, 132(1): 33-45.
- Sanz L et al. (2004). Cell wall-degrading isoenzyme profiles of *Trichoderma* biocontrol strains show correlation with rDNA taxonomic species. *Current Genetics*, 46(5): 277-286.
- Sikora EJ et al. (2014). A coordinated effort to manage soybean rust in North America: A success story in soybean disease monitoring. *Plant Disease*, 98(7): 864-875.

- Silva C (2020). Controle químico da ferrugem asiática da soja em diferentes sistemas de aplicações. *Enciclopédia Biosfera*, 17(32).
- Teri JM et al. (1981). New records of plant diseases and pathogens in Tanzania. *East African Agricultural and Forestry Journal*, 46(1/4): 97-98.
- Twizeyimana M et al. (2011). Dynamics of soybean rust epidemics in sequential plantings of soybean cultivars in Nigeria. *Plant Disease*, 95(1): 43-50.
- Twizeyimana M et al. (2017). Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* isolates to fungicides and reduction of fungal infection based on fungicide and timing of application. *Plant Disease*, 101(1): 121-128.
- Twizeyimana M et al. (2019). Effect of selected biopesticides in reducing soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) development. *Plant Disease*, 103(9): 2460-2466.
- USDA - World Agricultural Production. Brazil Soybeans: Record MY 2020/21 Production Revised Upward. Circular Series WAP 7-21. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- Vinale F et al. (2013). Harzianic acid: a novel siderophore from *Trichoderma harzianum*. *FEMS Microbiology Letters*. 347(2): 123-129.
- Viterbo A et al. (2010a). Mycoparasitism. *Cellular and Molecular Biology of Filamentous Fungi*, 676–693.
- Viterbo A et al. (2010b). Characterization of ACC deaminase from the biocontrol and plant growth-promoting agent *Trichoderma asperellum* T203. *FEMS Microbiology Letters*, 305(1): 42-48.
- Ward NA et al. (2011). Colonization of soybean rust sori by *Simplicillium lanosoniveum*. *Fungal Ecology*, 4(5): 303-308.
- Ward NA et al. (2012). Effects of *Simplicillium lanosoniveum* on *Phakopsora pachyrhizi*, the soybean rust pathogen, and its use as a biological control agent. *Biological Control*, 102(8): 749-760.
- Yorinori JT et al. (2005). Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. *Plant Disease*, 89(6): 675-677.
- Zeng LM et al. (2014). Degradation of oxalic acid by the mycoparasite *Coniothyrium minutans* plays an important role in interacting with *Sclerotinia sclerotiorum*. *Environmental Microbiology*, 16(8): 2591-2610.

ÍNDICE REMISSIVO

A

altura de plantas, 27, 29, 31, 32, 48
 aprendizagem, 65, 66, 70
 armazenamento, 41, 96, 97, 98, 99, 100, 101

B

biodiversidade, 78
 bioproductos, 122, 127

C

Cachaza, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128
 clima, 6, 7, 16, 26, 34, 43, 96, 110, 111
 coentro, 4, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32
 correlación, 120, 122, 126, 127, 128
 curvas anamórficas, 7, 8

D

densidades, 4, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49
 desdobro, 56, 57, 58, 60, 61, 62
 desempenho, 4, 22, 43, 46, 47, 48, 49, 58, 66,
 67, 68, 70, 72, 76, 79, 110, 111, 114, 117
Desmodium, 4, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87,
 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94
 deterioração, 96, 98, 99

E

efeito misto, 16
 envelhecimento acelerado, 33, 35, 38, 39, 40
Eruca sativa M., 42

F

fORAGEIRAS, 79, 80, 87, 88, 90, 92, 93, 94

G

germinação, 4, 33, 35, 36, 38, 39, 44, 96, 97, 98,
 99, 100, 101, 105, 113, 117

H

habichuela, 4, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126,
 127, 128, 129
 HERBAM, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 90, 91, 94
Hesperozygis ringens, 4, 96, 97, 100, 101
 hidroponia, 42, 43, 44, 48

I

índice de sítio, 7, 8, 10, 14
 Intensidade Amostral, 70, 72
 irrigação, 4, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117,
 118

L

Lecanicillium muscarium, 107
 leguminosas, 78, 79, 90, 92, 93, 94, 103, 119

M

magnetismo, 117
 maquinário, 56
Metarhizium, 105, 107
 micoparasitismo, 4, 102, 104
 modelo hipsométrico, 64, 69, 71, 72, 76
 modelos de dupla entrada, 15, 17, 22
 modelos de simples entrada, 15, 17, 20, 22
 mudas, 4, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 44, 50, 51,
 117, 118

N

nitrogênio, 33, 34, 41, 79, 80, 91, 111

P

plantios florestais, 53
 potássio, 35, 42, 50, 110, 111, 113, 116
 produtos de madeira, 53

R

regressão, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 34, 36,
 40, 64, 77
 regressão quantílica, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
 rendimento, 40, 56, 57, 58, 60, 62, 111

S

Simplicillium lanosoniveum, 105, 107, 109
 soja, 4, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 101, 102,
 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111,
 113, 114, 115, 116, 117, 118
 superdimensionamento da arquitetura da rede,
 67

T

tecnologia, 40, 58, 100

tetrazólio, 33, 35, 36, 38, 39



Trichoderma asperellum, 105, 107, 109

U

ureia, 34

SOBRE OS ORGANIZADORES



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 158 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 124 resumos simples/expandidos, 59 organizações de e-books, 33 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 62 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 40 organizações de e-books, 25 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

