

Circular

23

Divulgação Técnica

2024 | ISSN 2675-1348



Programa Monitora Ferrugem RS: detecção de *Phakopsora pachyrhizi* na soja Safrá 2023/2024

Andréia Mara Rotta de Oliveira
Organizadora



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



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 NA SOJA - SAFRA 2023/2024**

Andréia Mara Rotta de Oliveira

Organizadora

Porto Alegre, RS

2024

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

Secretário da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação: Clair Tomé Kuhn

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* na soja : Safra 2023/2024 / Andréia Mara Rotta de Oliveira, organizadora. – Porto Alegre: SEAPI/DDPA, 2024.

52 p. : il. – (Circular : divulgação técnica, ISSN 2675-1348 ; 23)

Continuação de: Circular técnica, 1995-2016.

1. Ferrugem asiática. 2. Epidemiologia. 3. Previsão de doenças.
4. Coletor de esporos. 5. (*Glycine max* (L) Merrill). I. Oliveira, Andréia Mara Rotta de. II. Série.

CDU 632.484.21:633.34(816.5)

REFERÊNCIA

OLIVEIRA, Andréia Mara Rotta de (org.). **Programa Monitora Ferrugem RS:** detecção de *Phakopsora pachyrhizi* na soja - Safra 2023/2024. Porto Alegre: SEAPI/DDPA, 2024. 52 p. (Circular: divulgação técnica, 23).

Autores

Andréia Mara Rotta de Oliveira

Bióloga; Doutora em Fitotecnia/Fitopatologia – Pesquisadora do Centro Pesquisa em Produção Vegetal, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura, Pecuária e Irrigação do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. E-mail: andreia-oliveira@agricultura.rs.gov.br

Carla Bocchese

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitotecnia/Fitopatologia - Professora da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) - Fitopatologia Campus de Vacaria, Vacaria, RS. carla-bocchese@uergs.rs.gov.br

Elder Dal Prá

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, Núcleo de Desenvolvimento Agropecuário – Emater/RS-Ascar, Porto Alegre, RS. edalpra@emater.tche.br

Flávio Aparecido Gonçalves Varone

Meteorologista, Mestre em Meteorologia – Pesquisador, do Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA), Coordenador do Sistema de Monitoramento e Alertas Agroclimáticos Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Bagé, RS.

flavio-varone@agricultura.rs.gov.br

Ivonete Fátima Tazzo

Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia/Agrometeorologia – Pesquisadora do Centro Pesquisa em Produção Vegetal, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura, Pecuária e Irrigação do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. E-mail: ivonete-tazzo@agricultura.rs.gov.br

Igor Poletto

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Florestal, Professor da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) - Campus São Gabriel, São Gabriel, RS. E-mail: igorpoletto@unipampa.edu.br

Juliane Ludwig

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitossanidade, Professora da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Cerro Largo, Cerro Largo, RS. E-mail: juliane.ludwig@uffs.edu.br

Julio Carlos Pereira da Silva

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia/Fitopatologia, Professor da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. E-mail: julio.c.silva@ufsm.br

Loana Cardoso

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitotecnia/Agrometeorologia – Pesquisadora do Centro Pesquisa em Produção Vegetal, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura, Pecuária e Irrigação do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. E-mail: loana-cardoso@agricultura.rs.gov.br

Marcelo Grippa Madalosso

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia/Fitopatologia, professor da Universidade Regional Integrada (URI) - Campus de Santiago, Santiago, RS e Campus de Santo Ângelo, Santo Ângelo, RS. E-mail: madalossomg@gmail.com

Patrícia da Silva Grinberg

Engenheira Agrônoma, Extensionista Rural – Emater/RS-Ascar, Pelotas, RS. E-mail: patricia.grinberg@colaborador.embrapa.br

Ricardo Augusto Felicetti

Engenheiro Agrônomo, Fiscal Estadual Agropecuário, Departamento de Defesa Vegetal, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Porto Alegre, RS. E-mail: ricardo-felicetti@agricultura.rs.gov.br

Rita de Cássia Antochevis

Engenheiro Agrônomo, Fiscal Estadual Agropecuário, Departamento de Defesa Sanitária Vegetal, Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, Porto Alegre, RS. E-mail: rita-antochevis@agricultura.rs.gov.br

Rafael Roberto Dallegrave Negretti

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitossanidade – Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (IFSul) - Campus de Vacaria, Vacaria, RS. E-mail: rafael.negretti@vacaria.ifrs.edu.br

Renata Silva Canuto de Pinho

Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia/Fitopatologia- Professora da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) - Campus Itaqui, Itaqui, RS. E-mail: renatapinho@unipampa.edu.br

Tânia Maria Bayer da Silva

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitossanidade – Professora da Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM), Três de Maio, RS. E-mail: taniabayer@setrem.com.br

Viviane Aires de Paula

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitotecnia/Agrometeorologia – Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (IFSul) - Campus Bagé, Bagé, RS. E-mail: vivianepaula@ifsul.edu.br

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 Flutuação populacional de uredósporos de <i>P. pachyrhizi</i> na safra 2023/2024.....	17
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
3.1 Flutuação populacional de uredósporos de <i>P. pachyrhizi</i> na safra 2023/2024.....	29
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
5 AGRADECIMENTOS.....	42
REFERÊNCIAS	44
ANEXOS	50

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa da distribuição dos coletores nas regiões ecoclimáticas do estado, para o monitoramento de *P. pachirizi* na safra 2023/2024..... 14
- Figura 2.** Modelo de coletor de esporos utilizado no monitoramento de *P. pachyrhizi*..... 15
- Figura 3.** Mapas da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores, no período de 09/10 a 23/10/2023, nas lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2023/2024. 24
- Figura 4.** Mapas da distribuição da precipitação pluvial acumulada (a, b, c) e temperatura média do ar (d, e, f) mensais, ocorridas de outubro a dezembro de 2023.....25
- Figura 5.** Mapas da distribuição da precipitação pluvial acumulada (a,b,c) e temperatura média do ar (d, e, f) mensais, ocorridas de janeiro a março de 2024.....26
- Figura 6.** 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, no período de outubro (a,b,c,d,e) a novembro (e, f) de 2023. Legenda da quantidade de uredósporos: Verde (0-5); verde claro (5-50); amarelo (50-100); vermelho (>100)..... 30
- Figura 7.** 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, no período de novembro (a, b) a

dezembro (c, d, e, f) de 2023. Legenda da quantidade de uredósporos: Verde (0-5); verde claro (5-50); amarelo (50-100); vermelho (>100).....31

Figura 8. 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, no período de janeiro (a, b, c, d, e) a fevereiro (e, f) de 2024. Legenda da quantidade de uredósporos: Verde (0-5); verde claro (5-50); amarelo (50-100); vermelho (>100).....32

Figura 9. 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, no período de fevereiro (a, b, c) a março (c, d) de 2024. Legenda da quantidade de uredósporos: Verde (0-5); verde claro (5-50); amarelo (50-100); vermelho (>100).....33

Figura 10. Quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* detectados nas regiões ecoclimáticas na safra 2023/2024. ..35

Figura 11. 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 Frederico Westphalen (a), São Borja (b), São Gabriel (c) e São Vicente do Sul (d), na safra 2023/2024.....38

Figura 12. 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 Sobradinho (a),

Santiago (b), Tupanciretã (c) e Lagoa Vermelha (d), na safra 2023/2024.....39

Figura 13. 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 Pelotas (a) e Caçapava do Sul (b), na safra 2023/2024.....40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Data da primeira detecção e quantidade de uredósporos de *P. pachyrizi* observados, por município e região ecoclimática, registrada nas lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2023/2024.....19

CIRCULAR:
divulgação técnica

**PROGRAMA MONITORA FERRUGEM RS: DETECÇÃO DE
Phakopsora pachyrhizi NA SOJA - SAFRA 2023/2024**

Andréia Mara Rotta de Oliveira – Organizadora

1 INTRODUÇÃO

A soja é uma das culturas mais importantes para o agronegócio do Rio Grande do Sul (RS) e representa para a economia gaúcha, o produto com o maior valor bruto de produção (Rio Grande do Sul, 2023). Na safra 2023/2024 a produção estimada foi de 22,24 milhões de toneladas em uma área plantada de 6,68 milhões de hectares, representando um aumento de produtividade de 70,83%, em relação à safra anterior. (Informativo [...], 2024).

A ferrugem asiática da soja (FAS) é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd., é considerada uma das principais doenças que afetam a soja no mundo. A doença pode ocorrer em todos os estágios de desenvolvimento da planta e os danos podem chegar a 90% (De La Parte *et al.*, 2015), caso não ocorra o manejo adequado. O custo com defensivos para o manejo da ferrugem asiática no Brasil na safra 2022/2023 chegou a US\$ 57,5 por hectare (Marques, 2023).

O desenvolvimento da FAS é altamente dependente das condições ambientais. A temperatura ótima para o desenvolvimento de *P. pachyrhizi* variam de 15°C a 29°C (Melching *et al.*, 1989; Bonde *et al.* 2007) e o molhamento foliar de, no mínimo, 6 horas promovido por orvalho, chuva ou irrigação, sob condições ótimas de temperatura, favorece o rápido desenvolvimento da doença (Del Ponte *et al.*, 2006; Nunes; Martins; Del Ponte, 2018). A disseminação dos uredósporos de *P. pachyrhizi*, é fortemente influenciada pelo vento, que é responsável pelo deslocamento do patógeno, a curtas e longas distâncias nas áreas produtoras de soja (Isard *et al.*, 2011; Hartman; Sikora; Rupe, 2015; Wen; Bowen; Hartman, 2017).

Para o controle da doença, são recomendadas medidas integradas que incluem o vazio sanitário, o uso de cultivares com genes de 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).

O uso do controle químico da FAS de forma preventiva, no aparecimento dos primeiros sinais (presença de uredósporoso) ou sintomas para evitar que a doença atinja o limiar de dano econômico, requer o monitoramento das lavouras (Reis *et al.*, 2022). O monitoramento associado a estudos de aerobiologia, com a detecção da presença e quantidade sazonal do inóculo e a determinação de condições climáticas são ferramentas úteis para prever o início de epidemias e constituem os sistemas de aviso da ocorrência de doenças, utilizados em diversos patossistemas incluindo a soja (Reis; Santos, 1985; Del Ponte *et al.*, 2006; Isard; Russo, 2005; Oliveira *et al.*, 2020; Beruski, *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2022).

O Programa Monitora Ferrugem RS é realizado 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 por objetivo monitorar a presença do fungo *P. pachyrhizi* em áreas de produção de soja e identificar as condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento do fungo, gerando um prognóstico de risco de ocorrência da ferrugem asiática, para orientação ao uso do controle químico.

Assim, esta Circular Técnica apresenta os resultados do monitoramento de *P. pachirizi* realizado pelo Programa

Monitora Ferrugem RS na safra 2023/2024 e a dinâmica de flutuação dos uredósporos do patógeno ao longo da safra.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2023/2024 o Programa Monitora Ferrugem RS acompanhou 74 lavouras, em 73 municípios (Tabela 1), para monitorar a presença de *P. pachirizi*, utilizando coletores de esporos, abrangendo as 11 regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul (Maluf; Caiaffo, 2001) (Figura 1).

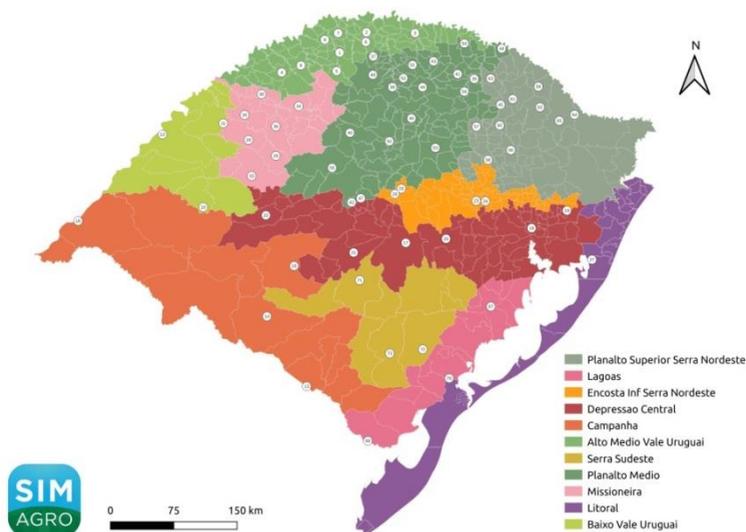


Figura 1. Mapa da distribuição dos coletores nas regiões ecoclimáticas do estado, para o monitoramento de *P. pachirizi* na safra 2023/2024.

As lavouras monitoradas constituem-se de Unidades de Referência Técnica de Manejo Integrado de Doenças (URT/MID) acompanhadas pela Emater/RS-Ascar e áreas

experimentais mantidas por instituições parceiras que fazem parte do Programa. O período de monitoramento na safra 2023/2024 foi de 09/10/23 a 10/03/24 e o início caracterizado pela data de instalação dos coletores.

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). A quantidade de uredósporos obtida em cada leitura é expressa através de uma escala, com quatro intervalos de classes (0-5; 5-50; 50-100; <100), fornecendo uma estimativa do potencial de inóculo do patógeno nas unidades de observação. As lâminas retiradas dos coletores foram imediatamente encaminhadas para análise laboratorial, para identificação e quantificação de uredósporos de *P. pachyrhizi*.



Figura 2. Modelo de coletor de esporos utilizado no monitoramento de *P. pachyrhizi*.

Fonte: Emater/RS-Ascar.

A partir dos resultados obtidos com a análise das lâminas, foram gerados mapas detalhados de ocorrência de uredósporos de *P. pachyrhizi*. Para a elaboração dos mapas, utilizou-se o software Quantum GIS (QGIS 3.32; <https://qgis.org/en/site/>), uma ferramenta amplamente reconhecida para análises geoespaciais. As informações relativas ao número de uredósporos encontrados em cada local foram interpoladas utilizando o método IDW (*Inverse Distance Weighting*), que é eficaz para estimar valores em locais não amostrados com base na proximidade das amostras conhecidas. Os mapas foram construídos com um número fixo de classes e intervalos fixos entre essas classes (0-5; 5-50; 50-100; <100), o que permite uma visualização clara e consistente dos dados de distribuição dos uredósporos. Adicionalmente, para garantir precisão e uniformidade na representação espacial, tanto o sistema de referência quanto o sistema de projeção adotado utilizam coordenadas do datum *World Geodetic System* (WGS-84), um padrão global que assegura a compatibilidade e a precisão geográfica dos mapas produzidos.

As informações sobre as condições meteorológicas - precipitação pluvial e temperatura do ar – na safra 2023/2024, foram analisados em comparação aos valores mensais e anuais das normais climatológicas padrão (1991-2020) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os mapas com a quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* detectados semanalmente nas unidades de observação, bem como, os mapas de prognóstico climático diário para a ocorrência da ferrugem, foram disponibilizados durante todo o período da safra no site do Programa Monitora Ferrugem RS (<https://www.emater.tche.br/site/monitora-ferrugem-rs>).

2.1 Flutuação populacional de uredósporos de *P. pachyrhizi* na safra 2023/2024

O comportamento da flutuação populacional de uredósporos de *P. pachyrhizi* na safra 2023/2024 foi analisado em dez lavouras/municípios de diferentes regiões ecoclimáticas. Para isso, foi considerada a quantidade de esporos detectada semanalmente e as variáveis meteorológicas diárias: precipitação pluvial (em mm), temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (em %). Os municípios selecionados para este estudo foram: Caçapava do Sul (30° 30' 59" S; 53° 29' 12" O), Frederico Westphalen (27° 21' 27" S; 53° 23' 40" O), Lagoa Vermelha (28° 12' 39" S; 51° 31' 34" O), São Vicente do Sul (29° 41' 32" S; 54° 40' 47" O), Santiago (29° 10' 23" S; 54° 51' 21" O), São Borja (28° 40' 58" S; 55° 58' 39" O), São Gabriel (30° 20' 38" S; 54° 20' 31" O), Tupanciretã (29° 4' 57" S; 53° 50' 13" O), Sobradinho (9° 27' 34" S; 40° 49' 31" O) e Pelotas (31° 46' 34" S; 52° 21' 34" O) localizados nas regiões ecoclimáticas da Serra do Sudeste, Alto e Médio Vale do Uruguai, Planalto Superior, Depressão Central, Missioneira, Baixo Vale do Uruguai, Campanha, Planalto Médio, Encosta Inferior da Serra e Grandes Lagoas.

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

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra 2023/2024 os uredósporos de *P. pachyrhizi* foram monitorados durante 22 semanas de desenvolvimento da soja. Os primeiros sinais do patógeno foram detectados na primeira semana de monitoramento (09/10/23), em municípios localizados nas regiões do Alto e Médio Vale do Uruguai, Depressão Central, Missioneira, Planalto Médio, Planalto Superior e Serra do Sudeste. O número (n) de uredósporos/lâmina variou de 01 a 18. Porém, contagens acima de 50 uredospóros foram registradas, neste mesmo período, na região Missioneira (Capão do Cipó – 61 uredósporos), Planalto Superior (Vacaria - 80 uredósporos; Muitos Capões – 520 uredósporos) e Serra do Sudeste (Piratini – 85 uredósporos) (Tabela 1). Os mapas de distribuição espacial ajudam a visualizar a dinâmica de ocorrência de uredósporos gerados a partir dos resultados dos coletores monitorados nas primeiras semanas de monitoramento (Figura 3). Foram observadas quantidades acima de 100 unidades de propágulos do patógeno, já nas primeiras semanas de desenvolvimento da cultura da soja na safra 2023/2024. Estes resultados diferem do que foi observado na safra 2022/2023, quando as primeiras detecções foram observadas somente na terceira semana de monitoramento, no final do mês de outubro (Oliveira *et al.*, 2023). A região Litoral, nas duas safras anteriores, as primeiras detecções do fungo ocorreram somente a partir do mês de fevereiro, mas na safra 2023/2024, o primeiro registro ocorreu no mês de dezembro, indicando uma antecipação da presença do patógeno nesta região em relação às safras de 2021/2022 e 28022/2023 (Oliveira *et al.*, 2023).

Tabela 1. Data da primeira detecção e quantidade de uredósporos de *P. pachyrizi* observados, por município e região ecoclimática, registrada nas lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2023/2024.

Continua...

Região Ecoclimática	Município	<i>P. pachyrizi</i>	
		1ª Detecção	Uredósporos (n)
Alto e Médio Vale do Uruguai	Braga	16/10/23	04
	Frederico Westphalen	16/10/23	04
	Nonoai	09/10/23	06
	Santa Rosa	09/10/23	18
	Santo Augusto	16/10/23	06
	Seberi	05/02/24	321
	Tenente Portela	16/10/23	14
	Três de Maio	30/10/23	04
Baixo Vale Uruguai	Três Passos	09/10/23	07
	Manoel Viana	30/10/23	19
	Santo Antônio das Missões	ND*	-
Campanha	São Borja	30/10/23	02
	Aceguá	23/10/23	07
	Dom Pedrito	13/11/23	05
	São Gabriel	23/10/23	23
	Uruguiana	30/10/23	20

*ND - Não detectados uredósporos durante o período de monitoramento.

Tabela 1. Data da primeira detecção e quantidade de uredósporos de *P. pachyrizi* observados, por município e região ecoclimática, registrada nas lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2023/2024.

Continua...

Região Ecoclimática	Município	<i>P. pachyrizi</i>	
		1ª Detecção	Uredósporos (n)
Depressão Central	Cachoeira do Sul	18/12/23	01
	Nova Santa Rita	09/10/23	07
	Parobé	11/12/23	06
	Rio Pardo	16/10/23	03
	São Sepé	09/10/23	07
	São Vicente do Sul	09/10/23	35
Encosta Inferior da Serra do Nordeste	Cruzeiro do Sul	27/11//23	04
	Estrela	16/10/23	02
	Segredo	27/11/23	03
	Sobradinho	23/10/23	34
Litoral	Palmares do Sul	11/12/23	04
Missioneira	Capão do Cipó	9/10/23	61
	Cerro Largo	9/10/23	02
	Ijuí	23/10/23	09
	Jóia	9/10/23	07
	Santiago	23/10/23	03
	Santo Ângelo	16/10/23	19
	São Luiz Gonzaga	09/10/23	07
	São Miguel das Missões	16/10/23	08

Tabela 1. Data da primeira detecção e quantidade de uredósporos de *P. pachyrizi* observados, por município e região ecoclimática, registrada nas lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2023/2024.

Continua...

Região Ecoclimática	Município	<i>P. pachyrizi</i>	
		1ª Detecção	Uredósporos (n)
Planalto Médio	Boa Vista das Missões	9/10/23	03
	Chapada	9/10/23	12
	Charrua	9/10/23	05
	Cruz Alta	30/10/23	06
	Getúlio Vargas	06/11/23	03
	Ivorá	16/10/23	06
	Jacutinga	23/10/23	15
	Machadinho	23/10/23	01
	Mato Castelhano	23/10/23	18
	Não-Me-Toque	06/11/23	01
	Nova Palma	09/10/23	06
	Palmeira das Missões	9/10/23	07
	Pontão	16/10/23	02
	Quinze de Novembro	23/10/23	55
	Ronda Alta	11/12/23	14
	Sarandi	16/10/23	03
	Soledade	06/11/23	01
	Três Arroios	16/10/23	04
	Tupanciretã	16/10/23	35
	Vila Lângaro	23/10/23	03

Tabela 1. Data da primeira detecção e quantidade de uredósporos de *P. pachyrizi* observados, por município e região ecoclimática, registrada nas lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2023/2024.

Conclusão...

Região Ecoclimática	Município	<i>P. pachyrizi</i>	
		1ª Detecção	Uredósporos (n)
Planalto Superior	Casca	26/02/24	09
	Dois Lajeados	09/10/23	44
	Esmeralda IFRS	09/10/23	04
	Guabiju	09/10/23	01
	Lagoa Vermelha	06/11/23	19
	Muitos Capões	09/10/23	520
	Sananduva	18/12/23	01
	Vacaria	09/10/23	80
	Vacaria IFRS	09/10/23	03
	Vila Flores	23/10/23	02
Grandes Lagoas	Camaquã	04/03/24	06
	Capão do Leão	16/10/23	59
	Jaguarão	20/11/23	01
	Pelotas	16/10/23	04
Serra do Sudeste	Caçapava do Sul	06/11/23	01
	Canguçu	09/10/23	01
	Piratini	09/10/23	85

O início do monitoramento realizado pelo Programa Monitora Ferrugem RS ocorre concomitante ao término do vazio sanitário e início do plantio da soja no estado. Assim, os uredósporos detectados precocemente nos coletores, podem ser procedentes de plantas de soja voluntária e outros

hospedeiros de *P. pachyrhizi*, que contribuem para a sobrevivência e a manutenção do fungo na entressafra (Goellner, 2010; Reis, 2019). Ou ainda, ser originários de focos de ferrugem asiática em outras áreas produtoras localizadas nas regiões norte e centro-oeste do Brasil ou países vizinhos, onde a semeadura da soja ocorre mais cedo, visto que os uredósporos de *P. pachyrhizi* são disseminados pelo vento a longas distâncias (Wen; Bowen; Hartman, 2017).

No que se refere às condições meteorológicas, a safra da soja 2023/2024 transcorreu sob a influência do fenômeno El Niño, com temperaturas elevadas e chuvas acima da média (Figuras 4 e 5; Anexo I e II), com volumes extremamente altos em algumas regiões do RS, principalmente no primeiro trimestre (Figura 4a, 4b, 4c).

De acordo com Tazzo *et al.* (2023a), o segundo decêndio de outubro de 2023, registrou volumes de precipitação pluvial superiores a 500 mm na metade Norte do estado (Figura 4a). A temperatura do ar no mês de outubro (Figura 4d) registrou médias mínimas entre 10,2 °C (Planalto Superior/Serra do Nordeste) e 16,8°C (Alto Uruguai e Litoral Norte) e as médias máximas entre 17,5°C (Planalto Superior/Serra do Nordeste) e 26,6°C (Campanha), com as temperaturas médias ficando abaixo da normal (Anexo I-d).

O mês de novembro de 2023, também registrou chuvas acima de 500 mm em partes da metade Norte e na faixa dos 300 mm, nas regiões da Depressão Central e Campanha (Figura 4b). Em relação à temperatura do ar (Figura 4d), as médias mínimas ficaram entre 13,2 °C (Planalto Superior/Serra do Nordeste) e 20,5°C (Baixo Vale do Uruguai) e as médias máximas entre 21,9°C (Campanha) e 31,1°C (Alto Uruguai) (Cardoso *et al.*, 2023).

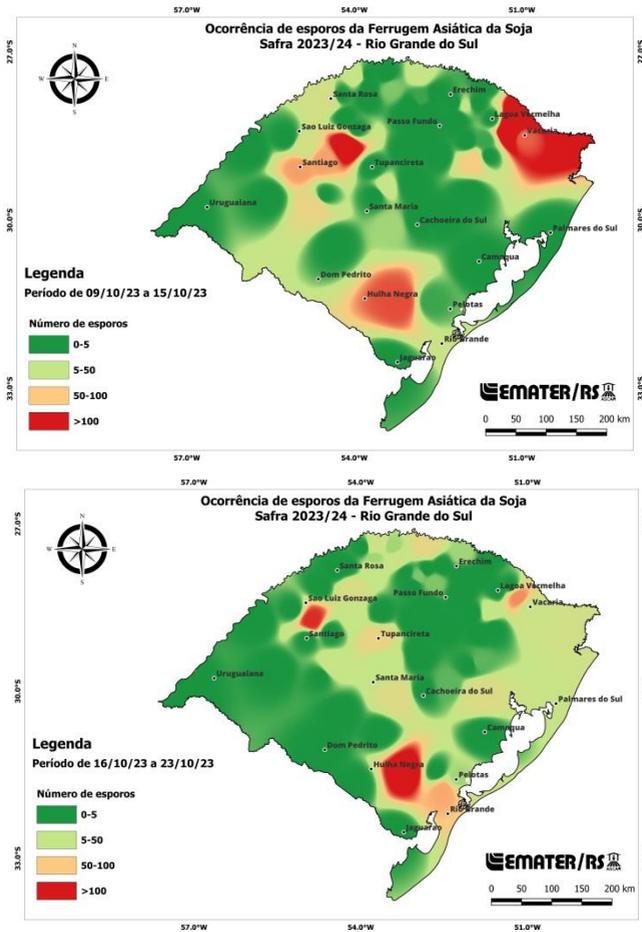


Figura 3. Mapas da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores, no período de 09/10 a 23/10/2023, nas lavouras monitoradas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, na safra 2023/2024.

Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS ([2024]).

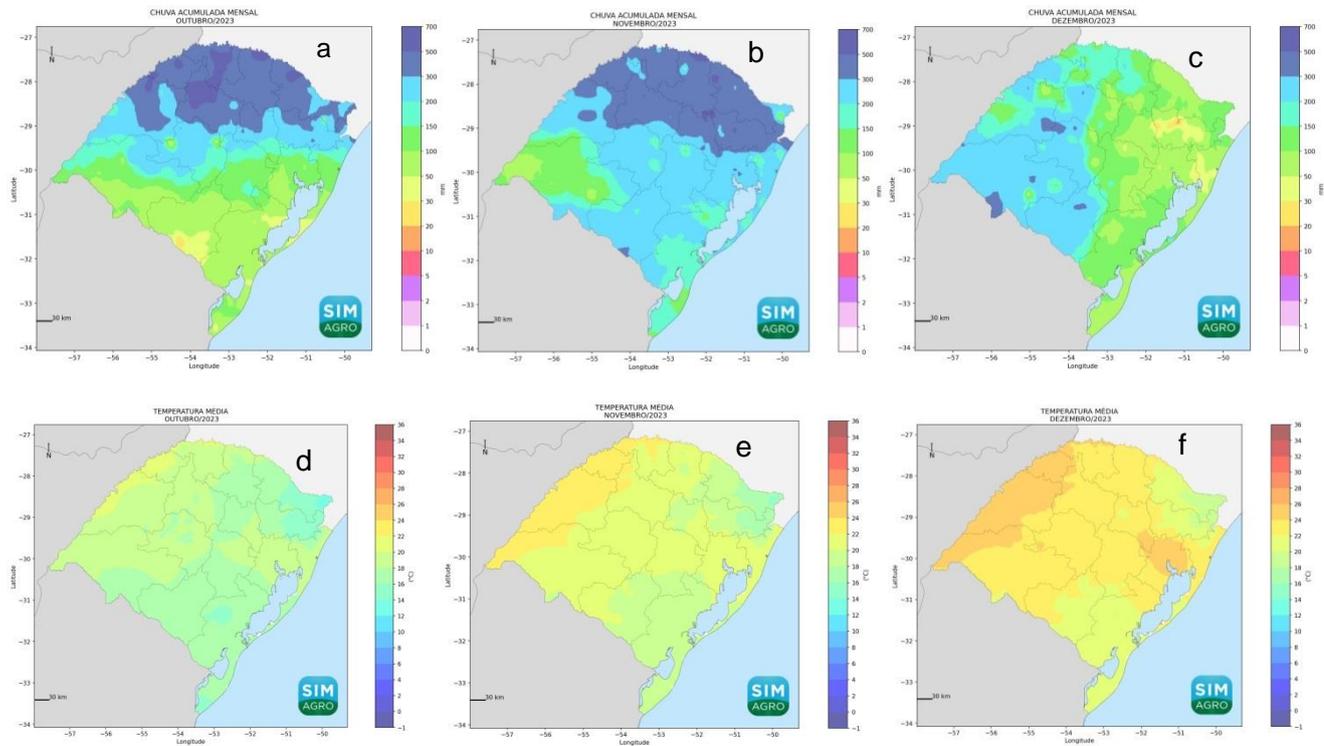


Figura 4. Mapas da distribuição da precipitação pluvial acumulada (a, b, c) e temperatura média do ar (d, e, f) mensais, ocorridas de outubro a dezembro de 2023. Fonte: Simagro-RS ([2024]).

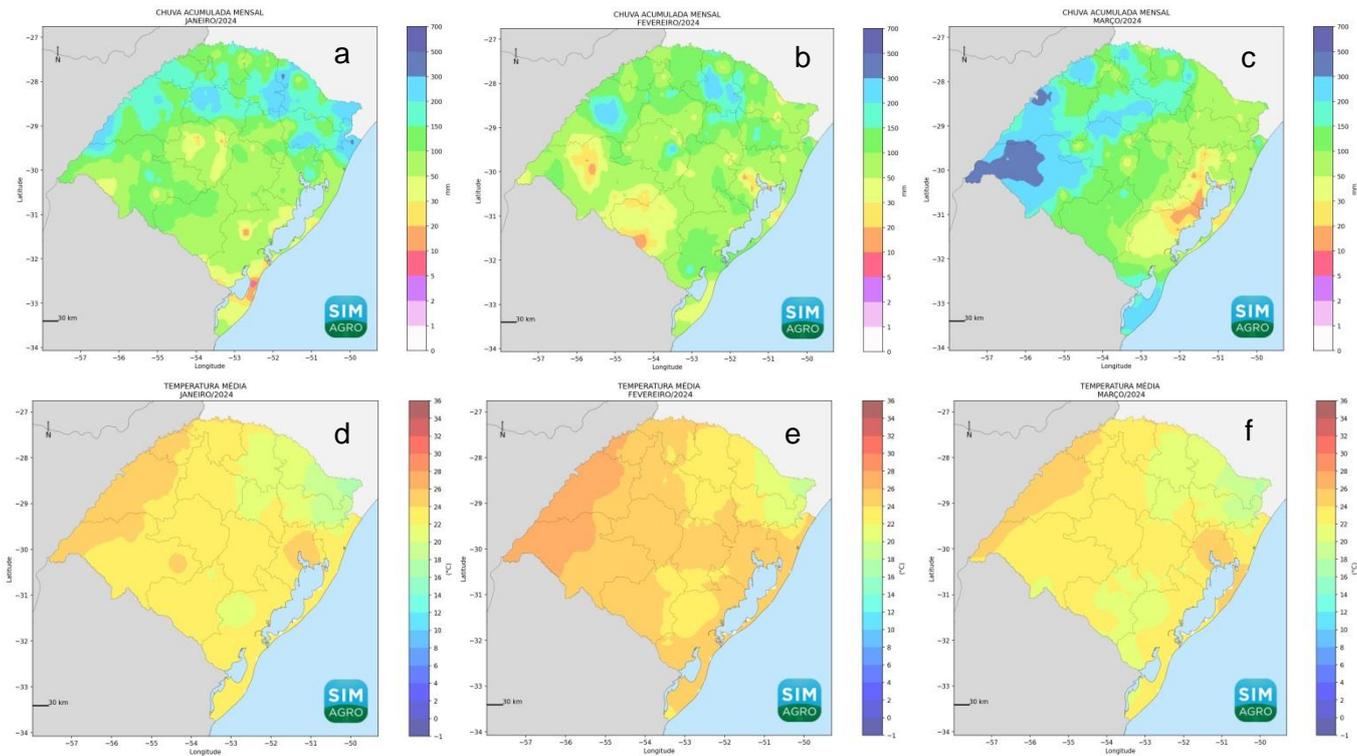


Figura 5. Mapas da distribuição da precipitação pluvial acumulada (a,b,c) e temperatura média do ar (d, e, f) mensais, ocorridas de janeiro a março de 2024. Fonte: Simagro-RS ([2024]) .

No mês de dezembro de 2023, os volumes de precipitação em algumas regiões como o Planalto Médio, Campanha e Baixo Vale do Uruguai, foram acima de 300 mm (Figura 4c), com chuva concentrada principalmente no primeiro decêndio. Os volumes de chuva ficaram acima do normal, na região da Fronteira Oeste, parte da Campanha e do Planalto, com desvios positivos acima de 100 mm (Anexo I-c). As temperaturas do ar (Figura 4f) médias mínimas ficaram entre 13,9 °C (Planalto Superior/Serra do Nordeste) e 20,9°C (Baixo Vale do Uruguai). As temperaturas médias máximas registradas estiveram entre 25,2°C (Litoral) e 32,9°C (Alto Uruguai) (Tazzo *et al.*, 2023b).

Durante o mês de janeiro de 2024, a precipitação pluvial foi bastante variável no Estado (Figura 5a). Os maiores volumes foram registrados na metade norte do RS, com valores acima de 300 mm em alguns locais, enquanto que ao sul tiveram menores volumes. Em comparação com a Normal Climatológica Padrão (1991-2020), os volumes de precipitação ficaram abaixo da média na maior parte da região central e sul do Estado (entre -25 e -150 mm), enquanto em parte da região norte a precipitação foi acima da média, com anomalias positivas variando entre 25 a 150 mm (Anexo II-a). Em relação as temperaturas do ar (Figura 5d), a temperatura média variou entre 21,3°C (Planalto Superior – Serra do Nordeste) e 25,3°C (Baixo Vale do Uruguai). As temperaturas mínimas absolutas ficaram entre 10,1°C (Planalto Médio) e 18,1°C (Depressão Central), enquanto as máximas variaram de 31,3°C (Serra do Sudeste) a 37,9°C (Depressão Central) (Cardoso *et al.*, 2024a).

Com a entrada do verão, a umidade elevada, decorrente das precipitações pluviais e as temperaturas na faixa ideal para a germinação de *P. pachyrhizi*, estabeleceu as

condições propícias ao desenvolvimento da ferrugem asiática. Porém, devido a grande quantidade de chuvas, o avanço da semeadura da soja de forma mais intensificada, foi possível somente a partir da segunda quinzena do mês de dezembro (Informativo [...], 2023c). Assim, nas áreas com plantio tardio, a soja iniciou o desenvolvimento com maior quantidade de inóculo de *P. pachyrhizi* no ar, proveniente de lavouras semeadas mais cedo, ficando mais suscetível à manifestação da doença nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura.

No mês de fevereiro de 2024, a precipitação pluvial foi irregular no RS (Figura 5b), com grande variação nos volumes totais e a maior parte do Estado registrando volumes entre 75 e 150 mm. A temperatura média em fevereiro variou de 22,9°C (Planalto Médio) a 27,6°C (Baixo Vale do Uruguai). As temperaturas mínimas absolutas foram entre 13,1°C (Serra do Sudeste) e 19,1°C (Baixo Vale do Uruguai), enquanto as máximas absolutas variaram de 33,2°C (Planalto Superior – Serra do Nordeste) a 39,8°C (Depressão Central) (Tazzo *et al.*, 2024), com as temperaturas médias ficando 1,0°C superiores a Normal Climatológica Padrão (1991-2020), (Anexo II-e). Neste período, as lavouras de soja no estado seguiam em desenvolvimento, sendo que 6% das áreas se encontravam em estágio de maturação; 63% estavam em enchimento de grãos; 23%, em floração; e 8% em germinação e desenvolvimento vegetativo (Informativo [...], 2024).

As condições meteorológicas de precipitação e temperatura do mês de março de 2024 estão ilustradas nas Figuras 5c e 5f. De acordo com Cardoso *et al.*, (2024b), a precipitação pluvial apresentou variação na distribuição espacial, com os maiores volumes sendo registrados especialmente na faixa oeste e norte (< 200mm), enquanto os

menores ocorreram na faixa leste do RS. Nas áreas da Serra, Centro, Campanha e Sul oscilaram na faixa dos 100 a 150 mm; na Serra do Sudeste, Litoral Norte, e parte dos Campos de Cima da Serra se registraram os menores volumes de precipitação pluvial mensal. Segundo os autores, as temperaturas mínimas do ar ficaram acima da média em grande parte do estado. Já as temperaturas médias do ar ficaram próximas da normalidade e as temperaturas máximas variaram entre dentro e acima da normalidade (Anexo II-f).

O período de monitoramento de *P. pachyrhizii* na safra 2023/2024 foi finalizado no início do mês de março (10/3/2024). A soja se encontrava na fase preponderante de enchimento de grãos, abrangendo 68% dos cultivos, e de maturação em 8% das lavouras. Algumas áreas já haviam sido colhidas, porém, em percentual pouco significativo. A incidência da ferrugem asiática permanecia elevada, antecipando a queda de folhas baixas em áreas no estágio inicial de maturação, indicando a alta severidade da doença (Informativo [...], 2024).

3.1 Flutuação populacional de uredósporos de *P. pachyrhizi* na safra 2023/2024

A quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* no ambiente está relacionada com a incidência da ferrugem asiática no campo e com as condições ambientais favoráveis à multiplicação do fungo, que irão promover os ciclos secundários da doença.

Nesta safra, a presença do patógeno nos coletores foi detectada na maior parte do período de monitoramento, conforme mostram os mapas da quantidade e distribuição de esporos detectados, apresentados nas Figuras 6, 7, 8 e 9.

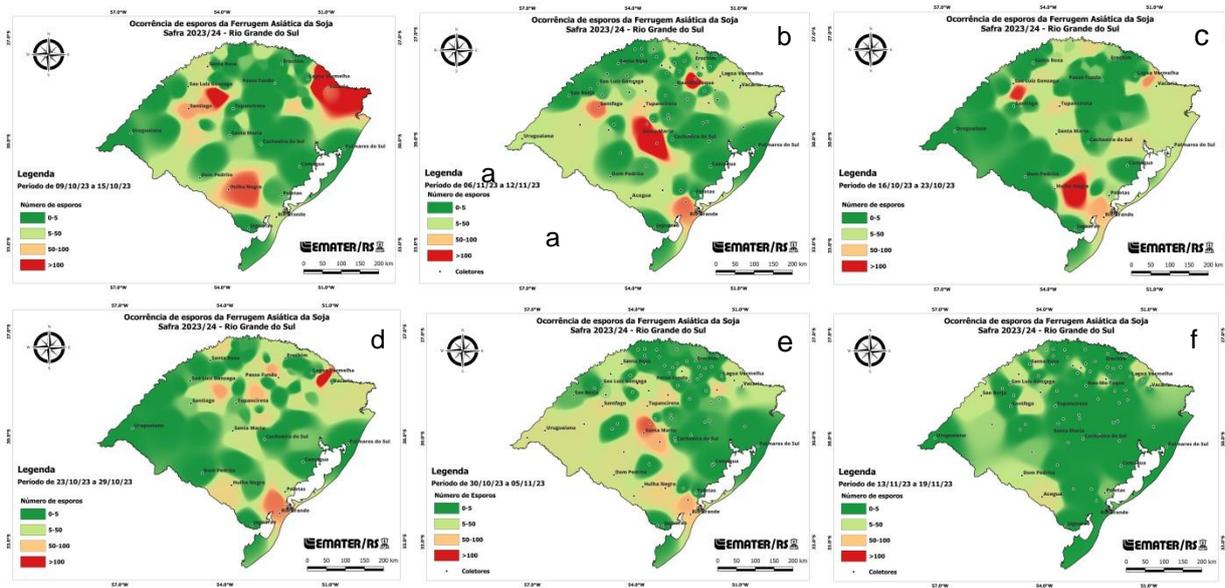


Figura 6. Mapas da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores instalados nas lavouras acompanhadas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, no período de outubro (a,b,c,d,e) a novembro (e, f) de 2023. Legenda da quantidade de uredósporos: Verde (0-5); verde claro (5-50); amarelo (50-100); vermelho (>100).

Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS ([2024]).

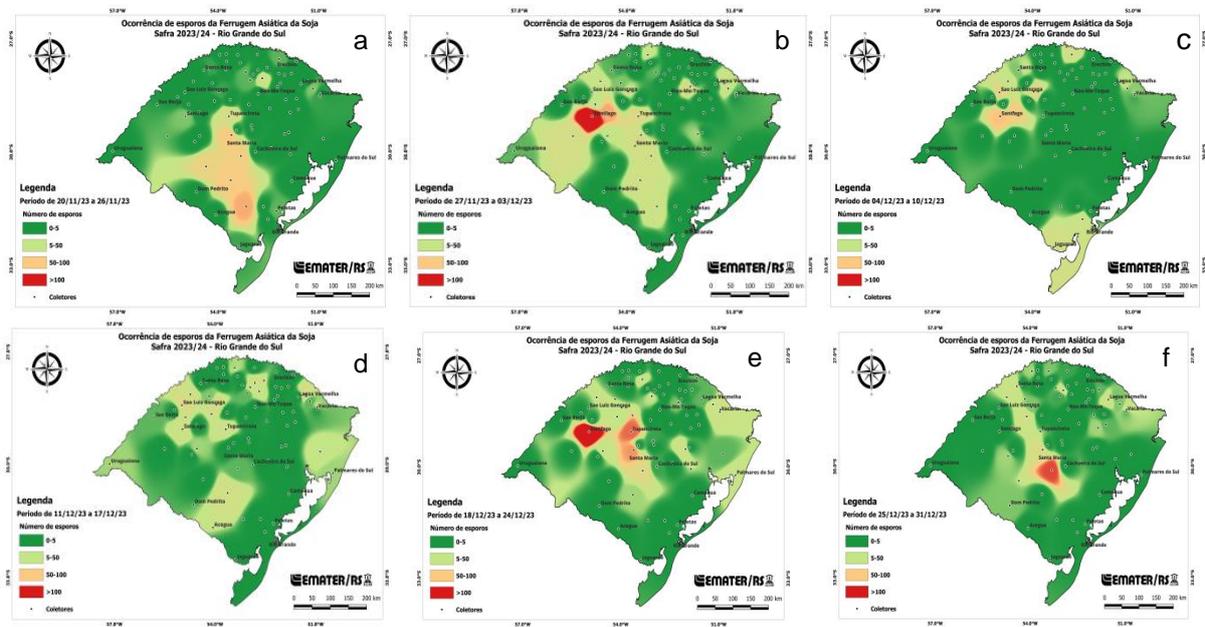


Figura 7. Mapas da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores instalados nas lavouras acompanhadas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, no período de novembro (a, b) a dezembro (c, d, e, f) de 2023. Legenda da quantidade de uredósporos: Verde (0-5); verde claro (5-50); amarelo (50-100); vermelho (>100).

Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS ([2024]).

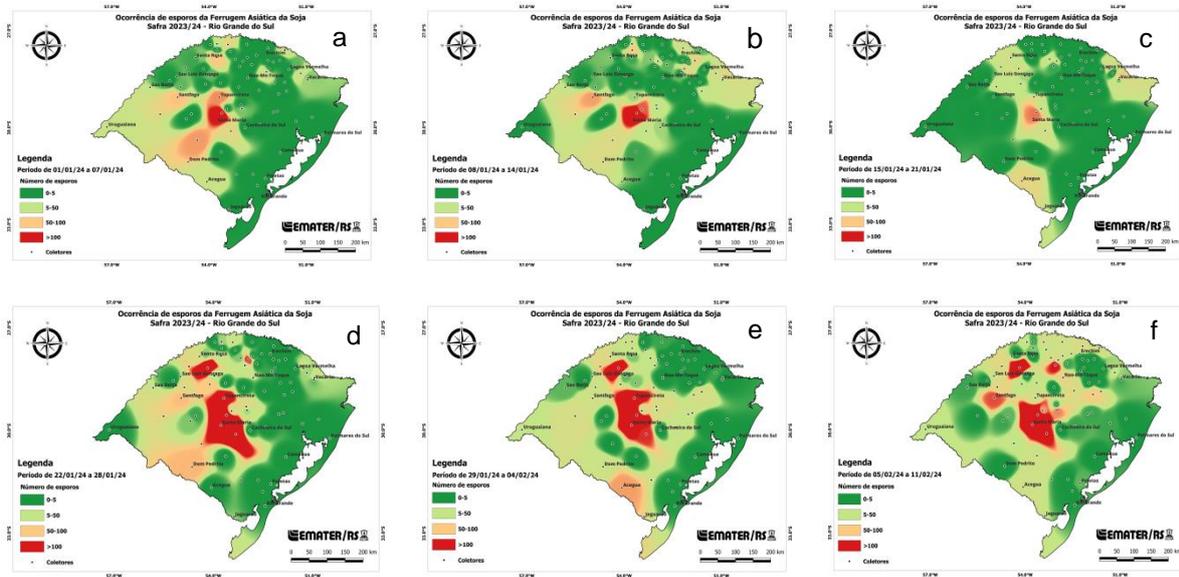


Figura 8. Mapas da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores instalados nas lavouras acompanhadas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, no período de janeiro (a, b, c, d, e) a fevereiro (e, f) de 2024. Legenda da quantidade de uredósporos: Verde (0-5); verde claro (5-50); amarelo (50-100); vermelho (>100).

Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS ([2024]).

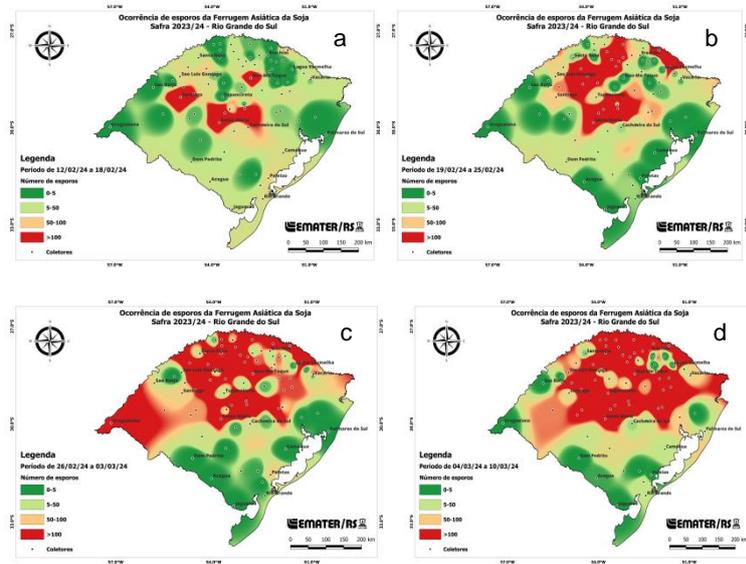


Figura 9. Mapas da ocorrência de *P. pachyrhizi* gerados a partir da quantidade de uredósporos detectados nos coletores instalados nas lavouras acompanhadas pelo Programa Monitora Ferrugem RS, no período de fevereiro (a, b, c) a março (c, d) de 2024. Legenda da quantidade de uredósporos: Verde (0-5); verde claro (5-50); amarelo (50-100); vermelho (>100).

Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS ([2024]).

Baixos índices ou ausência de detecção de *P. pachyrhizi*, na maioria das regiões do RS, são observados nos mapas da ocorrência e distribuição de esporos apresentados nas Figuras 6f e 7a-f. Os períodos mencionados registraram chuvas frequentes e volumes totais de precipitação pluvial alto ou extremamente alto no estado (Cardoso *et al.*, 2023; Tazzo *et al.*, 2023a). Com isso, o avanço da semeadura da soja em grande parte das regiões ficou prejudicado (Informativo [...], 2023a; 2023b), resultando numa área pouco expressiva com soja plantada. Essa condição contribuiu para a contenção do desenvolvimento da ferrugem asiática nas regiões e pode explicar em parte, a menor quantidade ou mesmo ausência de detecção do patógeno nos coletores das áreas monitoradas.

A baixa presença de uredósporos também pode ser observada na Figura 8c, quando novamente foram registrados altos volumes de chuva em diversas áreas do RS (Rio Grande do Sul, 2024a, 2024b), o que pode ter interferido na disseminação dos uredósporos pelo ar naquele período.

Em relação ao período de maior quantidade de inóculo de *P. pachyrhizi* registrado na safra 2023/2024, considerando os 74 pontos de monitoramento (coletores), os meses de fevereiro e março foram os que tiveram a maior quantidade de uredósporos detectados (Figura 10). Com a conclusão da semeadura da soja no estado no início do mês de janeiro, a área com a presença do hospedeiro aumentou significativamente e, associado às condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem asiática, se refletiu no aumento de inóculo do patógeno no ar. A maior quantidade detectada ocorreu na semana entre os dias 19 e 26 de fevereiro, quando foram contabilizados 7.776 uredósporos, no coletor instalado no município de Santo Ângelo. Entre as regiões ecoclimáticas, é possível constatar que a Missioneira foi a que registrou a

maior quantidade, 25.131 uredósporos, seguida da região do Planalto Médio, com 23.823 uredósporos detectados durante todo o período de monitoramento (Figura 10).

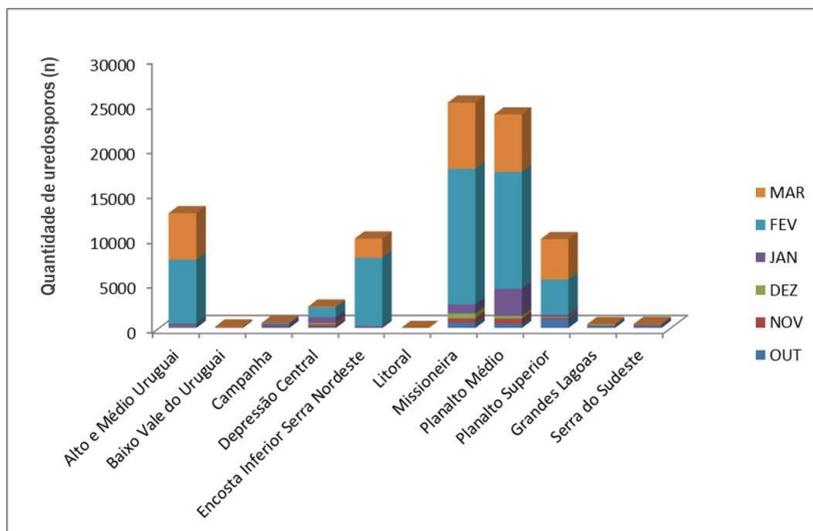


Figura 10. Quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* detectados nas regiões ecoclimáticas na safra 2023/2024.

Fonte: Programa Monitora Ferrugem RS ([2024]).

Estes resultados diferem do que foi observado no monitoramento de *P. pachyrhizi* realizado na safra 2022/2023 (Oliveira *et al.*, 2023), que se caracterizou por temperaturas elevadas e valores baixos de precipitação, condições típicas de período de estiagem (Tazzo *et al.*, 2023c). A maior quantidade de uredósporos foi registrada nos meses de outubro e novembro, nas regiões da Serra do Nordeste, Planalto Médio, Missioneira e Campanha e em quantidades

muito inferiores ao que foi observado na safra de 2023/2024 (Oliveira *et al.*, 2023).

De acordo com Del Ponte *et al.* (2005; 2008) a chuva, por promover condições de umidade ideais para o desenvolvimento da cultura e para a infecção dos tecidos da planta por *P. pachyrhizi*, é um fator chave para o progresso de epidemias da ferrugem asiática da soja. Estudos realizados por este autor indicam ainda que no Brasil, embora a ferrugem asiática da soja ocorra em uma ampla gama de condições ambientais, as epidemias mais explosivas e graves são relatadas em estações com temperaturas quentes e umidade abundante (Del Ponte *et al.*, 2006). As condições de clima favoráveis ao desenvolvimento de *P. pachyrhizi* predominaram na safra 2023/2024 e resultaram no registro de um número expressivo de focos da doença no Rio Grande do Sul pelo Consórcio Antiferrugem da Embrapa, em comparação com a safra anterior (2022/2023). O Consórcio, entre outras finalidades, monitora e divulga a dispersão da ferrugem asiática durante a safra da soja no Brasil (Consórcio Antiferrugem, 2024).

A flutuação da quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi*, analisadas em dez pontos/lavouras ao longo da safra 2023/2024 e a relação com as condições meteorológicas diárias (umidade relativa do ar – em %; precipitação pluvial - em mm e temperatura do ar – em °C), são apresentadas nas figuras 11, 12 e 13. Os resultados mostram a existência de variabilidade das condições climáticas e da quantidade de uredósporos *P. pachyrhizi* detectados semanalmente entre os locais/regiões, porém sugerem a associação entre precipitação e umidade relativa do ar, com a quantidade de esporos detectada, para a maioria dos locais analisados. Estes resultados se assemelham ao que foi observado na

análise dos valores mensais para estas variáveis meteorológicas, em quatro pontos de monitoramento na safra 2022/2023 (Oliveira *et al.*, 2023). Resultados similares aos obtidos nestes estudos foram observados por Nascimento *et al.*, (2012) que realizou o monitoramento de uredósporos de *P. pachyrhizi* utilizando coletores. Os autores constataram que a quantidade de uredósporos coletados está relacionada com a presença de plantas de soja em lavouras cultivadas, a incidência e a severidade da doença, com a precipitação acumulada e com os dias favoráveis a infecção pelo fungo.

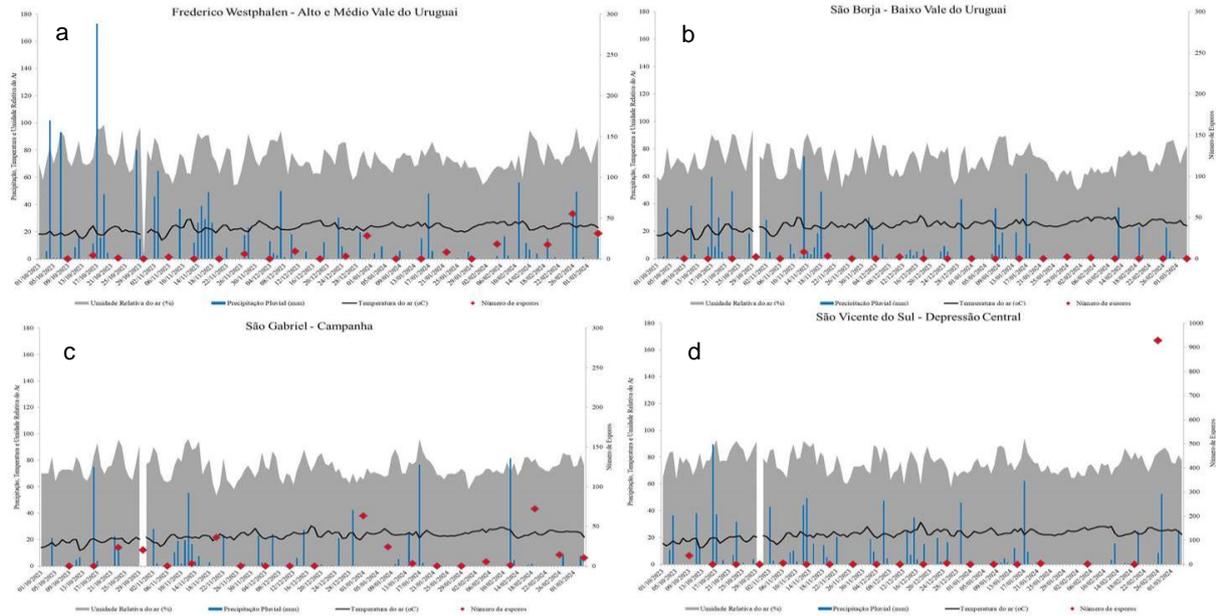


Figura 11. Condições meteorológicas diárias (Umidade relativa do ar – em %; Precipitação Pluvial - em mm; e temperatura do ar – em °C), e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* detectados semanalmente em Frederico Westphalen (a), São Borja (b), São Gabriel (c) e São Vicente do Sul (d), na safra 2023/2024.

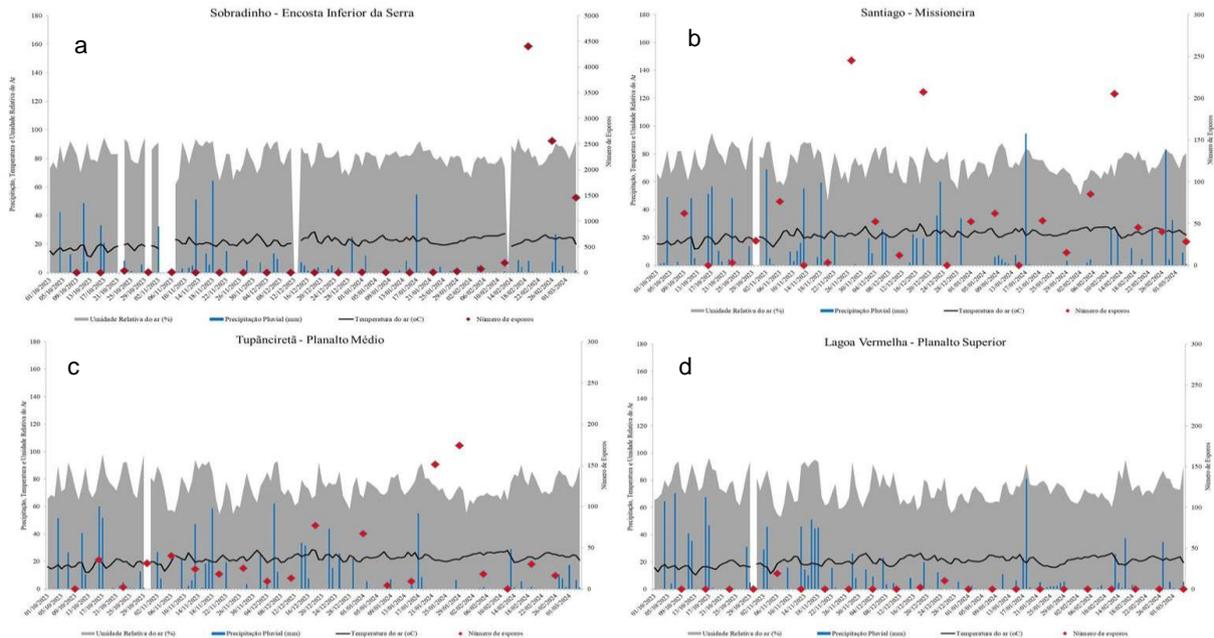


Figura 12. Condições meteorológicas diárias (Umidade relativa do ar – em %; Precipitação Pluvial - em mm; e temperatura do ar – em °C), e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* detectados semanalmente em Sobradinho (a), Santiago (b), Tupanciretã (c) e Lagoa Vermelha (d), na safra 2023/2024.

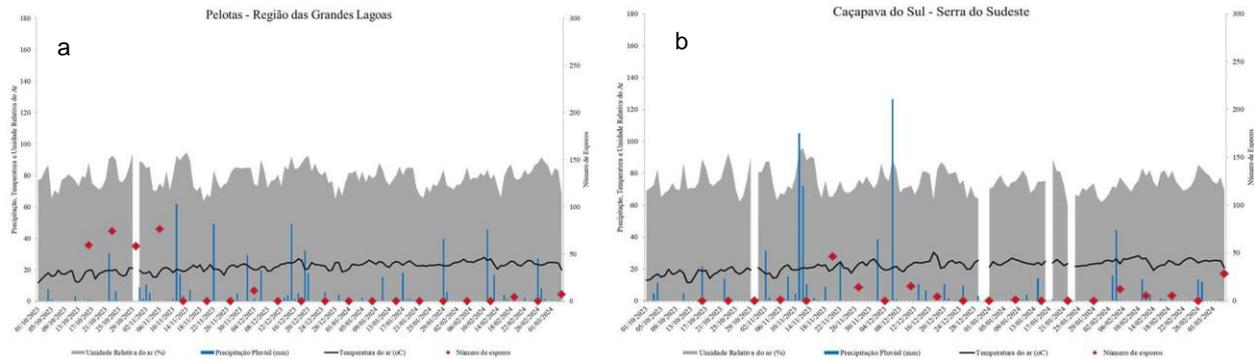


Figura 13. Condições meteorológicas diárias (Umidade relativa do ar – em %; Precipitação Pluvial - em mm; e temperatura do ar – em °C), e quantidade de uredósporos de *P. pachyrhizi* detectados semanalmente em Pelotas (a) e Caçapava do Sul (b), na safra 2023/2024.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ferrugem asiática é uma das doenças mais graves que afetam a soja e a ocorrência de epidemias é estreitamente associada às condições climáticas. A safra 2023/2024 foi influenciada pela atuação do fenômeno El Niño Forte, com grandes volumes de precipitação e temperaturas do ar elevadas, promovendo a ocorrência de epidemias da doença em todas as regiões produtoras.

Os primeiros sinais de *P. pachyrhizi* foram detectados na primeira semana de monitoramento, em lavouras localizadas em oito, das 11 regiões ecoclimáticas acompanhadas pelo Programa. A presença do patógeno nos coletores foi observada durante a maior parte do período de monitoramento, sendo que a maior quantidade de uredósporos foi registrada nos meses de fevereiro e março. Entre as regiões ecoclimáticas, a Missioneira foi a que registrou a maior quantidade de inóculo, seguida da região do Planalto Médio.

Os sistemas de aviso de ocorrência da ferrugem, baseado na detecção de uredósporos de *P. pachyrhizi* nas áreas de produção, associado às informações de risco climático para o desenvolvimento da doença, como é proposto pelo Programa Monitora Ferrugem RS, é uma ferramenta importante para o uso adequado do controle químico pelos produtores. As informações disponibilizadas servem de orientação para o uso de fungicidas, evitando aplicações desnecessárias, reduzindo os custos de produção. Além disso, o uso adequado dos defensivos diminui a pressão de seleção sobre populações do fungo resistentes aos princípios ativos que compõe os produtos químicos utilizados no

controle da doença e auxilia a minimizar os danos ambientais pelo uso de agrotóxicos.

O Programa Monitora Ferrugem RS disponibiliza as informações do monitoramento da presença de *P. pachyrhizi* e das condições meteorológicas favoráveis à ocorrência da FAS aos produtores, durante a safra da soja, através do site <https://www.emater.tche.br/site/monitora-ferrugem-rs>.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos colaboradores:

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

Aos técnicos extensionistas da EMATER/RS-ASCAR:

Aline Frank Deutsch; Álvaro Trierweiler; Anderson Ogliari; André de Oliveira; Augusto Luiz Pereira de Oliveira; Benhur Farias Martins; Bruno Menegussi; Carla Daniele Sausen; Cacilda Dias de Freitas; Cibele Bonez; Claudemir Gilberto Ames; Clóvis Roberto Schwengber; Daniel da Costa Soares; Daniel Leite; Danisio Tremea; Diego Scherer de Bisso; Dirceu Noller; Donald Jones Hepp; Douglas Campigotto; Douglas Regis Iske; Edson Luiz Backes; Pedro Ferreira Coelho; Emerson da Silva Portes; Erivelton Kreisig; Estefania Van Groll Ferreira; Evandro Cremonese; Fabiano Cassol; Fábio Balerini; Fábio Karlec; Felipe Borin Noal; Felipe Lorensini; Felipe Moro Barbier; Fernando de Rossi; Francisco Antonio Arduim de Arruda; Gilberto Welzel; Gomercindo Rodrigues Vargas; Helvio Antonio Crecencio; Igor De Bearzi; Jaderson

dos Anjos Toledo; Joviane Salvador; Juceli Muller; Kelvis Pedro Rauber; Larissa Lima dos Reis; Leandro Filipin Vezzosi; Leonidas Piovesan; Lirio Zarichta; Luciano Carvalho da Silva; Luciano da Silva Juris; Marcelo Gomes Steiner; Marcia Dezen; Victor Alvino Cassol; Marília Calefi Paiva; Maurício Antonioli; Mauricio Luis Dall Acqua; Maurício Stochero; Nicolas Eigon Brandt; Olavo Arsego; Pamela dos Santos Couto; Paulo Cesar Savi; Ramom Pereira Pires; Renato Cristiano Mores; Ricardo Silveira Medeiros; Roger Terra de Moraes; Samir B. Pereira; Sandra Denardin da Silva; Thiago Brum das Neves Souza; Tiago Gervasoni; Vilson Antonio Nadin; Vinicius Toso; Vítor Hugo Ribeiro da Luz; Werner Ritter Wegner.

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

REFERÊNCIAS

BERUSKI, G. C. *et al.* Performance and profitability of rainbased 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. 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. Edição extra.

CARDOSO, L. S. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em janeiro de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 65, p. 6-18, jan. 2024a.

CARDOSO, L. S. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em março de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 68, p. 6-32, mar. 2024b.

CARDOSO, L. S. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em novembro de 2023 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 62, p. 6-22, nov. 2023.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. [Rio Grande do Sul], 2024. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/#/main>. Acesso em: 4 jun. 2024.

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.

DEL PONTE, E.M. *et al.* Predicting regional Asian soybean rust outbreaks in Brazil and South Africa. **Phytopatology**, Saint Paul, v. 95, p. S23, 2005.

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

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**. 5th ed. Saint Paul: American Phytopathological Society, 2015. p. 56-59.

INFORMATIVO CONJUNTURAL. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, ano 34, n. 1788, p. 5, 9 nov. 2023a. Disponível em: https://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/conjuntural/conj_09112023.pdf. Acesso em: 3 jun. 2024.

INFORMATIVO CONJUNTURAL. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, ano 34, n. 1791, p. 5, 23 nov. 2023b. Disponível em:

https://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/conjuntural/conj_30112023.pdf. Acesso em: 3 jun. 2024.

INFORMATIVO CONJUNTURAL. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, ano 34, n. 1794, p. 4, 21 dez. 2023c. Disponível em: https://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/conjuntural/conj_21122023.pdf. Acesso em: 3 jun. 2024.

INFORMATIVO CONJUNTURAL. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, ano 35, n. 1805, p.2-5, 7 mar. 2024. Disponível em: https://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/conjuntural/conj_07032024.pdf. Acesso em: 3 jun. 2024.

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, Oct. 2011.

ISARD, S. A.; RUSSO, J. M. Sentinel plots in the United States: modeling the seasonal spread of SBR in North America. *In*: DORRANCE, A. E.; DRAPER, M. A.; HERSHMAN, D. E. (ed.). **Using foliar fungicides to manage SBR**. [S. l.]: USDA, 2005. p. 39-40.

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. **Anais** [...]. Fortaleza: SBA, 2001. p.151-152.

MARQUES, L. Consórcio Antiferrugem anuncia fungicidas mais eficientes para o controle da ferrugem da soja. **Revista Cultivar**, Pelotas, 13 jun. 2023. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/consorcio-antiferrugem-anuncia-fungicidas-mais-eficientes-para-o-controle-da-ferrugem-da-soja>. Acesso em: 11 jun. 2024.

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.

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. (Circular técnica, 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, A. M. R. *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).

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).

PROGRAMA MONITORA FERRUGEM RS. **Programa de monitoramento da ferrugem asiática da soja no RS**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, [2024]. Disponível em: <https://www.emater.tche.br/site/monitora-ferrugem-rs/home>. Acesso em: 8 ago. 2024.

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

REIS, E. M.; SANTOS, H. P. População de *Helminthosporium sativum* no ar quantificado através de uma armadilha tipo cata-vento. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 10, p. 515-519, 1985.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Produção Sustentável. **Radiografia da agropecuária gaúcha**: 2023. Porto Alegre: SEAPI, 2023. 80 p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. **Condições meteorológicas ocorridas Rio Grande do Sul**: 11 a 17 de janeiro de 2024. Porto Alegre: SEAPI, 2024a. (Boletim integrado agrometeorológico, n. 03/2024). Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202401/19182050-boletim-integrado-agrometeorologico-03-2024.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. **Condições meteorológicas ocorridas Rio Grande do Sul**: 18 a 24 de janeiro de 2024. Porto Alegre: SEAPI, 2024b. (Boletim integrado agrometeorológico, n. 04/2024). Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202401/26095548-boletim-integrado-agrometeorologico-04-2024.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2024.

SIMAGRO. Porto Alegre: SEAPI, [2024]. Disponível em: http://www.simagro.rs.gov.br/mapas-agrometeorologicos_. Acesso em: 8 ago. 2024.

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. 2023c.

TAZZO, I. F. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em dezembro de 2023 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 64, p. 6-26, dez. 2023b.

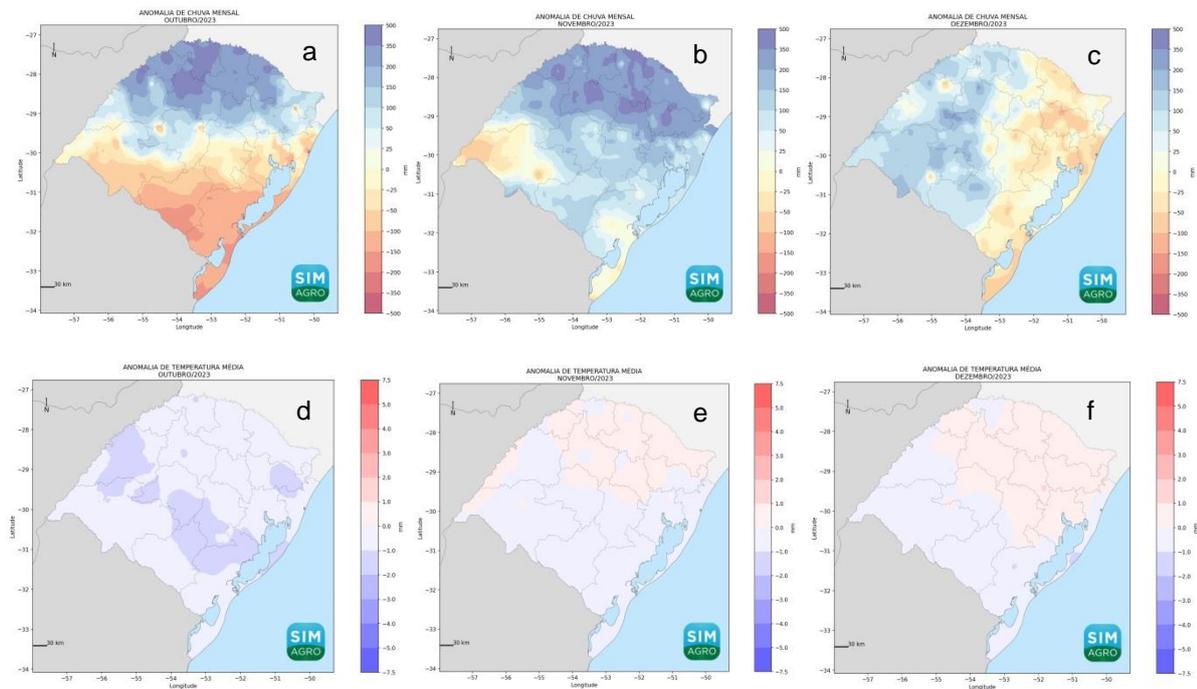
TAZZO, I. F. *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em fevereiro de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 66, p. 6-25, fev. 2024.

TAZZO, Ivonete Fátima *et al.* Condições meteorológicas ocorridas em outubro de 2023 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**, Porto Alegre, n. 61, p. 6-21, out. 2023a.

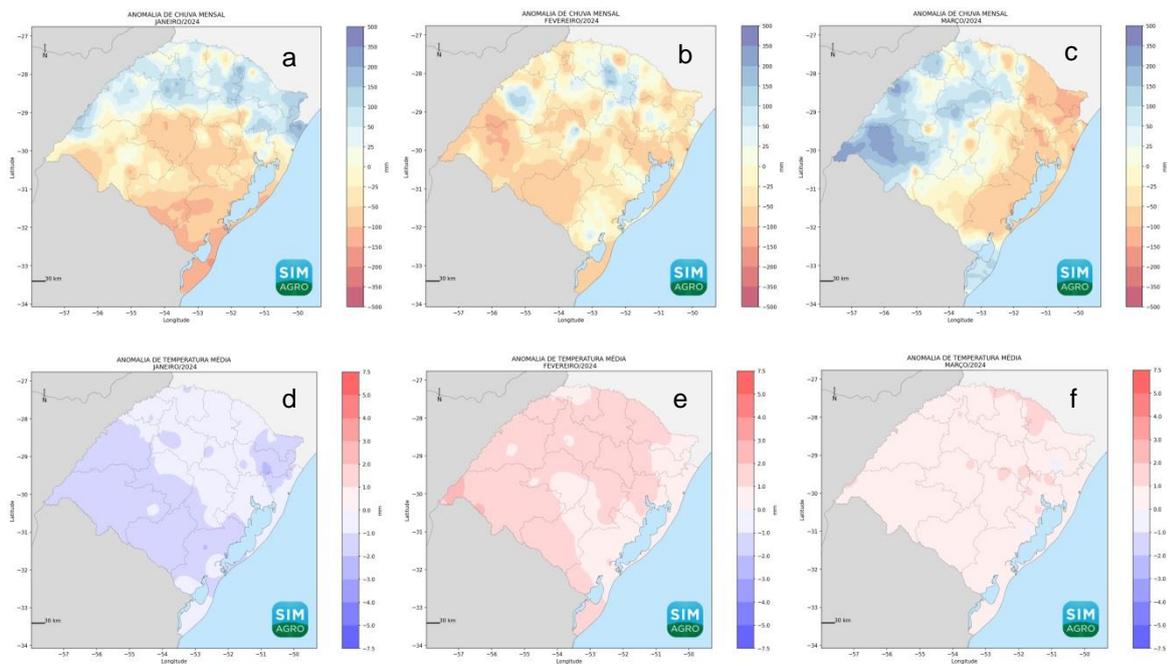
WEN, L.; BOWEN, C. R.; HARTMAN, G. L. Prediction of shortdistance aerial movimento of *Phakopsora pachyrhizi* uredinospores using machine learning. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 107, n. 10, p. 1187-1198, June 2017.

ANEXOS

Anexo I. Mapas dos desvios de precipitação (a, b, c) e temperatura média do ar (d, e, f), em relação a Normal Climatológica Padrão (1991-2020), ocorridas de outubro a dezembro de 2023. Fonte: Simagro-RS.



Anexo II. Mapas dos desvios de precipitação (a, b, c) e temperatura média do ar (d, e, f), em relação a Normal Climatológica Padrão (1991-2020), ocorridas de janeiro a março de 2024. Fonte: Simagro-RS.





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