



Imagem: Fernando Dias

Programa Monitora Ferrugem RS: detecção de *Phakopsora pachyrhizi* nas safras 2021/2022 e 2022/2023

Andréia Mara Rotta de Oliveira
Ivone Fátima Tazzo
Loana Cardoso
Flávio Varone
Amanda Heemann Junges
Ricardo Augusto Felicetti
Rita de Cássia Antochewis
Elder Dal Prá



Departamento de Diagnóstico
e Pesquisa Agropecuária



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO E PESQUISA
AGROPECUÁRIA**

CIRCULAR: divulgação técnica

**PROGRAMA MONITORA FERRUGEM RS: DETECÇÃO DE
Phakopsora pachyrhizi NAS SAFRAS 2021/2022 e
2022/2023**

Andréia Mara Rotta de Oliveira
Ivonete Fátima Tazzo
Loana Cardoso
Flávio Varone
Amanda Heemann Junges
Ricardo Augusto Felicetti
Rita de Cássia Antochervis
Elder Dal Prá

Porto Alegre, RS

2023

Governador do Estado do Rio Grande do Sul: Eduardo Figueiredo Cavalheiro Leite.

Secretário da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação: Giovani Feltes.

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: (51) 3288.8000

<https://www.agricultura.rs.gov.br/ddpa>

Diretor: Caio Fábio Stoffel Efrom

Comissão Editorial:

Loana Silveira Cardoso; Lia Rosane Rodrigues; Bruno Brito Lisboa; Larissa Bueno Ambrosini; Flávio Nunes; Raquel Paz da Silva.

Arte: Rodrigo Nolte Martins

Catálogo e normalização: Flávio Nunes, CRB 10/1298

P964 Programa Monitora Ferrugem RS : detecção de *Phakopsora Pachyrhizi* nas safras 2021/2022 e 2022/2023 / Andréia Mara Rotta de Oliveira ... [et al.]. – Porto Alegre: SEAPI/DDPA, 2023.

57 p. : il. – (Circular : divulgação técnica, ISSN 2675-1348 ; 18)

Continuação de: Circular técnica, 1995-2016.

1. Coletor de esporos. 2. *Glycine max*. 3. Ferrugem asiática. 4. Aerobiologia. 5. Sistema de aviso. I. Oliveira, Andréia Mara Rotta de. II. Série.

CDU 632:635.655

REFERÊNCIA

OLIVEIRA, Andréia Mara Rotta de *et al.* **Programa Monitora Ferrugem RS:** detecção de *Phakopsora Pachyrhizi* nas safras 2021/2022 e 2022/2023. Porto Alegre: SEAPI/DDPA, 2023. 57 p. (Circular: divulgação técnica, 18).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 METODOLOGIA.....	12
3 RESULTADOS	15
3.1 Quantificação de uredósporos de <i>P. pachyrhizi</i> e a relação com fatores meteorológicos.....	24
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
5 AGRADECIMENTOS.....	39
REFERÊNCIAS	41
ANEXOS	49

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa da distribuição dos coletores de esporos, por município e Região Ecoclimática.12
- Figura 2.** Modelo de coletor de esporos utilizado no monitoramento de *P. pachyrhizi*. Fonte: Emater/RS-Ascar ...13
- Figura 3.** Mapa da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores, no período de 29/11/2021 à 20/12/2021, nas lavouras acompanhadas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na primeira semana de monitoramento na safra 2021/2022.16
- Figura 4.** Mapas do prognóstico de risco da ocorrência de ferrugem asiática da soja, no período de 14/12/2021 a 03/01/2022, gerados a partir das variáveis meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento de epidemias causadas por *P. pachyrhizi* e disponibilizados pelo Programa Monitora Ferrugem RS na safra 2021/2022.19
- Figura 5.** Mapas da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores, no período de 10/10/2022 à 06/11/2022, nas lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2022/2023.20
- Figura 6.** Mapas do prognóstico de risco diário da ocorrência de ferrugem asiática da soja, no período de 26/10/2022 à 16/11/2022, gerados a partir das variáveis meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento de epidemias por *P. pachyrhizi* disponibilizados pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2022/2023.21

Figura 7. Condições meteorológicas diárias (Umidade relativa do ar – em %; Precipitação Pluvial - em mm; e temperatura do ar – em °C), e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* detectados semanalmente em Santa Rosa(A;B) e São Borja (C;D), nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente. 27

Figura 8. Condições meteorológicas diárias (Umidade relativa do ar – em %; Precipitação Pluvial - em mm; e temperatura do ar – em °C), e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* detectados semanalmente em Santa Maria (A; B) e Ibirubá (C;D), nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente. 28

Figura 9. Condições meteorológicas diárias (Umidade relativa do ar – em %; Precipitação Pluvial - em mm; e temperatura do ar – em °C), e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* detectados semanalmente em Vacaria (A;B) e Santiago(C;D), nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente.29

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Data da primeira detecção e quantidade (n) de uredósporos de *P. pachyrhizi*, registrados nas lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, por região ecoclimática e município, nas safras 2021/2022 e 2022.17
- Tabela 2.** Dados mensais de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), temperatura do ponto de orvalho do ar (°C), velocidade do vento (m s⁻¹), radiação solar (KJ m⁻²) e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* registrados em seis locais do RS, na safra 2021/2022.32
- Tabela 3.** Dados mensais de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), temperatura do ponto de orvalho do ar (°C), velocidade do vento (m s⁻¹), radiação solar (KJ m⁻²) e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* registrados em seis locais do RS, na safra 2022/2023.35

CIRCULAR:

divulgação técnica

PROGRAMA MONITORA FERRUGEM RS: DETECÇÃO DE *Phakopsora pachyrhizi* NAS SAFRAS 2021/2022 e 2022/2023

Andréia Mara Rotta de Oliveira¹, Ivonete Fátima Tazzo²,
Loana Cardoso³, Flávio Varone⁴, Amanda Heemann Junges⁵,
Ricardo A. Felicetti⁶, Rita de Cássia Antochévis⁷; Élder Dal
Prá⁸

¹ Pesquisadora, Dra. Fitopatologia, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Porto Alegre, RS. andreia-oliveira@agricultura.rs.gov.br

² Pesquisadora, Dra. Agrometeorologia, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Porto Alegre, RS. ivonete-tazzo@agricultura.rs.gov.br

³ Pesquisadora, Dra. Agrometeorologia, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Porto Alegre, RS. loana-cardoso@agricultura.rs.gov.br

⁴ Pesquisador, MSc. Meteorologia, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Bagé, RS. flavio-varone@agricultura.rs.gov.br

⁵ Pesquisadora, Dra. Agrometeorologia, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Veranópolis, RS. amanda-junges@agricultura.rs.gov.br

⁶ Fiscal Estadual Agropecuário, MSc. Fitopatologia, Departamento de Defesa Vegetal, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Porto Alegre, RS. ricardo-felicetti@agricultura.rs.gov.br

⁷ Fiscal Estadual Agropecuário, Divisão de Defesa Sanitária Vegetal, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Porto Alegre, RS. rita-antochévis@agricultura.rs.gov.br

⁸ Eng. Agr. Doutor em Engenharia Agrícola, Coordenador da Área de Culturas e de Defesa Sanitária Vegetal - Núcleo de Desenvolvimento Agropecuário - Emater-RS/Ascar, Porto Alegre, RS. edalpra@emater.tche.br

1 INTRODUÇÃO

A ferrugem asiática da soja (FAS) é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. e considerada uma das principais doenças da soja no mundo. A doença pode ocorrer em todos os estágios de desenvolvimento da planta e os danos podem variar entre 10% a 90 % (DE LA PARTE *et al.*, 2015).

O desenvolvimento da FAS é altamente dependente das condições ambientais. De acordo com Bonde *et al.* (2007), a temperatura ótima para o desenvolvimento de *P. pachyrhizi* e os eventos envolvidos no processo da doença (germinação de uredósporos, emissão de tubo germinativo e início da infecção) variam de 15 °C a 29 °C (MARCHETTI; MELCHING; BROMFIELD, 1976; MELCHING *et al.*, 1989). O molhamento foliar por 6 horas, no mínimo, promovido por orvalho, chuva ou irrigação, sob condições ótimas de temperatura, favorece o rápido desenvolvimento da doença (MELCHING *et al.*, 1989; DEL PONTE *et al.*, 2006; GODOY *et al.*, 2009; NUNES; MARTINS; DEL PONTE, 2018).

No que se refere ao processo de disseminação de *P. pachyrhizi*, a liberação e o movimento dos uredósporos são fortemente influenciados pelo vento, o qual é responsável pelo deslocamento do patógeno tanto a curtas distâncias (disseminação na lavoura: do dossel da planta para diferentes partes da mesma planta ou para outras plantas), como também a longas distâncias, ocasionado à contaminação de grandes áreas produtoras de soja (HARTMAN; SIKORA; RUPE, 2015; WEN; BOWEN; HARTMAN, 2017). Além do vento, a chuva também pode desempenhar um papel na facilitação do deslocamento de uredósporos das urédias,

contribuindo para a propagação da doença a curtas distâncias (DEL PONTE *et al.*, 2006).

As estratégias de controle recomendadas para *P. pachyrhizi* incluem a adoção de “vazio sanitário” para reduzir a quantidade de inóculo do fungo; o uso de cultivares de soja de ciclo precoce, semeadas no início da época recomendada e resistentes a doença e a aplicação de fungicidas protetores, em mistura com triazóis, estrobilurinas e carboxamidas, feito de forma preventiva ou no aparecimento dos sintomas (GODOY *et al.*, 2017; BRASIL, 2021).

Entretanto, mesmo com o uso das ferramentas de manejo da doença que estão disponíveis, o controle da FAS ainda é um desafio. *P. pachyrhizi* tem pelo menos 96 hospedeiros alternativos que contribuem para a sobrevivência e a manutenção do fungo na entressafra da soja (MILES; FREDERICK; HARTMAN, 2003; JACCOUD FILHO *et al.* 2007; GOELLNER *et al.*, 2010; REIS, 2019). O controle genético tem sido aplicado através da escolha de cultivares portadoras de genes de resistência (*Rpp*), como a cultivar Inox® da TMG (Tropical Breeding & Genetics), BRSMS Bacuri, BRSGO, BRS 511, BRS 539 e a BRSMG 534, entre outras disponibilizadas pela Embrapa (GODOY *et al.*, 2020; LANDGRAF, 2023). Porém, a resistência genética pode ser reduzida ou “quebrada” pelo aparecimento de novas populações do patógeno, uma vez que *P. pachyrhizi* se caracteriza por apresentar alta variabilidade genética e pode se adaptar aos genes de resistência presentes nas cultivares comerciais (PAUL *et al.*, 2015; AOYAGI; MURAKI; YAMANAKA, 2020; DARBEN *et al.*, 2020).

O controle químico tem sido usado de forma preventiva ou no início do aparecimento dos sintomas, evitando danos econômicos decorrentes da doença. Estudos para avaliação

da eficiência de fungicidas no controle da ferrugem asiática têm demonstrado que os princípios ativos apresentam diferentes níveis de fungitoxicidade ao *P. pachyrhizi* (CECHI *et al.*, 2020), sendo que a eficácia pode variar de 50% a 80% (GODOY *et al.*, 2019; GODOY *et al.*, 2020; GODOY *et al.*, 2021). No entanto, com frequência tem sido registrada a ocorrência de populações de *P. pachyrhizi* resistentes aos fungicidas sítio-específicos dos grupos IDM (inibidores da desmetilação - triazóis) e Qol (inibidores de quinona externa-estrobirulinas) e inibidores da succinato desidrogenase (ISDH-carboxamidas) por diversos autores (XAVIER, *et al.*, 2015; DALLA LANA *et al.*, 2018; SIMÕES *et al.*, 2018; GODOY *et al.*, 2020; MÜLLER; STAMELLER; MAY DE MIO, 2021).

Godoy *et al.* (2023), em estudos realizados sobre a eficiência de fungicidas na safra 2022/2023, observaram diferenças entre o protioconazol e o tebuconazol, ambos pertencentes ao grupo IDM. A severidade da doença quando da aplicação desses dois princípios ativos, variou entre regiões e dentro das regiões. De acordo com os autores, os resultados evidenciam a presença de populações com sensibilidade diferenciada aos IDM numa mesma região e a necessidade de rotação de fungicidas com esses dois ingredientes ativos para controle eficiente da ferrugem-asiática.

Desta forma, para evitar o agravamento da situação de resistência do fungo aos fungicidas disponíveis, o controle químico deve ser feito de forma criteriosa, evitando aplicações antecipadas, calendarizadas e/ou sequenciais, tardias e com o mesmo produto (SEIXAS *et al.*, 2020). O controle preventivo deve levar em conta os fatores necessários ao aparecimento da ferrugem-asiática, como a presença do fungo na região,

idade da planta e condição climática favorável (GODOY *et al.*, 2017).

Nesse sentido, o monitoramento de *P. pachyrhizi* no campo com a utilização de coletores de esporos, é uma prática de manejo que permite a detecção dos uredósporos do fungo que são disseminados pelo vento, antes do desenvolvimento dos sintomas da FAS na soja. Aliado às demais medidas, é uma prática que vem sendo utilizada com sucesso na previsão da ocorrência da epidemia, auxiliando o produtor na tomada de decisão para a aplicação de fungicidas, diminuindo os custos e o impacto ambiental decorrente do controle químico (ISARD *et al.*, 2011; IGARASHI *et al.*, 2016; SEIXAS *et al.*, 2018; SEIXAS *et al.*, 2019; SEIXAS *et al.*, 2020).

O monitoramento do fungo, somado ao conhecimento das condições meteorológicas e ambientais que influenciam no desenvolvimento de *P. pachyrhizi*, pode fornecer informações importantes sobre o surgimento de epidemias da FAS e subsidiar a decisão sobre o momento ideal para realizar o controle químico (DEL PONTE; ESKER, 2008; NUNES; MARTINS; DEL PONTE, 2018; BERUSKI *et al.*, 2020; SANTIAGO-PÉREZ *et al.*, 2022).

Pesquisas para o desenvolvimento de sistemas de aviso de ocorrência da ferrugem asiática, baseadas no monitoramento de uredósporos de *P. pachirizi*, vêm sendo realizados no Rio Grande do Sul por algumas empresas e instituições de pesquisa (ROSA *et al.*, 2023; OLIVEIRA *et al.*, 2022). O Programa Monitora Ferrugem RS é desenvolvido pela Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI) e a Emater/RS-Ascar, com o apoio de diversas instituições de ensino e pesquisa do Estado. O Programa tem a finalidade de monitorar a presença

do fungo e identificar as condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, gerando prognósticos para a ocorrência da FAS.

Assim, objetivo desta Circular Técnica é apresentar os principais resultados do monitoramento de *P. pachyrhizi* realizado pelo Programa Monitora Ferrugem RS nas safras 2021/2022 e 2022/2023.

2 METODOLOGIA

Para fins desta Circular foram utilizadas as informações do monitoramento de *P. pachyrhizi* nas safras 2021/2022 e 2022/2023, do banco de dados do Programa Monitora Ferrugem RS. Na safra 2021/2022 participaram do Programa 48 municípios e na safra 2022/2023, 46 municípios, localizados em diferentes regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul, indicados na Figura 1 (MALUF; CAIAFFO, 2001).

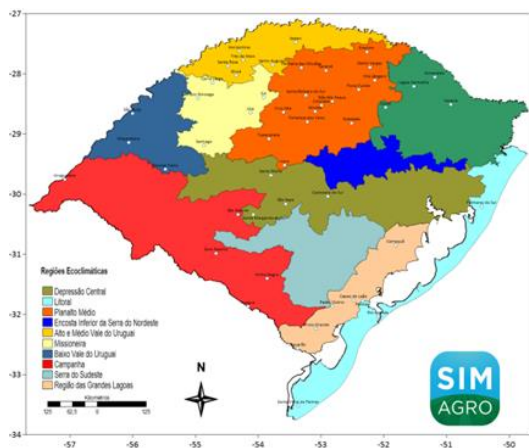


Figura 1. Mapa da distribuição dos coletores de esporos, por município e Região Ecoclimática.

As lavouras monitoradas constituem-se de Unidades de Referência Técnica de Manejo Integrado de Doenças (URT/MID) acompanhadas pela Emater/Ascar-RS, além de outras áreas acompanhadas por instituições parceiras que fazem parte do Programa.

Os coletores de esporos são do tipo cata-vento construídos a partir de tubos de PVC (Figura 2), com um tubo alongado e cilíndrico de PVC, acoplado a uma haste metálica para fixação no solo. No interior do tubo há um suporte para instalação de uma lâmina de microscópio, na qual é colada uma tira de fita adesiva dupla face, onde os uredósporos do fungo ficam aderidos.

As lâminas foram colocadas nos coletores e substituídas semanalmente, conforme metodologia proposta por Oliveira *et al.* (2020). As lâminas retiradas dos coletores foram imediatamente encaminhadas para análise laboratorial, para identificação e quantificação de uredósporos de *P. pachyrhizi*. O período de monitoramento na safra 2021-2022 ocorreu de 29/11/21 a 28/3/22, e na safra 2022-2023 de 10/10/22 a 06/03/23, sendo o início caracterizado pela data de instalação dos coletores.



Figura 2. Modelo de coletor de esporos utilizado no monitoramento de *P. pachyrhizi*. Fonte: Emater/RS-Ascar

A geração dos mapas de risco de ocorrência de epidemias da ferrugem asiática disponibilizados pelo Programa Monitora Ferrugem é baseada na análise de variáveis meteorológicas, utilizando dados de condições de umidade relativa do ar, temperatura e temperatura do ponto de orvalho do ar, onde, através da operacionalização do modelo meteorológico *Global Forecast System* (GFS), são geradas previsões diárias para uma grade de 25 km, com horizonte de 15 dias para o estado do Rio Grande do Sul.

Com os resultados do modelo *GFS*, são determinadas as condições de ocorrência de ferrugem asiática, calculadas a partir dos cenários favoráveis (ou desfavoráveis), de três parâmetros: umidade relativa do ar (UR), depressão do ponto de orvalho do ar (DPO) e temperatura do ar (T). Os intervalos utilizados para determinar às condições favoráveis a incidência de ferrugem asiática, são: $UR > 90\%$; $18^{\circ}\text{C} < T < 25^{\circ}\text{C}$; $DPO < 2^{\circ}\text{C}$, onde a depressão do ponto de orvalho (DPO) resulta da diferença entre a temperatura e a temperatura do ponto de orvalho do ar (GILLESPIE; SRIVASTAVA; PITBLADO, 1993).

Para uma análise mais detalhada da quantidade de esporos detectados e a relação com fatores meteorológicos, foram escolhidos seis (06) lavouras/municípios localizados em seis (06) regiões ecoclimáticas (MALUF; CAIAFFO, 2001). Os municípios selecionados para este estudo foram: Santa Rosa (Latitude: $27^{\circ} 52' 16''$ Sul, Longitude: $54^{\circ} 28' 55''$ Oeste), São Borja (Latitude: $28^{\circ} 40' 58''$ Sul, Longitude: $55^{\circ} 58' 39''$ Oeste), Santa Maria (Latitude: $29^{\circ} 41' 29''$ Sul, Longitude: $53^{\circ} 48' 3''$), Ibirubá (Latitude: $28^{\circ} 37' 48''$ Sul, Longitude: $53^{\circ} 5' 25''$ Oeste), Vacaria (Latitude: $28^{\circ} 30' 39''$ Sul, Longitude: $50^{\circ} 55' 47''$ Oeste) e Santiago (Latitude: $29^{\circ} 10' 23''$ Sul, Longitude: $54^{\circ} 51' 21''$ Oeste), nas regiões ecoclimáticas do Alto e Médio

Vale do Uruguai, Baixo Uruguai, Depressão Central, Missioneira, Planalto Médio e Planalto Superior/Serra do Nordeste, respectivamente.

O critério de escolha dos locais foram, respectivamente, a constância de dados do coletor durante o período de monitoramento e a disponibilidade de dados diários das estações meteorológicas da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do Sistema de Monitoramento e Alertas Agroclimáticos (SIMAGRO/RS), da Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI).

Foram analisadas as condições meteorológicas diárias em cada local, bem como, a quantidade semanal e o total mensal do número de uredósporos detectados por coletor/município na ecoregião monitorada. As variáveis meteorológicas consideradas foram: precipitação pluvial (em mm), temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (em %). Também foram calculados dados mensais das variáveis meteorológicas (precipitação pluvial total, em mm; temperatura média do ar e temperatura média do ponto de orvalho do ar, em $^{\circ}\text{C}$; velocidade média do vento, em m s^{-1} e radiação solar global média, em Kj m^{-2}).

3 RESULTADOS

O número de lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem na safra 2021/2022 foi de 50 e na safra 2022/2023 foi de 54, em 48 e 46 municípios, respectivamente, abrangendo nove, das 11 regiões ecoclimáticas do estado.

Na safra 2021/2022, as primeiras detecções de uredósporos *P. pachyrhizi* ocorreram na primeira semana de

monitoramento (29/11/2021), no mês de novembro, em Santa Maria (Depressão Central), Vacaria (Planalto Superior da Serra do Nordeste), Colorado, Santa Bárbara do Sul e Tupanciretã (Planalto Médio), Giruá (Alto e Médio Uruguai), Jóia e Santiago (Missioneira). Em Maçambará (Baixo Vale do Uruguai), São Gabriel (Campanha) e Arroio Grande (Grandes Lagoas) as primeiras ocorrências foram registradas no mês de dezembro, nos dias 6 e 20, respectivamente (Figura 3, Tabela 1).

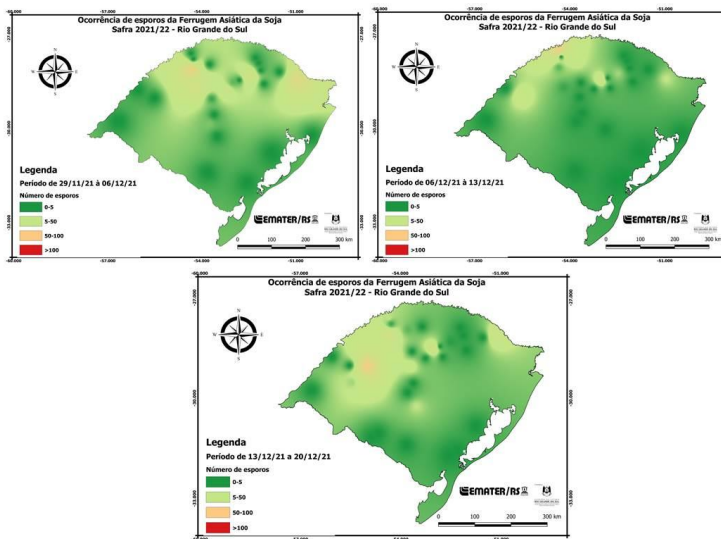


Figura 3. Mapa da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores, no período de 29/11/2021 à 20/12/2021, nas lavouras acompanhadas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na primeira semana de monitoramento na safra 2021/2022.

Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS (2023).

Tabela 1. Data da primeira detecção e quantidade (n) de uredósporos de *P. pachyrizi*, registrados nas lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, por região ecoclimática e município, nas safras 2021/2022 e 2022/2023.

Continua

Região Ecoclimática	Município	Safr/Número de uredósporos detectados (n)			
		2021/2022	(n)	2022/2023	(n)
Depressão Central	Cachoeira do Sul	20/12/2021	2	(-)	(-)
	Cerro Largo	6/12/2021	1	(-)	(-)
	Santa Maria	29/11/2021*	3	31/10/2022*	1
	São Sepé	06/12/2021	1	14/11/2022	1
Litoral	Palmares do Sul	28/02/2022*	8	27/02/2023*	39
	Rio Grande	21/03/2022	2	06/03/2023	3
	Santa Vitória do Palmar	14/3/2022	2	27/02/2023	5
Planalto Superior/ Serra do Nordeste	Casca	28/02/2022	2	21/11/2022*	19
	Esmeralda	13/12/2021	12	12/12/2022	6
	Lagoa Vermelha	07/02/2022	6	21/11/2022	11
	Vacaria	29/11/2021*	26	28/11/2022	5
Planalto Médio	Colorado	29/11/2021*	2	∅	∅
	Cruz Alta	03/01/2022	1	07/11/2022	3
	Erechim	14/02/2022	1	21/11/2022	24
	Fortaleza dos Valos	20/12/2021	9	∅	∅
	Getúlio Vargas	28/02/2022	3	02/01/2023	5
	Ibirubá	13/12/2021	8	28/11/2022	2
	Ivorá	24/01/2022	1	31/10/2022	2
	Não-Me-Toque	21/02/2022	1	28/11/2022	6
	Palmeira das Missões	20/12/2021	1	07/11/2022	3
	Passo Fundo	14/03/2022	12	14/11/2022	72
	Santa Bárbara do Sul	29/11/2021*	27	31/10/2022	26
	Sarandi	24/01/2022	13	14/11/2022	59
	Soledade	14/02/2022	3	21/11/2022	4
Tupanciretã	29/12/2021	1	24/10/2022*	1	
Vila Lângaro	14/02/2022	4	21/11/2022	6	

(-) Município não monitorado na safra; * Data da primeira detecção de uredósporos na safra; (n) Quantidade de uredósporos detectados; ∅ Não detectado uredósporos na unidade de observação durante a safra.

Tabela 1. Data da primeira detecção e quantidade (n) de uredósporos de *P. pachyrizi*, registrados nas lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, por região ecoclimática e município, nas safras 2021/2022 e 2022/2023.

Região Ecoclimática	Município	Safr/Número de uredósporos detectados (n)				Conclusão
		2021/2022	(n)	2022/2023	(n)	
Alto e Médio Vale do Uruguai	Girúá	29/11/2021*	35	∅	∅	
	Horizontina	06/12/2021	37	∅	∅	
	Santa Rosa	06/12/2021	5	31/10/2022	5	
	Santo Augusto	06/12/2021	6	24/10/2022*	50	
	Seberi	07/12/2021	2	23/12/2022	15	
	Três de Maio	13/12/2021	1	14/11/2022	3	
Missioneira	Ijuí	13/12/2021	2	31/10/2022	10	
	Jóia	29/11/2021*	17	(-)	(-)	
	Santiago	29/11/2021*	35	24/10/2022*	83	
	São Luiz	20/12/2021	4	(-)	(-)	
	Gonzaga					
Baixo Vale do Uruguai	Maçambará	06/12/2021*	8	∅	∅	
	Manoel Viana	13/12/2021	4	20/02/2023	3	
	São Borja	31/01/2022	1	31/10/2022*	2	
Campanha	Aceguá	(-)	(-)	28/11/2022	52	
	Dom Pedrito	28/02/2022	24	05/12/2022	16	
	Hulha Negra	28/02/2022	21	(-)	∅	
	Santa Margarida do Sul	(-)	(-)	14/11/2022*	1	
	São Gabriel	20/12/2021*	2	14/11/2022*	15	
	Uruguiana	31/01/2022	1	∅	1	
Região das Grandes Lagoas	Arroio Grande	14/02/2021	2	(-)	(-)	
	Camaquã	21/02/2022	1	∅	∅	
	Camaquã		34	∅	∅	
	Capão do Leão	27/12/2021	5	28/11/2022	3	
	Jaguarão	14/03/2022	12	28/11/2022	48	
	Pedro Osório	-	(-)	28/11/2022	7	
	Pelotas	28/02/2022	2	28/11/2022	2	

(-) Município não monitorado na safra; * Data da primeira detecção de uredósporos na safra; (n) Quantidade de uredósporos detectados; ∅ Não detectado uredósporos na unidade de observação durante a safra.

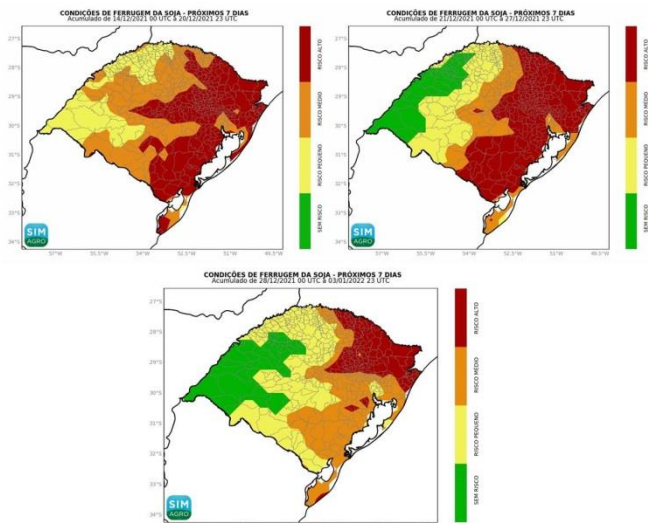


Figura 4. Mapas do prognóstico de risco da ocorrência de ferrugem asiática da soja, no período de 14/12/2021 a 03/01/2022, gerados a partir das variáveis meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento de epidemias causadas por *P. pachyrhizi* e disponibilizados pelo Programa Monitora Ferrugem RS na safra 2021/2022.

Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS (2023).

As condições climáticas nas primeiras semanas de monitoramento indicavam risco médio a alto para o desenvolvimento da ferrugem asiática, para a grande maioria das regiões do estado (Figura 4).

No monitoramento do *P. pachyrhizi* na safra 2022/2023, as primeiras detecções foram registradas no mês de outubro, nas unidades de observação de Santo Augusto (Alto e Médio Uruguai), de Tupanciretã (Planalto Médio) e Santiago (Missioneira) em 24/10, Santa Maria (Depressão Central) e

São Borja (Baixo Vale do Uruguai) em 31/10; em Santa Margarida do Sul (Campanha), Casca (Planalto Superior/Serra do Nordeste) e nos municípios da Região das Grandes Lagoas, o primeiro registro ocorreu em 14, 21 e 28 de novembro, respectivamente. As datas das primeiras detecções de *P. pachyrhizi* correspondem à terceira semana de monitoramento (Tabela 1, Figura 5).

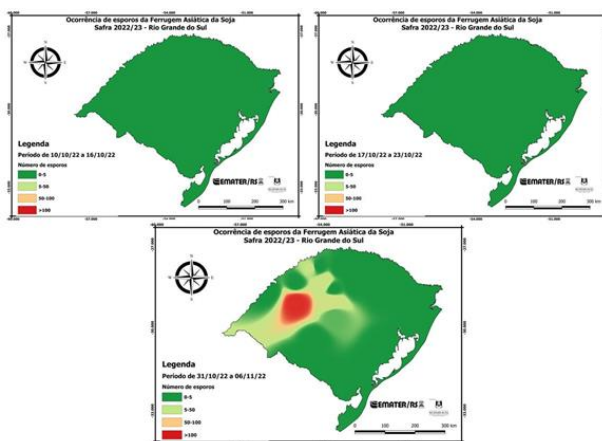


Figura 5. Mapas da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores, no período de 10/10/2022 à 06/11/2022, nas lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2022/2023.

Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS (2023).

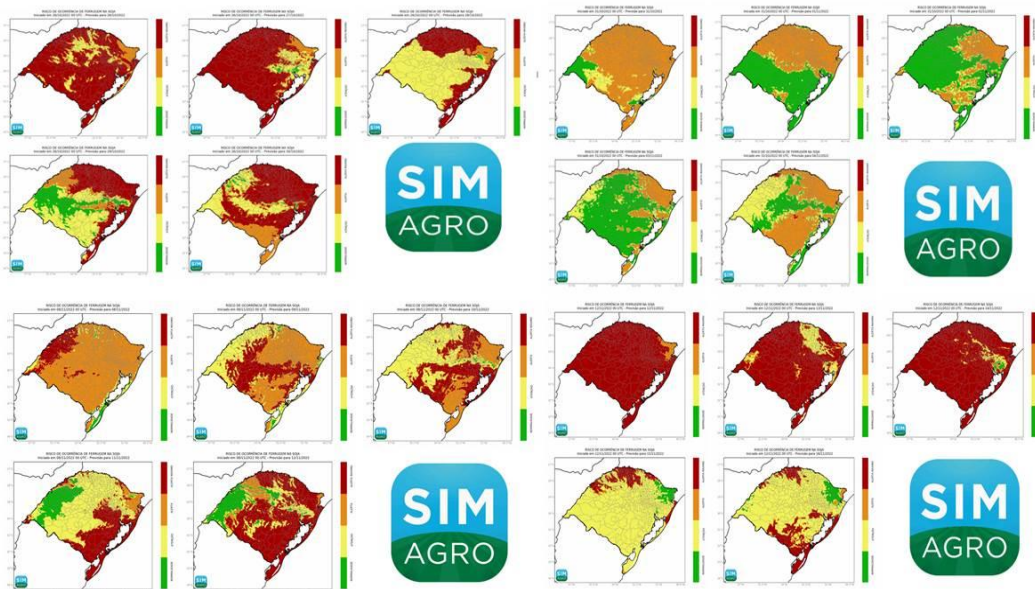


Figura 6. Mapas do prognóstico de risco diário da ocorrência de ferrugem asiática da soja, no período de 26/10/2022 à 16/11/2022, gerados a partir das variáveis meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento de epidemias por *P. pachyrhizi* disponibilizados pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2022/2023.

Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS (2023).

Da mesma forma que na safra anterior, os mapas de prognóstico de risco diário de ocorrência da ferrugem asiática (Figura 6), indicam que as condições climáticas estavam favoráveis a infecções por *P. pachyrhizi*.

Nascimento *et al.* (2012), que em estudos realizados para a quantificação de *P. pachyrhizi*, observaram que a quantidade de uredósporos coletados está relacionada com a presença de plantas de soja nas lavouras; com a severidade e a incidência da doença; com a precipitação acumulada e com os dias favoráveis a infecção pelo fungo.

Segundo Reis *et al.* (2022), as informações geradas pela aerobiologia permitem a detecção precoce do inóculo e, havendo sua relação com a presença inicial dos sintomas/sinais, pode servir de fundamento para um sistema de alerta da ocorrência da FAS. Segundo os autores, os esporos secos de *P. pachyrhizi* presentes no ar, podem ser coletados antes da ocorrência de sintomas/sinais na área monitorada, porém próximos da detecção da doença e servir na tomada de decisão quanto à aplicação de fungicida na cultura.

O Programa Monitora Ferrugem se fundamenta no triângulo dos fatores determinantes de doença: presença do patógeno, presença do hospedeiro e condições de ambiente favorável (AGRIOS, 2004). As informações disponibilizadas servem de alerta ao produtor, para que este realize inspeções na lavoura em busca de focos da doença e inicie o controle químico antes que a doença atinja o limiar de dano econômico. Estas ações contribuem de forma significativa para que o controle químico seja iniciado no momento correto, reduzindo o número pulverizações e os custos com fungicidas.

P. pachyrhizi é um fungo biotrófico obrigatório e a sobrevivência dos uredósporos em condições naturais, longe do hospedeiro, ocorre por apenas alguns dias (BROMFIELD, 1984). A estratégia do uso do vazio sanitário da soja tem sido utilizada por vários estados no Brasil, como uma das medidas fitossanitárias para o controle da ferrugem asiática da soja (BRASIL, 2021).

Na safra 2022/2023 o Rio Grande do Sul adotou pela primeira vez o vazio sanitário da soja, para o controle da ferrugem asiática, conforme Portaria nº 516 de 1º de fevereiro de 2022, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (BRASIL, 2022). A prática tem por objetivo reduzir o inoculo do fungo durante a entressafra, em razão da ausência de hospedeiro, para retardar as primeiras ocorrências da doença na safra e, conseqüentemente, reduzir o número de aplicações de fungicidas necessárias para o controle.

De acordo com Del Ponte *et al.* (2006), umidade abundante, decorrente das precipitações pluviais (chuvas) ou de orvalho, juntamente com a temperatura do ar na faixa ideal, afetam a eficiência da infecção, promovendo sucesso no estabelecimento inicial do patógeno e levando ao rápido desenvolvimento da epidemia.

Considerando as condições climáticas no segundo decêndio de outubro, período do início do monitoramento e da semeadura da soja na safra 2022/2023, os volumes de chuva registrados foram, de modo geral, baixos. Especialmente na Fronteira Oeste, algumas estações não registraram precipitação no período (TAZZO *et al.*, 2022). O mês de outubro também foi marcado por queda de temperaturas, devido ao avanço de ar frio atípico para esta época do ano, que favoreceu a ocorrência de baixas temperaturas do ar,

principalmente em áreas da Região Sul do país (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2022). Como consequência, a semeadura da soja ocorreu de forma parcimoniosa, na espera da elevação das temperaturas para melhor germinação (INFORMATIVO..., 2022).

Assim, o vazio fitossanitário e a reduzida área plantada com soja no estado podem explicar, em parte, a ausência de detecção de *P. pachyrhizi* nas duas primeiras semanas de monitoramento. Situação diferente do que ocorreu na safra 2021/2022, quando as primeiras detecções foram registradas na primeira semana, no mês de novembro. Essas observações refletem os registros encontrados na plataforma do Consórcio Antiferrugem da Embrapa (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2023).

De acordo com a base de dados do Consórcio Antiferrugem, a primeira notificação de ferrugem asiática, em lavoura comercial no Rio Grande do Sul na safra 2021/2022, ocorreu em meados de novembro de 2021, no município de Tupanciretã. Na safra 2022/2023, a primeira notificação ocorreu no mês de dezembro, em soja voluntária, no município de Pantano Grande - Depressão Central. Em lavoura comercial, as primeiras notificações da doença no estado aconteceram no mês de janeiro, em municípios localizados no Planalto Médio (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2023).

3.1 Quantificação de uredósporos de *P. pachyrhizi* e a relação com fatores meteorológicos

A presença do patógeno no ambiente, por si só, não é um fator determinante para a manifestação da doença.

Porém, a determinação da quantidade de uredósporos presente no ambiente durante todo o ciclo de desenvolvimento da planta, pode contribuir para avaliação do risco potencial da ocorrência de epidemias (IGARASHI *et al.*, 2016; DEL PONTE; ESKER, 2008).

Nas figuras 7, 8 e 9 são apresentados os resultados das análises da quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* detectados semanalmente e as condições meteorológicas diárias (umidade relativa do ar – em %; precipitação pluvial - em mm e temperatura do ar – em °C) de Santa Rosa (Alto e Médio Vale do Uruguai), São Borja (Baixo Vale do Uruguai), Santa Maria (Depressão Central), Ibirubá (Planalto Médio), Santiago (Missioneira) e Vacaria (Planalto Superior) nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente.

Ambas as safras no Rio Grande do Sul, se caracterizaram por apresentar elevadas temperaturas do ar e os baixos valores de precipitação, condições estas típicas de período de estiagem (TAZZO *et al.*, 2022; TAZZO *et al.*, 2023; CARDOSO *et al.*, 2023). No entanto, é possível observar a existência de variabilidade das condições climáticas e da quantidade de uredósporos *P. pachyrhizi* detectados semanalmente, entre os locais/regiões analisados. Em Santa Rosa (Figura 7 A,B), na safra 2021/2022, a quantidade se manteve acima de 50 uredósporos durante grande parte do período de monitoramento. Por outro lado, na safra 2022/2023, o número máximo detectado foi 6 (seis).

A quantidade de uredósporos, registrada em São Borja (Figura 7 C, D) foi igual em ambas às safras (7). Porém, na safra 2021/2022 a maior quantidade foi registrada no mês de fevereiro e na safra 2022/2023 no mês de novembro. Em Santa Maria (Figura 8 A, B), a maior quantidade de uredósporos registrada foram nos meses de janeiro (4) e

novembro (8), nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente.

Em Vacaria (Figura 8 A; B) o mês de novembro registrou 26 uredósporos em 2021/2022. Contudo, por problemas técnicos, só foi realizada uma leitura na safra neste coletor. Já em 2022/2023, a maior quantidade foi registrada em dezembro (17). Em Ibirubá (Figura 8 C;D), a maior quantidade de uredósporos na safra 2021/2022 foi detectada nos meses de fevereiro (38) e março (59); e na safra 2022/2023, em dezembro(21), janeiro (34) e fevereiro (43), sendo que neste mês houve uma única leitura.

No coletor localizado em Santiago (Figura 9 C;D), na safra 2021/2022, a quantidade de uredósporos se manteve elevada durante todo o período de monitoramento. Na safra 2022/2023 foram detectados uredósporos partir da segunda quinzena de outubro, com registros acima de 100 propágulos. Porém, nos meses de fevereiro e março não foi mais detectada a presença do fungo.

Este estudo descreve o comportamento de *P. pachyrhizi* no que se refere à quantidade de uredósporos detectados e a relação com fatores meteorológicos nas seis regiões ecoclimáticas analisadas. Informações complementares, com os mapas gerados a partir da quantidade e distribuição de esporos em todas as regiões e período de monitoramento nas safras 2021/2022 e 2022/2023, estão disponíveis nos Anexos.

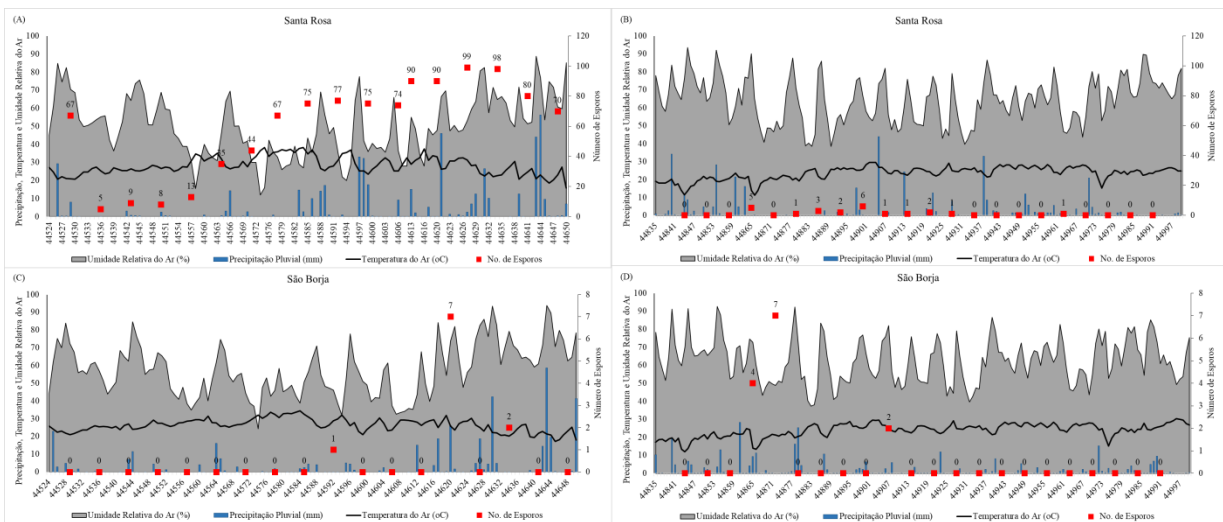


Figura 7. Condições meteorológicas diárias (Umidade relativa do ar – em %; Precipitação Pluvial - em mm; e temperatura do ar – em °C), e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* detectados semanalmente em Santa Rosa(A;B) e São Borja (C;D), nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente.

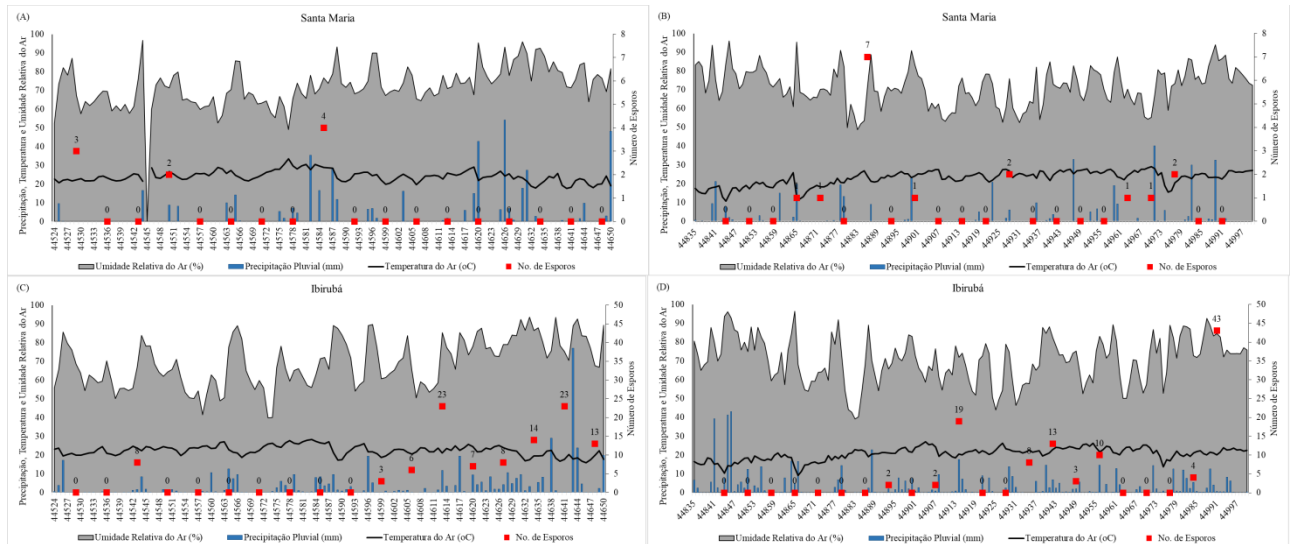


Figura 8. Condições meteorológicas diárias (Umidade relativa do ar – em %; Precipitação Pluvial - em mm; e temperatura do ar – em °C), e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* detectados semanalmente em Santa Maria (A; B) e Ibirubá (C;D), nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente.

Na Tabela 2 são apresentados os dados das variáveis meteorológicas (temperatura e umidade relativa do ar, temperatura do ponto de orvalho, velocidade do vento, radiação solar e precipitação) e número total de uredósporos mensais (do mês 11 de 2021 ao mês 03 de 2022), e totais da safra 2021/2022, nos seis locais analisados. Em termos gerais, verifica-se que existe variabilidade das condições meteorológicas e do número de uredósporos nas diferentes regiões ecoclimáticas do estado. O município de Santa Rosa (região do Alto e Médio Vale do Uruguai), seguido de Santiago (região da Missioneira) apresentaram o maior número, com 1076 e 634 uredósporos, respectivamente. Em relação às variáveis meteorológicas, verifica-se que a precipitação foi menor nessas duas regiões; em Santa Rosa ocorreu a maior temperatura do ar e radiação solar.

Na Tabela 3 são apresentados os dados das variáveis meteorológicas (temperatura e umidade relativa do ar, temperatura do ponto de orvalho, velocidade do vento, radiação solar e precipitação) e número total de uredósporos mensal (do mês 10 de 2022 ao mês 03 de 2023) e total da safra 2022/2023, nos seis locais analisados. Novamente pode ser observada a grande variabilidade das condições meteorológicas e do número de uredósporos nas diferentes regiões ecoclimáticas do estado. O município de Santiago (região da Missioneira), assim como a safra anterior, apresentou o maior número de uredósporos – total de 504, seguido de Ibirubá – total de 104 e Santa Rosa – total de 22, este último com valor bem inferior ao da safra anterior.

Na análise mensal constata-se que, com exceção de Ibirubá, os maiores valores de número de uredósporos foram observados nos primeiros meses da safra, nos quais ocorreram as menores temperaturas do ar e temperatura do

ponto de orvalho, com a umidade do ar relativamente elevada (Tabela 3), situação inversa da ocorrida na safra anterior (Tabela 2).

Na análise mensal da quantidade de uredósporos na safra 2022/2023 (Tabela 3) nos municípios de Santa Rosa, Vacaria e Santiago foram detectados sinais do patógeno nos cinco meses de avaliação. O mês de janeiro se destacou com o maior número de uredósporos detectados, em Santiago (193), e o mês de março em Passo Fundo (220), Santa Rosa (178) e Vacaria (13). Nesta safra verifica-se que o mês de março apresentou temperatura média do ar mais baixa e elevados volumes de precipitação.

Estudos sobre a aerobiologia de *P. pachyrhizi* são bastante úteis na previsão da doença (NASCIMENTO *et al.*, 2012; SANTIAGO-PÉREZ, *et al.*, 2022; REIS; ZANATTA; HINNAH, 2022). Lima, Blum e Uesug (2019) determinaram a variação horária e diária de uredósporos *P. pachyrhizi* detectados no ar, durante duas safras consecutivas de soja. Os resultados obtidos por esses autores indicaram que a quantidade de uredósporos transportados pelo ar, foi positivamente correlacionada com a severidade da doença, umidade foliar e precipitação, ao longo das duas safras analisadas. No entanto, durante a avaliação diária, a quantidade coletada por hora foi negativamente correlacionada com umidade foliar e a umidade relativa do ar.

Tabela 2. Dados mensais de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), temperatura do ponto de orvalho do ar (°C), velocidade do vento (m s⁻¹), radiação solar (KJ m⁻²) e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* registrados em seis locais do RS, na safra 2021/2022.

Continua...

SANTA ROSA - Alto e Médio Vale do Uruguai							
Mês	Temp.	Umidade	TD	Vento	Radiação	Precipitação	Nº. Uredósporos
11	22,6	69,3	15,6	1,9	1289,2	59,5	67*
12	26,4	52,9	14,5	2,3	1932,3	38,3	35,0
1	29,5	47,8	16,1	3,0	2249,6	34,5	298,0
2	27,8	44,5	13,4	2,5	2332,1	59,7	329,0
3	23,6	62,3	15,3	2,3	1632,0	239,5	347,0
Total Geral	26,0	55,3	15,0	2,4	1887,0	431,5	1076,0
SÃO BORJA - Baixo Vale do Uruguai							
Mês	Temp.	Umidade	TD	Vento	Radiação	Precipitação	Nº. Uredósporos
11	22,9	67,9	15,8	1,1	1437,0	116,0	0*
12	26,3	55,5	15,5	2,5	1913,7	57,5	0,0
1	29,5	50,6	16,8	3,2	1849,1	57,1	1,0
2	27,4	50,1	14,3	2,8	1709,8	81,4	7,0
3	22,9	71,6	16,8	2,8	1384,6	255,1	2,0
Total Geral	25,8	59,1	15,8	2,5	1658,8	567,1	10,0

Tabela 2. Dados mensais de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), temperatura do ponto de orvalho do ar (oC), velocidade do vento (m s-1), radiação solar (KJ m-2) e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* registrados em seis locais do RS, na safra 2021/2022.

Continua...

SANTA MARIA - Depressão Central							
Mês	Temp.	Umidade	TD	Vento	Radiação	Precipitação	Nº. Uredósporos
11	22,1	71,0	15,9	2,1	1178,5	52,1	3*
12	24,0	66,6	16,7	2,5	1833,6	41,7	2,0
1	26,5	69,4	19,7	2,2	1702,4	155,4	4,0
2	24,2	74,0	18,6	1,8	1524,4	88,3	0,0
3	21,7	80,5	17,8	1,8	1304,8	221,4	0,0
Total Geral	23,7	72,3	17,7	2,1	1508,7	558,9	9,0
IBIRUBÁ - Planalto Médio							
Mês	Temp.	Umidade	TD	Vento	Radiação	Precipitação	Nº. Uredósporos
11	21,0	70,7	14,5	3,5	1576,9	13,8	0*
12	22,8	60,9	13,7	3,6	1812,3	41,0	8,0
1	24,1	66,8	16,3	3,6	1671,2	66,8	0,0
2	22,7	68,7	15,7	2,8	1733,6	128,6	39,0
3	20,0	80,9	16,2	3,2	1315,9	191,0	58,0
Total Geral	22,1	69,6	15,3	3,3	1622,0	441,2	105,0

Tabela 2. Dados mensais de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), temperatura do ponto de orvalho do ar (oC), velocidade do vento (m s-1), radiação solar (KJ m-2) e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* registrados em seis locais do RS, na safra 2021/2022.

VACARIA - Planalto Superior							Conclusão...
Mês	Temp.	Umidade	TD	Vento	Radiação	Precipitação	Nº. Uredósporos
11	18,5	77,5	13,7	3,3	1677,9	105,0	26*
12	19,1	73,0	13,2	2,6	1735,9	72,8	17,0
1	21,0	76,2	15,6	2,6	1542,0	148,4	5,0
2	19,7	77,2	15,0	2,8	1655,9	77,2	2,0
3	18,0	86,6	15,4	3,1	1170,3	162,2	13,0
Total Geral	19,3	78,1	14,6	2,9	1556,4	565,6	63,0
SANTIAGO – Missioneira							
Mês	Temp.	Umidade	TD	Vento	Radiação	Precipitação	Nº. Uredósporos
11	22,5	63,3	14,0	2,1	928,5	44,9	35*
12	24,8	57,9	14,7	1,9	1747,0	34,0	150,0
1	27,0	57,0	16,4	2,4	1807,9	66,0	193,0
2	25,3	54,4	13,9	2,0	1703,4	43,9	122,0
3	21,3	74,9	16,2	2,1	1441,5	168,8	134,0
Total Geral	24,2	61,5	15,0	2,1	1525,7	357,6	634,0

*Realizada apenas uma observação no mês 11.

Tabela 3. Dados mensais de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), temperatura do ponto de orvalho do ar (°C), velocidade do vento (m s⁻¹), radiação solar (KJ m⁻²) e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* registrados em seis locais do RS, na safra 2022/2023.

Continua...

SANTA ROSA - Alto e Médio Vale do Uruguai							
Mês	Temp.	Umidade	TD	Vento	Radiação	Precipitação	Nº. Uredósporos
10	18,9	72,2	13,0	2,1	1321,6	163,6	5,0
11	21,8	55,7	11,0	2,2	1787,7	4,8	6,0
12	25,4	61,0	16,2	1,8	1718,4	109,4	10,0
1	26,1	62,0	17,0	1,7	1664,8	68,2	1,0
2	24,5	64,6	16,3	1,7	1539,4	34,5	0,0
3	24,8	74,1	19,1	1,6	1397,1	72,0	0,0*
Total Geral	22,6	65,7	14,7	1,9	1527,8	452,5	22,0
SÃO BORJA - Baixo Vale do Uruguai							
Mês	Temp.	Umidade	TD	Vento	Radiação	Precipitação	Nº. Uredósporos
10	19,4	68,9	12,8	3,0	887,9	107,8	4,0
11	22,8	55,2	12,1	3,1	1109,6	46,0	7,0
12	25,4	61,0	16,2	1,8	1092,0	18,6	2,0
1	26,1	62,0	17,0	1,7	1041,1	23,2	0,0
2	24,5	64,6	16,3	1,7	918,7	45,6	0,0
3	27,9	63,3	19,4	2,6	1114,1	144,2	0*
Total Geral	23,0	63,7	14,7	2,4	980,2	385,4	13,0

Tabela 3. Dados mensais de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), temperatura do ponto de orvalho do ar (°C), velocidade do vento (m s⁻¹), radiação solar (KJ m⁻²) e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* registrados em seis locais do RS, na safra 2022/2023.

Continua...

SANTA MARIA - Depressão Central							
Mês	Temp.	Umidade	TD	Vento	Radiação	Precipitação	Nº. Uredósporos
10	18,1	77,6	13,5	2,2	800,1	88,0	1,0
11	21,1	67,9	13,9	2,4	1087,6	50,2	8,0
12	24,4	67,7	17,0	2,2	1086,4	53,0	1,0
1	25,8	69,6	18,9	2,0	1080,7	68,2	2,0
2	24,3	71,8	18,0	1,7	950,6	109,6	3,0
3	25,0	79,6	20,7	1,7	762,6	74,6	0*
Total Geral	22,0	73,4	16,2	2,0	917,7	443,6	15,0
IBIRUBÁ – Planalto Médio							
Mês	Temp.	Umidade	TD	Vento	Radiação	Precipitação	Nº. Uredósporos
10	16,8	77,8	12,3	3,2	722,8	122,2	0,0
11	18,7	63,4	10,4	3,7	1020,9	54,0	2,0
12	22,4	66,4	14,8	3,2	1070,8	112,2	21,0
1	23,0	68,6	16,1	2,9	1035,4	78,2	34,0
2	21,4	72,1	15,4	2,6	878,2	60,6	4,0
3	22,1	77,1	17,5	2,8	776,9	73,8	43*
Total Geral	19,8	71,9	13,8	3,2	883,8	501,0	104,0

Tabela 3. Dados mensais de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), temperatura do ponto de orvalho do ar (°C), velocidade do vento (m s⁻¹), radiação solar (KJ m⁻²) e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* registrados em seis locais do RS, na safra 2022/2023.

VACARIA - Planalto Superior							Conclusão...
Mês	Temp.	Umidade	TD	Vento	Radiação	Precipitação	Nº. Uredósporos
10	14,7	81,8	11,2	3,2	1268,5	155,8	0,0
11	15,7	72,8	9,9	3,3	1571,8	32,4	5,0
12	19,1	76,2	14,1	3,0	1574,7	151,4	17,0
1	20,2	76,0	15,1	3,0	1687,8	102,4	6,0
2	18,8	79,0	14,4	2,6	1407,7	151,0	0,0
3	19,5	82,8	16,1	2,9	1398,4	109,2	0,0*
Total Geral	18,0	78,1	13,5	3,0	1490,4	702,2	28,0
SANTIAGO – Missioneira							
Mês	Temp.	Umidade	TD	Vento	Radiação	Precipitação	Nº. Uredósporos
10	14,7	81,8	11,2	3,2	1268,5	98,2	177,0
11	15,7	72,8	9,9	3,3	1571,8	55,6	188,0
12	19,1	76,2	14,1	3,0	1574,7	36,6	109,0
1	20,2	76,0	15,1	3,0	1687,8	46,0	30,0
2	18,8	79,0	14,4	2,6	1407,7	77,6	0,0
3	19,5	82,8	16,1	2,9	1398,4	154,4	0,0*
Total Geral	18,0	78,1	13,5	3,0	1490,4	468,4	504,0

*Realizada apenas uma observação

Variáveis relacionadas à umidade e temperatura, incluindo a duração do molhamento foliar, a radiação solar e a velocidade do vento, influenciam todas as fases do ciclo de vida de *P. pachyrhizi* (ISARD *et al.*, 2006; DEL PONTE e ESKER, 2008). De acordo com Isard *et al.* (2006), a dispersão da ferrugem asiática depende da habilidade dos uredósporos de *P. pachyrhizi* sobreviverem as condições ambientais encontradas durante o transporte. Estudos sobre o efeito da radiação solar na sobrevivência do fungo realizado por estes autores demonstraram que urediósoros de *P. pachyrhizi* submetidos à radiação solar total de aproximadamente 21 MJ/m², resultou na mortalidade de 63,2% da população, indicando que este fator pode contribuir para reduzir a viabilidade dos urediósoros.

Evidências sobre a influência positiva das chuvas no desenvolvimento de epidemias da ferrugem asiática da soja têm sido demonstradas para diferentes locais onde a soja é cultivada (TAN; YOU; YANG, 1996; DEL PONTE *et al.*, 2006). Em relação à temperatura, estudos realizados por Alves, Furtado e Bergamin Filho (2006) demonstraram que os uredósporos de *P. pachyrhizi* no Brasil germinam em temperaturas entre 8 e 30°C e que a temperatura ótima para germinação varia entre 15 a 25°C. Del Ponte *et al.* (2006) encontraram fraca correlação entre as variáveis de temperatura e a gravidade máxima da doença num período de 30 dias, sugerindo que a variação de temperatura na maioria das regiões brasileiras não é limitante para o desenvolvimento epidêmico da ferrugem asiática da soja.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A detecção da presença dos uredósporos de *P. pachyrhizi* de forma precoce, através do monitoramento das lavouras com coletores de esporos, é uma ferramenta importante para auxiliar no manejo da ferrugem asiática da soja e tem sido usada com sucesso no Brasil e em outros países produtores de soja no mundo, para o desenvolvimento de sistemas de aviso de ocorrência da doença.

Os dados coletados pelo Programa Monitora Ferrugem RS nas safras 2021/2022 e 2022/2023, mostraram a presença de *P. pachyrhizi* ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento da soja, porém, com uma grande variação na quantidade de uredósporos, tanto na mesma lavoura/local quanto entre lavouras/locais monitorados. Portanto, o monitoramento da presença do patógeno, com a determinação da quantidade de inóculo no ar e associado às informações das condições climáticas favoráveis a infecções pelo fungo, durante todo o desenvolvimento da cultura, é uma ferramenta que pode ser usada para avaliação do risco potencial da ocorrência de epidemias da ferrugem asiática da soja no decorrer da safra.

O Programa Monitora Ferrugem RS teve início na safra 2020/2021 e disponibiliza informações sobre a quantidade de esporos e as condições climáticas favoráveis a ocorrência da ferrugem asiática, para auxiliar o produtor no manejo da doença e pode ser acessado no site do Programa <https://www.agricultura.rs.gov.br/monitora-ferrugem-rs>.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos colaboradores:

Fernando Hinnah da empresa SMART AGRI por disponibilizar parte dos coletores de esporos.

Aos pesquisadores e equipes de Fitopatologia das instituições parceiras, que auxiliaram a identificação de esporos nas safras 2019/2020 e 2020/2021: Profa. Renata Silva Canto de Pinho (UNIPAMPA - Itaqui), Prof. Igor Poletto (UNIPAMPA - São Gariel), Prof. Vinicius Dias (IFSUL – Bagé), Profa. Carla Bocchese (UERGS – Vacaria), Profa. Carolina Deuner (UPF- Passo Fundo), Profa. Juliana Câmera (UNICRUZ – Cruz Alta), Profa. Daniela Batista dos Santos (IFRS – Ibirubá), Pesquisador Bernardo Ueno e extencionista Patrícia Grinberg (EMBRAPA- Clima Temperado, Pelotas), Prof. Julio Carlos Pereira da Silva (UFSM), Marcelo Gripa Madalosso (URI – Santiago), Tânia Bayer (SETREM – Três de Maio), Juliane Ludwig (UFFS – Cerro Largo) e Carolina Wesp Guterres (CCGL- Tecnologia – Cruz Alta).

Aos técnicos extensionistas da EMATER/ASCAR-RS: Clovis Roberto Schwengber, Renato Mena Barreto de Juli, Guilherme de Pietro Zorzi, Nicolas Brandt, Renato Mores, Pâmela dos Santos Couto, Graciel Albino Maggioni, Douglas Regis Isk, Larissa Lima dos Reis, Oneide Ernesto Kumm, Wilson Nadin, Maurício Luis Dall Acqua, Vinicius Toso, Fernando de Rossi, Ezequel Avila Pereira da Silva, Augusto Luiz Pereira de Oliveira, Émerson da Silva Portes, Gilberto Welzel, Marcelo Steiner, Nilmar Stefanello, Alexandre Silva da Costa, Fabio Karlec, Carla Damiele Sausen, Roger Terra Morais.

À equipe da Tecnologia da Informação da EMATER/ASCAR-RS, responsável pelo desenvolvimento e manutenção do website do Programa MONITORA FERUGEM RS.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5th ed. San Diego: Academic Press, 2004. 922 p.

ALVES S. A. M.; FURTADO G. Q.; BERGAMIN FILHO, A. Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja. *In*: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa, MG: Suprema Gráfica e Editora, 2006. p. 37-59.

AOYAGI, L. N.; MURAKI, Y.; YAMANAKA, N. Characterization of three soybean landraces resistant to asian soybean rust disease. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 40, n. 53, p. 1-12, May 2020.

BERUSKI, G. C. Performance and profitability of rain-based thresholds for timing fungicide applications in soybean rust control. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 104, n.10, p.2704-2712, Oct. 2020.

BONDE, M. R. *et al.* Effects of temperature on urediniospore germination, germ tube growth, and initiation of infection in soybean by *Phakopsora* isolates. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 97, n. 8, p. 997-1003, Aug. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 306, de 13 de maio de 2021. Institui o Programa Nacional de Controle da Ferrugem Asiática da Soja - *Phakopsora pachyrhizi* (PNCFS) no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 159, n. 90-A, p. 1, 14 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 506, de 1º de fevereiro de 2022. Estabelece os períodos de vazio sanitário para a cultura da soja em nível nacional para o ano de 2022.

Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 160, n. 24, p. 18, 3 fev. 2022.

BROMFIELD, K. R. **Soybean rust.** Saint Paul: American Phytopathological Society, 1984. 65 p. (Monography, 11).

CARDOSO, L. S. *et al.* Estiagem ocorrida na safra 2021/2022 no estado do Rio Grande do Sul: avaliação semanal, de janeiro a março, das condições meteorológicas e dos impactos na produção agropecuária. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 37, p. 6-23, abr. 2022. Edição especial.

CECHI, A. *et al.* In vivo sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* to fungicides. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190593>. Acesso em: 24 jul. 2023.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. [Rio Grande do Sul], 2023. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/#/main>. Acesso em: 21 nov. 2023.

DALLA LANA, F. *et al.* Meta-analytic modeling of the decline in performance of fungicides for managing soybean rust after a decade of use in Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 102, n. 4, p. 696-829, 2018.

DARBEN, L. M. *et al.* Characterization of genetic diversity and pathogenicity of *Phakopsora pachyrhizi* mono-uredinial isolates collected in Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 1, n. 156, p. 355-372, Feb. 2020.

DE LA PARTE, E. M. *et al.* *Phakopsora pachyrhizi* y *P. meibomia* en Cuba: distribución y cultivo hospedantes. **Fitosanidad**, La Habana, v. 19, n. 3, p. 221-225, dic. 2015.

DEL PONTE, E. M. *et al.* Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 96, n. 7, p. 797-803, Mar. 2006.

DEL PONTE, E. M.; ESKER, P. D. Meteorological factors and asian soybean rust epidemics: a systems approach and implications for risk assessment. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, p. 88-97, Dec. 2008. Special issue.

GILLESPIE, T. J.; SRIVASTAVA, B.; PITBLADO, R. E. Using operational weather data to schedule fungicide sprays on tomatoes in Southern Ontario, Canada. **Journal of Applied Meteorology**, Boston, v. 32, p. 567-573, 1993.

GODOY, C. V. *et al.* **Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 6 p. (Comunicado técnico, 92).

GODOY, C. V. *et al.* **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2018/19**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa, 2019. 10 p. (Circular técnica, 148).

GODOY, C. V. *et al.* **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2020/2021**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2021. 26 p. (Documentos, 174).

GODOY, C. V. *et al.* **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2022/2023**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2023. 28 p. (Documentos, 195).

GODOY, C. V. *et al.* Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 34, n. 1, p. 56-61, 2009.

GODOY, C. V. *et al.* **Ferrugem-asiática da soja**: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 40 p. (Documentos, 428).

GOELLNER, K. *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of Asian soybean rust. **Molecular Plant Pathology**, Oxford, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2010.

HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. F.; RUPE, J. C. Rust. *In*: HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. F.; RUPE, J. C. (ed.). Compendium of soybean diseases and pests American. **Phytopathological Society**, Saint Paul, p. 56-59, 2015.

IGARASHI, W. T. *et al.* Application of prediction models of soybean rust in two crop seasons, in Londrina, PR. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 5, p. 2881-2890, 2016.

INFORMATIVO CONJUNTURAL. Porto Alegre: Emater/RS Ascar, ano 33, n. 1733, 20 out. 2022. Disponível em: https://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/conjuntural/conj_20102022.pdf. Acesso em: 3 nov. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Eventos extremos de outubro de 2022 no Brasil. **Informativo Meteorológico**, Brasília, DF, n. 17, 2022. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/Nota_EventosExtremos_Brasil_Outubro2022_V3.pdf. Acesso em: 16 nov. 2022.

ISARD, S. A. *et al.* Predicting seasonal soybean rust incursions into the North American continental interior using sentinel plot monitoring, spore trapping, and aerobiological

modeling. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 95 n. 11, p. 1346-1357, out 2011.

JACCOUD FILHO, D. *et al.* Alternatives hosts of the agent of the Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, p. 60-63, 2007. Suplemento.

LANDGRAF, Lebna. Embrapa lança cultivar de soja resistente à ferrugem na Tecnoshow. *In*: EMBRAPA. **News**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 27 mar. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/79335812/embrapa-lanca-cultivar-de-soja-resistente-a-ferrugem-na-tecnoshow>. Acesso em: 20 jul. 2023.

LIMA, M. A.; BLUM, L. E. B.; UESUGI, C. H. Hourly and daily changes on airborne urediniospores of *Phakopsora pachyrhizi* **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 35, n. 1, p. 126-136, jan./fev. 2019.

MALUF, J. R. T.; CAIAFFO, M. R. R. Regiões ecoclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 2001, Fortaleza. **Água e agrometeorologia no novo milênio**: anais. Fortaleza: SBA/FUNCEME, 2001. p. 151-152.

MARCHETTI, M. A.; MELCHING, J. S.; BROMFIELD, K. R. The effects of temperature and dew period on germination and infection by uredospores of *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 66, n. 4, p. 461-463, 1976.

MELCHING, J. S. *et al.* Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 73, n. 2, p. 117-122, 1989.

MILES, M. R.; FREDERICK, R. D.; HARTMAN, G. L. Soybean rust: is the U.S. soybean crop at risk?. **APSnet Features**, St. Paul, 2003. DOI: 10.1094/APSnetFeature-2003-0603.

MÜLLER, M. A.; STAMMLER, G.; MAY DE MIO, L. L. Multiple resistance to DMI, QoI and SDHI fungicides in field isolates of *Phakopsora pachyrhizi*, **Crop Protection**, Guildford, England, v. 145, 2021, 105618. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105618>. Acesso em: 24 jul. 2023.

NASCIMENTO, J. F. *et al.* Progress of Asian soybean rust and airborne urediniospores of *Phakopsora pachyrhizi* in Southern Brazil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 4, p. 280-287, 2012.

NUNES, C. D. M.; MARTINS, J. F. S.; DEL PONTE, E. M. **Validação de modelo de previsão de ocorrência da ferrugem asiática da soja com base em precipitação pluviométrica**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 18 p. (Embrapa Soja, 199).

OLIVEIRA, A. M. R. *et al.* **Monitoramento da ferrugem asiática da soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2022. 47 p. (Circular: divulgação técnica, 12).

OLIVEIRA, G. M. *et al.* **Coletor de esporos**: descrição, uso e resultados no manejo da ferrugem asiática da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 18 p. (Circular técnica, 167).

PAUL, C. *et al.* Comparison of pathogenic variation among *Phakopsora pachyrhizi* isolates collected from the USA and international locations, and identification of soybean genotypes resistant to the USA isolates. **Plant Disease**, St. Paul, MN, 99, 1059-1069, 2015.

PROGRAMA MONITORA FERRUGEM RS. **Programa de Monitoramento da Ferrugem Asiática da Soja no RS**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, [2023]. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/monitora-ferrugem-rs/home>. Acesso em: 20 de abr. 2023.

REIS, E. M. Sobre os hospedeiros de *Phakopsora pachyrhizi*, no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 45, p. 113, 2019.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; ZANATTA, M.; HINNAH, F. D. Aerobiologia de *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem asiática da soja, em Passo Fundo, RS. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 48, n. 3, p. 126-130, 2022.

ROSA, G. F. *et al.* Monitoramento do inóculo para controle de ferrugem asiática no Estado do Rio Grande do Sul durante a safra 2021/2022. **RECIMA21: Revista Científica Multidisciplinar**, Jundiaí, v. 4, n. 2, e422738, 2023.

SANTIAGO-PÉREZ, V. *et al.* *Phakopsora pachyrhizi* airborne urediniospore distribution and contribution to soybean rust disease in Mexico. **Plant Health Progress**, St. Paul, MN, v. 23, n. 2, p. 147-158, 2022.

SEIXAS, C. D. *et al.* **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2017-2018 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 19 p. (Circular técnica, 141).

SEIXAS, C. D. *et al.* **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2018/2019 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 23 p. (Circular técnica, 150).

SEIXAS, C. D. *et al.* **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2019/2020 para tomada de decisão do**

controle da ferrugem asiática da soja. Londrina: Embrapa, 2020. 28 p. (Circular técnica, 164).

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

TAN, Y. J., YU, Z.; YANG, C. Y. **Soybean rust.** Beijing: China Agricultural Press, 1996.

TAZZO, I. F. *et al.* Biometeorologia aplicada à bovinocultura de leite no Rio Grande do Sul: condições meteorológicas, índice de temperatura e umidade (conforto térmico) e estimativa de efeitos na produção de leite no verão 2022/2023. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 51, p. 6-42, mar. 2023.

TAZZO, I. F. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em outubro de 2022 e situação das principais culturas agrícolas no Estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 45, p. 6-21, out. 2022.

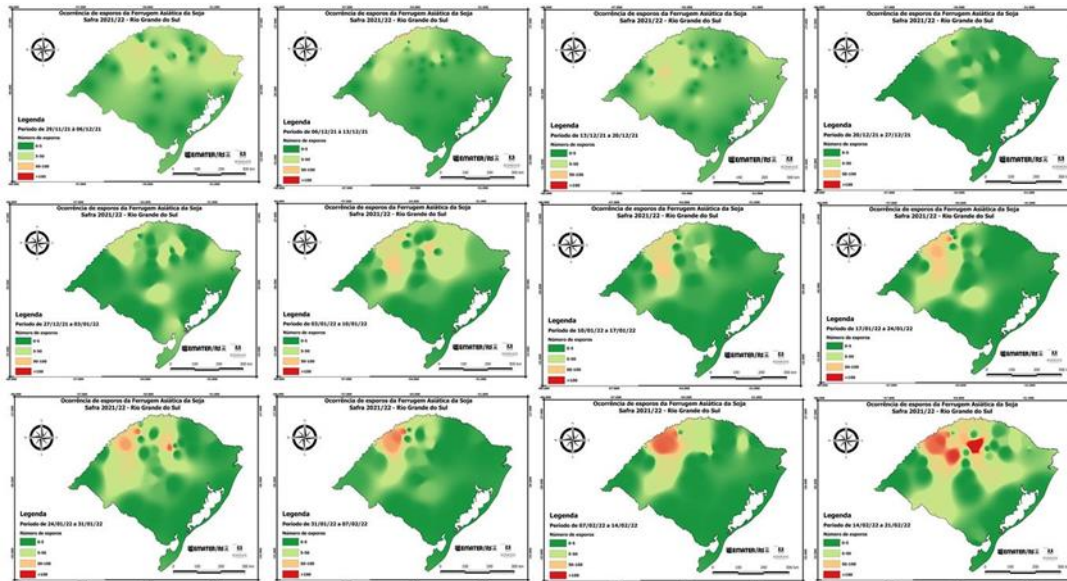
WEN, L.; BOWEN, C. R.; HARTMAN, G. L. Prediction of shortdistance aerial movimento of *Phakopsora pachyrhizi* uredinospores using machine learning. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 107, n. 10, p. 1187-1198, June 2017.

XAVIER, S. A. *et al.* Sensitivity variation of *Phakopsora pachyrhizi* populations to demethylation inhibitor fungicides in Brazil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 41, n. 3, p. 191-196, 2015.

ANEXOS

Anexo 1. Mapas da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores instalados nas lavouras acompanhadas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2021/2022.

Continua...

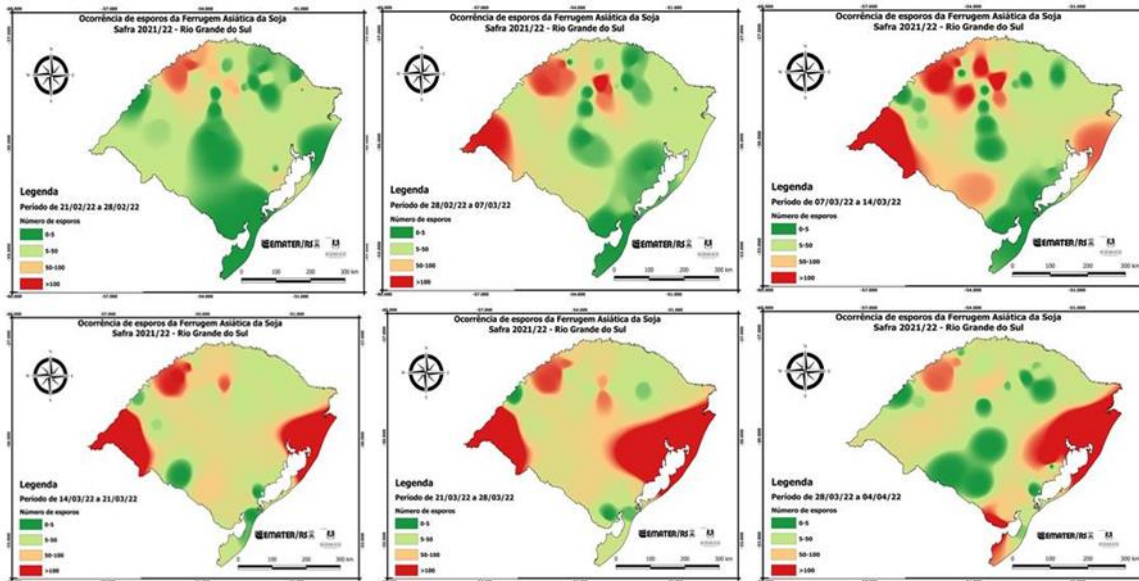


Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS (2023).

Legenda da quantidade de uredósporos: Verde (0-5); verde claro (5-50); amarelo (50-100); vermelho (>100).

Anexo 1. Mapas da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores instalados nas lavouras acompanhadas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2021/2022.

Conclusão.

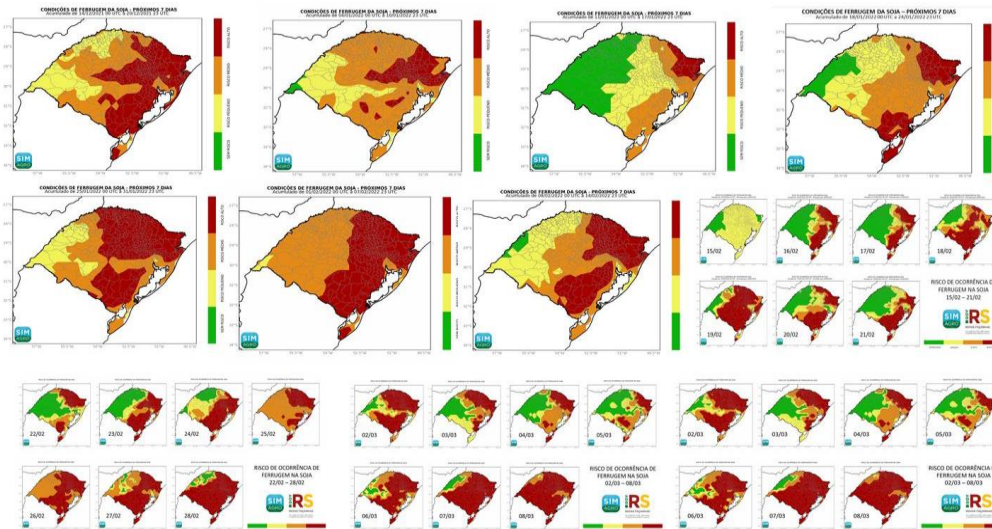


Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS (2023).

Legenda da quantidade de uredósporos: Verde (0-5); verde claro (5-50); amarelo (50-100); vermelho (>100).

Anexo 2. Mapas do prognóstico de risco da ocorrência de ferrugem asiática da soja, gerados a partir das variáveis meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento de epidemias por *P. pachyrhizi* disponibilizados pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2021/2022.

Continua...

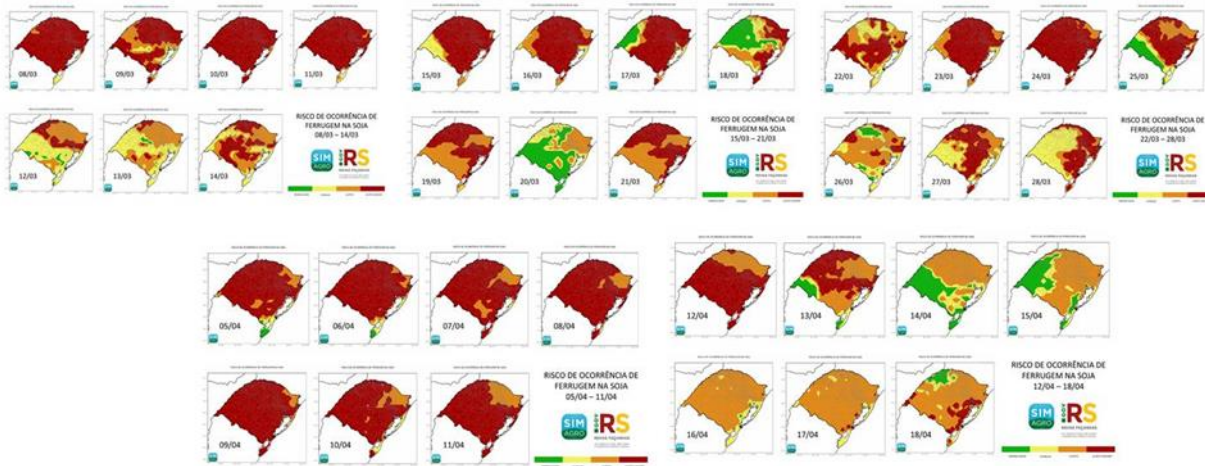


Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS (2023).

Legenda: Verde (sem risco), amarelo (risco pequeno), laranja (risco médio), vermelho (risco alto).

Anexo 2. Mapas do prognóstico de risco da ocorrência de ferrugem asiática da soja, gerados a partir das variáveis meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento de epidemias por *P. pachyrhizi* disponibilizados pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2021/2022.

Conclusão...

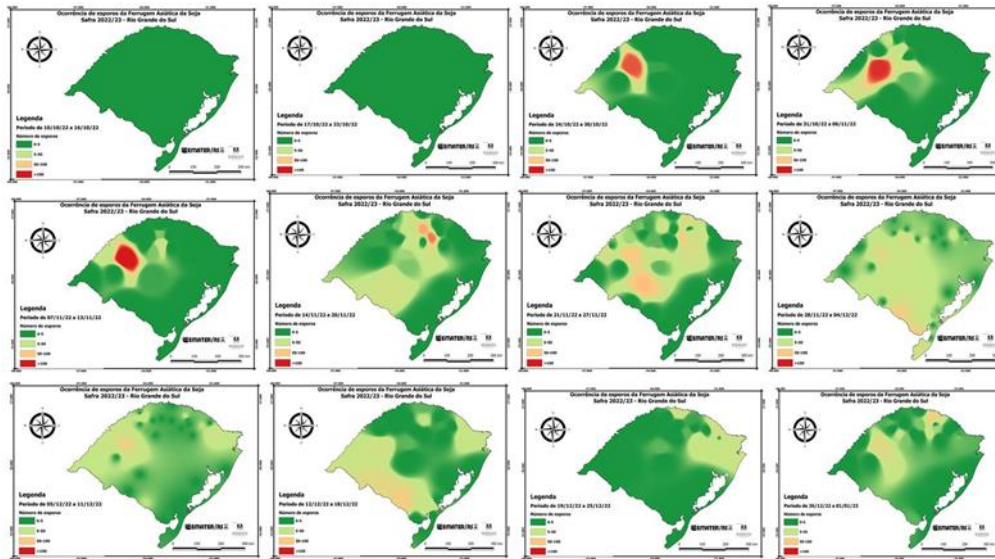


Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS (2023).

Legenda: Verde (sem risco), amarelo (risco pequeno), laranja (risco médio), vermelho (risco alto).

Anexo 3. Mapas da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores instalados nas lavouras acompanhadas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2022/2023.

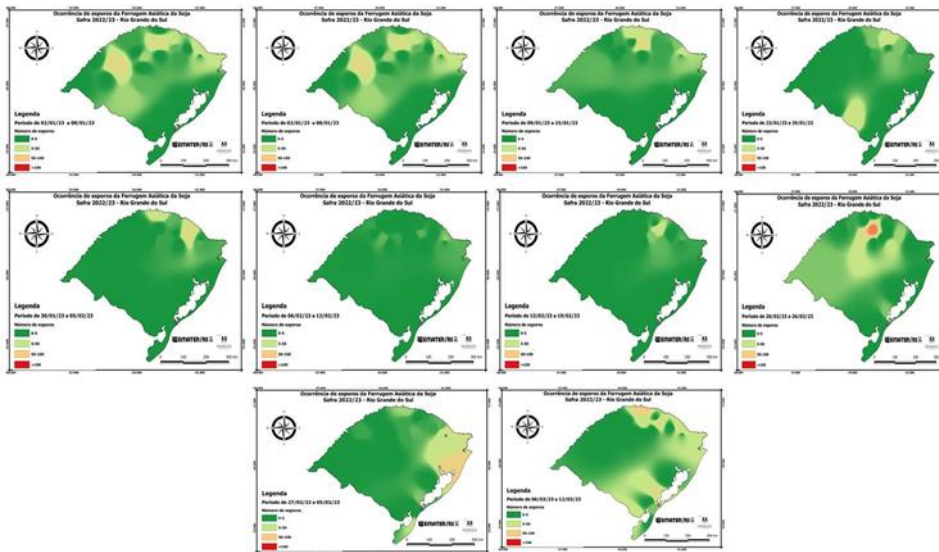
Continua...



Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS (2023).

Anexo 3. Mapas da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores instalados nas lavouras acompanhadas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2022/2023.

Conclusão.



Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS (2023).

Legenda da quantidade de uredósporos: Verde (0-5); verde claro (5-50); amarelo(50-100); vermelho (>100).

Anexo 4. Mapas do prognóstico de risco da ocorrência de ferrugem asiática da soja, gerados a partir das variáveis meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento de epidemias por *P. pachyrhizi* disponibilizados pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2022/2023.

Continua...

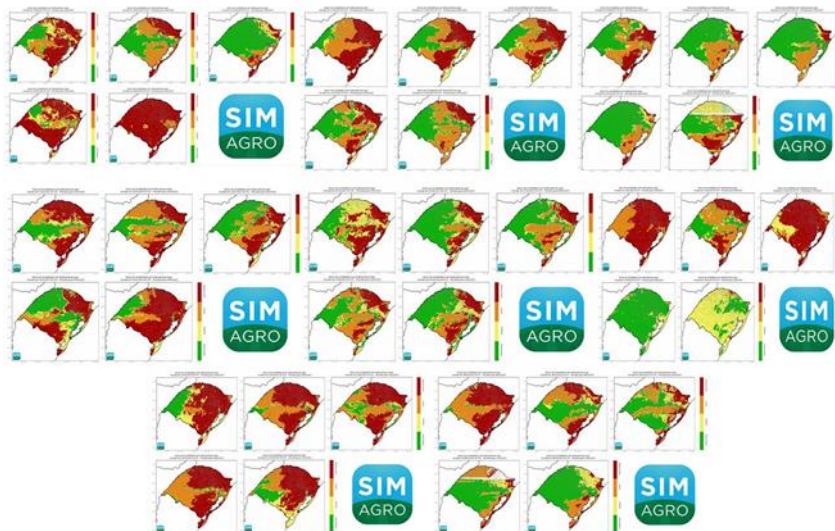


Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS (2023).

Legenda: Verde (sem risco), amarelo (risco pequeno), laranja (risco médio), vermelho (risco alto).

Anexo 4. Mapas do prognóstico de risco da ocorrência de ferrugem asiática da soja, gerados a partir das variáveis meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento de epidemias por *P. pachyrhizi* disponibilizados pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2022/2023.

Conclusão...



Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS (2023).

Legenda: Verde (sem risco), amarelo (risco pequeno), laranja (risco médio), vermelho (risco alto).



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO

Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação
Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Avenida Getúlio Vargas, 1384 - Menino Deus
CEP 90150-004 - Porto Alegre - RS
Fone: (51) 3288-8000

www.agricultura.rs.gov.br/ddpa