



CAPÍTULO 9

IMPACTOS DA FERRUGEM ASIÁTICA NA SOJA NO BRASIL

DOI 10.47402/ed.ep.c202319859907

Emanuela Guimarães Batista
Emily Araujo de Souza
Gisele da Silva Santana
Hélia Cristinne da Mota Reis Martins
Helyssama Lustosa Santana
Clauber Rosanova
Alysson Soares da Rocha
Otavio Cabral Neto

RESUMO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, exercendo um papel fundamental para economia do país, com uma produção de 114,843 milhões de toneladas. Para alcançar altos resultados como esse, é necessário que os produtores fiquem atentos para novas pragas durante a safra. A partir de 2001, foram detectados casos de mais uma enfermidade na produção brasileira. A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, pode ser considerada uma das doenças mais graves da cultura, podendo causar perdas de produtividade de até 90%, provocando um prejuízo de 9 em cada 10 toneladas de soja no Brasil. Em 2021, esses danos foram estimados em R\$113 bilhões para os agricultores, impactando também no preço de uma série de outros produtos, como derivados de soja e carnes. Sendo assim, foram realizados estudos utilizando estratégias de controles para minimizar os impactos gerados pelo fungo, baseando principalmente no controle químico, genes de resistência e fungicidas. Para bons resultados, o manejo da ferrugem asiática somente é alcançado mediante a integração das diversas práticas apresentadas. Essas podem ser ajustadas conforme a lavoura do produtor, disponibilidade dos seus recursos e a legislação vigente em cada estado. Assim, evita-se perdas de produtividade e de renda. Este artigo de revisão, baseado em estudos e pesquisas já realizados, tem como objetivo apresentar desde a origem do fungo no Brasil, até as medidas de controle atualmente usadas, destacando os primeiros sintomas, a causa, o modo de disseminação e quais as condições mais favoráveis à enfermidade.

Palavras-chave: controle químico, fungo, genes de resistência, *Phakopsora pachyrhizi*, safra.

ABSTRACT

Brazil is the world's second largest producer of soybeans, playing a key role in the country's economy, with a production of 114.843 million tons. To achieve such high results, it is necessary for producers to be on the lookout for new pests during the harvest. Since 2001, cases of another disease have been detected in Brazilian production. The Asian soybean rust, caused by the fungus *Phakopsora pachyrhizi*, can be considered one of the most serious diseases of the crop, and can cause productivity losses of up to 90%, causing a loss of 9 out of every 10 tons of soybeans in Brazil. In 2021, these damages were estimated at R\$113 billion for farmers, also impacting the price of a number of other products, such as soy derivatives and meat. Therefore, studies have been conducted using control strategies to minimize the impacts generated by the fungus, based mainly on



chemical control, resistance genes and fungicides. For good results, the management of the Asian rust is only achieved through the integration of the various practices presented. These can be adjusted according to the producer's crops, the availability of resources, and the current legislation in each state. Thus, losses in productivity and income are avoided. This review article, based on studies and research already done, aims to present since the origin of the fungus in Brazil, until the control measures currently used, highlighting the first symptoms, the cause, the mode of dissemination and what are the most favorable conditions for the disease.

Keywords: chemical control, fungus, resistance genes, *Phakopsora pachyrhizi*, crop.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, vindo logo depois dos Estados Unidos. A produção total é de 114,8 milhões de toneladas, sendo a produção agrícola mais importante do país, exercendo um papel fundamental para a economia. Da mesma forma, o Tocantins está sendo visto como o “novo polo agrícola do Brasil”, pois possui terras férteis de valor competitivo no mercado e de topografia plana. Enquanto boa parte do estado e do país estão confiantes em relação à produção, com as lavouras apresentando bons resultados, outras sofrem com impactos da ferrugem asiática na soja. Causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, provoca desfolha precoce, o que impede a completa formação dos grãos e conseqüentemente redução da produtividade. O fungo foi notificado no Brasil pela primeira vez em 2001 e no Estado do Tocantins na safra 2020/21.

Phakopsora pachyrhizi é um fungo biotrófico obrigatório e a sua sobrevivência e multiplicação ocorre somente em tecidos vivos da planta. O fungo produz dois tipos de esporos: uredósporos (esporos assexuados) e teliósporos (esporos sexuados). Os teliósporos não infectam as plantas, mas correspondem a um estágio importante do ciclo de vida do patógeno, associado à sobrevivência (HAUDENSHIELD & HARTMAN, 2015). Esse fungo pode causar uma das doenças considerada a mais severa da cultura, podendo causar perdas de até 90% de produtividade se não controlada. Para que os danos sejam minimizados, recomenda-se medidas de controle cultural, como a ausência do cultivo da soja no período de entressafra (vazio sanitário), o controle genético com uso de cultivares com genes de resistência e o controle químico com aplicação de fungicidas, preventivamente ou no aparecimento dos sintomas.

Diante deste contexto, este artigo tem como finalidade revisar pesquisas, a fim de detalhar as possíveis soluções para a ferrugem asiática.



2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos foi realizado um estudo qualitativo com elaboração de um artigo de revisão. Para a realização do mesmo foi realizado um levantamento dos artigos publicados em periódicos científicos, sites renomados, livros e revistas da área de Ciência Agrárias, sobre os impactos da ferrugem asiática na soja no Brasil. Como estratégia de busca foram utilizadas as palavras chaves (controle químico, fungo, genes de resistência, *Phakopsora pachyrhizi*, safra) como norteadoras e a busca foi realizada on-line. Após o levantamento, foram encontrados 44 documentos relacionados, que posteriormente adotou-se o critério de selecionar aqueles com informações mais detalhadas e atualizadas sobre o assunto, restando 21 que foram usados (1994 - 2022) neste artigo de revisão.

3. REVISÃO

3.1 O histórico da ferrugem asiática no Brasil e no Tocantins

A ferrugem-asiática é uma doença que traz grandes preocupações aos produtores de soja, podendo alcançar perdas totais na ausência de controle. Ela é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, nativo do Oriente, presente na maioria dos países que cultivam a soja na Ásia e Austrália. Foi detectada pela primeira vez fora desses países no Hawaii, em 5 de maio de 1994 (BONDE & PETERSON, 1996; KILLGORE, 1996). A primeira constatação da ferrugem asiática no Continente Americano foi feita no Paraguai, em 5 de março de 2001 (MOREI PAIVA, 2001) e no Oeste e Norte do Paraná (Londrina), de 26 a 28 de maio de 2001 (YORINORI, 2002), em soja guaxa e lavouras “safrinha”. Após a primeira constatação no Paraguai e no estado do Paraná, a ferrugem asiática espalhou-se rapidamente por todo o Brasil, Paraguai, Bolívia e partes da Argentina. O fungo é disseminado pelo vento sendo, portanto, difícil evitar sua dispersão. Atualmente, ela ocorre em praticamente todas as regiões produtoras de soja do nosso país.

A ferrugem asiática da soja foi notificada no estado do Tocantins na safra 2020/21. Segundo o responsável técnico do programa estadual de Controle da Ferrugem Asiática, Cleovan Barbosa, essas ocorrências aconteceram na região das várzeas tropicais, que possuem autorização para cultivar sua safra fora do período de vazio sanitário do estado. Barbosa explica que essa região possui condições climáticas menos favoráveis ao aparecimento dos fungos, mas não está imune a eles.



3.2 Sintomas

Os sintomas iniciais são minúsculos pontos escuros (1 a 2mm de diâmetro) nas folhas do baixeiro, mas posteriormente podem progredir para os demais órgãos da planta. Devido à limitação proveniente das nervuras das folhas, as áreas atacadas pela doença são de forma poligonal com clorose foliar. As lesões podem atingir de 2 a 5mm de diâmetro. Após a formação das lesões, elas produzem urédias (“verrugas” de cor castanho-clara a castanho-escura), local responsável pela produção e liberação dos uredosporos. Nesse ponto da epidemia já é possível visualizar os sintomas em ambas as faces da folha. Todo o processo produtivo é afetado pela doença devido à intensa desfolha precoce (Figura 1) que compromete o enchimento e a formação das vagens e dos grãos (CAGLIARI, 2019). A planta pode ser afetada em qualquer órgão acima do solo, principalmente as folhas em qualquer estágio fenológico, sendo mais comum próximo ao florescimento (Figura 2). Por apresentar lesões e urédias em ambas as faces da folha, a ferrugem reduz a capacidade fotossintética da planta e, com isso, diminui significativamente a habilidade de produzir energia para seu desenvolvimento.

Figura 1 – Desfolha precoce e interrupção no enchimento de grãos de soja.

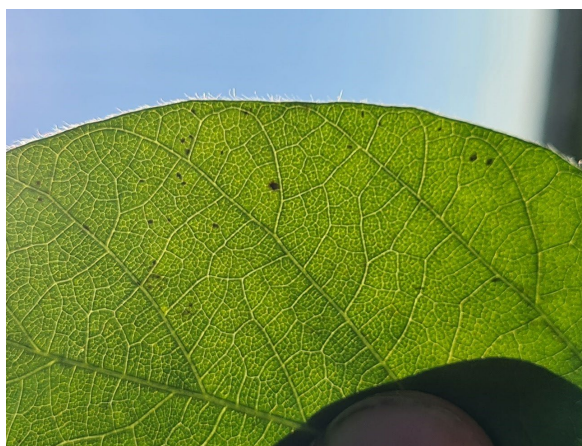


Fonte: MADALOSSO, M.G. 2017.

Segundo Nunes (2022), os primeiros sintomas da ferrugem são caracterizados por minúsculos pontos (1 a 2 mm de diâmetro), mais escuros do que o tecido sadio da folha, com coloração esverdeada a cinza esverdeada (Figura 2).



Figura 2 - Sintomas iniciais de ferrugem asiática na face abaxial da folha de soja.



Fonte: MADALOSSO, M.G. 2017.

Essas lesões, provenientes da fase inicial da infecção, correspondem a formação de protuberância, chamadas urédias (estruturas de reprodução do fungo), que se apresentam como pequenas saliências na lesão (Figura 3).

Figura 3 - Pústulas de *Phakopsora pachyrhizi* na face inferior da folha de soja.



Fonte: Madalosso, M.G. 2017.

As lesões da ferrugem tendem para o formato angular e podem atingir 2 a 5 mm de diâmetro, podendo aparecer nos pecíolos, vagens e caules. Progressivamente, as urédias, adquirem cor castanho clara a castanho escura, abrem-se em minúsculo poro, por onde é liberado os uredósporos (Figura 4).



Figura 4 - Sintomas da ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* na face inferior da folha.



Fonte: C. V. Godoy

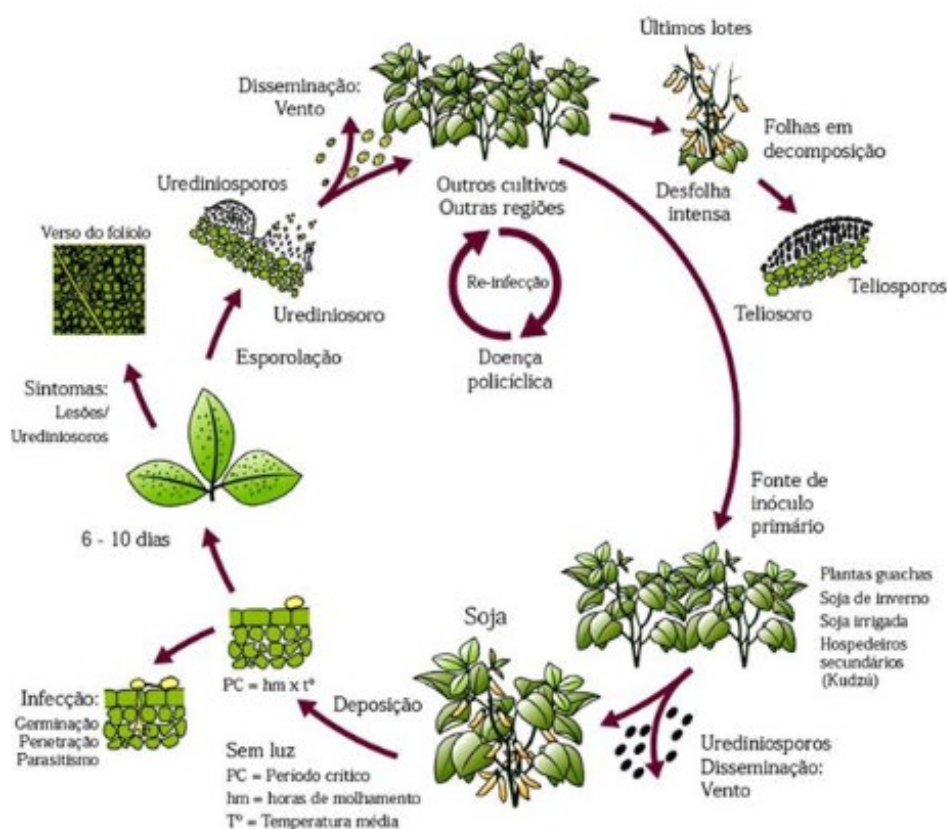
A observação das urédias é a principal característica que permite a distinção entre a ferrugem da soja e outras doenças com outros sintomas semelhantes, tais como as lesões iniciais de mancha parda (*Septoria glycines*) que forma um halo amarelo ao redor da lesão necrótica, que é angular e castanho avermelhada.

Os uredósporos, inicialmente de coloração hialina (cristalina), tornam-se bege e acumulam-se ao redor dos poros ou são carregados pelo vento. A medida que prossegue a esporulação, o tecido da folha ao redor das primeiras urédias, adquirem coloração castanho clara (lesão do tipo “TAN”) a castanho-avermelhada (lesão do tipo “reddish-brown”- RB), formando as lesões que são facilmente visíveis em ambas as faces da folha. As urédias que deixaram de esporular apresentam as pústulas, nitidamente, com os poros abertos, o que permite distinguir da pústula bacteriana, que frequentemente tem sido confundida com a ferrugem.

3.3 Método de disseminação

A disseminação da ferrugem ocorre unicamente através da dispersão dos uredósporos pelo vento. O alastramento da doença dentro da lavoura pode chegar a 3,0 metros por dia, sendo capaz de se deslocar até 96 km por semana. O ciclo da doença começa quando esse esporo, estrutura de reprodução do fungo, penetra pelas folhas da planta. Após essa etapa, o fungo completa seu ciclo de vida em 6 a 9 dias, em condições favoráveis (NUNES, 2022).

Figura 5 - Ciclo da ferrugem asiática da soja



Fonte: REIS; CARMONA, 2005, citado por REIS *et al.*, 2006.

Ademais, segundo o Portal ADAMA, os esporos da ferrugem asiática se disseminam pelo ar, especialmente, quando venta nas lavouras. Isso facilita a rápida disseminação da doença. Além de atingir as plantas da soja, as tigueras, também são hospedeiras do patógeno, servindo de inóculo para novos plantios de soja. Para que o fungo infecte a planta é preciso que haja disponibilidade de água livre na folha. Ou seja, a folha tenha água por no mínimo 6 horas e também expostas a certas temperaturas. As chuvas favorecem o desenvolvimento do patógeno, justamente por manter as folhas úmidas, por isso, é importante estar atento à lavoura.

A dispersão e transporte do fungo também podem ocorrer através de implementos agrícolas contaminados com restos vegetais da cultura e, principalmente, através do vento. Não há relatos de transmissão por mudas, raízes e inflorescências. A possibilidade de transmissão via semente é muito baixa, uma vez que o fungo necessita de um hospedeiro vivo para se desenvolver (BRADLEY, 2008).



3.4 Condições favoráveis para à doença

Para que a ferrugem asiática infecte a planta é preciso que haja disponibilidade de água livre na folha, ou seja, se a folha estiver em contato por no mínimo seis horas e exposta a temperaturas que variam de 15°C a mais de 30°C. As chuvas favorecem o desenvolvimento do patógeno, justamente por manter as folhas úmidas, por isso, é importante estar atento à lavoura (REIS et al., 2022).

Períodos prolongados com temperaturas acima de 28°C reduzem o desenvolvimento da ferrugem. Os esporos germinam em uma hora à temperatura ambiente de 25°C - 27° C, porém, a penetração no tecido da folha pode ocorrer à temperatura variando de 8°C a 28°C. Sob essas condições favoráveis, as primeiras lesões podem ser visíveis 4-5 dias após a inoculação e as primeiras frutificações (urédias) e esporulação aparecem aos 6-7 dias após a inoculação (REIS et al., 2022).

Em experimentos conduzidos em laboratório, os efeitos de temperaturas e de tempos de exposição na germinação de uredosporos e no crescimento de tubo germinativo de *Phakopsora pachyrhizi* foram quantificados. O trabalho foi conduzido em câmaras de crescimento do tipo Biological Oxygen Demand (BOD) e avaliados os efeitos das temperaturas (fator 'a'), combinadas com (fator 'b') tempos exposição no delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Após cada tempo de exposição, foi determinada a germinação e o comprimento dos tubos germinativos. Os experimentos foram repetidos duas vezes e os dados submetidos à análise de regressão. Com as equações gerados foram calculados os limiares térmicos inferior de 6,5°C, superior 34,2°C e a temperatura ótima 22,3°C para a germinação de esporos e 5,8°C, 34,2°C e ótima de 22,2°C para o crescimento dos tubos germinativos. Os limiares térmicos para a germinação de esporos são utilizados no cálculo da constante térmica K para prever a ocorrência da ferrugem numa área cultivada com soja pelo calor acumulado (REIS et al., 2022).

Segundo a Engenheira Agrônoma Gressa Chinelato, a temperatura deve estar na faixa de 15°C a 25°C, além disso, a água nas folhas pode ficar disponível gratuitamente por pelo menos 6 horas. A chuva também beneficia a doença, mantendo as folhas úmidas. Para temperaturas amenas (10°C ou menos) e mais altas (acima de 27°C), são necessárias 8 horas de molhamento das folhas. Embora os sintomas ocorram em todos os estágios de desenvolvimento, a maior incidência e gravidade são observadas após o fechamento das linhas. Isso se deve ao microclima favorável de umidade e temperatura que protege os



esporos da radiação solar. No entanto, quando plantas hospedeiras substitutas sobrevivem na área de cultivo, o inóculo presente na área pode fazer com que a doença apareça nos estágios iniciais. Portanto, o dano é causado principalmente pela queda das folhas.

Outros autores dissertam que os esporos de *P. pachyrhizi* são capazes de germinar em temperaturas variando de 8 a 36°C, com uma faixa ótima entre 19 e 24°C. O fungo é capaz de infectar a planta com temperaturas entre 15 e 28°C, desde que a superfície foliar permaneça úmida/molhada durante um período mínimo de 6 horas (SALVADORI & BACALTCHUK, 2016). Epidemias surgem constantemente, uma vez que o fungo possui uma gama de hospedeiros alternativos e sucessivos (BIGOLIN, 2019).

3.5 Efeitos

De acordo com Jander da Silva Neves, em sua dissertação de mestrado, a infecção por *P. pachyrhizi* causa rápido amarelecimento, bronzeamento ou crestamento e queda prematura das folhas, impedindo a plena formação dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a perda do rendimento e da qualidade (grãos verdes). Em casos severos, quando a doença causa desfolha nas fases vegetativa, floração, de formação ou início de enchimento das vagens, pode causar aborto das flores e queda total das vagens.

Custou mais de 150 bilhões de reais em perdas de plantio de soja desde que foi descoberto há 21 anos no estado do Paraná. A queda na produção de soja tem impacto direto na vida de todos os brasileiros. Por exemplo, o óleo usado para fritar os alimentos será mais caro. O mesmo acontece com o preço do biodiesel, já que a soja responde por mais de 80% da produção brasileira desse combustível. Essa reação afeta as carnes (bovina, de frango e suína), pois aves, suínos e bovinos são os maiores consumidores de farelo de soja. A catástrofe causada pela ferrugem asiática também afetará a balança comercial do Brasil. Portanto, essa enfermidade é uma das maiores preocupações dos sojicultores brasileiros, exigindo mais de 80% dos recursos fungicidas para proteger o plantio. (IGLESIAS, 2020).

3.6 Estratégias de controle

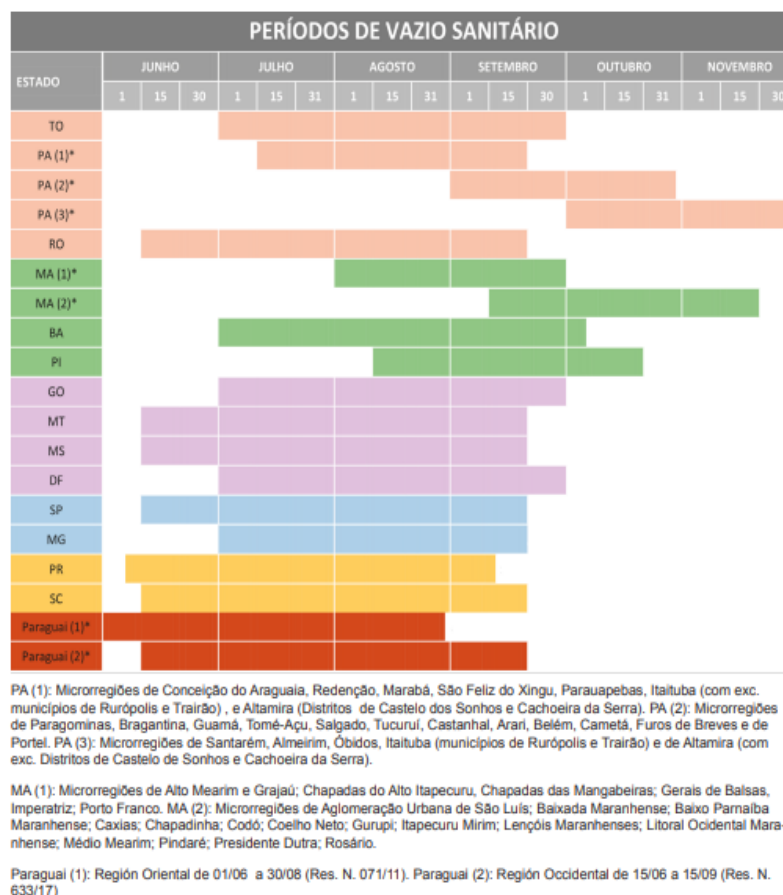
Para o manejo da ferrugem-asiática é preciso integrar medidas culturais, de resistência genética e uso de fungicidas quando ela incide (GODOY et al., 2020). Esse contexto levou o Brasil a implementar diversas medidas para minimizar o problema, por



exemplo, limitar o cultivo de soja na entressafra, pois áreas semeadas no inverno (grande parte irrigada) principalmente na região Centro-Oeste serviam de ponte verde para o fungo, tornando comum a incidência precoce da doença ainda na fase vegetativa, em lavouras semeadas próximas das áreas semeadas na entressafra. Alguns estados que tinham essa condição de semeadura no inverno instituíram o vazio sanitário, um período mínimo de 60 dias sem presença de soja no campo na entressafra, baseado na sobrevivência de esporos por 55 dias em folhas de soja infectadas e armazenadas à sombra. O objetivo é reduzir o inóculo do fungo, eliminando-se o principal hospedeiro.

O resultado esperado com o vazio sanitário é o atraso nas primeiras ocorrências de ferrugem-asiática na safra, diminuindo a possibilidade de ocorrência da doença nos estádios iniciais do desenvolvimento da soja nas primeiras semeaduras e, conseqüentemente, podendo reduzir o número de aplicações de fungicidas necessárias para o controle.

Figura 6 - Períodos de vazio sanitário em estados brasileiros e no Paraguai, estabelecidos por normativas em seus respectivos órgãos de defesa fitossanitária.



Fonte: EMBRAPA SOJA, 2020.



Outra medida importante que pode ser tomada é a resistência genética. As cultivares com gene(s) de resistência à ferrugem-asiática são menos suscetíveis a perdas de produtividade e auxiliam na redução da pressão de seleção para resistência do fungo aos fungicidas. Cultivares suscetíveis apresentam lesões TAN, termo inglês que significa marrom-claro e produz uredosporos em grande quantidade, aumentando rapidamente o número de lesões nas folhas, provocando amarelecimento e desfolha prematura. Já as cultivares resistentes apresentam lesões RB (Reddish brown), de coloração marrom-avermelhada e maiores que as lesões TAN, produzindo pouco ou nenhum uredosporos conforme gene e, pelo desenvolvimento limitado, não ocasiona amarelecimento e queda de folhas de modo tão intenso como as lesões TAN (GODOY et al., 2020).

Figura 7 - Lesão RB (marrom-avermelhado) característica em cultivar de soja com gene(s) de resistência à ferrugem-asiática.



Fonte: SOARES, M. S. 2021.

O controle químico é outra estratégia valiosa. Nela as aplicações de fungicidas são recomendadas preventivamente ou no início do aparecimento dos sintomas. Quando for preventivo, deve-se considerar os fatores essenciais para surgimento da ferrugem-asiática, como presença do fungo na região, idade da planta e condições climáticas favoráveis, bem como tamanho da propriedade, equipamentos disponíveis, custos do controle e existência de outras doenças. Os fungicidas sítio-específicos atuam contra um único ponto da via metabólica de um patógeno ou contra uma única enzima ou proteína. Já os fungicidas multissítios agem em diferentes pontos metabólicos do fungo, têm baixo



risco de resistência e formam uma camada que protege a superfície da folha. Entretanto, eles não são absorvidos e podem ser lavados com maior facilidade pelas chuvas (GODOY et al., 2020).

O monitoramento da ferrugem asiática, aliado às demais medidas de manejo, é uma prática que vem sendo utilizada com sucesso com o objetivo de prever a ocorrência da epidemia e auxiliar o produtor na tomada de decisão para o controle doença, diminuindo os custos e o impacto ambiental decorrente da aplicação de fungicidas (GIARDINO et al., 22 2010; ASSIS et al., 2015; SEIXAS et al., 2018). O monitoramento envolve diferentes técnicas que podem estar baseadas na presença do patógeno, nas características do hospedeiro e seus diferentes estádios fenológicos, bem como, nas condições ambientais (MOREIRA et al., 2015; SEIXAS et al., 2020; BERUSKI et al., 2020).

A eficácia da aplicação e do produto aplicado depende do momento em que a ferrugem asiática é detectada pela primeira vez e da intensidade de seu desenvolvimento. Quanto mais tardia a entrada do patógeno na área, mais eficaz é o controle (Richetti & Roese, 2011), quando o início da doença ocorre a partir do estágio R5, não há redução no rendimento e massa de mil grãos.

Segundo Chinelato (2021), há algumas novidades para o controle da ferrugem asiática que podem ser de grande importância para minimizar os prejuízos. Uma dessas estratégias é o uso do peróxido de hidrogênio (H_2O_2), estudos vêm demonstrando efeito positivo na adição desse produto em misturas comerciais de fungicidas. O produto causa redução da severidade da doença entre 33% e 44% quando comparado à aplicação dos produtos sem adição. Outra novidade relaciona-se a taxa de aplicação, pesquisas demonstraram que a taxa de aplicação de 160 L ha⁻¹ possibilitou maior cobertura e deposição da pulverização. A taxa de 80 L ha⁻¹ prejudicou a deposição e cobertura da pulverização, principalmente no terço médio e inferior das plantas de soja (locais de início da doença).

Outra novidade que está sendo desenvolvida para ajudar no monitoramento da dispersão da ferrugem asiática da soja no Brasil é o aplicativo Web Mobile, uma tecnologia que foi base para o desenvolvimento do aplicativo foi o Java Server Faces (JSF), uma especificação publicada em 2004, mas que evoluiu muito nos últimos anos e hoje encontra-se em uma versão madura e estável. O desenvolvimento de um aplicativo multiplataforma fez-se necessário, visando uma solução de baixo custo para ampliar a



disponibilidade das principais funcionalidades para o monitoramento da doença, permitindo visualizar a disseminação da doença a cada safra, por meio de consultas, gráficos e mapas que permitem visualizar em quais pontos se tem maior e menor número de ocorrências, assim como, sobre como a doença está se dispersando. Com um aplicativo multiplataforma, usuários de diferentes tipos de dispositivos poderão executar o aplicativo em smartphones e tablets, independente das características do dispositivo e do sistema operacional que estiver utilizando, bastando que o mesmo possua acesso à Internet.

4. CONCLUSÃO

A partir das análises dos resultados encontrados nesta pesquisa, pode-se concluir que a ferrugem asiática tem grande impacto na cultura da soja a nível de Brasil e também, no estado do Tocantins, gerando grandes efeitos negativos na produção e consequentemente, no lucro do produtor. Recomenda-se que os produtores fiquem atentos com a safra, principalmente durante os períodos de chuva, pois a ferrugem asiática infecta a planta quando há disponibilidade de água livre na folha, o que favorece o desenvolvimento do patógeno, ainda que a região possua condições climáticas menos favoráveis para o aparecimento do fungo, não está totalmente imune. Apesar de todos os estudos desenvolvidos, ainda não encontrou-se uma estratégia de controle totalmente eficaz, apenas controles parciais, como o sistema integrando medidas culturais, resistência genética e uso de fungicidas. Destacando também novos estudos para minimizar esses impactos, como o uso do peróxido de hidrogênio (H₂O₂). Essas práticas não eliminam a ferrugem, mas podem reduzir o seu impacto e contribuir para a efetividade das outras medidas de controle.

5. REFERÊNCIAS

ADAMA. **Ferrugem asiática da soja: entenda de vez como combater e melhorar sua produção.** 2022. Disponível em: <https://portaladama.com/ferrugem-asiatica/#:~:text=Como%20foi%20dito%2C%20os%20esporos,para%20novos%20plantios%20de%20soja>. Acesso em: 30 set. 2022.

AGROLINK. **Ferrugem asiática: Ferrugem da soja (Phakopsora pachyrhizi).** Disponível em: https://www.agrolink.com.br/problemas/ferrugem-asiatica_2241.html. Acesso em: 24 set. 2022.

ASSIS, F. P.; DALBOSCO, J.; PAVAN, W.; GODOY, C.; FERNANDES, J. C. F.; MEDEIROS, E. D. **Aplicativo Web Mobile para Monitoramento da Ferrugem Asiática da Soja no Brasil.** 2015. Disponível em:



<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1041486/1/ID436432015SBIAGROanaisp1018.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2022.

BRASIL. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Aquicultura. **Agricultura**. Disponível em: <https://www.to.gov.br/seagro/agricultura/4i8bn98apzb6>. Acesso em: 22 ago. 2022.

CHINELATO, G. **Ferrugem asiática: 6 dicas para controlar a doença**. 2021. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/ferrugem-asiatica-da-soja/>. Acesso em: 31 out. 2022.

EQUIPE MAIS SOJA. **Ferrugem-asiática da soja e as estratégias para enfrentá-la**. 2021. Disponível em: <https://maissoja.com.br/ferrugem-asiatica-pode-causar-perda-de-ate-120-milhoes-de-toneladas-de-soja-no-brasil/>. Acesso em: 02 out. 2022.

EQUIPE MAIS SOJA. **Ferrugem asiática pode causar perda de até 120 milhões de toneladas de soja no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://maissoja.com.br/ferrugem-asiatica-pode-causar-perda-de-ate-120-milhoes-de-toneladas-de-soja-no-brasil/>. Acesso em: 02 out. 2022.

FERTISYSTEM. **Produção de soja no Brasil: entenda o cenário atual e mais!** Disponível em: <https://www.fertisystem.com.br/m/blog/60d37dffe5f39d76eb23255b/producao-de-soja-no-brasil-entenda-o-cenario-atual-e-mais>. Acesso em: 22 ago. 2022.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M. **Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência**. Londrina : Embrapa Soja, 2020. 39 p. - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n. 428). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/213614/1/DOC-428.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2022.

IGLESIAS, R. **Ferrugem da soja já causou R\$ 150 bilhões em prejuízos no Brasil**. GRUPO CULTIVAR DE PUBLICAÇÕES LTDA, 2022. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/ferrugem-da-soja-ja-causou-r-150-bilhoes-em-prejuizos-no-brasil>. Acesso em: 23 out. 2022.

JULIATTI, F. C.; MESQUITA, A. C. O.; TEIXEIRA, F. G.; BELOTI, I. F.; MOTA, L. C. B. M.; FONSECA, L. J., SOUSA, L. A.; SOUZA, M. S. X. A.; SILVA, N. S.; ZANCAN, N. L. B.; MORAIS, T. P. **Caracterização de genótipos de soja com resistência parcial à ferrugem da soja**. Summa Phytopathologica, v.45, n.3, p.313-319, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sp/a/3s8rpZmvxf9hwRmLW5x37TJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 nov. 2022.

KLEIN, A. M. **Ferrugem-asiática da soja e as estratégias para enfrentá-la**. 2021. Disponível em: <https://www.ufsm.br/pet/agronomia/2021/09/02/ferrugem-asiatica-da-soja-e-as-estrategias-para-enfrenta-la/#:~:text=A%20maior%20incid%C3%Aancia%20dos%20sintomas,et%20al.%2C%202006>. Acesso em: 26 set. 2022.

NACARATH, I. F. **Alerta para ferrugem asiática da soja no Tocantins**. 2021. Disponível em: <https://iescfag.edu.br/index.php/servicos-master/servicos/noticias/79->



noticias-iesc/522-alerta-para-ferrugem-asiatica-da-soja-no-tocantins. Acesso em: 22 ago. 2022.

NEVES, J. S. **Influência da aplicação de fosfito de potássio na severidade da ferrugem asiática da soja**. Orientador: Prof. Luiz Eduardo Bassay Blum, ph.D. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/3165>. Acesso em: 02 out. 2022.

NUNES, J. L. S. **Práticas de manejo da doença**. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/praticas-manejo_361548.html#:~:text=A%20dissemina%C3%A7%C3%A3o%20da%20ferrugem%20ocorre,3%2C0%20metros%20por%20dia. Acesso em: 30 set. 2022.

NUNES, J. L. S. **Sintomas**. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/sintomas_361550.html. Acesso em: 26 set. 2022.

OLIVEIRA, W. **Governo do Tocantins alerta produtores sobre início do período do vazio sanitário da soja sequeiro no dia 1º de julho**. 2021. Disponível em: <https://www.to.gov.br/noticias/governo-do-tocantins-alerta-produtores-sobre-inicio-do-periodo-do-vazio-sanitario-da-soja-sequeiro-no-dia-1o-de-julho/6gbb0nsn96jf>. Acesso em: 26 ago. 2022.

PELIN, C; FILHO, J. A. W.; NESI, C. N. **Ferrugem asiática da soja: etiologia e controle**. Agropecuária catarinense, Florianópolis, v.33, n.3, 18-21, set./dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.52945/rac.v33i3.497>. Acesso em: 23 nov. 2022.

REIS, E. M.; CARLINI, R. C.; ZANATTA, M. **Temperatura ótima e limiares térmicos inferior e superior para a germinação de uredosporos e crescimento do tubo germinativo de Phakopsora pachyrhizi**. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sp/a/4CY9NmmmdcJcQvBpZj5KqLt/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 02 out. 2022.

SILVA, R. A.; DALCHIAVON, F. C. **Déficit de armazenagem da produção agrícola do Tocantins**. 2018. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/6bf7/7f6e504f73866d153b19a32810410a58da7f.pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.

YORINORI, J. T.; JUNIOR, J. N., LAZZARATTO, J. J. **Ferrugem "asiática" da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 36p. ; 21 cm. (Documentos I Embrapa Soja, ISSN 1516-781 X; n.247). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/467712/1/Documentos247.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2022.