RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 30/11/2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

DANILO FRANCISCO PAULIN FEREZIN

INFLUÊNCIA DA TAXA DE APLICAÇÃO DOS FUNGICIDAS SÍTIO-ESPECÍFICO E MULTISSÍTIOS NO CONTROLE E MANEJO DE RESISTÊNCIA DA *Phakopsora pachyrhizi*

Botucatu

2021

DANILO FRANCISCO PAULIN FEREZIN

INFLUÊNCIA DA TAXA DE APLICAÇÃO DOS FUNGICIDAS SÍTIO-ESPECÍFICO E MULTISSÍTIOS NO CONTROLE E MANEJO DE RESISTÊNCIA DA *Phakopsora pachyrhizi*

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano

Botucatu

2021

F349i

Ferezin, Danilo Francisco Paulin
Influência da taxa de aplicação dos fungicidas sítio-específico e multissítios no controle e manejo de resistência da "Phakopsora pachyrhizi" / Danilo Francisco Paulin Ferezin. -- Botucatu, 2021
77 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu
Orientador: Carlos Gilberto Raetano

1. Soja. 2. Taxa de aplicação. 3. Fungicidas. 4. Controle e manejo de resistência. 5. Ferrugem da soja. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INFLUÊNCIA DA TAXA DE APLICAÇÃO DOS FUNGICIDAS SÍTIO-ESPECÍFICO E MULTISSÍTIOS NO CONTROLE E MANEJO DE RESISTÊNCIA DA *Phakopsora pachyrhizi*

AUTOR: DANILO FRANCISCO PAULIN FEREZIN
ORIENTADOR: CARLOS GILBERTO RAETANO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO (Participaçao Virtual)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP

Prof.ª Dr.ª ADRIANA ZANIN KRONKA (Participaçao Virtual) p/
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP

Pesquisador Dr. JOÃO BATISTA CASON (Participaçao Virtual) p/
Crop Protection / Corteva Agrisciences

Botucatu, 30 de abril de 2021

A Deus e as pessoas que mais amo e admiro,
João, Daniela, Ana Laura, Ana Carolina, Ana
Luisa, Camila e familia,
dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus queridos pais e familiares pelo apoio incondicional.

À Camila T. Simões por todo o seu suporte perante este trabalho, além do amor e carinho.

À Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu – FCA/UNESP, aos docentes do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Agricultura) pela oportunidade e ensinamentos, aos discentes, pela amizade, à Seção Técnica de Pós Graduação pelo suporte e ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano, pela exemplar orientação.

À Protec – Estudos em Tecnologia de Aplicação, especialmente ao Matheus Mereb Negrisoli e Flávio Nunes da Silva pela grande parceria, ajuda e ensinamentos.

À Corteva Agriscience do Brasil S.A., por ter apoiado e fornecido tudo que foi necessário para este trabalho, especialmente Alvemar Ferreira, Lucimara Koga, João B. Cason e Augusto Kalsing que acreditaram e permitiram a condução deste trabalho na estação de pesquisa de Mogi Mirim, a Jaqueline B. de Campos, Fabrício Bavieira, Nelson Alvarenga, Vanbasther F. Almeida, Alexandre D. Barbosa e Jander F. Almeida por toda a ajuda na implantação, condução e avaliações realizadas.

E, aos demais colegas, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A ferrugem asisática (*Phakopsora pachyrhizi*) é, atualmente, a principal doença que acomete a cultura da soja no mundo. Devido às tecnologias de aplicação deficientes, ao conhecimento escasso da epidemiologia da doença e à quebra dos genes de resistência das cultivares de forma rápida, há maior dificuldade para o controle da doença. Assim, este trabalho buscou comparar a eficácia e manejo de resistência dos fungicidas sítio-específico e multissítios, isolados ou em mistura, além do efeito de diferentes taxas de aplicação no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja, sendo conduzido em três safras agrícolas (2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020). Para isso, avaliou-se a influência da taxa de aplicação sobre: severidade da doença e à frequência de mutação gênica (capítulo 1); controle da doença e na produtividade da cultura (capítulo 2) e níveis de depósito e cobertura da pulverização em plantas de soja nos estádios de desenvolvimento R1 e R1 mais 14 dias (capítulo 3). Os resultados permitiram constatar que a utilização dos fungicidas multissítios e a mistura dos ingredientes ativos são importantes para maior eficácia no controle da doença e para mitigar riscos de seleção de indivíduos resistentes aos fungicidas disponíveis no mercado. A mistura fungicida picoxistrobina mais benzovindiflupir associados ao fungicida mancozebe proporcionou menor AACPD e maior produtividade em todas as safras agrícolas. A aplicação somente de manconzebe proporcionou os piores resultados, refletindo de forma direta no rendimento de produção. A taxa de aplicação de 160 L ha^{-1} possibilitou, em geral, maior deposição e cobertura da pulverização, enquanto a menor taxa de aplicação (80 L ha^{-1}) prejudicou a deposição e cobertura da pulverização especialmente nos estratos médio e inferior das plantas de soja.

Palavras-chave: *Glycine max*. Volume de pulverização. Controle químico. Ferrugem asiática.

ABSTRACT

Soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) is currently the main disease affecting soybean crops in the world. Due to deficient application technologies, scarce knowledge of the epidemiology of the disease and the rapid breakdown of resistance genes in cultivars, there is a greater difficulty to controlling the disease. Thus, this reserch sought to compare the efficacy and resistance management of site-specific and multisite fungicides, alone or in mixture, in addition to the effect of different rates of application on the control of Asian soybean rust and on soybean productivity, being conducted in three season crops (2017/2018, 2018/2019 and 2019/2020). For this, the effect of differents application rate on disease severity and frequency of gene mutation was evaluated (chapter 1); also on control of disease and crop yield (chapter 2) and the spray deposit levels and spray coverage on soybean plants in R1 growth stage and 14 days after R1 (chapter 3). By the results It was possible verify that the use of multisite fungicides and the mixture of active ingredients are important for greater effectiveness in disease controlling and to mitigate the risks of selecting individuals resistant to fungicides available on the market. The fungicide mixture with picoxystrobin plus benzovindiflupir associated to mancozebe promoted lower AUDPC and higher productivity in all crop seasons, while manconzebe spray alone obtained the worst results, directly reflecting on soybean crop yield. The application rate of 160 L ha^{-1} enabled, in general, greater spray deposition and spray coverage, while the lower application rate (80 L ha^{-1}) impaired that spray variables especially in the middle and lower parts of the soybean plants.

Keywords: *Glycine max*. Spray volume. Chemical control. Asian rust.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL..... 15

CAPÍTULO 1 - INFLUÊNCIA DA TAXA DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DA FERRUGEM DA SOJA E NA FREQUÊNCIA DE MUTAÇÕES GÊNICAS..... 19

1.1 INTRODUÇÃO..... 19

1.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 22

1.2.1 Avaliação de severidade da doença..... 23

1.2.2 Análise molecular – Detecção e quantificação das mutações F129L e I86F..... 24

1.2.2.1 Coleta de Amostras..... 24

1.2.2.2 Extração de DNA..... 25

1.2.2.3 Detecção e frequência das mutações F129L e I86F, utilizando *NGS-Sequencing*..... 25

1.2.3 Análise estatística dos dados..... 27

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 28

1.4 CONCLUSÃO..... 34

REFERÊNCIAS..... 35

CAPÍTULO 2 - INFLUÊNCIA DA TAXA DE APLICAÇÃO NA SEVERIDADE DA FERRUGEM E NA PRODUTIVIDADE DA SOJA..... 38

2.1 INTRODUÇÃO..... 38

2.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 40

2.2.1 Avaliação de severidade da doença..... 41

2.2.2 Avaliação de produção e produtividade..... 42

2.2.3 Análise estatística dos dados..... 42

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 43

2.4 CONCLUSÃO..... 51

REFERÊNCIAS..... 52

CAPÍTULO 3 - INFLUÊNCIA DA TAXA DE APLICAÇÃO SOBRE O DEPÓSITO E COBERTURA DA PULVERIZAÇÃO EM PLANTAS DE SOJA..... 54

3.1 INTRODUÇÃO..... 54

3.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 57

3.2.1 Análises da pulverização..... 58

3.2.1.1 Análise quantitativa da pulverização..... 58

3.2.1.2 Processamento e preparo das amostras para avaliação dos depósitos..... 58

3.2.2 Análise qualitativa da pulverização..... 59

3.2.3 Análise estatística dos dados..... 60

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 61

3.3.1 Análise quantitativa da pulverização..... 61

3.3.1.1 Safra 2018/2019..... 61

3.3.1.2 Safra 2019/2020..... 63

3.3.2 Análise qualitativa da pulverização..... 65

3.3.2.1 Safra 2018/2019..... 65

3.3.2.2 Safra 2019/2020..... 67

3.4 CONCLUSÃO..... 71

REFERÊNCIAS..... 72

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 74

REFERÊNCIAS GERAIS..... 75

INTRODUÇÃO GERAL

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma leguminosa anual da família *Fabaceae*, sendo considerada de maior importância econômica no mundo, devido ao seu potencial produtivo e valor nutritivo. Apresenta diversas aplicações na alimentação humana e animal e um relevante papel socioeconômico, além de ser matéria-prima indispensável para diversos complexos agroindustriais (MAPA, 2014; LACERDA, 2016).

A cultura é atualmente a principal oleaginosa cultivada no Brasil, e na safra agrícola de 2019/2020, o Brasil voltou a ser o maior produtor mundial do grão, superando seu principal concorrente, os Estados Unidos da América (EUA), com 36.949,7 milhões de hectares de área plantada e produção estimada em 120,3 milhões de toneladas, 4,6% a mais em relação à safra 2018/19. A estimativa para safra 2020/21 é de 38.175,8 milhões de hectares e 133 milhões de toneladas produzidas (CONAB, 2020).

No entanto, apesar dessa estimativa de produção e das tecnologias disponíveis no Brasil, a ocorrência de diversos fatores limitantes como condições climáticas, fertilidade do solo, escolha de cultivares, qualidade de sementes, manejo de insetos, plantas daninhas e doenças tem dificultado cada vez mais a produção sustentável da soja no país, com a necessidade de investimentos em tecnologia e práticas de manejo adequadas (YORINORI, 2006; EMBRAPA, 2008; REUNIÃO, 2008; LACERDA 2016).

Dentre os fatores limitantes que acercam a cultura da soja, as doenças são consideradas como um dos mais importantes (EMBRAPA, 2013). Em torno de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides já foram identificadas no Brasil. Danos anuais de produção podem ficar entre 15 e 20%, enquanto para algumas doenças podem atingir até quase 100%, como, por exemplo, a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), que é a principal doença da soja atualmente (HENNING et al., 2014; EMBRAPA, 2016).

O fungo *Phakopsora pachyrhizi* é encontrado em quase todos os países que cultivam soja. Em 2000/2001 foi detectado no Brasil (no estado do Paraná) e Paraguai (YORINORI, 2006), e se espalhou rapidamente por todas as regiões produtoras do Brasil, Paraguai, Bolívia e alguns lugares da Argentina, tornando-se assim, uma ameaça em função dos danos e perdas causados. Nos EUA, a doença foi reportada em novembro de 2004 (NUNES, 2016). No entanto, a doença não é tão impactante

na produção dos EUA como no Brasil, mas o estabelecimento do fungo nesse país favorece a evolução de populações mais virulentas e adaptadas. Assim, os EUA tornaram-se o principal ponto de interesse das indústrias produtoras de soja, visando minimizar os impactos no custo de produção (FANG et al., 2010).

Devido às tecnologias de aplicação deficientes, conhecimento escasso da epidemiologia da doença e à quebra dos genes de resistência das cultivares de forma rápida, há aumento nos custos de produção e maior dificuldade para o controle da doença (YORINORI et al., 2004; EMBRAPA, 2008).

Altas temperaturas e longo período de molhamento foliar são as variáveis que mais influenciam o rápido desenvolvimento da ferrugem, que não está atrelada ao estádio fenológico, uma vez que a doença pode ocorrer nos primeiros estádios vegetativos em algumas regiões, como do Centro-Oeste (LACERDA, 2016). Nestas regiões que apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem asiática da soja (FAS), os custos por safra podem chegar a US$ 2 bilhões, incluindo as perdas de produção e custo com fungicidas para controle (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2011; EMBRAPA, 2013).

Os sintomas causados pela FAS são visíveis e formam lesões amareladas e em forma de pústulas marrons ou bronzeadas nas folhas, principalmente na região abaxial. Conforme a doença evolui, os sintomas vão agravando e surgem mais pústulas, redução da área fotossintética, uma vez que destrói o tecido foliar, evoluindo para uma intensa desfolha e perda de produtividade, pois afeta o enchimento de grãos, que pode variar entre 30 a 80% (JULIATTI, 2005; AZEVEDO et al., 2007; RUPE; SCONYERS, 2008).

A disseminação da FAS acompanhou a expansão da cultura do Oriente para o Ocidente. Alguns aspectos são agravantes, como a monocultura, que dificulta o controle da doença, o aparecimento de diferentes raças do patógeno, atraso na semeadura, uso de alta população de plantas, falhas nas aplicações de fungicidas e sobrevivência do patógeno em plantas voluntárias e/ou hospedeiras (YORINORI, 2006).

Mesmo sendo uma doença de grande importância na cultura da soja, poucas são as alternativas para seu controle. Dentre elas, tem-se o vazio sanitário, que visa reduzir o inóculo, algumas cultivares tolerantes e o uso de fungicidas (JULIATTI et al., 2005). Por ser uma doença altamente destrutiva e devido à característica das ferrugens em desenvolverem resistência rapidamente (YAMAOKA et al., 2002) fazem

com que o uso de fungicidas seja indispensável e o principal método de controle. Uma vez que o patógeno tem alto potencial para desenvolver mutações e produzir uma grande variação dentro da população, estudar a diversidade e estrutura populacional da doença é muito importante para suportar os projetos de manejo (CAMPOS, 2018).

Devido ao frequente uso de fungicidas na cultura, a resistência do patógeno às moléculas químicas está sendo cada vez mais preocupante. Como exemplo tem-se o relato de seleção de populações de *P. pachyrhizi* resistentes aos triazóis na safra 2007/08 (GODOY, 2012), às estrobilurinas na safra de 2013/14 (KLOSOWSKI et al; 2016) e às carboxamidas na safra 2016/17 (SIMÕES et al; 2018) que são os três grupos químicos de sítio-específico mais usados na cultura da soja para controle da doença.

A Embrapa Soja estuda, desde a safra 2003/04, o desempenho dos fungicidas no controle da FAS. A princípio, fungicidas dos grupos químicos dos triazóis e as estrobilurinas eram recomendados, porém, com a mudança genética da população do patógeno e a resistência que foi desenvolvida pelo fungo a estes fungicidas, a recomendação de controle foi alterada. Assim, atualmente tem-se recomendado a aplicação de misturas dos triazóis, estrobilurinas e carboxamidas, com adição dos fungicidas multissítios, visando assim, a recuperação da eficácia dos produtos e preservação dos ingredientes ativos utilizados (ALVES; JULIATTI, 2018).

No entanto, mesmo com a eficiência dos produtos usados no controle da FAS, ainda existem alguns pontos críticos relacionados à tecnologia de aplicação, cruciais para o melhor manejo da doença. Apesar de ter recomendações das aplicações dos fungicidas de forma correta, e com a opção de multissítios, alguns trabalhos mostram falhas na tecnologia de aplicação dos fungicidas, tendo pouca eficácia no alcance do alvo e redução da perda de produto, tamanho das gotas de pulverização e taxa de aplicação ideal (MIORINI, 2015; GODOY et al., 2015).

A taxa de aplicação tem grande influência na deposição de forma uniforme das gotas nas folhas, uma vez que tem efeito direto no total de gotas produzidas. Atualmente, busca-se diminuir a taxa de aplicação (BOLLER; MACHRY, 2007), visando aumento da capacidade operacional dos pulverizadores e mitigação dos custos de produção. No entanto, é necessária uma otimização da tecnologia de aplicação para garantir que a eficiência das aplicações será mantida (CUNHA et al., 2010).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo comparar a eficácia e manejo de resistência dos fungicidas sítio-específico e multissítios, isolados ou em mistura, bem como o efeito de diferentes taxas de aplicação no controle da ferrugem asiática da soja e na produtividade da cultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como princípio comparar a eficácia e manejo de resistência dos fungicidas sítio-específico e multissítios, isolados ou em mistura, bem como o efeito de diferentes taxas de aplicação sobre os depósitos e cobertura da pulverização, bem como no controle da ferrugem asiática da soja e na produtividade da cultura. Devido ao aumento de casos de resistência da ferrugem asiática da soja a cada safra, e com a escassez de novas moléculas no mercado, é importante fazer uma correta aplicação, seguindo as recomendações de bula de cada fungicida, além de uma adequada tecnologia de aplicação, proporcionando melhor controle da doença na cultura da soja. Além disso, outro aliado essencial para mitigar os problemas com novos casos de resistência às moléculas fungicidas comerciais e aumentar a eficácia no controle da ferrugem asiática é o uso de fungicidas multissítios e a mistura dos ingredientes ativos. Com isso, esse trabalho vem contribuir com entendimento da interação entre um fungicida multissítio como o mancozebe, associado a fungicidas sítios-específicos em diferentes taxas de aplicação, no controle da ferrugem e produtividade da soja. Também fica evidente que a variação da taxa de aplicação na cultura da soja visando o controle da ferrugem nem sempre responde positivamente no controle da doença ou sobre a produtividade. Entretanto, taxas de aplicação reduzidas podem interferir negativamente no controle da doença em estádios de desenvolvimento da planta com maiores índices de área foliar (IAF).

REFERÊNCIAS GERAIS

ALVES, V. M; JULIATTI, F. C. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 44, n. 3, p.245-251., 2018.

AZEVEDO, L.A.S. de; JULIATTI, F.C.; BARRETO, M. Resistência de genótipos de soja à *Phakospsora pachyrhizi*. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.3, p.252-257, 2007.

BARBIERI, R.L., CARVALHO, F.I.F. Coevolução de plantas e fungos patogênicos. **Revista Brasileira de Agrociência**. v. 7, p. 79-161, 2001.

BOLLER, W.; MACHRY, M. Efeito da pressão de trabalho e de modelos de pontas de pulverização sobre a eficiência de herbicida de contato em soja. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 27, n. 3, p. 722-727, dez. 2007.

BRONIARZ-PRESS, L. et al. The atomization of wateroil emulsions. **Exper. Thermal Fluid Sci**., v. 33, n. 6, p. 955-962, 2009.

CAMPOS, J.B. de. **Diversidade, estrutura populacional e análise da variabilidade do gene CytB em populações de *Phakopsora pachyrhizi*.** 2018. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Genética e Biologia Molecular, GenÉtica Vegetal e Melhoramento, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

CONAB – **Compania Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra Brasileira** – Grãos, Safra 2019/2020. Estado de São Paulo. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 15 dez 2020.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. Conheça a ferrugem: Custo Ferrugem Asiática da Soja - 2011. Disponível em: < http://www.consorcioantiferrugem.net/#/conteudos/view/5 > Acesso em: 15 dez 2020.

CUNHA, J. P. A. R. *et al*. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxico em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 325-332, 2003.

DEISING, H.B., REIMANN, S., PASCHOLATI, S.F. Mechanisms and significance of fungicide resistance. **Brazilian Journal of Microbiology**, 39:286-295., 2008.

EMBRAPA. (2008). **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**. Tecnologias de Produção de Soja: região central do Brasil 2008.Londrina, PR: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 280 p.

EMBRAPA (2013). **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**. Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja.

EMBRAPA (2016). **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.** Disponível em<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil200> Acesso em: 19 dez 2018.

FANG, Z.D. *et al.* Combinatorially selected peptides for protection of soybean against *Phakopsora pachyrhizi.* **Phytopathology**, 100:1111-1117., 2010.

FERNÁNDEZ-ORTUÑO, D., *et al*. Mechanisms of resistance to qoi fungicides in phytopathogenic fungi. **International Microbiology**, v.11:1-9., 2008.

GODOY, C.V. *et al.* **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Embrapa Soja, 2015. 8 p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 111).

GRASSO, V. *et al.* Relatedness among agronomically important rusts based on mitochondrial cytochrome b gene and ribossomal ITS sequences. **Journal Phytopathology**.V154, p.110-118., 2006.

HENNING, A. A. *et al.* **Manual de identificação de doenças de soja**. 5. Ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014

JULIATTI, F. C. Perdas causadas por doenças na cultura da soja, com ênfase na ferrugem asiática. In: Workshop de epidemiologia de doenças de plantas, quantificação de doenças de plantas, quantificação de perdas no manejo de doenças de planta. **Anais**. 1. 2005, Viçosa. UFV p 81-94, 2005.

KASSIS, Fernando *et al*. **Taxa de aplicação e caracterização de pulverizadores utilizados no Mato Grosso em 2016.** 2017.

KÖLLIKER, R. *et al.* Genetic diversity and pathogenicity of the grass pathogen *Xanthomonas translucens* pv.*graminis*. **Systematics and Applied Microbiology**.V.29, p.109-119., 2006.

LACERDA, V. S. **Estimativa do índice de severidade de ferrugem asiática na cultura da soja por meio de imagens obtidas com aeronave remotamente pilotada.** 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Computação Aplicada, Computação Aplicada, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2016.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **SOJA**. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>. 2014. Acesso em: 13 dez. 2020.

MIORINI, T.J.J. **Métodos de aplicação e de avaliação do residual de fungicidas no controle de mofo-branco em soja e feijão**. 2015. 140 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

NAVARINI, L. *et al.* Controle químico da ferrugem asiática *(Phakopsora pachyrhizi* Sydow) na cultura da soja. **Summa phytopathologica**, botucatu, v. 33, n. 2, p.182-186., 2007.

NUNES, J. L. S. (2016) **Ferrugem Asiática**. Disponível em < https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/ferrugem-asiatica_361544.html> Acesso em 02 de dez. 2020.

REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 36. (2008). Porto Alegre. Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2008/2009. Porto Alegre: Fepagro, 2008. 144 p.

RUPE, J.; SCONYERS, L. Soybean Rust. **The Plant Health Instructor**, 2008. Disponível em: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/SoybeanRust.aspx>. Acesso em 20 dez 2020.

SIMÕES, K. *et al.* First detection of a SDH variant with reduced SDHI sensitivity in *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, 125(1), 21-26., 2018.

SINCLAIR, J. B., HARTMAN, G. L. Soybean rust. In: HARTMAN, G. L., SINCLAIR, J. B., RUPE, J. C. (1999). (Eds.). **Compendium of soybean diseases**. 4. ed. Saint Paul: APS Press, p. 25- 26.

TSCHANZ, A.T., WANG, T.C. (1985). Interrelationship between soybean development, resistance, and *Phakopsora pachyrhizi*. **Anais**, Fifth International Congress of the Society for the Advanced of Breeding Research in Asia and Oceania, Bangkok, Thailand. pp.14-20.

USDA. (2018). **United States Department of Agriculture** - World Agricultural Production. Disponível em: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf > Acesso em 01 de dez. 2018.

YAMAOKA, Y. *et al.* Pathogenic races of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean and wild host plants collected in Japan. **Journal of Genetic Plant Pathology** 68: 52-56., 2002.

YORINORI, J. T., NUNES JUNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle. Londrina: **Embrapa Soja**, 36 p., 2004.

YORINORI T.J. Soybean ‘asian’ rust in the american continente: evolution, economic importance and control strategies, **Soybean Asian Rust: etology, epidemiology and management**. 1º edição. Uberlancia: Edufu. p 23-42, 2006.

XAVIER, S.A. *et al.* Sensitivity of Corynespora cassiicola from soybean to carbendazim and prothioconazole. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, p. 431-435, 2013.