

DESAFIOS E PERSPECTIVAS DO CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA NA CULTURA DA SOJA

Profª. Drª. Carolina Deuner
Universidade de Passo Fundo – UPF
carolinadeuner@gmail.com



QUAIS SÃO OS DESAFIOS?





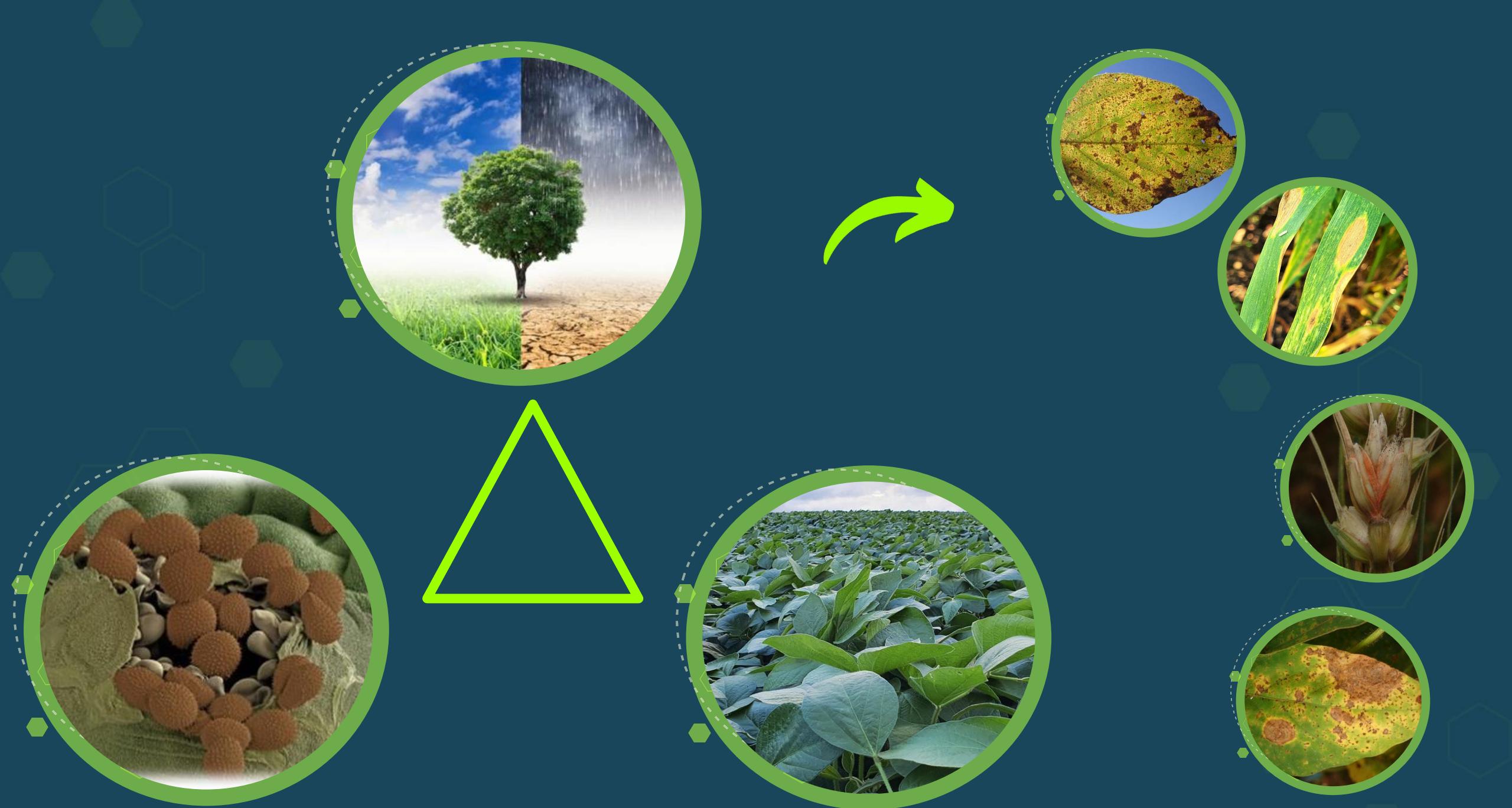
QUAIS SÃO OS DESAFIOS?



DOENÇAS DA SOJA

Dra. Carolina Deuner
Fitopatologista, Professora universitária e Consultora
[@carolinadeuner](https://www.linkedin.com/in/carolinadeuner/) (54) 9 9627 5906





DOENÇAS FOLIARES

FERRUGEM ASIÁTICA



OÍDIO



SEPTORIOSE



CRESTAMENTO DE CERCOSPORA



ANTRACNOSE



MANCHA ALVO



MANCHA OLHO DE RÃ



MÍLDIO



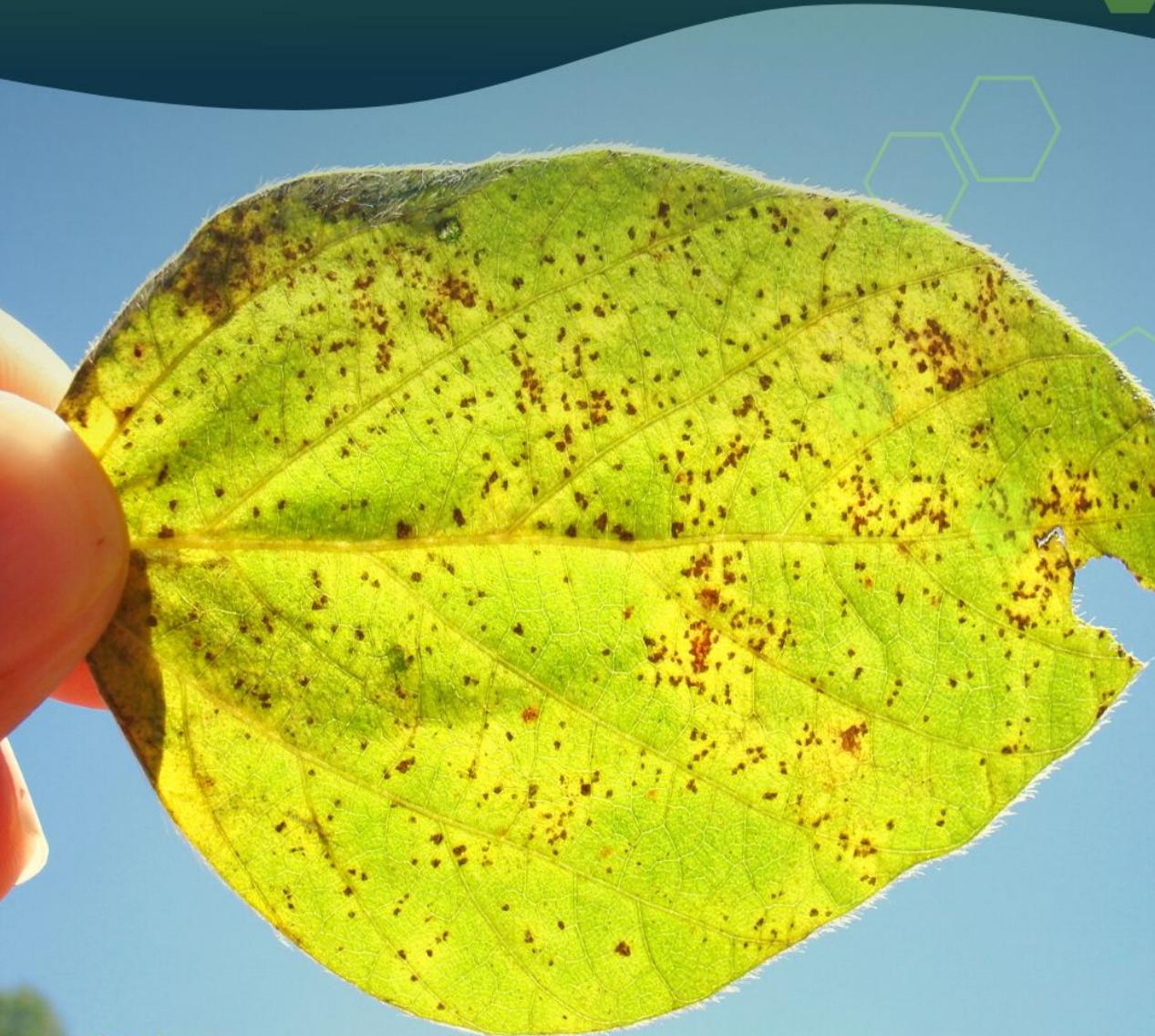
CRESTAMENTO BACTERIANO



PÚSTULA BACTERIANA



FERRUGEM ASIÁTICA



FERRUGEM ASIÁTICA



PRINCIAPIS DESAFIOS



- ✓ O que é ferrugem asiática da soja
- ✓ A ferrugem asiática é relativamente nova 2001
- ✓ Houve evolução do conhecimento nesses 22 anos
- ✓ Redução de área fotossintética
- ✓ Principal estratégia de controle é o uso de fungicida
- ✓ Relatos de resistência de fungos a fungicidas
- ✓ Necessidade contínua de monitoramento

QUEM É A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA?

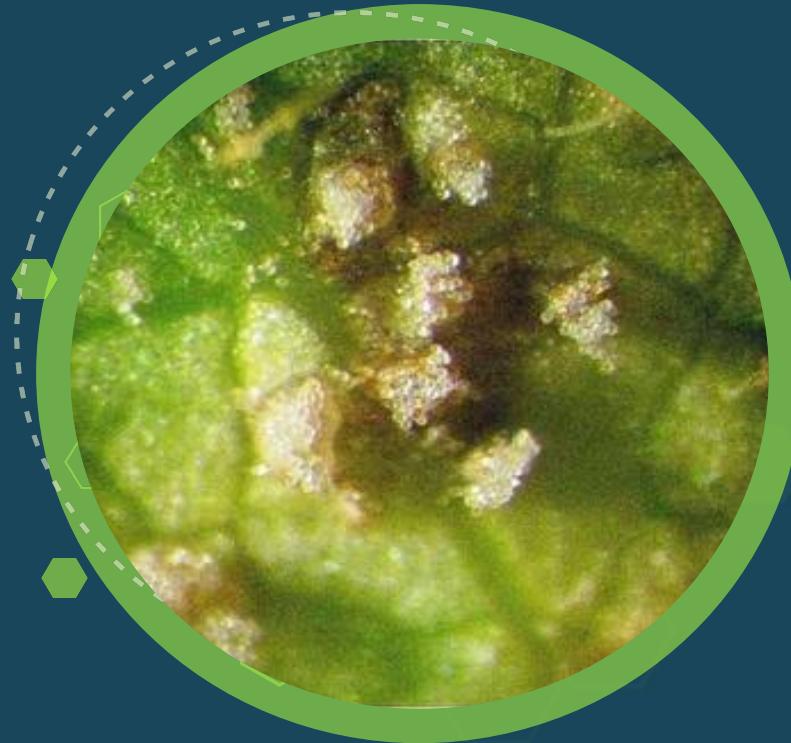
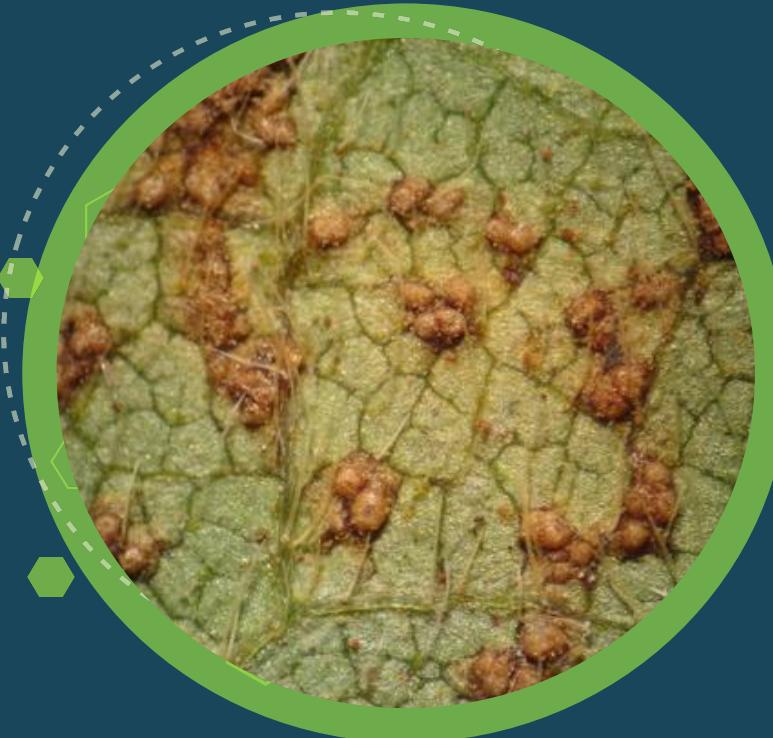
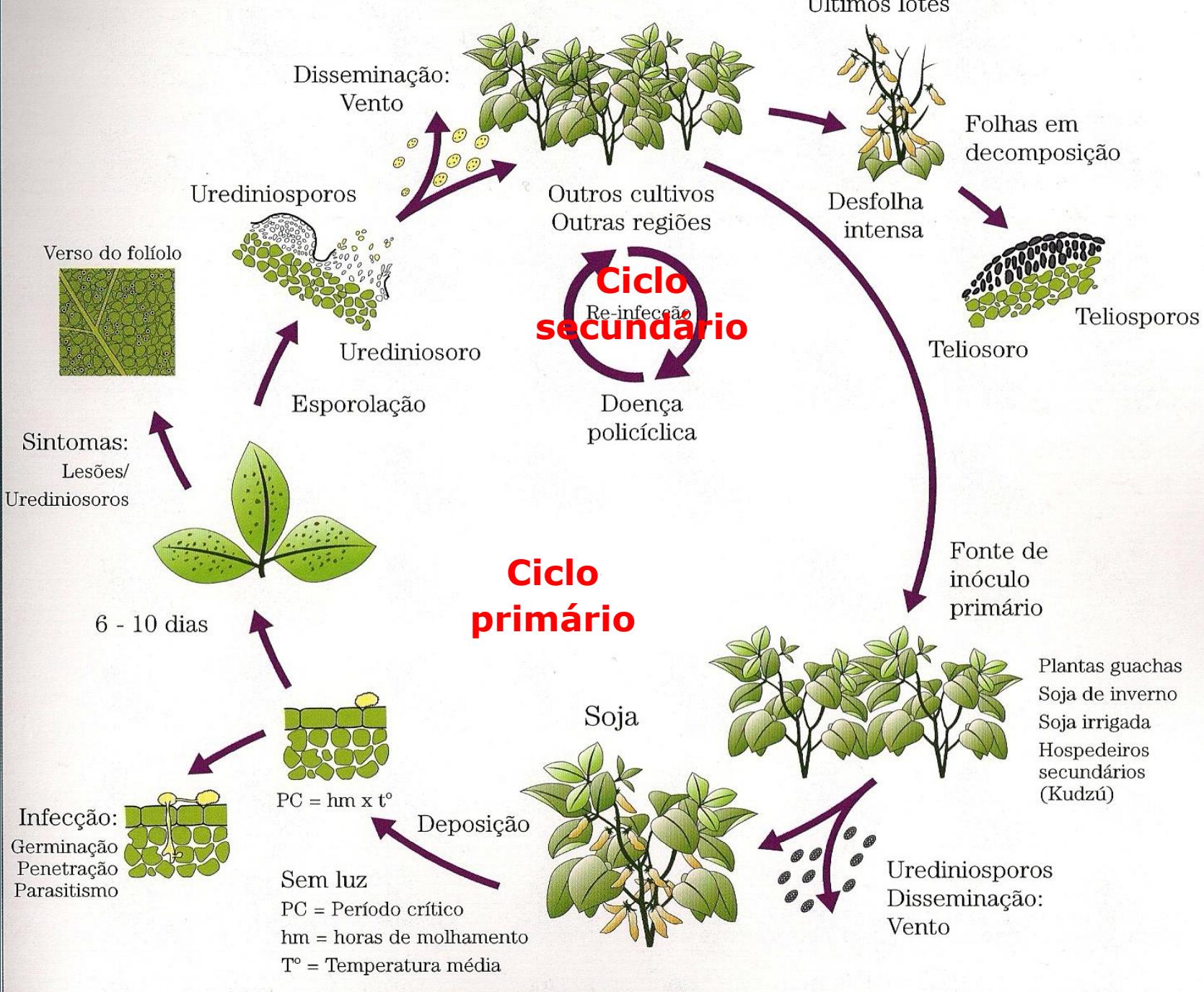


Fig.21 Ciclo da ferrugem da soja



FATORES QUE REDUZEM O POTENCIAL PRODUTIVO



Redução de área fotossintética

Inserção de estruturas reprodutivas



FATORES QUE REDUZEM O POTENCIAL PRODUTIVO



Peso de grãos

FATORES QUE REDUZEM O POTENCIAL PRODUTIVO

6

5

4

3

2

0

R1

R5.1

R6

72,6

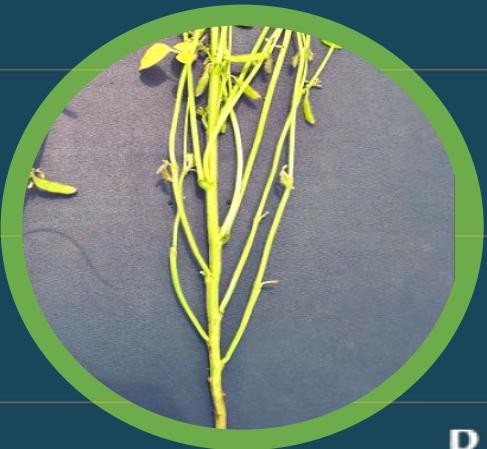
67,1

58,1

4 aplic

3 aplic

2 aplic

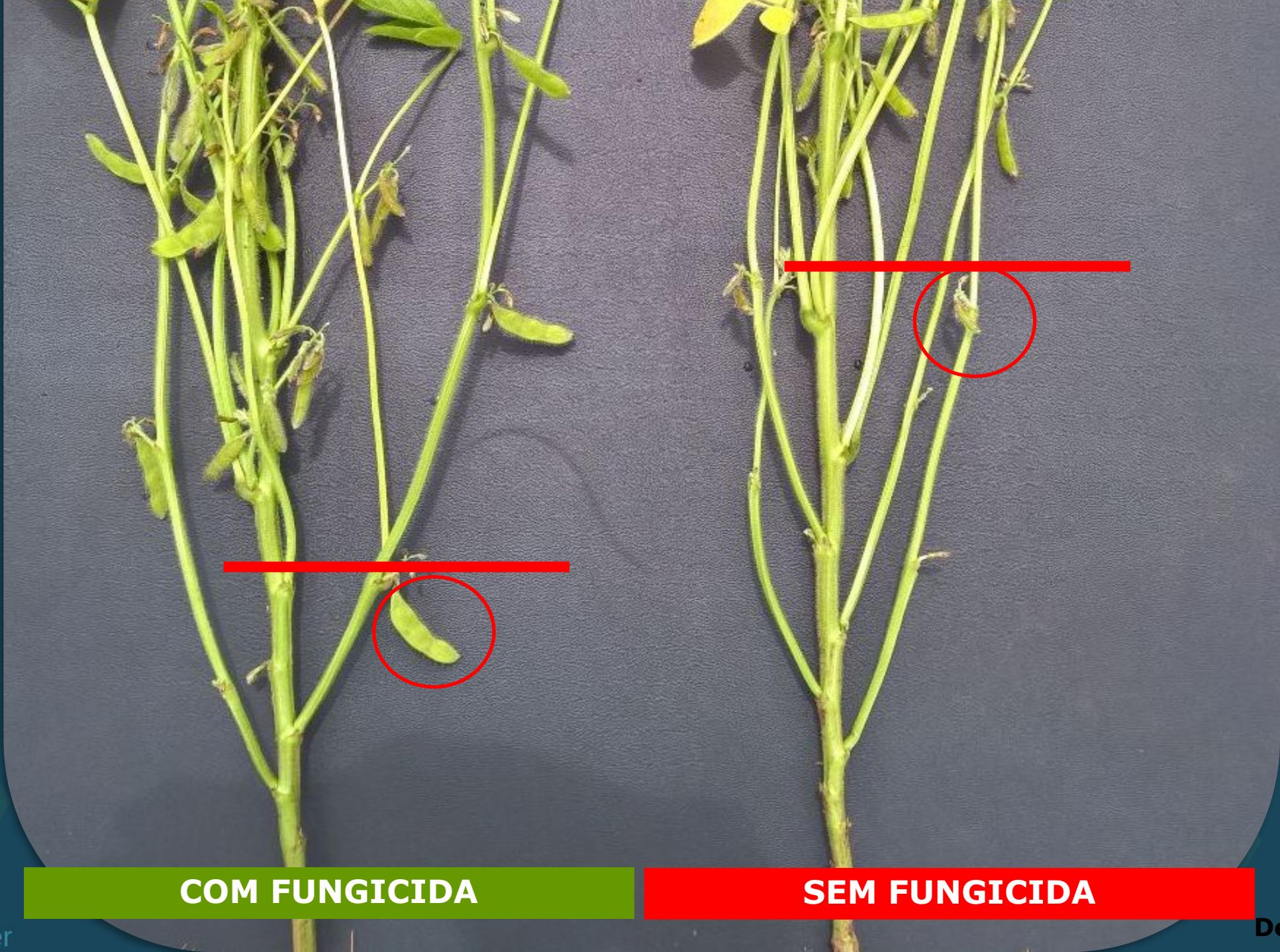


FATORES QUE REDUZEM O POTENCIAL PRODUTIVO



COM FUNGICIDA

SEM FUNGICIDA



COM FUNGICIDA

SEM FUNGICIDA

Consórcio Antiferrugem

Parceria público-privada no combate à ferrugem asiática da soja

MAPA DA DISPERSÃO

FERRUGEM EM NÚMEROS

PRODUTOS E INFORMAÇÕES

SOBRE O SITE

ÁREA RESTRITA



2004/2005 | 332

NOTÍCIAS

OCORRÊNCIAS

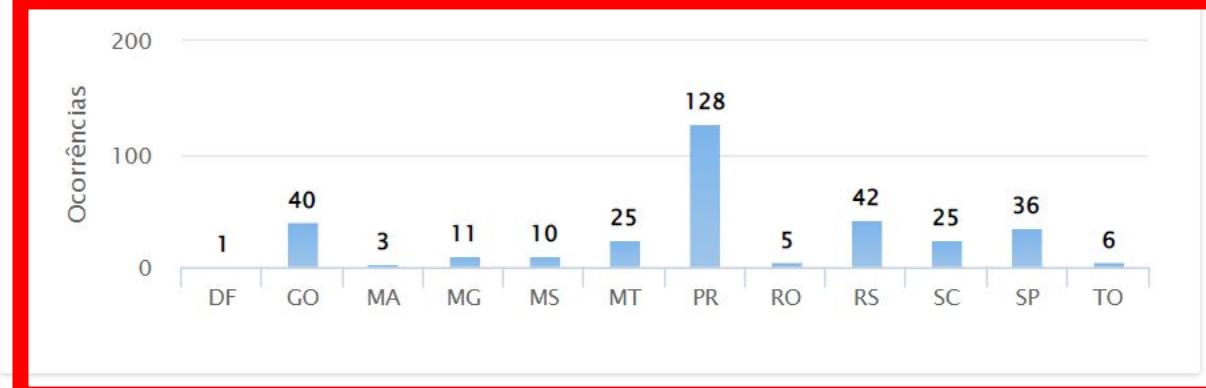
LABORATÓRIOS

- Primeiros focos de ferrugem da soja em lavoura comercial são identificados no Paraná
29/11/2022
- Rede de Fitossanidade Tropical
11/11/2022
- Confira outras plataformas de monitoramento da ferrugem-asiática disponíveis na

POR ESTÁDIO

POR ESTADO

ACUMULADO POR DATA



Fonte: Consórcio Antiferrugem (2023)

Consórcio Antiferrugem

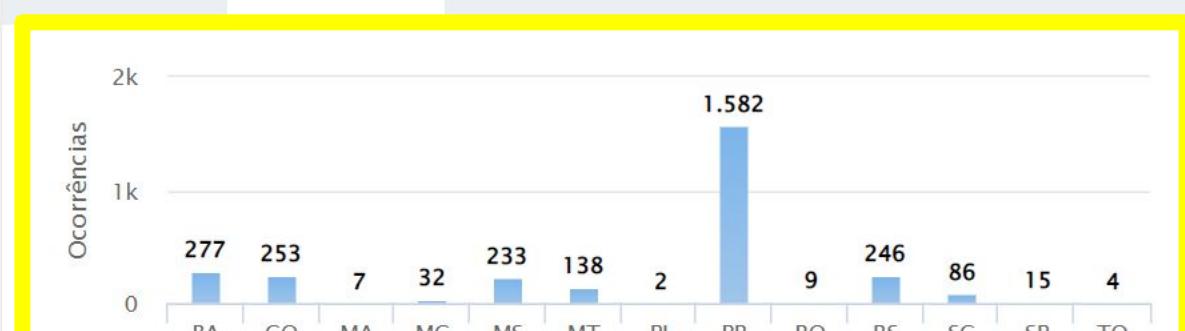
Parceria público-privada no combate à ferrugem asiática da soja

[MAPA DA DISPERSÃO](#)
[FERRUGEM EM NÚMEROS](#)
[PRODUTOS E INFORMAÇÕES](#)
[SOBRE O SITE](#)
[ÁREA RESTRITA](#)

2


[NOTÍCIAS](#)
[OCORRÊNCIAS](#)
[LABORATÓRIOS](#)

- Primeiros focos de ferrugem da soja em lavoura comercial são identificados no Paraná
29/11/2022
- Rede de Fitossanidade Tropical
11/11/2022
- Confira outras plataformas de monitoramento da ferrugem-asiática disponíveis na

[POR ESTÁDIO](#)
[POR ESTADO](#)
[ACUMULADO POR DATA](#)


Fonte: Consórcio Antiferrugem (2023)

Consórcio Antiferrugem

Parceria público-privada no combate à ferrugem asiática da soja

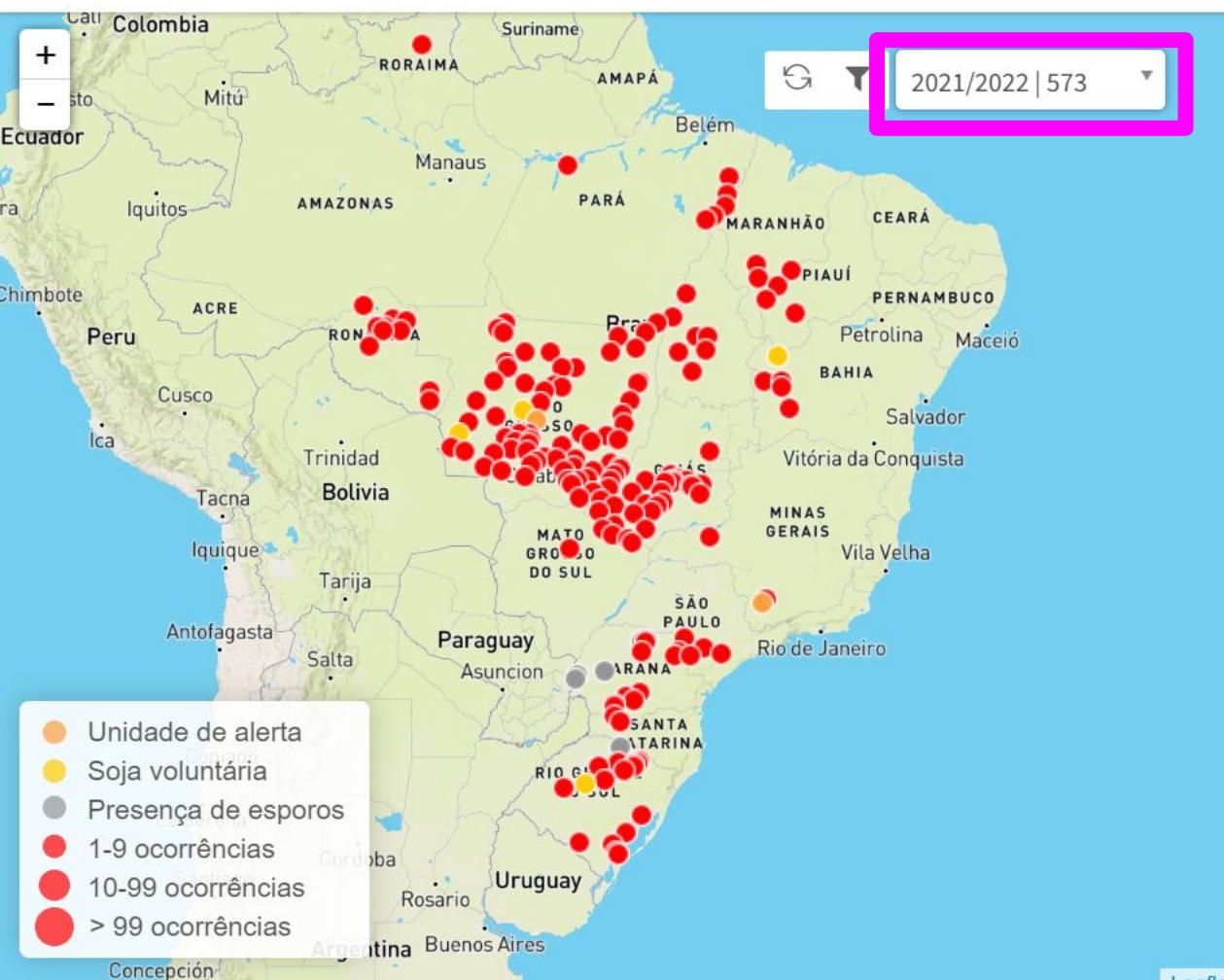
MAPA DA DISPERSÃO

FERRUGEM EM NÚMEROS

PRODUTOS E INFORMAÇÕES

SOBRE O SITE

ÁREA RESTRITA



Fonte: Consórcio Antiferrugem (2023)

Consórcio Antiferrugem

Parceria público-privada no combate à ferrugem asiática da soja

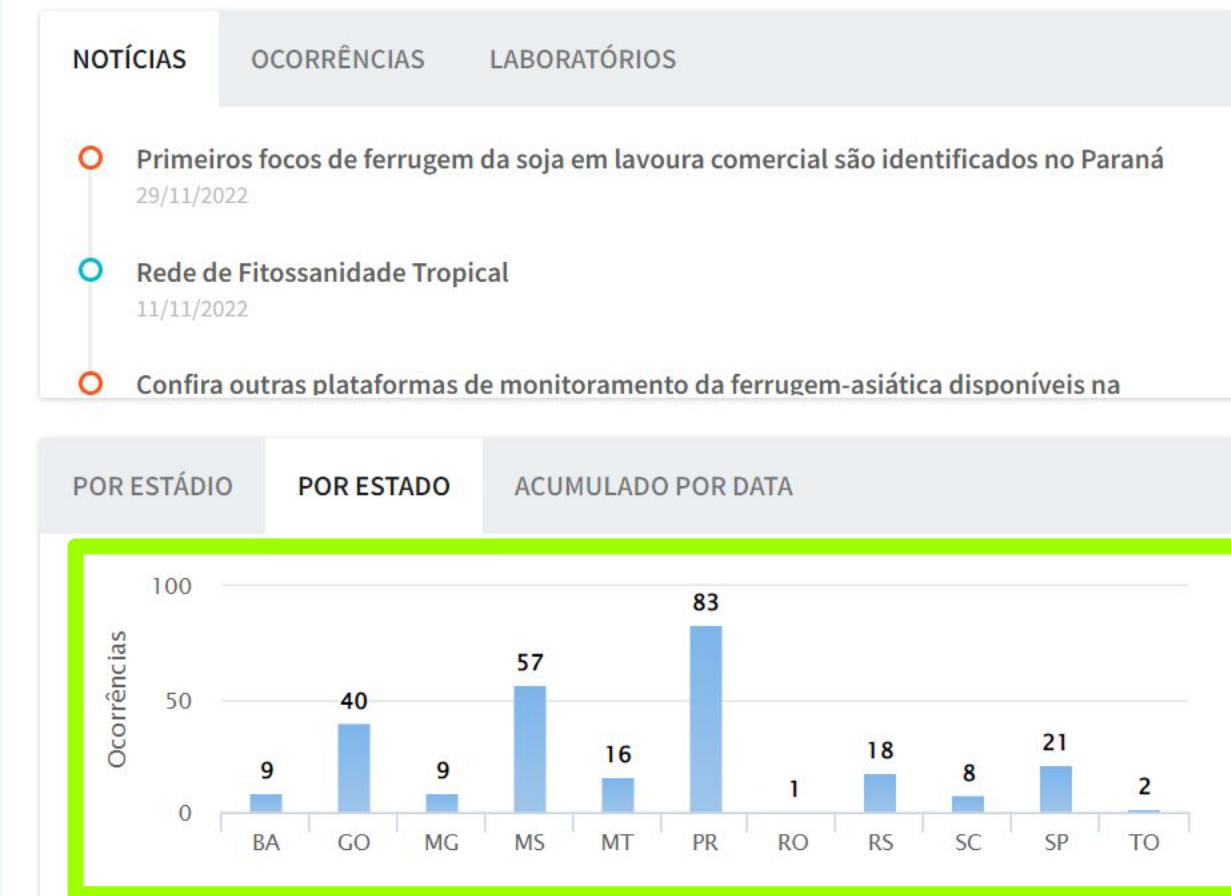
MAPA DA DISPERSÃO

FERRUGEM EM NÚMEROS

PRODUTOS E INFORMAÇÕES

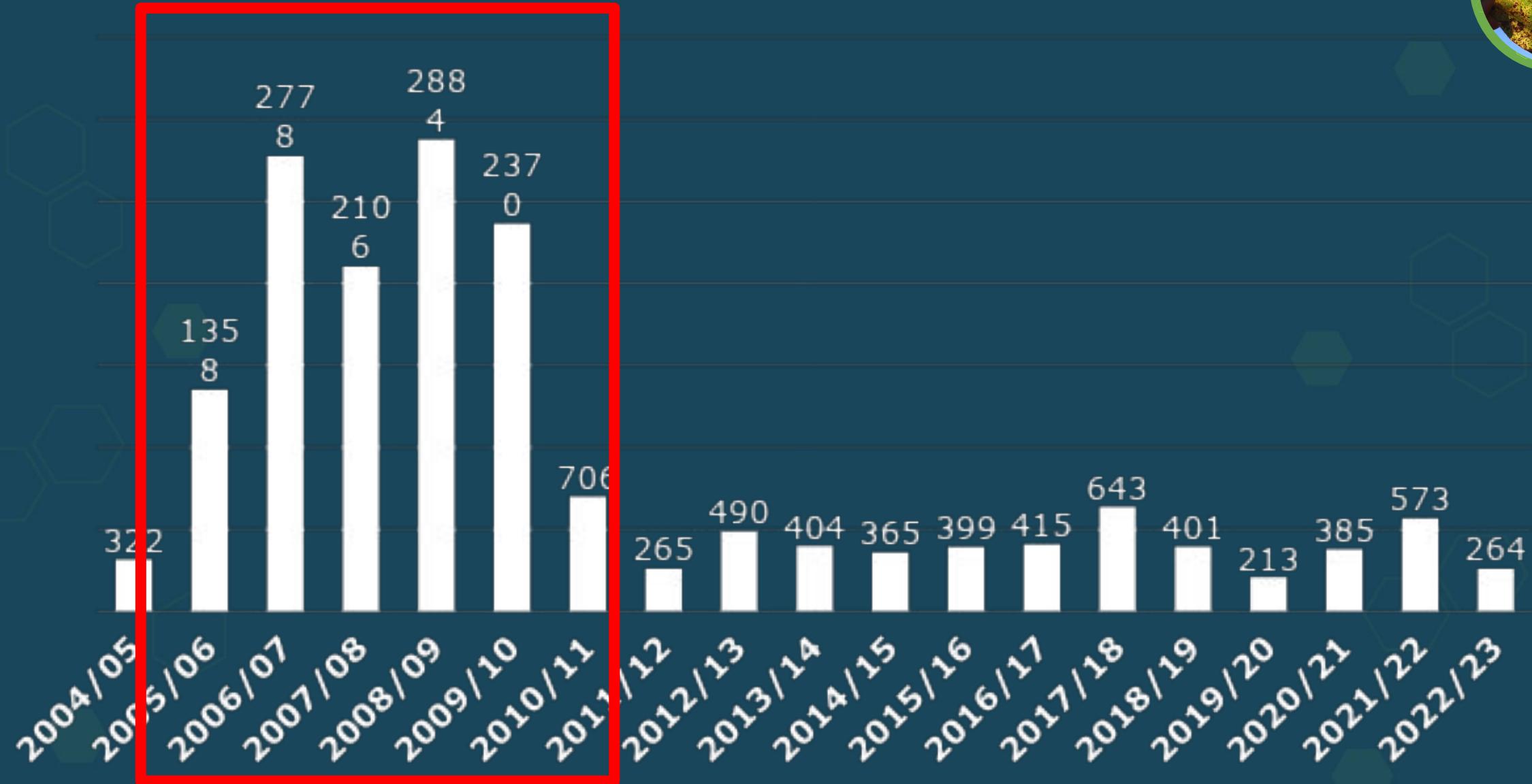
SOBRE O SITE

ÁREA RESTRITA



Fonte: Consórcio Antiferrugem (2023)

MONITORAMENTO DA FERRUGEM ASIÁTICA



Fonte: Consórcio Antiferrugem (2023)

EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO DA FERRUGEM ASIÁTICA

SEM FUNGICIDA



38,6 sc/ha

COM FUNGICIDA



34,5 sc/ha

73,1 sc/ha

EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO DA FERRUGEM ASIÁTICA

SEM FUNGICIDA



42,0 sc/ha

COM FUNGICIDA



77,0 sc/ha

35 sc/ha

EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO DA FERRUGEM ASIÁTICA

SEM FUNGICIDA



38,9 sc/ha

COM FUNGICIDA

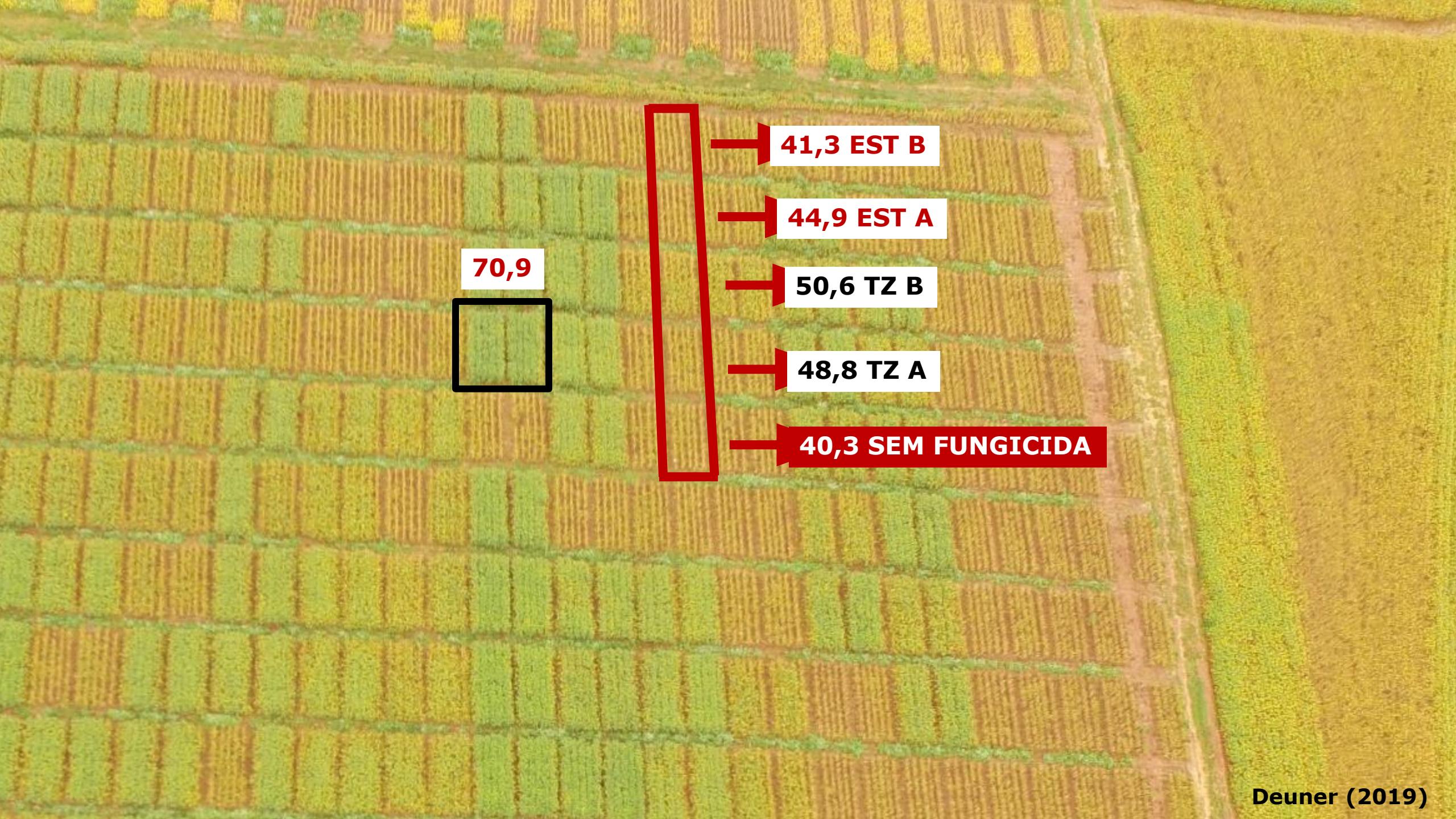


77,5 sc/ha

38,6 sc/ha

2017





8 In vitro Determination of Fungicide Inhibitory Concentration for *Phakopsora pachyrhizi* isolates

Concentração inibitória *in vitro* de fungicidas a isolados de *Phakopsora pachyrhizi*

Bianca Moura Walter Boller Carolina Cardoso Deuner

[ABOUT THE AUTHORS](#)

ABSTRACT

ABSTRACT

In vitro assays were preformed to obtain the IC₅₀ of eight fungicides against *Phakopsora pachyrhizi* isolates from Passo Fundo, RS, Ponta Grossa, PR, and Primavera do Leste, MT. Different concentrations of the fungicides were added to Petri dishes containing soybean leaf extract agar medium. One milliliter of *P. pachyrhizi* uredospore suspension at the concentration of 3.0×10^4 uredospores/mL was added to each dish for subsequent viability quantification. Only pyraclostrobin and the mixture trifloxystrobin + prothioconazole showed IC₅₀ values inferior to 1.0 mg/L for all tested isolates, demonstrating high fungitoxicity. There was not loss of sensitivity to any of the tested fungicides.

Keywords

IC₅₀; Asian soybean rust; fungitoxicity; sensitivity loss

Manejo Integrado de Ferrugem-Asiática na Cultura da Soja

Autores: Carolina Cardoso Deuner; Bianca de Moura Barber; Jonatas Tognon; Nícolas Fávero; Felipe Escobar; Gláucia Pratti; Angela Bombarda; Jonas Zuch; Bruno Pasinato; Gabriela Adames

Publicado em: 31/08/2018

[Manejo integrado de doenças](#) [Doenças](#) [Fungicidas](#) [Soja](#)

O termo, manejo integrado tem origem na entomologia (GEIER, 1966), sendo esse posteriormente adaptado para a área de fitopatologia (CHIARAPPA, 1974). O manejo integrado de doenças implica na “utilização de todas as técnicas disponíveis dentro de um programa unificado, de tal modo a manter a população de organismos nocivos abaixo do limiar de dano econômico e a minimizar os efeitos colaterais deletérios ao meio ambiente” (NAS, 1969).

Esse conceito está alicerçado em pilares como controle genético (cultivares resistentes), cultural (rotação de culturas), biológico (organismos biocontroladores), físico (termoterapia) e químico (fungicidas).

Abordando as doenças na cultura da soja, verifica-se que mais de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já

Capa

Sensibilidade vigiada



Na eterna luta para manejar a ferrugem asiática da soja, monitorar periodicamente o comportamento de isolados do fungo *Phakopsora pachyrhizi* à aplicação de fungicidas é medida importante para ajudar a preservar a eficiência das tecnologias e garantir que o controle químico tenha vida longa e sustentável

A ferrugem-asiática da soja (FAS), causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sidow & Sodoy, é a principal doença de parte aérea da cultura da oleaginosa e pode resultar em danos que variam de 50% a 90%, dependendo das condições ambientais. Pode ser controlada por métodos de manejo integrado ou controle químico, o qual, no Brasil, teve o início na safra de 2002/03, utilizando fungicidas do grupo químico triazol (IDM), posteriormente, a mistura de IDM e etrobifeno (IQe) (Reis et al., 2014), e por último, misturas contendo carboximidas (ISDH)- todos fungicidas de uso específico.

Um dos problemas do uso de fungicidas no controle de doenças, é o surgimento de fungos patogênicos resistentes na população (Ghini & Kimura, 2000), que ao serem ameaçados podem desenvolver mecanismos que conferem resistência a produtos

anteriormente considerados tóxicos a eles, para que sobrevivam.

Portanto, a resistência de um fungo ao fungicida é caracterizada como uma alteração genética estável e herdável (mutação), que resulta na redução da sensibilidade do patógeno à molécula em questão (Silva et al., 2009).

Um dos estudos que demonstraram a eficácia dos fungicidas, é o de Schmitz et al. (2014) revelaram que cinco mutações diferentes nos isolados do fungo foram detectadas no gene CYP51 (citochrome P450) para o grupo químico IDM. Posteriormente, detectou-se uma mutação no gene CTR6 (citocromo b) para o grupo químico IQe, sendo que 100% dos isolados provenientes de Mato Grosso e Goiás apresentaram a mutação F129L (Kłosowski et al., 2016).

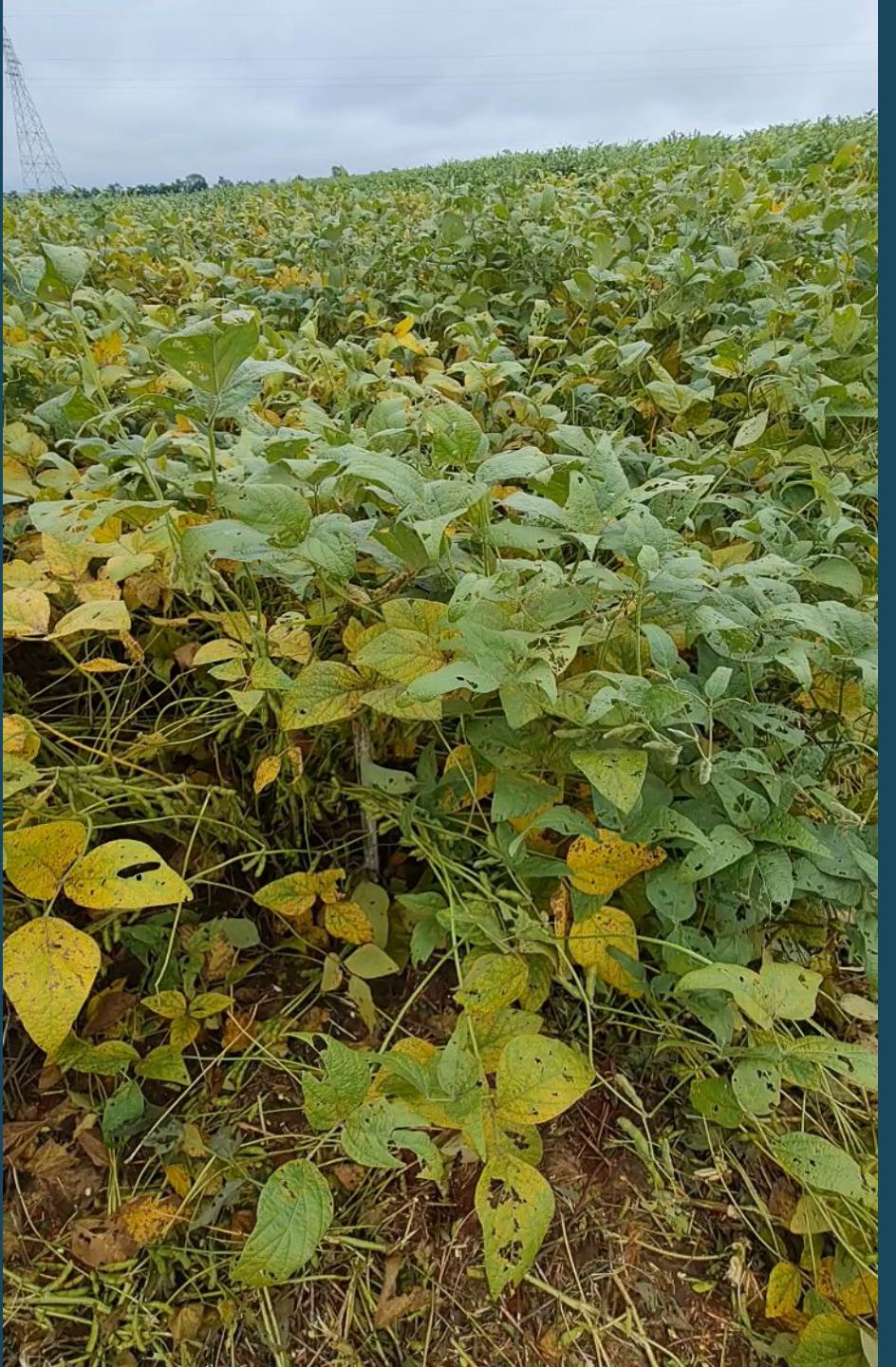
26 Junho 2019 • www.revistacultivar.com.br



Fotos Carolina Deuner

Tabela 1 - Concentração efetiva (CE50) de fungicidas para o controle de 50% da severidade da ferrugem asiática em cultivares isolados de *Phakopsora pachyrhizi* de diferentes regiões do Brasil. UFP, Passo Fundo, RS, 2019

Ingrediente ativo	Média (IC50 mg/L)
Ponto Fundo-RS	0,88
Tupacaté-RS	1,03
Sertão-RS	0,93
Caxias-RS	0,98
Cambará do Sul-RS	1,27
Iberá-SP	1,44
São Gabriel do Oeste-RS	1,11
Passo Fundo-RS	1,44
Tupacaté-RS	1,44
Sertão-RS	0,66
Cambará do Sul-RS	1,13
Iberá-SP	1,85
São Gabriel do Oeste-RS	1,14
Passo Fundo-RS	0,35
Tupacaté-RS	0,35
Sertão-RS	0,28
Cambará-RS	0,08
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	0,49
Tupacaté-RS	0,95
Sertão-RS	0,77
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
Sertão-RS	0,47
Caxias-RS	0,91
Campos Novos-SC	0,03
Iberá-SP	0,29
São Gabriel do Oeste-RS	1,56
Passo Fundo-RS	0,95
Tupacaté-RS	0,98
S	



DESAFIOS NO CONTROLE DE DOENÇAS EM SOJA

CULTURAL

GENÉTICO

QUÍMICO



DESAFIOS NO CONTROLE DE DOENÇAS EM SOJA

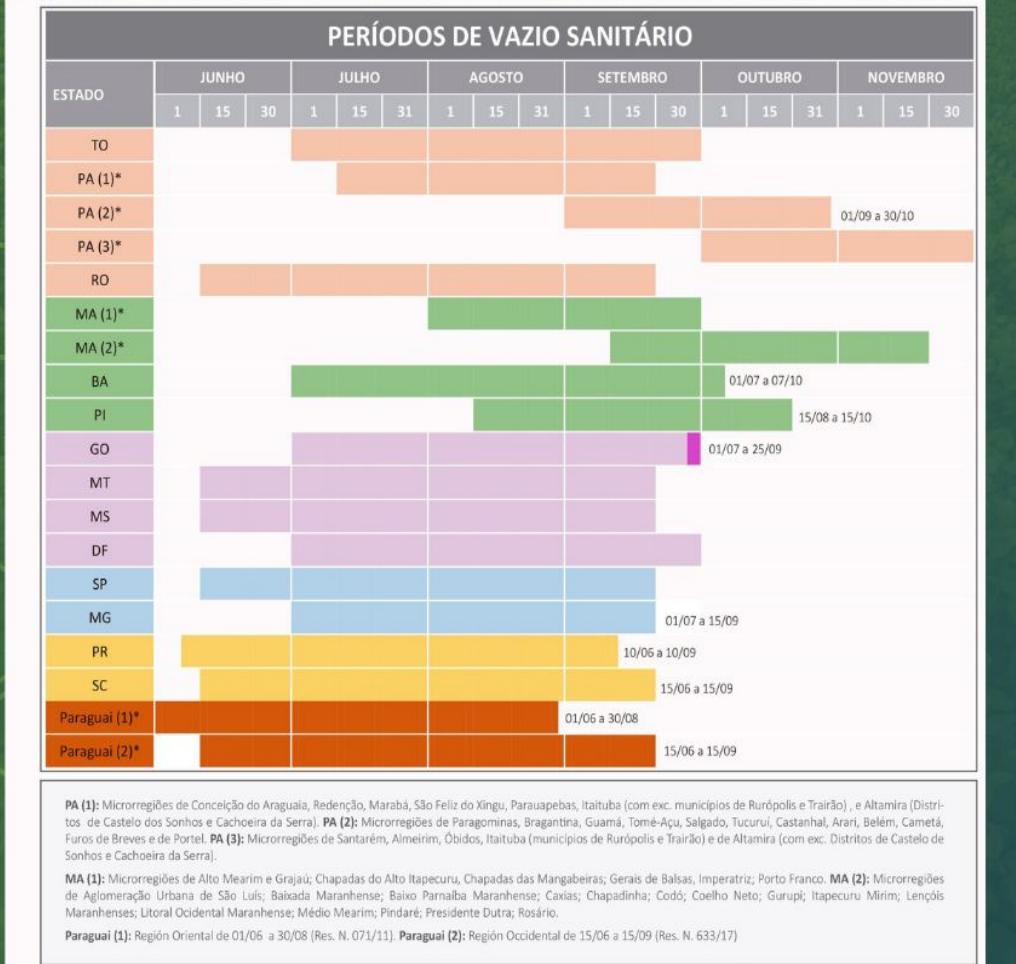
CULTURAL

GENÉTICO

QUÍMICO



O **vazio sanitário** é o período de no mínimo de 60 dias sem a cultura e plantas voluntárias no campo. No Brasil treze estados e o Distrito Federal adotaram essa medida, visando **reduzir a sobrevivência do fungo** durante a entressafra e assim atrasar a ocorrência da doença na safra.



Calendário de semeadura da soja

REGIÃO CENTRO-OESTE

Estado	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
DF													
GO													
MT													
MS													



DESAFIOS NO CONTROLE DE DOENÇAS EM SOJA

CULTURAL

GENÉTICO

QUÍMICO



CONTROLE CULTURAL

**TAN - castanho claro
sem necrose extensiva**



**RB - reddish brown
marrom avermelhada**



FATORES DO HOSPEDEIRO

- Variedades resistentes: RV (Xo) e RH (r)

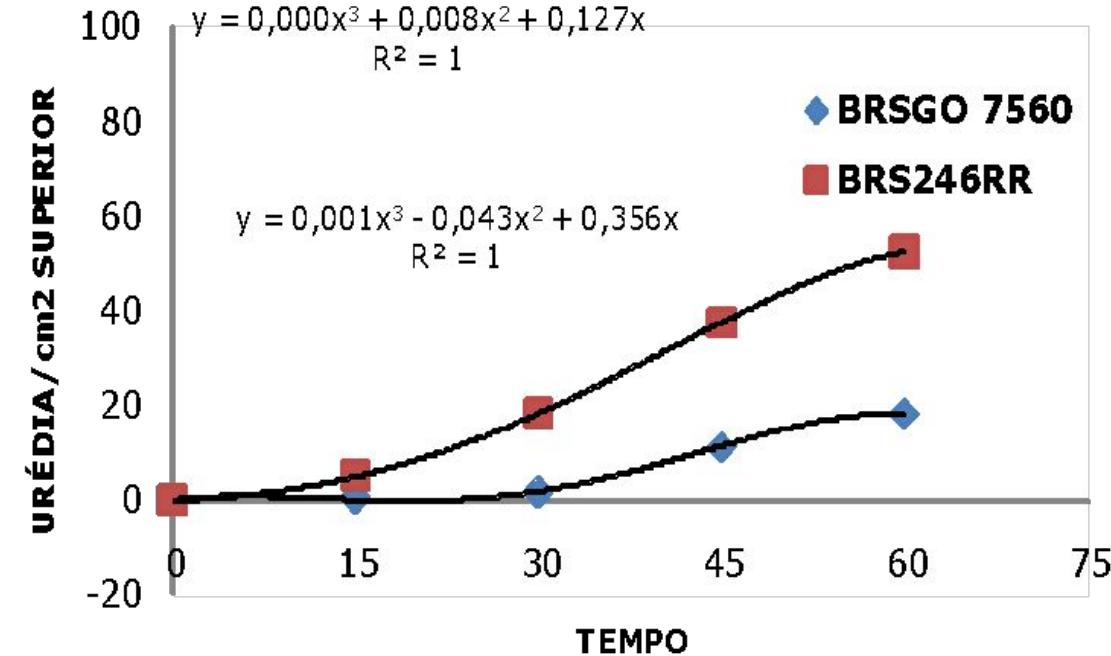
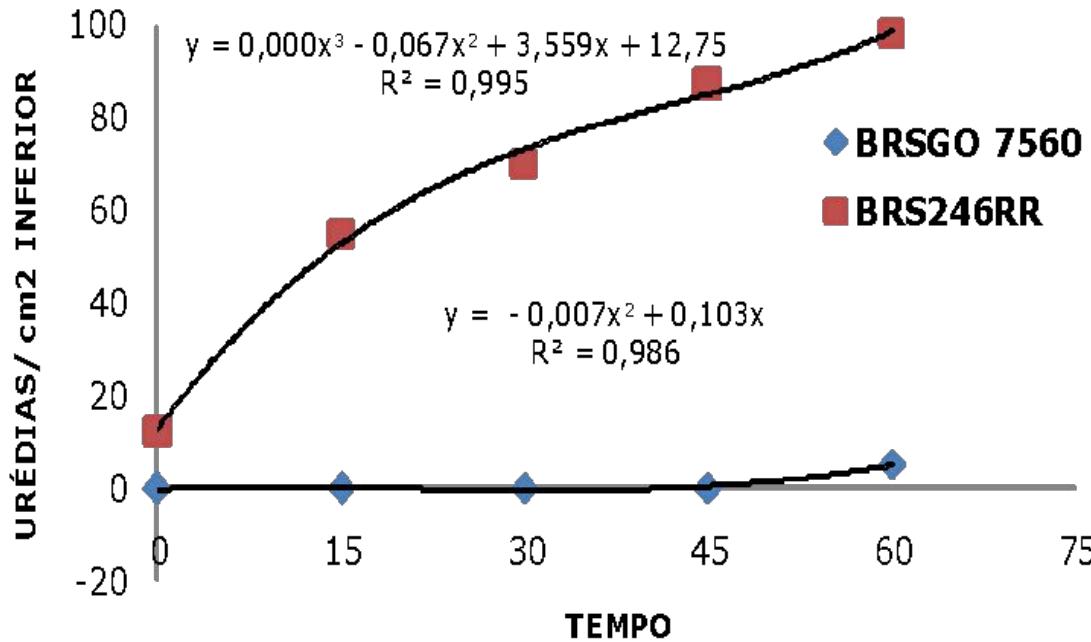


Figura 6 Número médio de urédias. cm^{-2} inferior e superior de ferrugem asiática dos cultivares BRSGO 7560 e BRS 246 RR, sem aplicação de fungicida. UPF, Passo Fundo, RS, 2010.

DESAFIOS NO CONTROLE DE DOENÇAS EM SOJA

CULTURAL

GENÉTICO

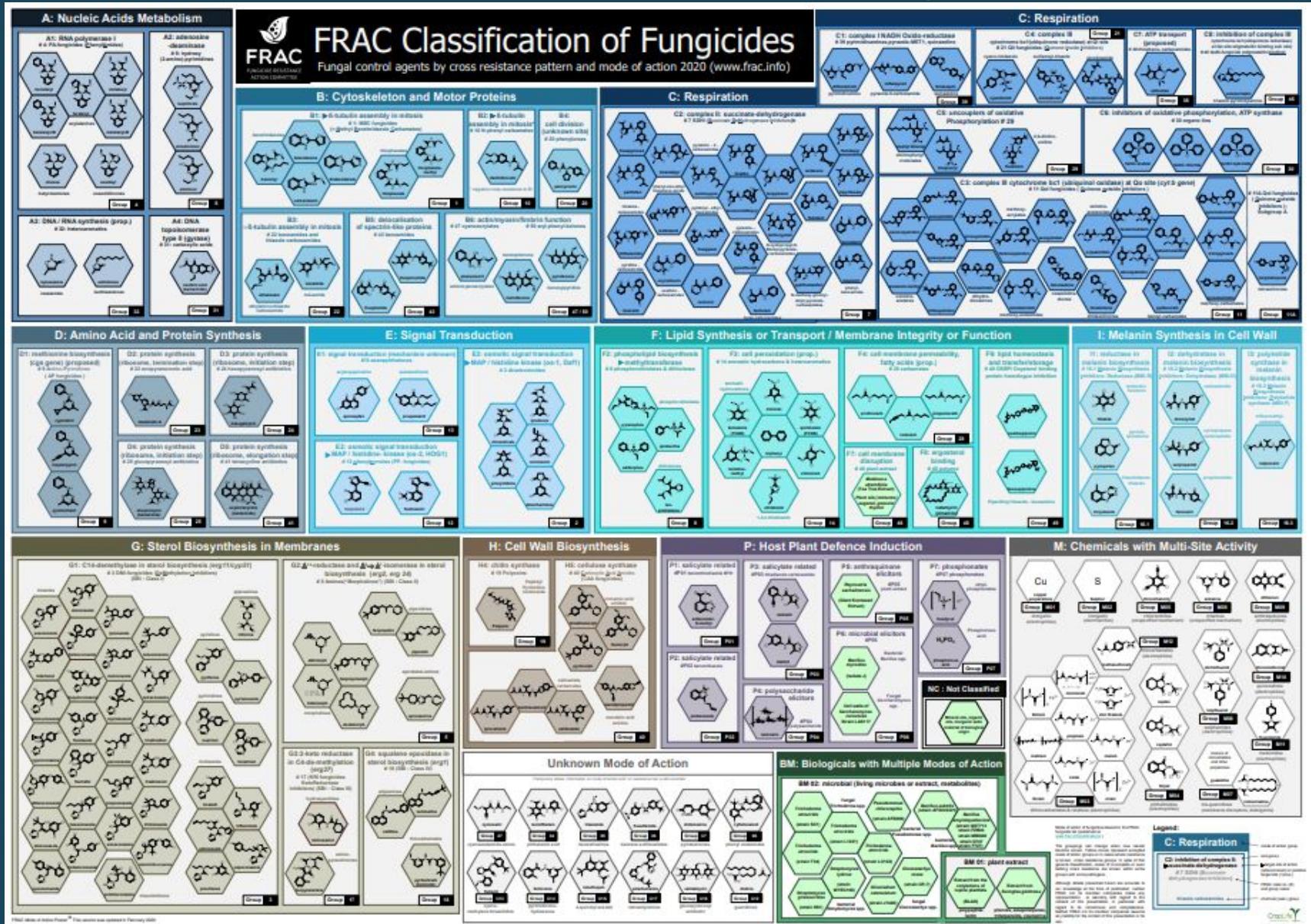
QUÍMICO



Principais grupos químicos de FUNGICIDAS DE PARTE AÉREA



MECANISMOS DE AÇÃO DE FUNGICIDAS



- 13 Grupos de fungicidas
Diferenciação entre os
Modos de Ação nas rotas
metabólicas dos
patógenos

Legend:

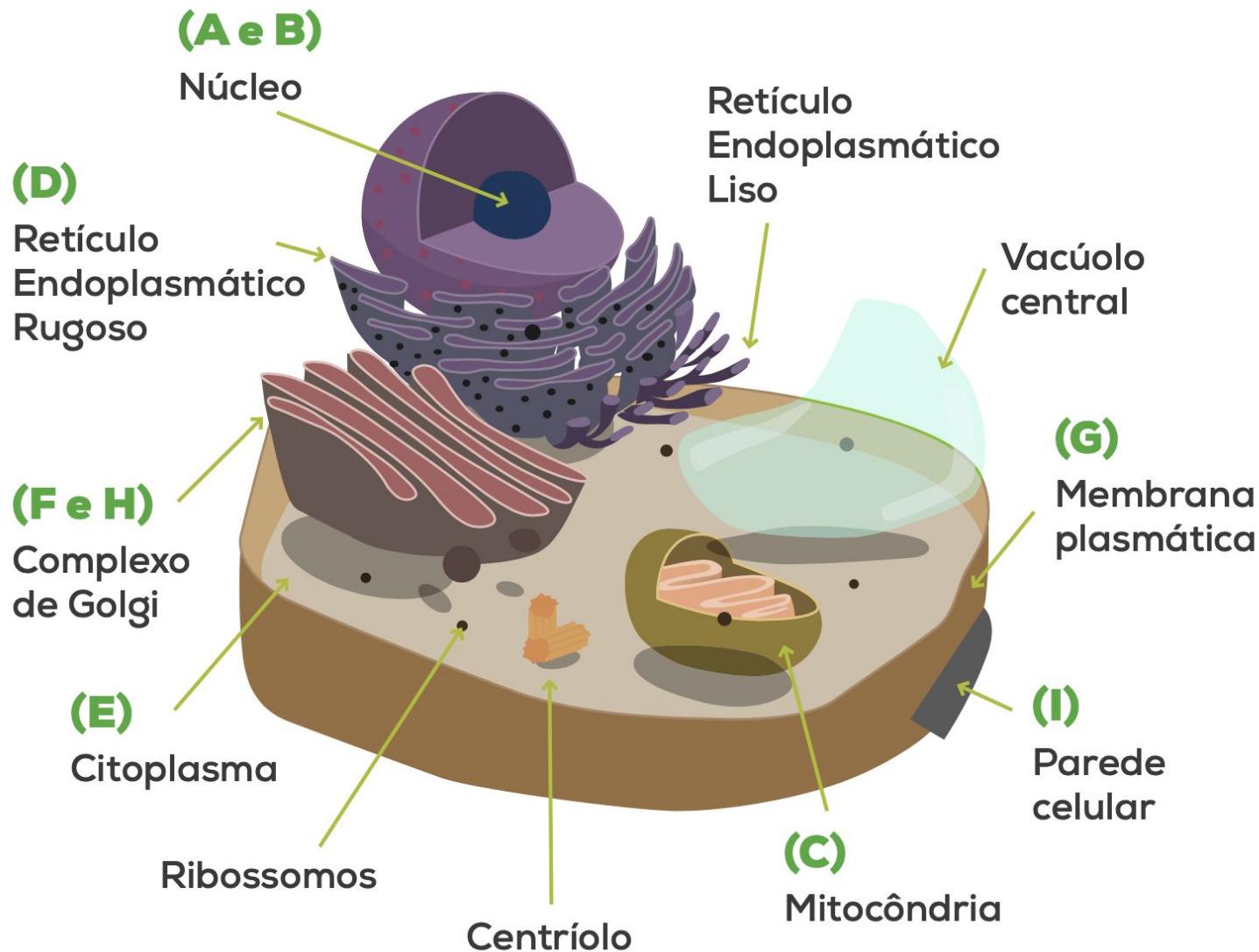
C: Respiration

**C2: inhibition of complex II:
> succinate-dehydrogenase**

imidazoles carboxamides

- mode of action group
- sub-group
- ► target site of action
(where known) or putative
target site (=prop.)
- FRAC code no. (#)
and group name
- chemical (sub-) group

MECANISMOS DE AÇÃO DE FUNGICIDAS



- A:** Síntese de ácidos nucléicos
- B:** Divisão celular e mitose
- C:** Respiração
- D:** Síntese de Aminoácidos
- E:** Transdução de sinais
- F:** Síntese de lipídeos e membranas
- G:** Síntese de esteróis em membranas
- H:** Biossíntese da parede celular
- I:** Síntese de melanina na parede celular
- P:** Defesas vegetais
- M:** Atividade Multissítios

GRUPO QUÍMICO	NOME TÉCNICO	MECANISMO DE AÇÃO
Benzimidazol (B1)	Carbendazim Tiofanato Metílico	Inibe mitose e divisão celular
Carboxamida (C2)	Fluxapiroade Benzovindiflupir Bixafen Boscalida Adepidyn Impirfluxam	Inibe respiração mitocondrial
Estrobilurina (C3)	Piraclostrobina Azoxistrobina Trifloxistrobina Picoxistrobina Dimoxistrobina Metaminostrobina Cresoxim metílico	Inibe respiração mitocondrial
Fenilpiridinilanina (C5)	Fluazinan	Desacopla fosforilação oxidativa
Dicarboximida (E3)	Procimidona	Inibe respiração mitocondrial
Triazol (G1)	Tebuconazol Epoxiconazol Difenoconazol Propiconazol Ciproconazol Metconazol Proticonazol Tetraconazol	Bloqueia biossíntese de ergosterol
Morfolinas (G2)	Fenpropimorfe	Bloqueia biossíntese de ergosterol
Cúpricos (M1)	Oxicloreto de cobre Hidróxido de cobre Óxido cuproso	Interferência das funções celulares Inativa enzimas essenciais
Ditiocarbamato (M3)	Mancozebe	Interferência das funções celulares Inativa enzimas essenciais
Isoftalonitrila (M5)	Clorotalonil	Interferência das funções celulares Inativa enzimas essenciais

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Agricultura

[Pragas](#)[Ingredientes Ativos cons...](#)[Produtos Formulados](#)[Produtos Técnicos](#)[Relatórios](#)

Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários

Consulta de Praga/Doença

Dados da Praga

[Dados Gerais](#)[Sobre a Praga](#)[Fotografias](#)[Produtos Indicados](#)**Produto**[Absoluto FIX](#)[Across; Zarco;](#)[Adante Xtra](#)[Aderis](#)[Airone Inox](#)[Airone Scudo](#)[Alade](#)[Alicerce](#)[Almada; Kejano;](#)[Approve](#)**Ingrediente Ativo(Grupo Químico)**[clorotalonil \(isoftalonitrila\)](#)[Azoxistrobina \(estrobilurina\) + clorotalonil \(isoftalonitrila\)](#)[Azoxistrobina \(estrobilurina\) + ciproconazol \(triazol\) + t...](#)[clorotalonil \(isoftalonitrila\)](#)[hidróxido de cobre \(inorgânico\) + oxicloreto de cobre \(i...](#)[hidróxido de cobre \(inorgânico\) + oxicloreto de cobre \(i...](#)[Benzovindiflupyr \(pirazol carboxamida\) + ciproconazol](#)[mancozebe \(alquilenobis\(dtiocarbamato\)\)](#)[fluxapiroxade \(carboxamida\) + mancozebe \(alquilenob...](#)[fluazinam \(fenilpiridinilamina\) + tiofanato-metílico \(benz...](#)**Qtd. Produtos: 165**[Voltar](#)[Nova Consulta](#)[Relatório](#)

Linha do tempo dos fungicidas

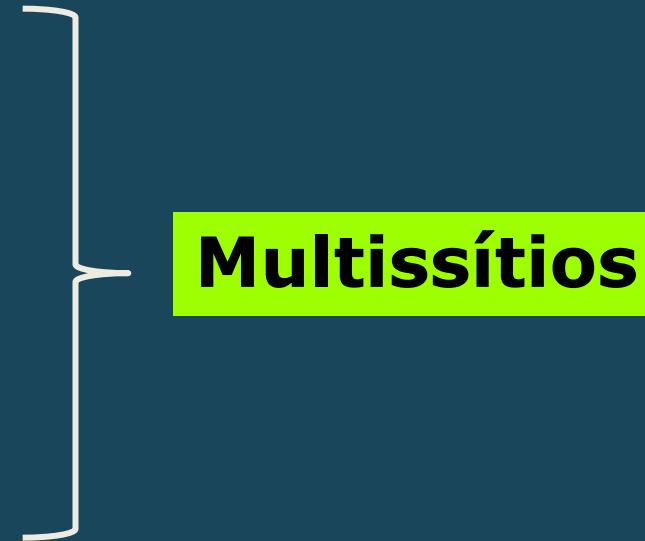
- **1960:** Benzimidazol
- **1970:** Triazol (IDMs)
- **1990:** Estrobilurina (IQEs)
- **2010:** Carboxamida (SDHIs)

**Sítios
específicos**

- Risco de resistência:
 - Médio (triazóis < carboxamidas < estrobilurinas < benzimidazóis) Alto

Linha do tempo dos fungicidas

- **1885:** Cúpricos
- **1934:** Ditiocarbamatos
- **1966:** Clorotalonil

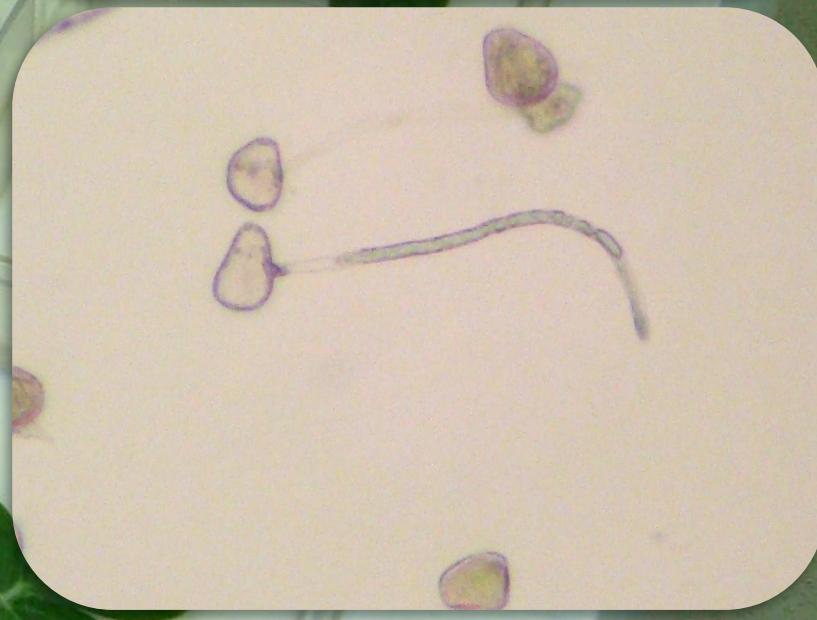


- Atuam sobre diversas enzimas do fungo alvo
- Risco de resistência: baixo

RESISTÊNCIA DE *P. pachyrhizi* A FUNGICIDAS

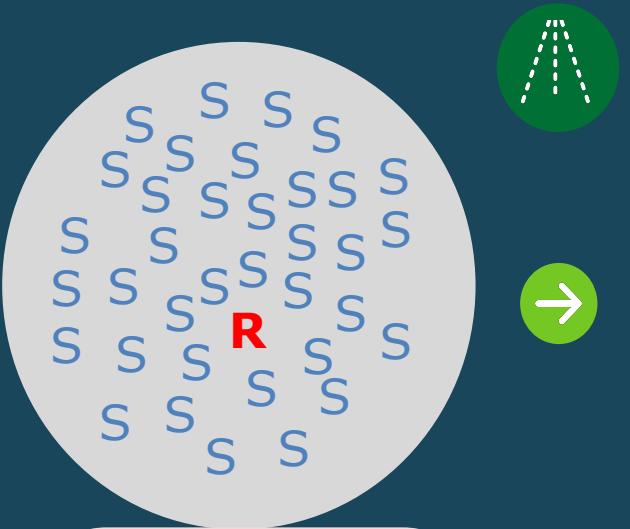
✓ **RESISTÊNCIA:** Alteração herdável e estável de um fungo (mutação) em resposta a aplicação de um fungicida, ou seja, redução na sensibilidade do fungo alvo ao mecanismo de ação do fungicida.



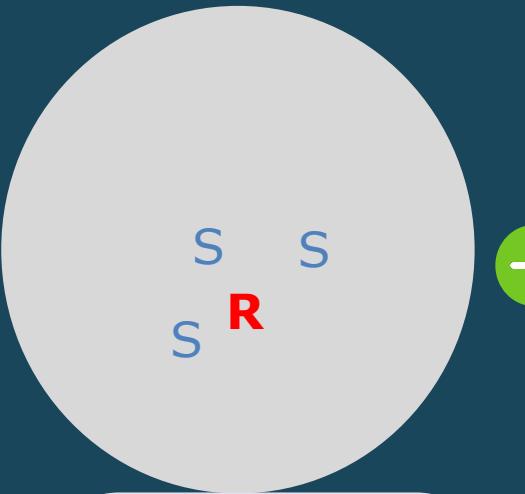


RESISTÊNCIA DE *P. pachyrhizi* A FUNGICIDAS

Aplicações MoA

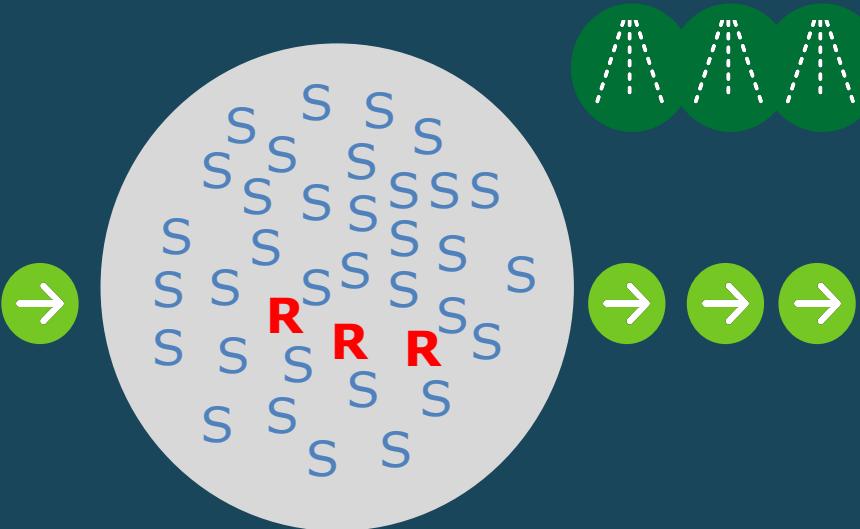


População Natural

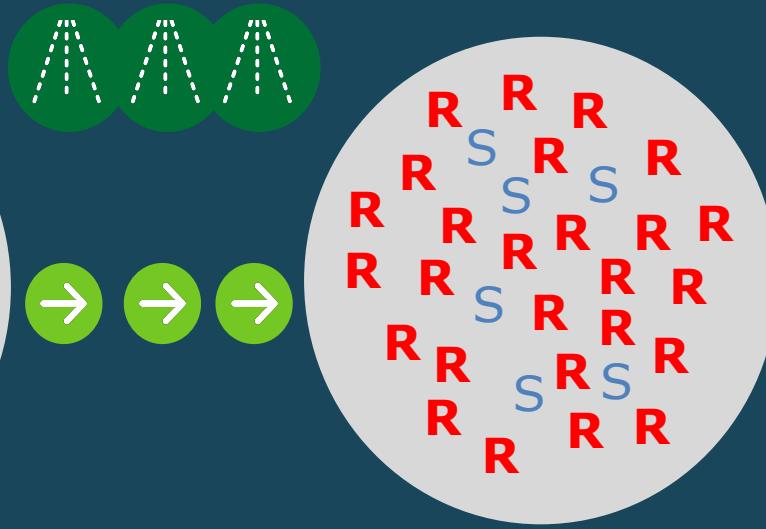


População Selecionada

Após muitas aplicações do mesmo MoA



População Regenerada



População Resistente

Pressão de Seleção

RESISTÊNCIA DE *P. pachyrhizi* A FUNGICIDAS

GRUPO QUÍMICO	ANO DE RELATO	TEMPO*
Triazol	2007	5 anos
Estrobilurina	2012	10 anos
Carboxamida	2015	3 anos
Morfolina	Sem relato	Sem relato
Ditiocarbamato, Isoftalonitrila e Cobre	Sem relato	Sem relato

*Tempo de uso do fungicida até relato de alteração da sensibilidade.



Testemunha



Tebuconazol 2x



Siquerí, 2006/07



Tebuconazol 3x



Testemunha



Tebuconazol 2x



Siquerl, 2007/08

17 3 2008

Tebuconazol 3x



Mistura 3x



Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2020/2021: resultados summarizados dos ensaios cooperativos

Cláudia Vieira Godoy, Carlos Mitinori Utiamada, Maurício Conrado Meyer, Hercules Diniz Campos, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Ariel Muhl, Carlos André Schipanski, Chryz Melinski Serciloto, Edson Ricardo de Andrade Junior, Eloir Moresco, João Mauricio Trentini Roy, João Carlos Bonani, Lucas Navarini, Luana Maria de Rossi Belufi, Luís Henrique Carregal Pereira da Silva, Lucas Henrique Fantin, Luiz Nobuo Sato, Marcio Marcos Goussain Júnior, Marcos Vinicios Garbiate, Marina Senger, Mônica Anghinoni Müller, Mônica Paula Debortoli, Mônica Cagnin Martins, Nédio Rodrigo Tormen, Valtemir José Carlin (in memoriam)

Londrina, PR
Agosto, 2021



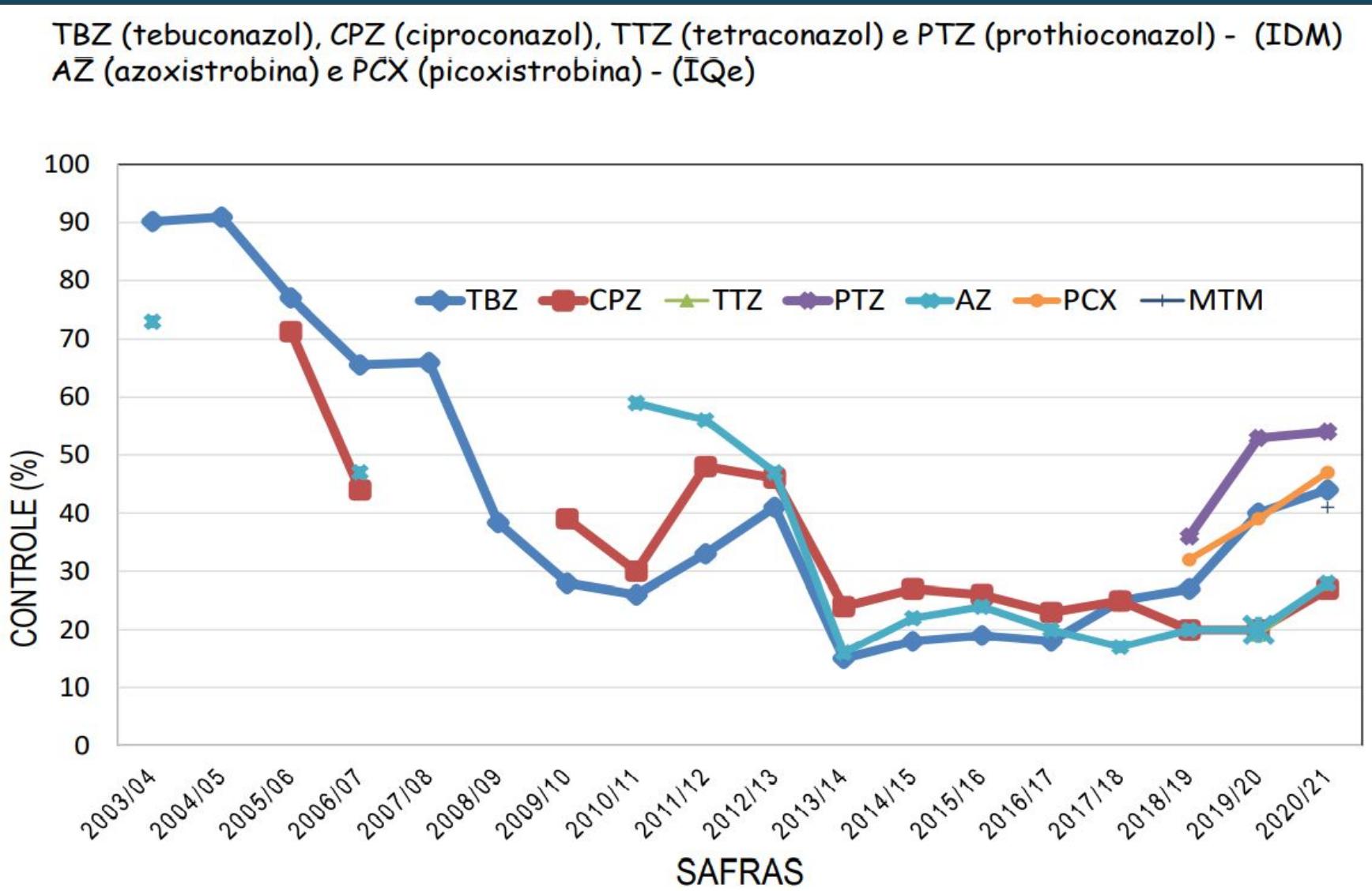
Fonte: Godoy et al. (2021)(Consórcio Anti-Ferrugem)

REDUÇÃO DA SENSIBILIDADE DE *P. pachyrhizi*

Eficácia de IDM e IQE no controle da ferrugem (%)



90%



20%

Fonte: Godoy et al. (2021)(Consórcio Anti-Ferrugem)

RESISTÊNCIA DE *P. pachyrhizi* A FUNGICIDAS

- ✓ O uso contínuo de fungicidas do mesmo grupo químico, aumento a população do fungo resistente e redução da eficiência do controle do patógeno (FERNÁNDEZ-ORTUÑO et al., 2010).
- ✓ Redução de eficiência de fungicidas
 - **2003/04:** IDM - 90 - 15% de controle
 - **2008/09:** IDM e IQe - 79 - 41% de controle
 - **2009/10:** IQe - 79 - 16 % de controle
 - **2017/18:** SHDI - 75 - 56% de controle
- ✓ **Variabilidade genética**
 - **Triazol:** Cyp51 – mutação super expressão
 - **Estrobilurinas:** G137R, **F129L**, F143L
 - **Carboxamidas:** I86F

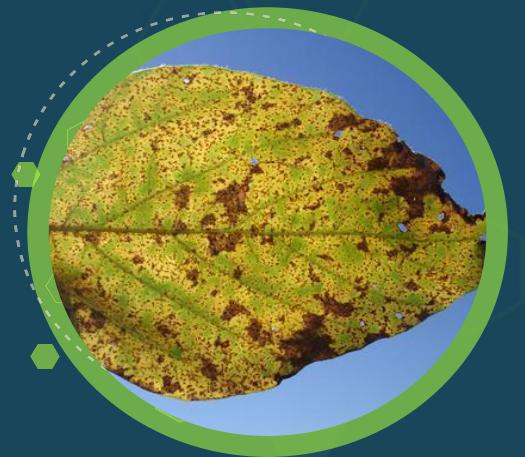


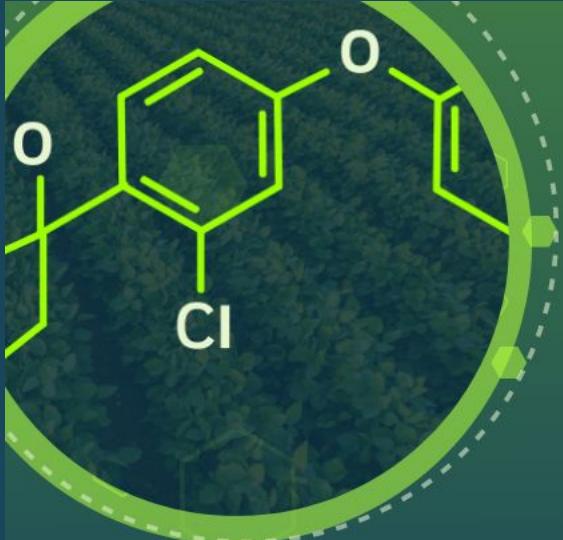
RESISTÊNCIA DE *P. pachyrhizi* A FUNGICIDAS

Sítio de ação	Grupos Químicos/ Fitopatógeno	Ferrugem Asiática	Mancha- Alvo	<i>Septoria glycines</i>	<i>Cercospora spp.</i>
Respiração celular (Complexo II e Complexo III)	Carboxamidas	I86F (2016)	H278Y, N75S (2018)		
	Estrobilurinas	F129L (2013)	G143A (2012)	G143A (2015)	G143A (2015)
SBIs (inibidores da síntese de ergosterol)	Triazóis	F120L, Y131F, Y131H, K142R, I475T, etc. (2009)			
	Triazolintiona				
	Morfolinas				
Não conhecido	Multissítios				

ESTRATÉGIAS ANTI RESISTÊNCIA

- Melhorar tecnologia de aplicação
- Iniciar as aplicações de fungicidas mais cedo
- Utilizar dose recomendada do fungicida + adjuvante
- Utilizar multissítios + sistêmicos
- Respeitar intervalo de aplicação
- Rotacionar grupos químicos de fungicidas
- Usar outras estratégias de manejo





DESAFIOS E PERSPECTIVAS DO CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA NA CULTURA DA SOJA

Profª. Drª. Carolina Deuner
Universidade de Passo Fundo – UPF
carolinadeuner@gmail.com

