

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

Prof^a. Dr^a. Carolina Deuner

Universidade de Passo Fundo – UPF

carolinadeuner@gmail.com



QUAIS SÃO OS DESAFIOS?





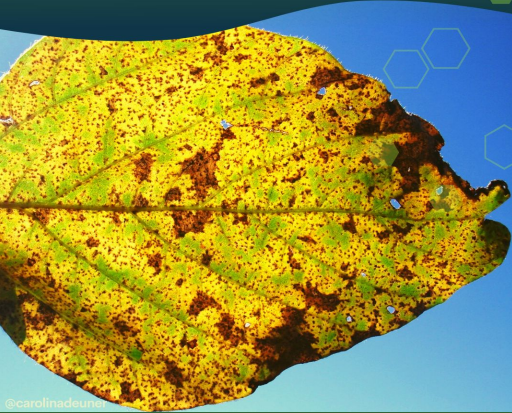
QUAIS SÃO OS DESAFIOS?



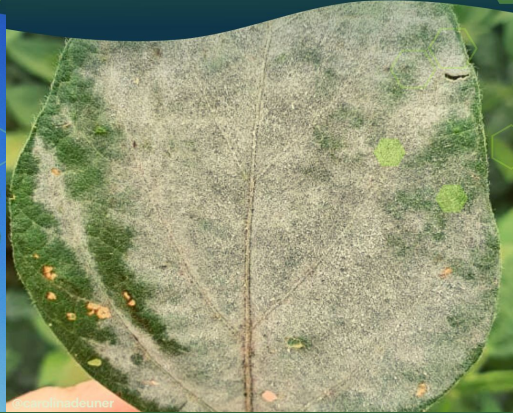


DOENÇAS FOLIARES

FERRUGEM ASIÁTICA



OÍDIO



SEPTORIOSE



CRESTAMENTO DE CERCOSPORA



ANTRACNOSE



MANCHA ALVO



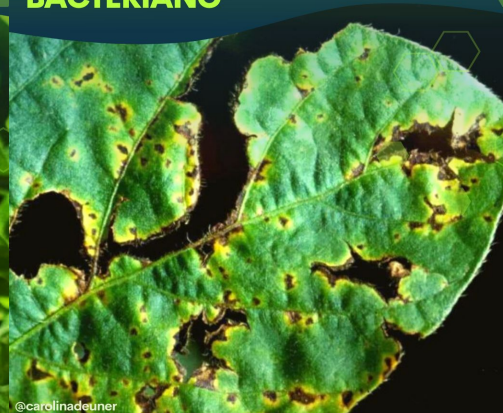
MANCHA OLHO DE RÃ



MÍLDIO



CRESTAMENTO BACTERIANO



PÚSTULA BACTERIANA

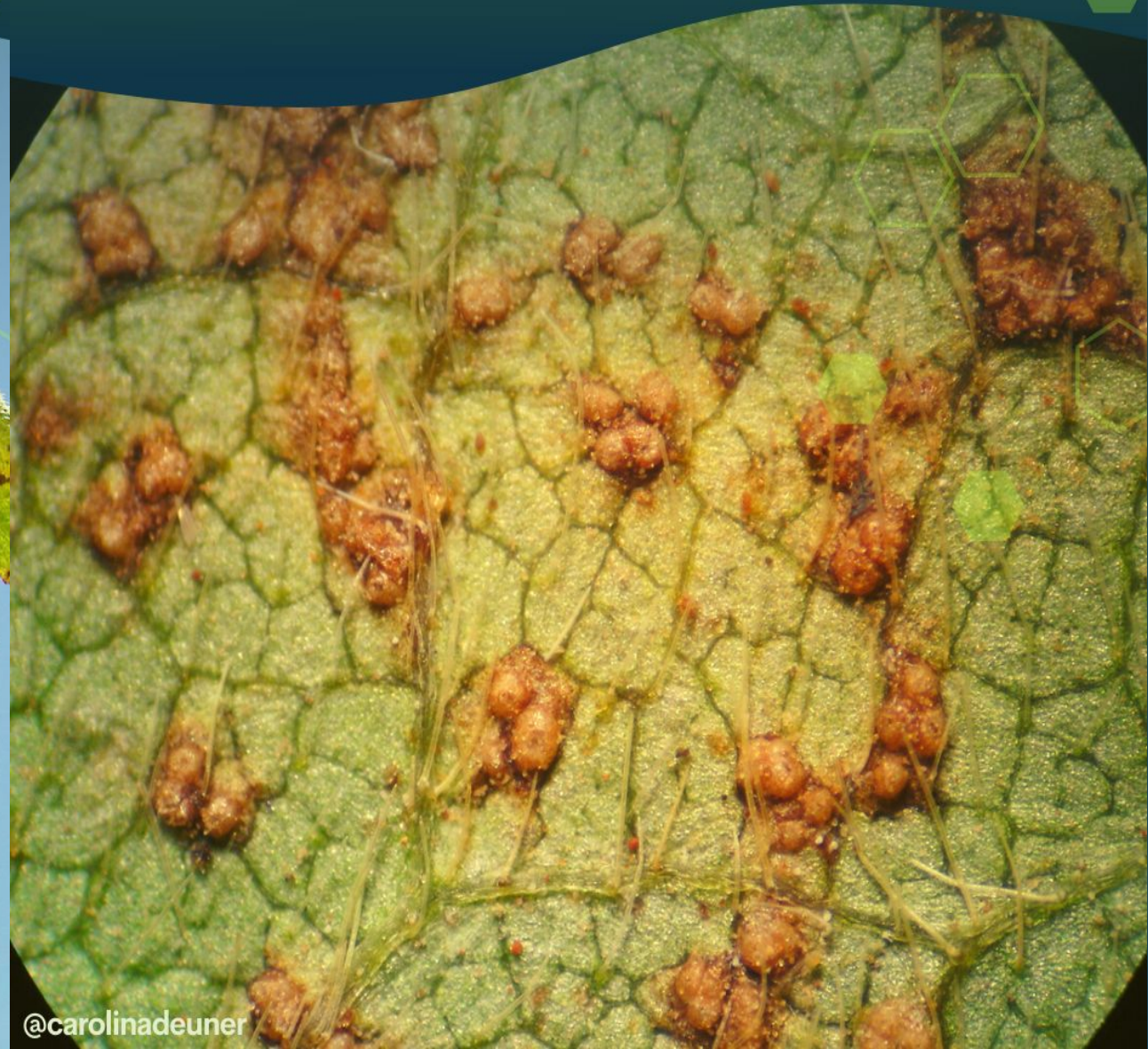


FERRUGEM ASIÁTICA



@carolinadeuner

FERRUGEM ASIÁTICA



@carolinadeuner

PRINCIPIAIS 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?

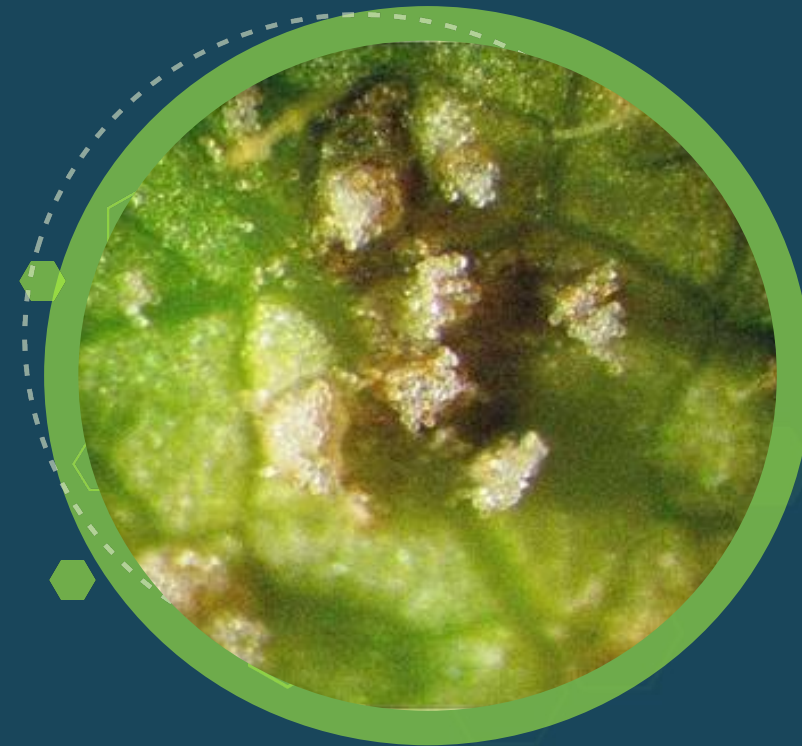
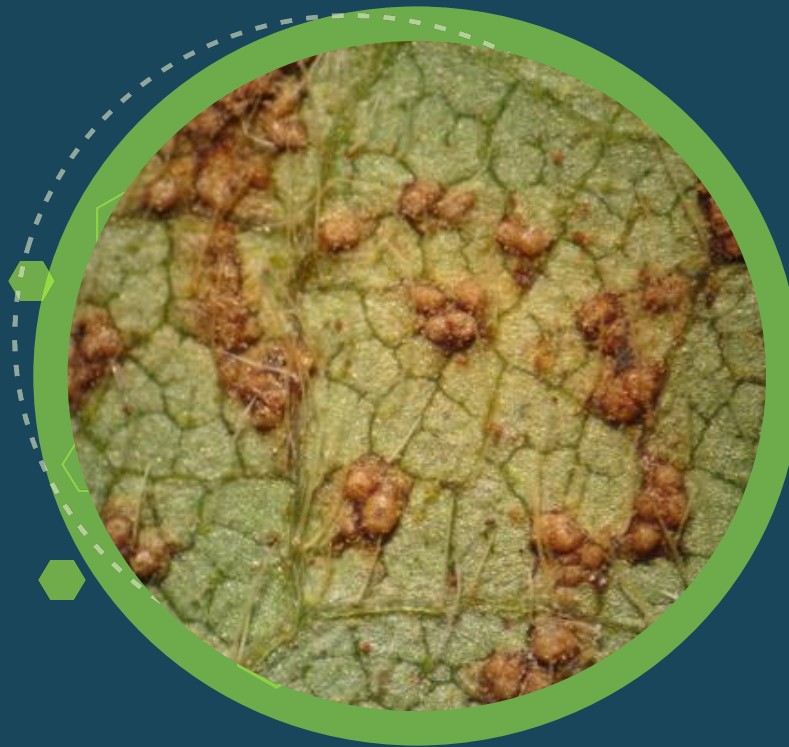
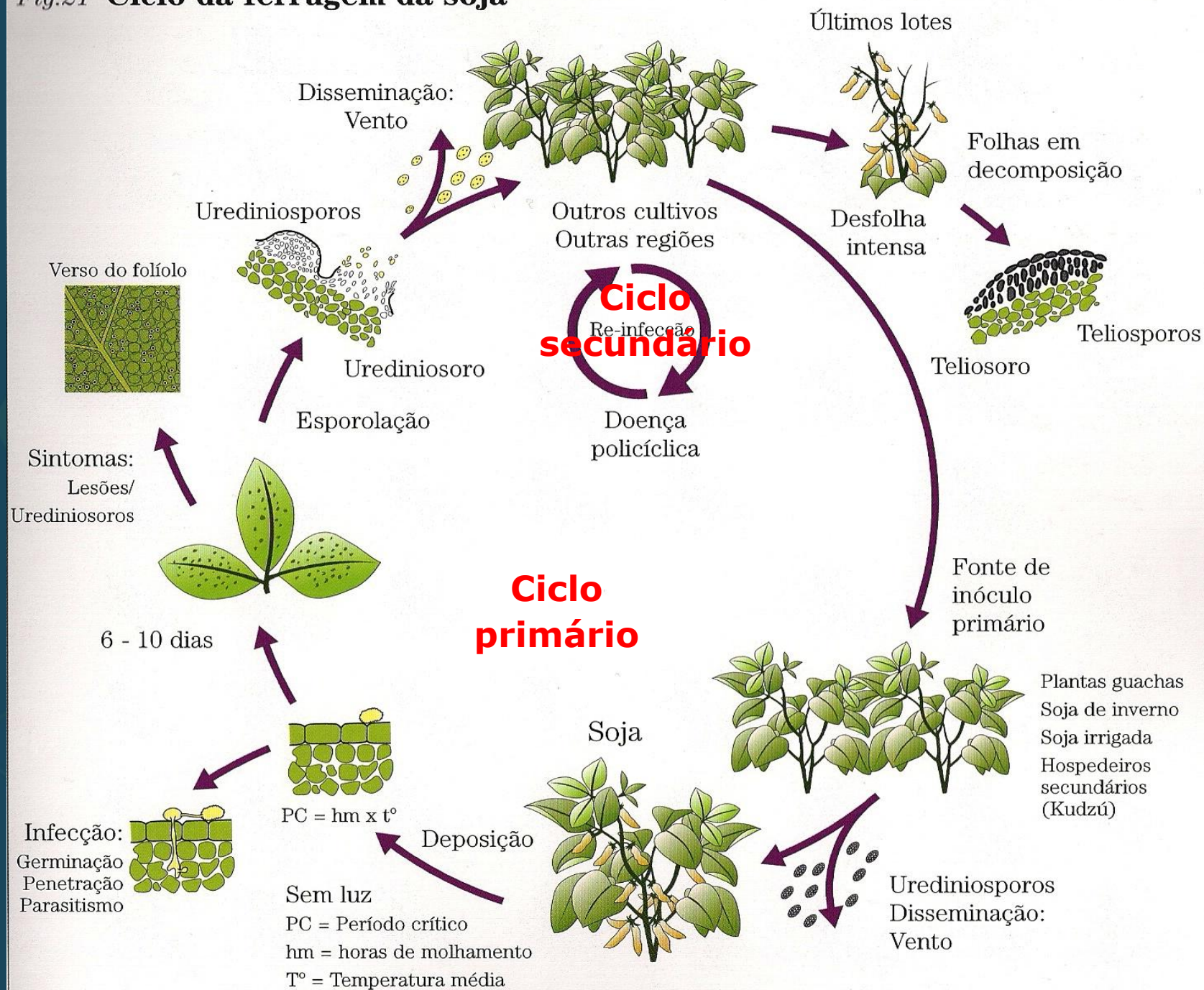
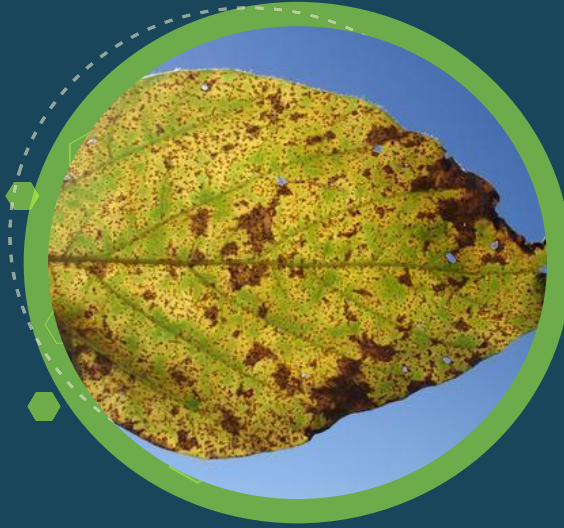


Fig.21 **Ciclo da ferrugem da soja**



FATORES QUE REDUZEM O POTENCIAL PRODUTIVO



**Redução de área
fotossintética**

**Inserção de estruturas
reprodutivas**

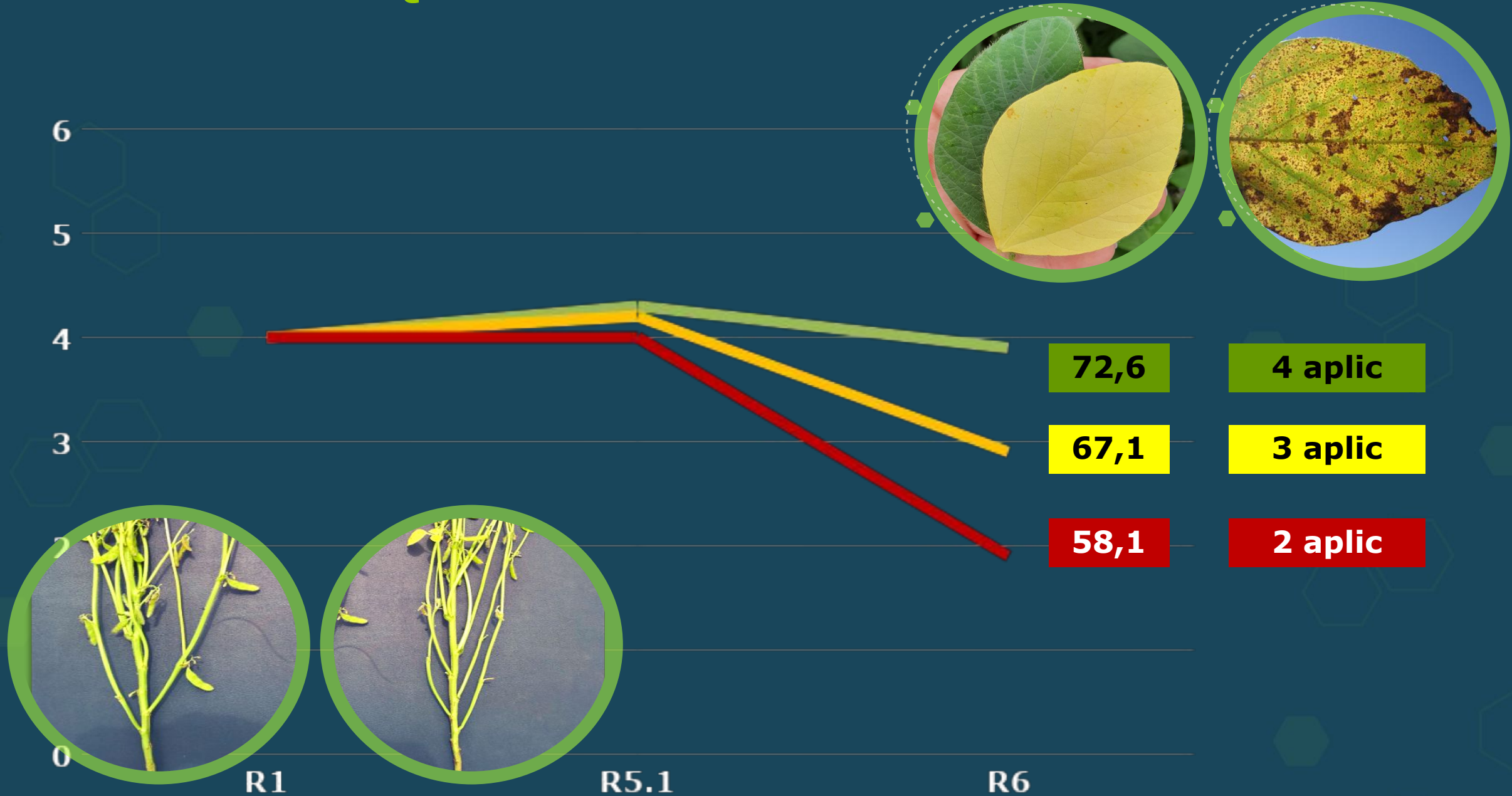


FATORES QUE REDUZEM O POTENCIAL PRODUTIVO



Peso de grãos

FATORES QUE REDUZEM O POTENCIAL PRODUTIVO

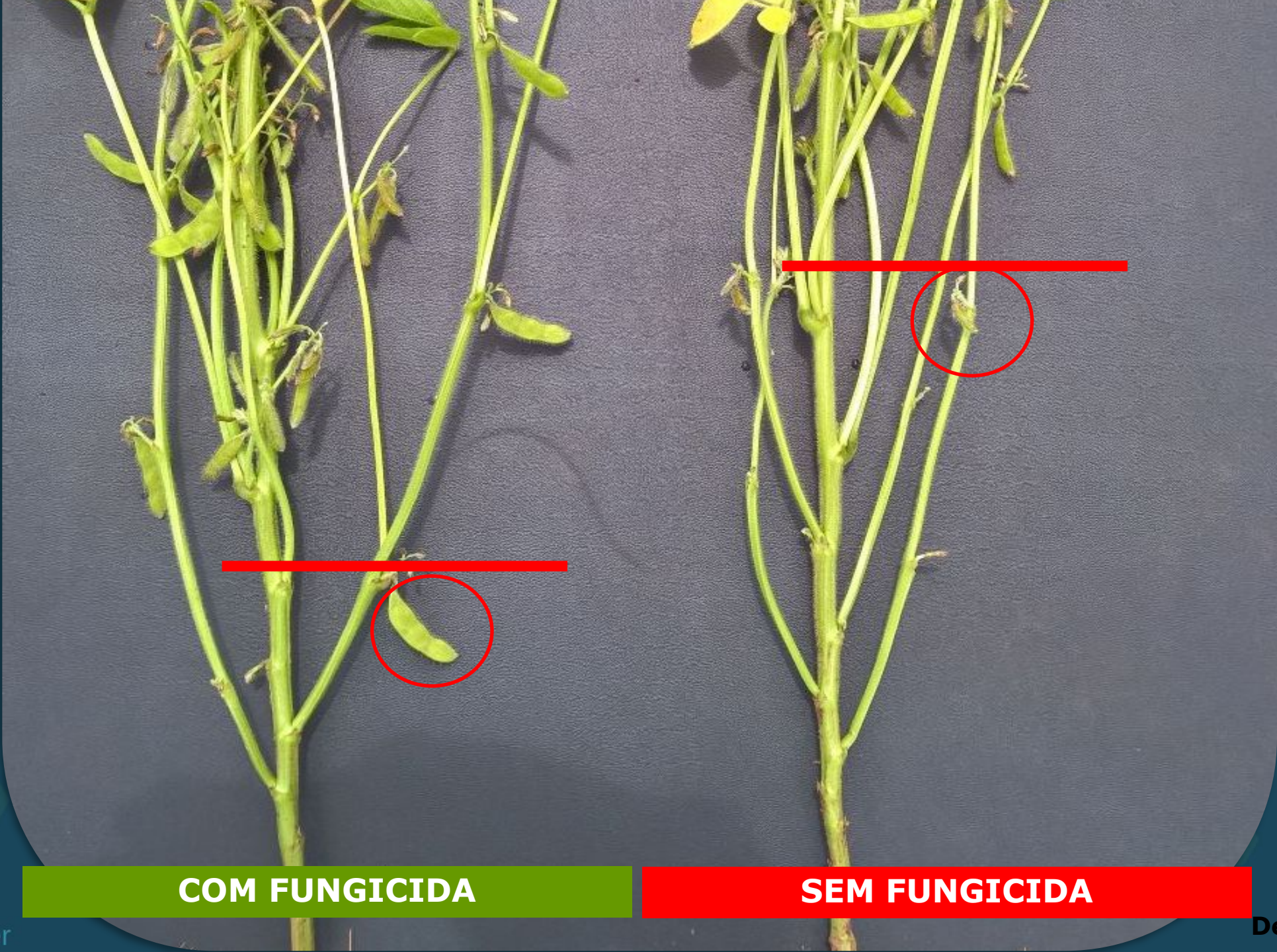


FATORES QUE REDUZEM O POTENCIAL PRODUTIVO



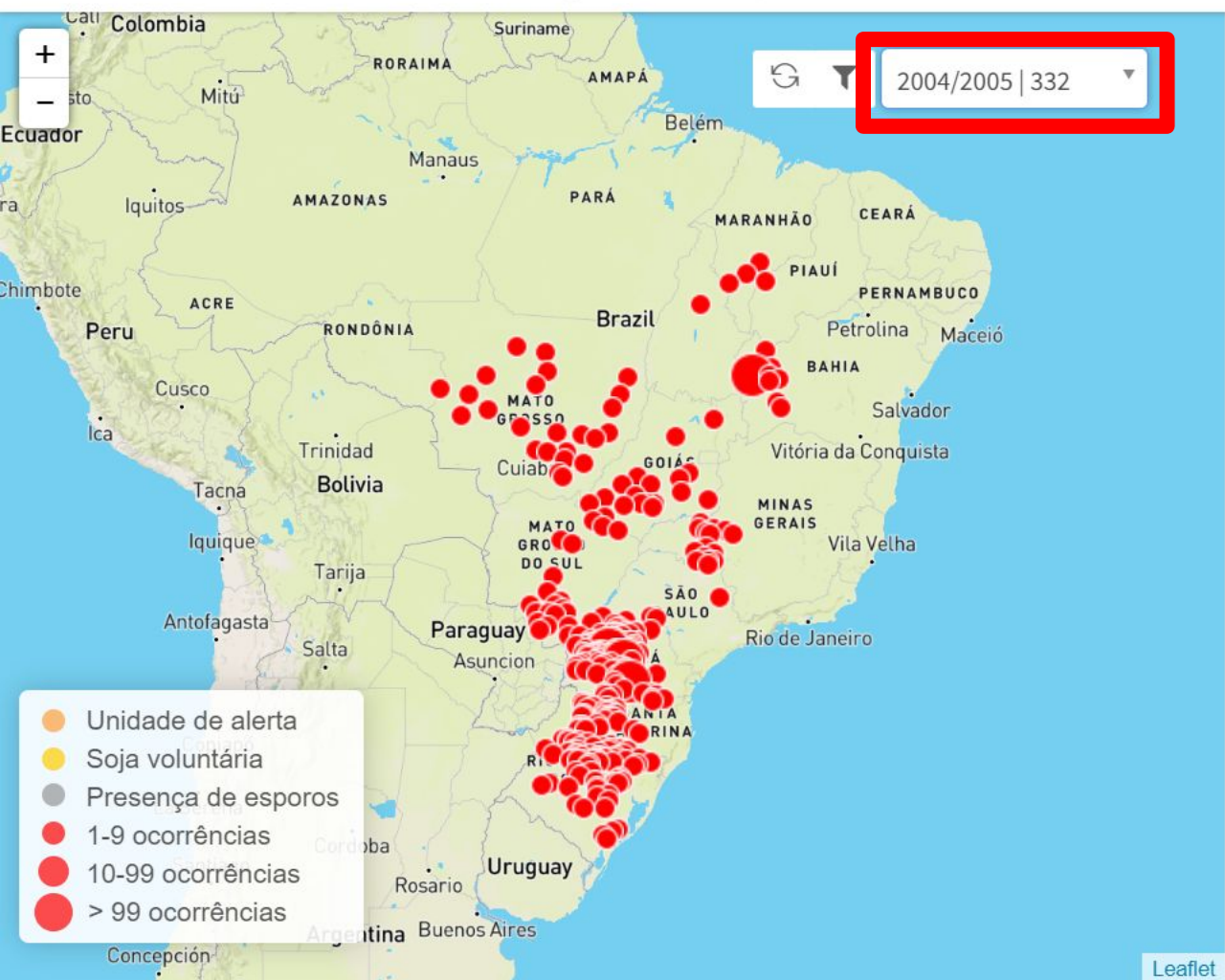
COM FUNGICIDA

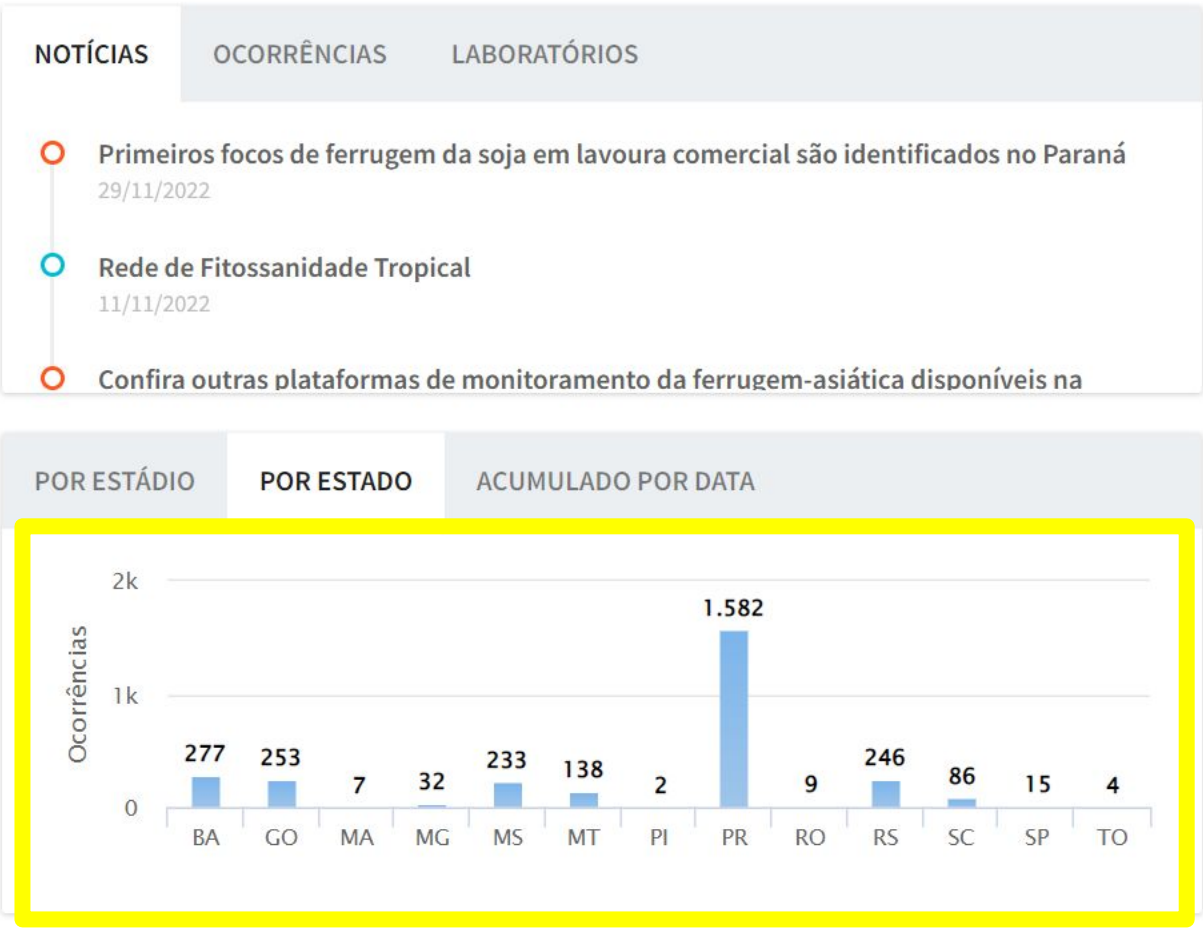
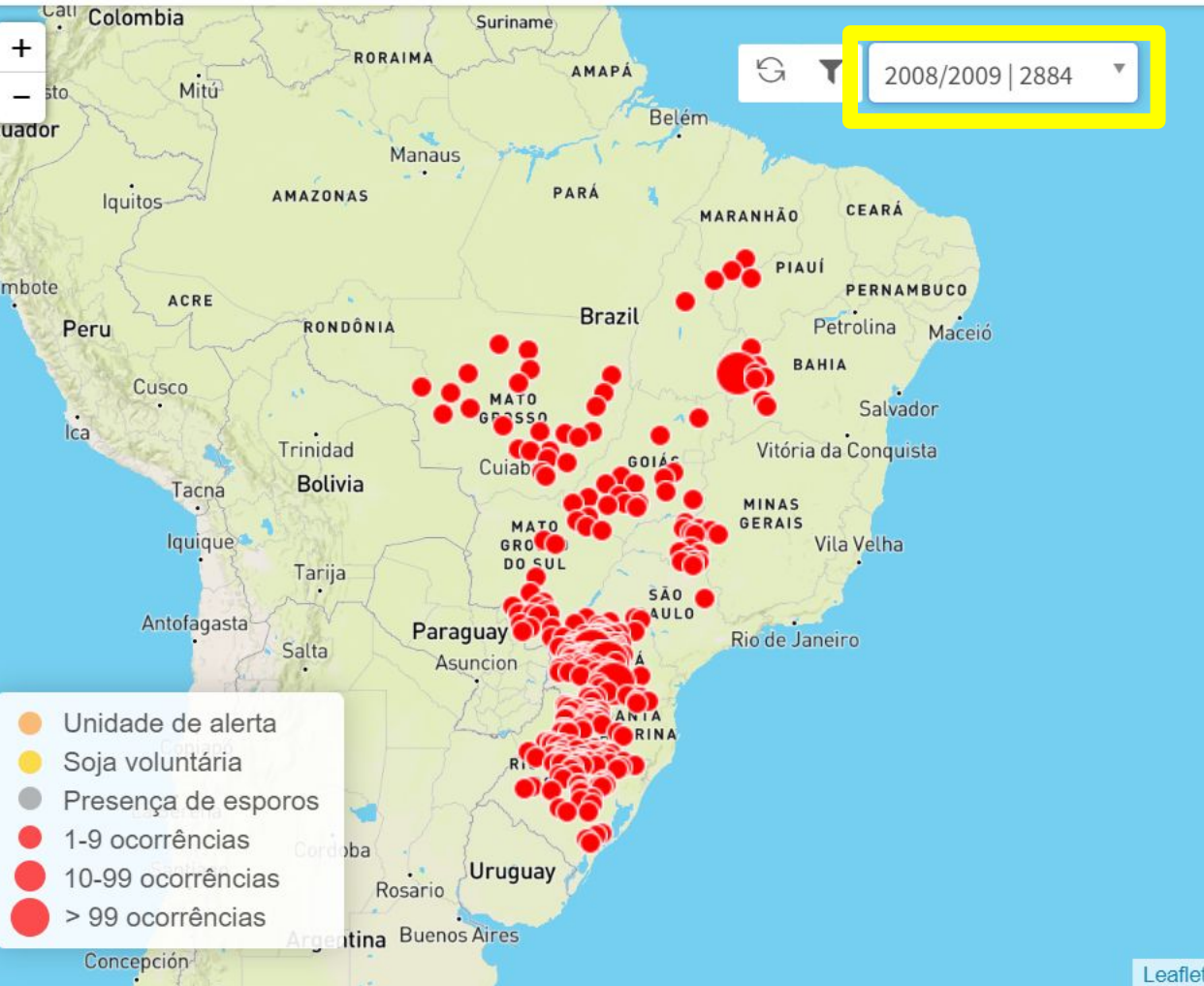
SEM FUNGICIDA



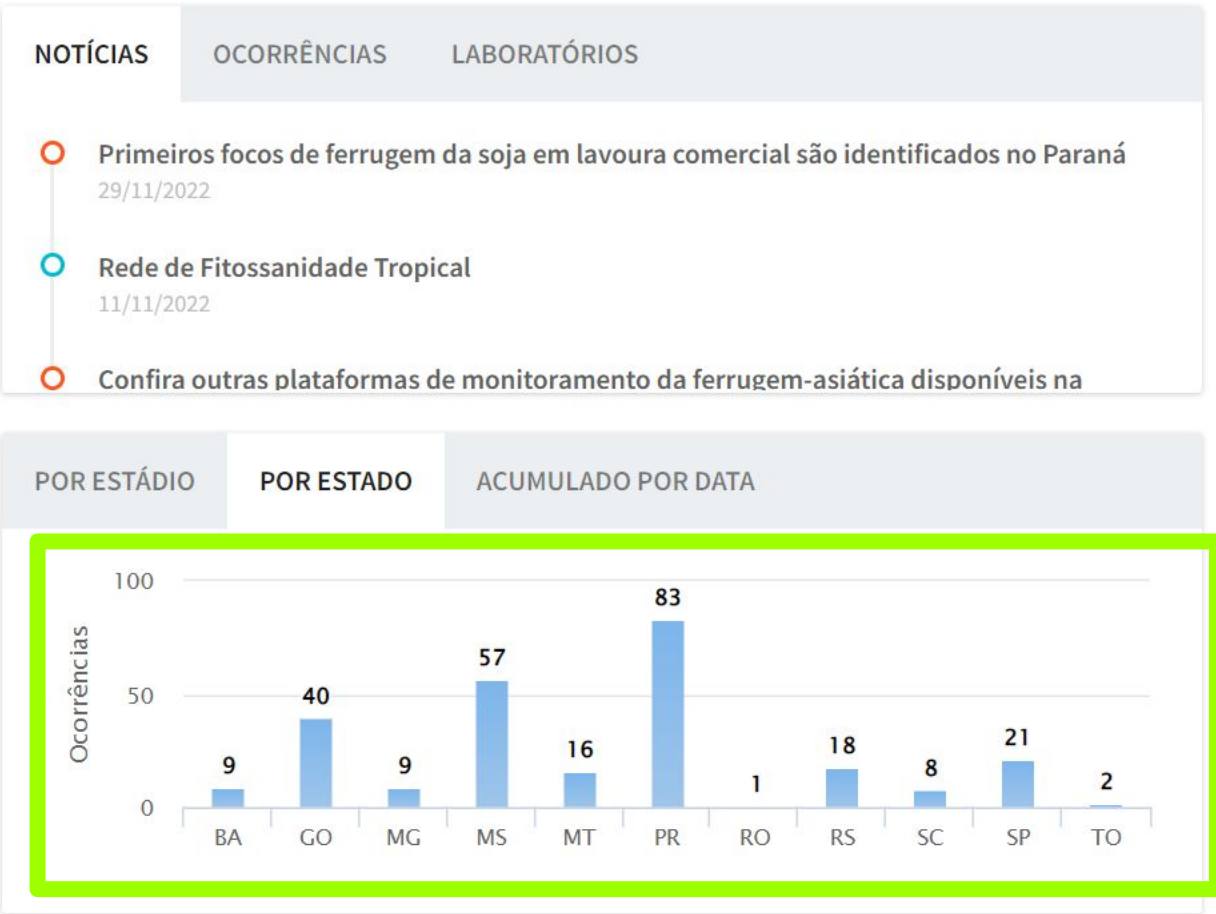
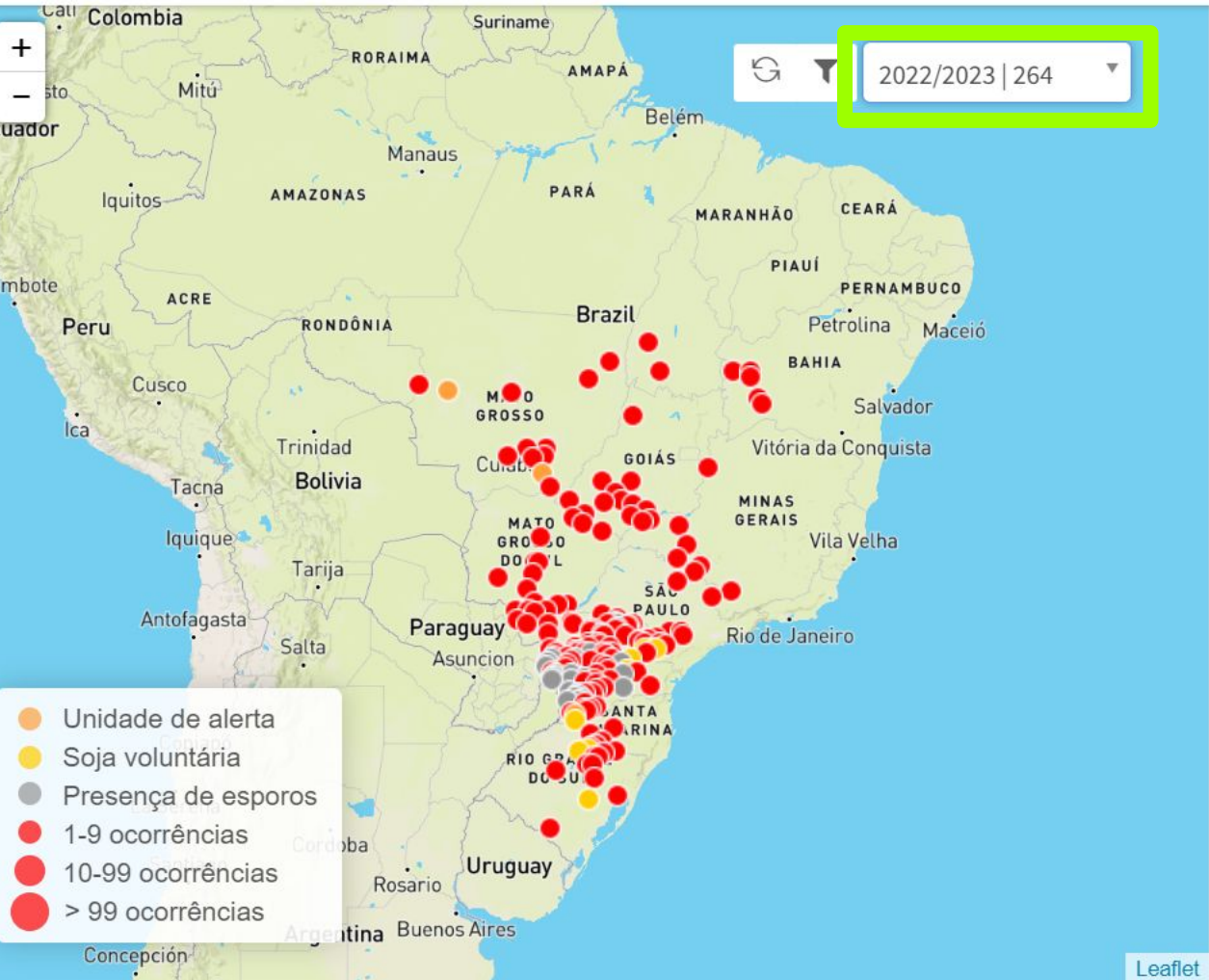
COM FUNGICIDA

SEM FUNGICIDA

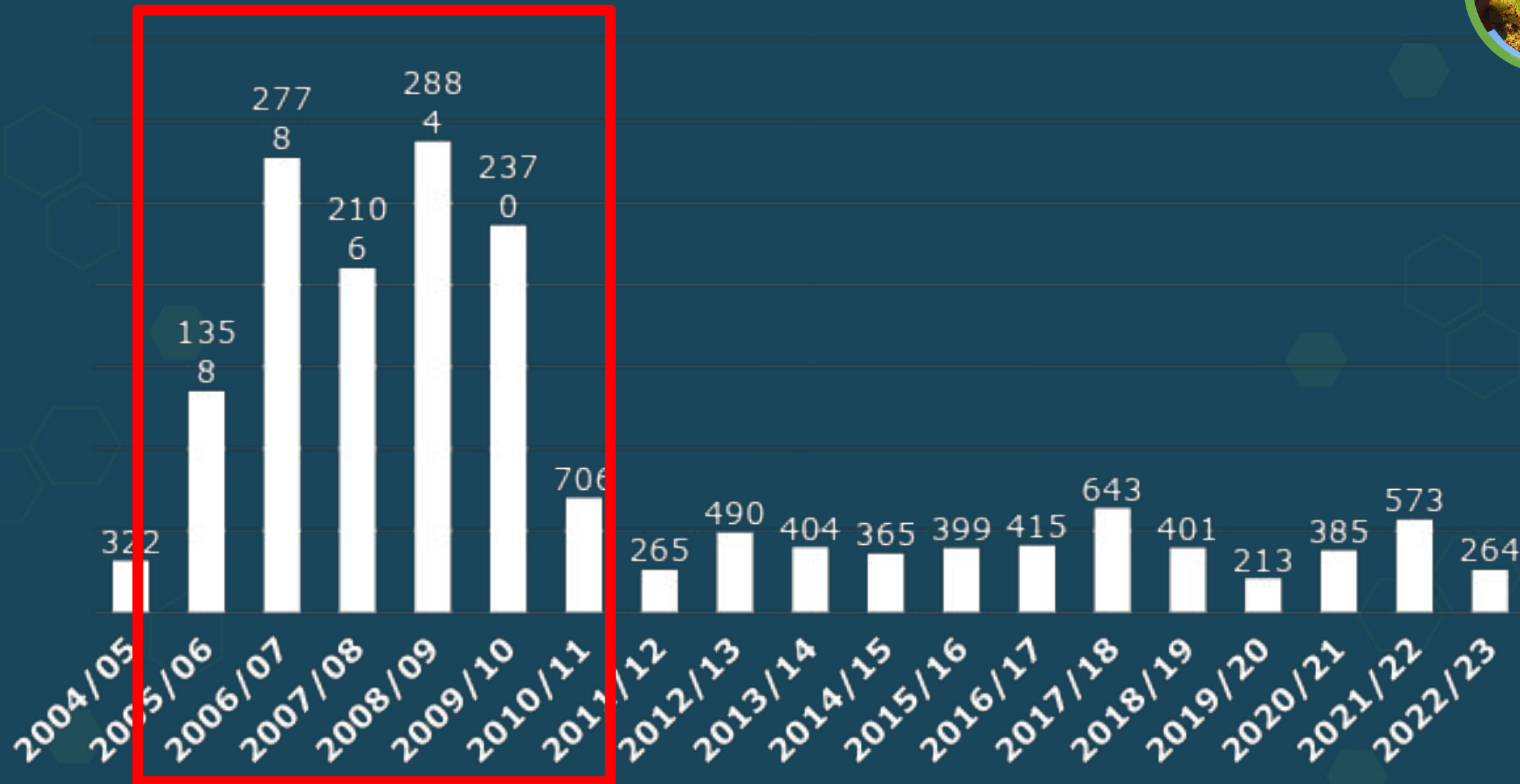








MONITORAMENTO DA FERRUGEM ASIÁTICA



Fonte: Consórcio Antiferrugem (2023)

EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO DA FERRUGEM ASIÁTICA

SEM FUNGICIDA

COM FUNGICIDA



38,6 sc/ha

73,1 sc/ha

34,5 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



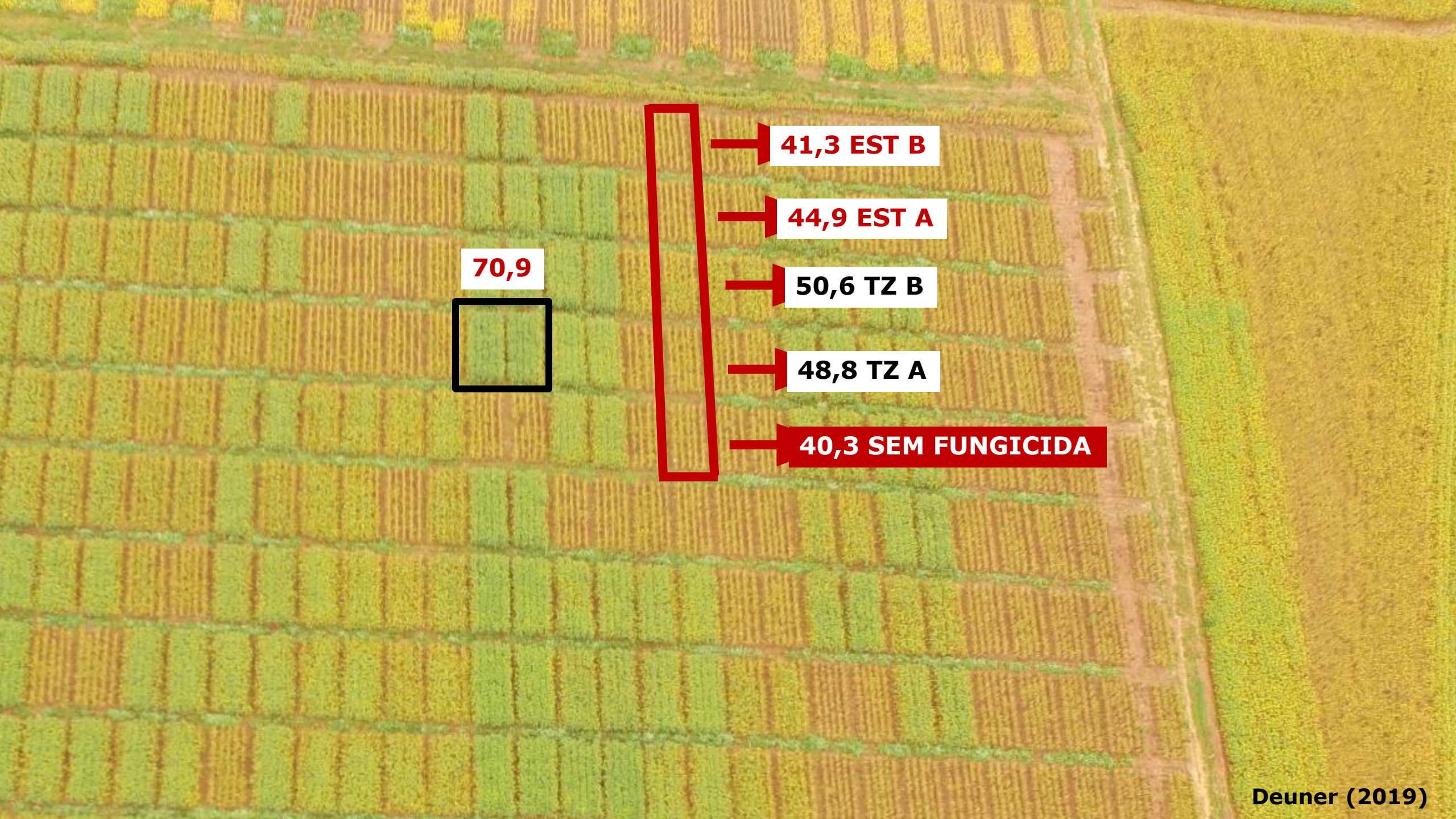
77,5 sc/ha

38,6 sc/ha

2017



Deuner (2016)



70,9

41,3 EST B

44,9 EST A

50,6 TZ B

48,8 TZ A

40,3 SEM FUNGICIDA

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 performed 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 x 10⁴ 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



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* Sydow & Speg., 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 climáticas. Dentre as opções de manejo da doença, destaca-se o controle químico, o qual, no Brasil, teve início na safra de 2002/03, utilizando fungicidas do grupo químico triazóli (IDM), posteriormente, a mistura de IDM e estrobilina (Qa) (Reis et al., 2014) e, por último, misturas contendo carbamidas (SDH)- todos fungicidas de sítio-específico.

Um dos problemas do uso de fungicidas no controle de doenças, é o surgimento de fungos fitopatogênicos resistentes na população (Shim & Kim, 2003), que ao serem armazoados 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 (Brent & Hollomon, 2007). Nos últimos anos, constatou-se a redução da eficiência dos fungicidas, que resultou em falha de controle da ferrugem-asiática, sendo isso confirmado pela detecção de mutações nos isolados de *P. pachyrhizi*. Estudos realizados por Schmitz et al. (2014) revelaram que cinco mutações diferentes nos isolados do fungo foram detectadas no gene CYP51 (otocromo P450) para o grupo químico IDM. Posteriormente, detectou-se uma mutação no gene CYP51 (otocromo b) para o grupo químico Qa, sendo que 100% dos isolados provenientes de Mato Grosso e Goiás apresentaram a mutação F129L (Klosowski et al., 2016).

26 Junho 2019 • www.revistacultivos.com.br

Tabela 1 - Concentração efetiva (CE50) de fungicidas para o controle de 50% da severidade da ferrugem asiática em soja com isolados de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> de diferentes regiões do Brasil. UPF, Passo Fundo/RS, 2019			
Ingrediente ativo	Isolado (Estado/Estado)	CE50 (mg/L)	CE50 (mg/L)
Prothioconazol	Passo Fundo-RS	0,58	0,58
	Tupacireti-RS	1,03	0,93
	Sertão-RS	0,93	0,93
	Carapicuíba-RS	0,93	0,93
	Carapicuíba-RS	0,93	0,93
Azoxistrobina	Itaboraí-RS	1,04	1,04
	São Gabriel do Oeste-MT	1,11	1,11
	Passo Fundo-RS	1,44	1,44
	Tupacireti-RS	2,22	2,22
	Sertão-RS	4,66	4,66
Trifloxystrobin	Carapicuíba-RS	1,24	1,24
	Carapicuíba-RS	1,24	1,24
	Itaboraí-RS	1,85	1,85
	São Gabriel do Oeste-MT	1,14	1,14
	Passo Fundo-RS	1,22	1,22
Fluxapiradina	Tupacireti-RS	0,83	0,83
	Sertão-RS	0,28	0,28
	Carapicuíba-RS	0,58	0,58
	Carapicuíba-RS	0,58	0,58
	Itaboraí-RS	0,29	0,29
Piraclostrobina	São Gabriel do Oeste-MT	0,49	0,49
	Passo Fundo-RS	1,93	1,93
	Tupacireti-RS	0,86	0,86
	Sertão-RS	0,77	0,77
	Carapicuíba-RS	0,81	0,81
Azoxistrobina + Benzovaliflor	Carapicuíba-RS	0,98	0,98
	Itaboraí-RS	0,38	0,38
	São Gabriel do Oeste-MT	2,06	2,06
	Carapicuíba-RS	0,95	0,95
	Tupacireti-RS	0,98	0,98
Prothioconazol + Trifloxystrobin	Carapicuíba-RS	0,49	0,49
	Itaboraí-RS	0,99	0,99
	São Gabriel do Oeste-MT	0,65	0,65
	Passo Fundo-RS	0,81	0,81
	Tupacireti-RS	0,78	0,78
Prothioconazol + Itraconazole	Sertão-RS	0,91	0,91
	Carapicuíba-RS	0,44	0,44
	Carapicuíba-RS	0,58	0,58
	Itaboraí-RS	1,27	1,27
	São Gabriel do Oeste-MT	0,59	0,59
Prothioconazol + Itraconazole	Passo Fundo-RS	0,50	0,50
	Tupacireti-RS	0,42	0,42
	Sertão-RS	0,51	0,51
	Carapicuíba-RS	0,50	0,50
	São Gabriel do Oeste-MT	0,51	0,51



Amanda Chachi, Jaqueline Huzar, e Carolina Cardoso Deuner apresentaram a sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas

28 Junho 2019 • www.revistacultivos.com.br

Manejo Integrado de Ferrugem-Asiática na Cultura da Soja

Autores: Carolina Cardoso Deuner; Bianca de Moura Barber; Jonatas Tognon; Nicolás 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 resistente), 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, nematoides e vírus já



Universidade de Passo Fundo

Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

TEDE UPF / Teses e Dissertações dos Programas de Pós-Graduação da UPF / Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Compartilhamento



Exportar este item: PDF

Use este identificador para citar ou linkar para este item: <http://tede.upf.br:8080/jspui/handle/tede/447>

Tipo do documento: Dissertação

Título: Deposição de fungicida em cultivares de soja com diferentes hábitos de crescimento, controle e sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas

Título(s): Fungicides deposition in soybean cultivars with different growth habits and phakopsora pachyrhizi sensitivity to fungicides

English Español Português

TEDE
Sistema de Publicação
Eletrônica de
Teses e Dissertações



DESAFIOS NO CONTROLE DE DOENÇAS EM SOJA

CULTURAL

GENÉTICO

QUÍMICO



DESAFIOS NO CONTROLE DE DOENÇAS EM SOJA

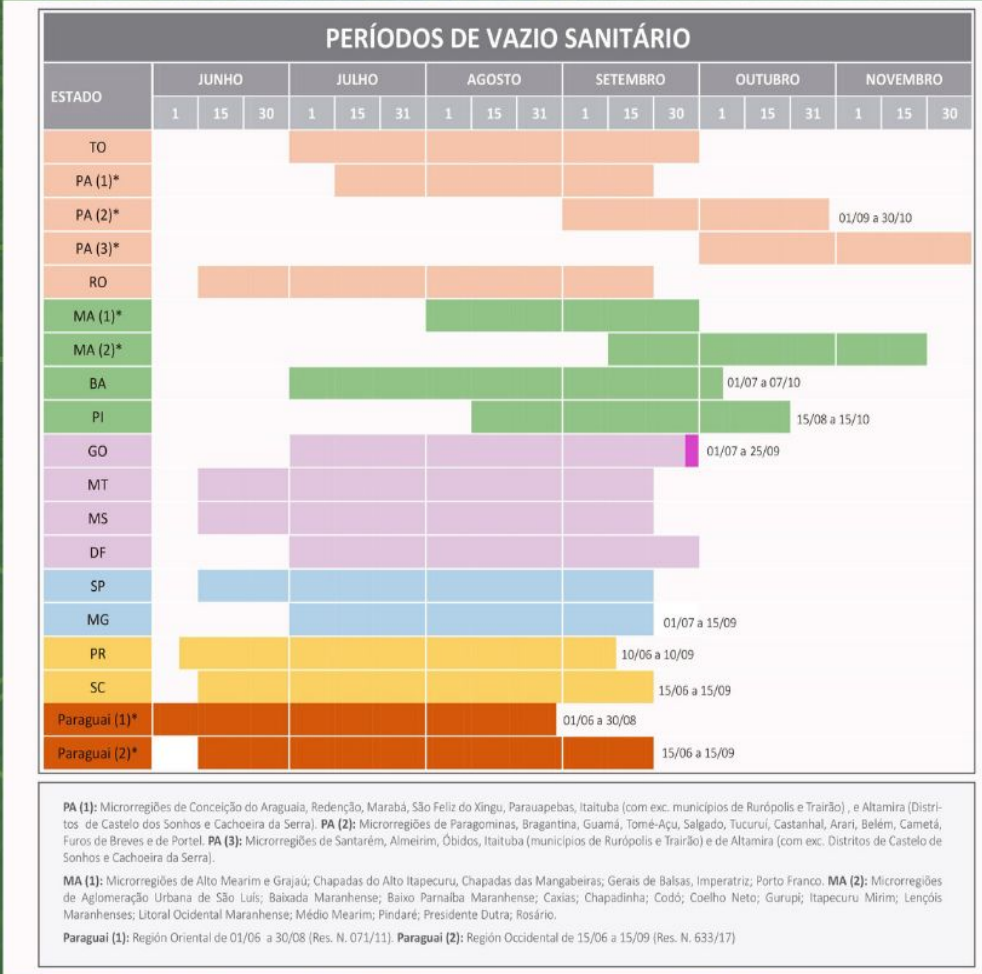
CULTURAL

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		25/09 a 12/02											
GO		25/09 a 12/02											
MT		16/09 a 03/02											
MS		16/09 a 31/12											



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)

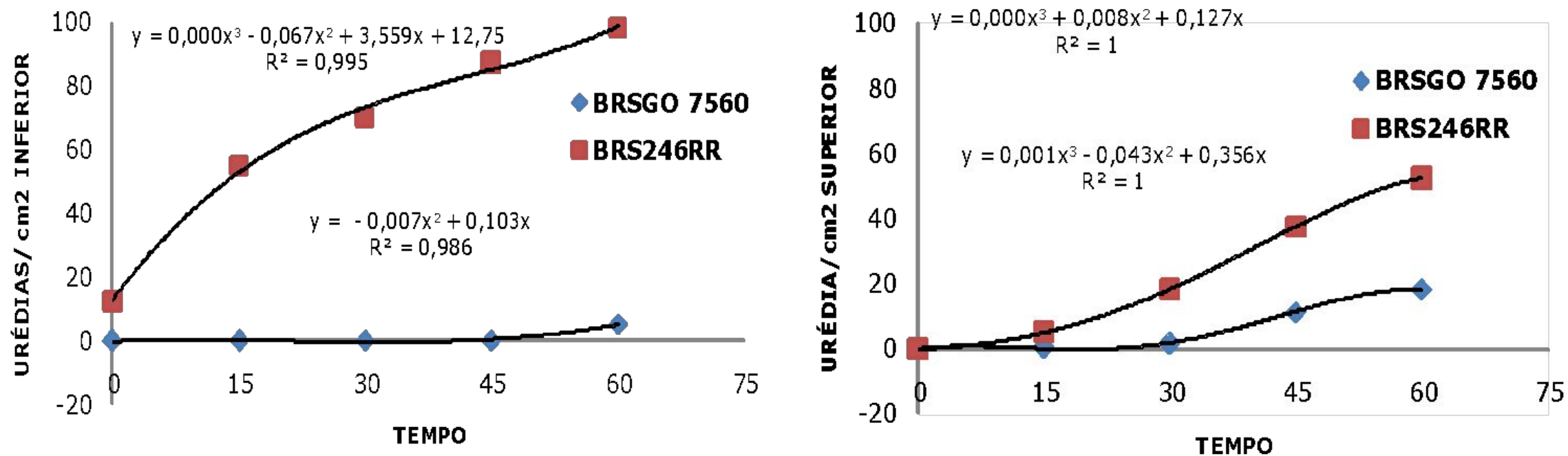


Figura 6 Número médio de urédias.cm⁻² inferior e superior de ferrugem asiática dos cultivares BRSGO 7560 e BRS 246 RR, sem aplicação de fungicida. UPF, Passo Fundo, RS, 2010.

DESAFIOS NO CONTROLE DE DOENÇAS EM SOJA

CULTURAL

GENÉTICO

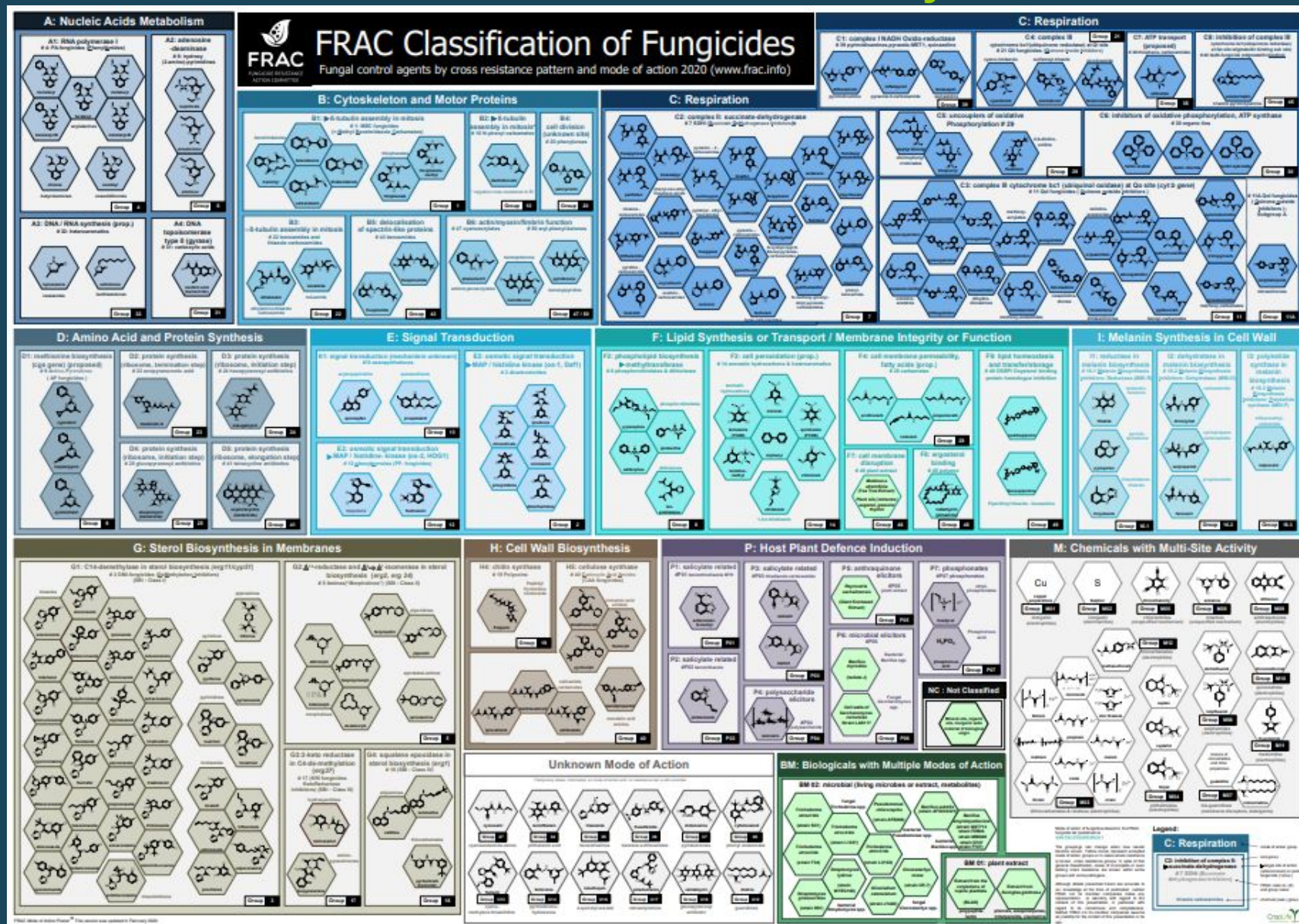
QUÍMICO



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**
7 SDHI (Succinate dehydrogenase inhibitors)

thiazole carboxamides

mode of action group

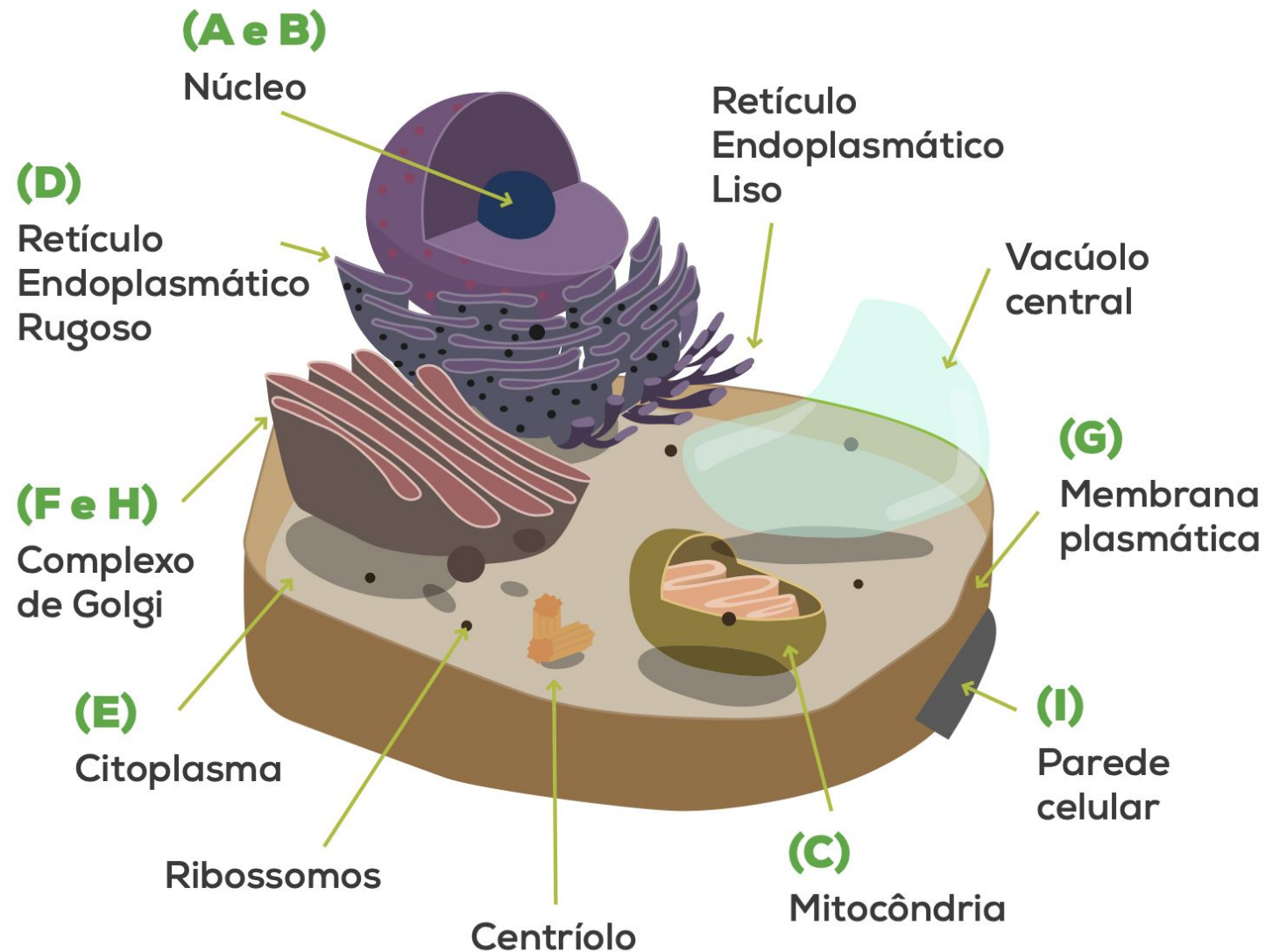
sub-group

► 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 nucleicos
- 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)	Fluxapiroxade Benzovindiflupir Bixafer Boscalida Adepidyn Impirfluxam	Inibe respiração mitocondrial
Estrobilurina (C3)	Piraclostrobina Azoxistrobina Trifloxistrobina Picoxistrobina Dimoxistrobina Metaminostrobina Cresoxim metílico	Inibe respiração mitocondrial
Fenilpiridinilana (C5)	Fluazinan	Desacopla fosforilação oxidativa
Dicarboximida (E3)	Procimidona	Inibe respiração mitocondrial
Triazol (G1)	Tebuconazol Epoconazol Difenoconazol Propiconazol Ciproconazol Metconazol Prothioconazol 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



► Consulta de Praga/Doença

► Dados da Praga

Dados Gerais	Sobre a Praga	Fotografias	Produtos Indicados
Produto		Ingrediente Ativo(Grupo Químico)	
Absoluto FIX		clorotalonil (isoflalonitrila)	
Across: Zarco:		Azoxistrobina (estrobilurina) + clorotalonil (isoflalonitrila)	
Adante Xtra		Azoxistrobina (estrobilurina) + ciproconazol (triazol) + t	
Aderis		clorotalonil (isoflalonitrila)	
Airone Inox		hidróxido de cobre (inorgânico) + oxicleto de cobre (i	
Airone Scudo		hidróxido de cobre (inorgânico) + oxicleto de cobre (i	
Alade		Benzovindiflupyr (pirazol carboxamida) + ciproconazol	
Alicerce		mancozebe (alquilenobis(ditiocarbamato))	
Almada: Kejano:		fluxapiraxade (carboxamida) + mancozebe (alquilenob	
Approve		fluazinam (fenilpiridinilamina) + tiofanato-metilico (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



Multissítios

- 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.

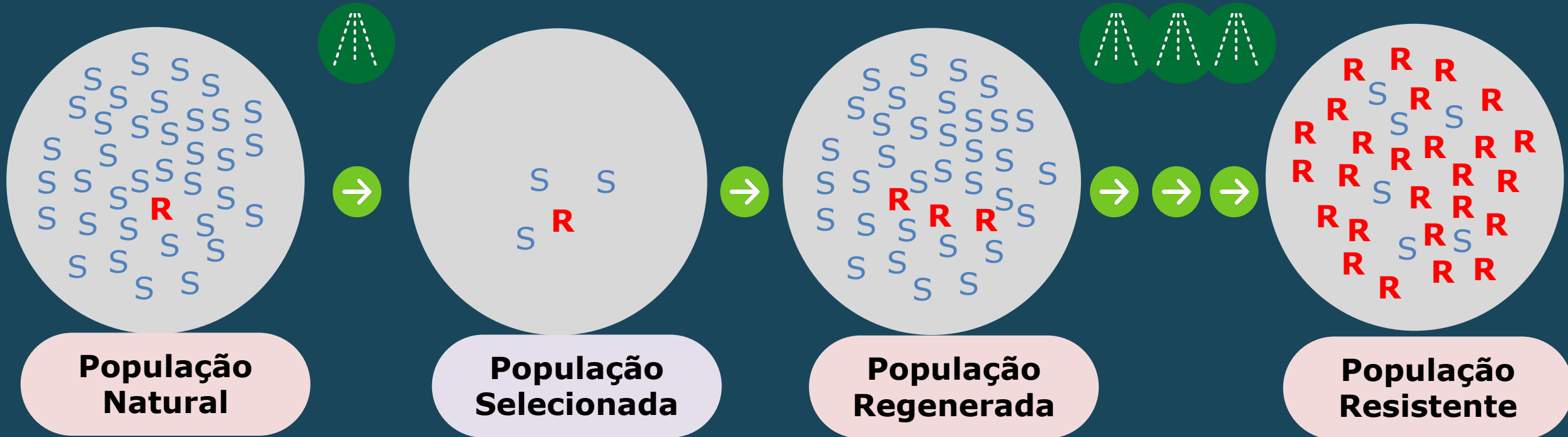




RESISTÊNCIA DE *P. pachyrhizi* A FUNGICIDAS

Aplicações MoA

Após muitas aplicações do mesmo MoA



Pressão de Seleção

RESISTÊNCIA DE *P. pachyrrhizi* 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.

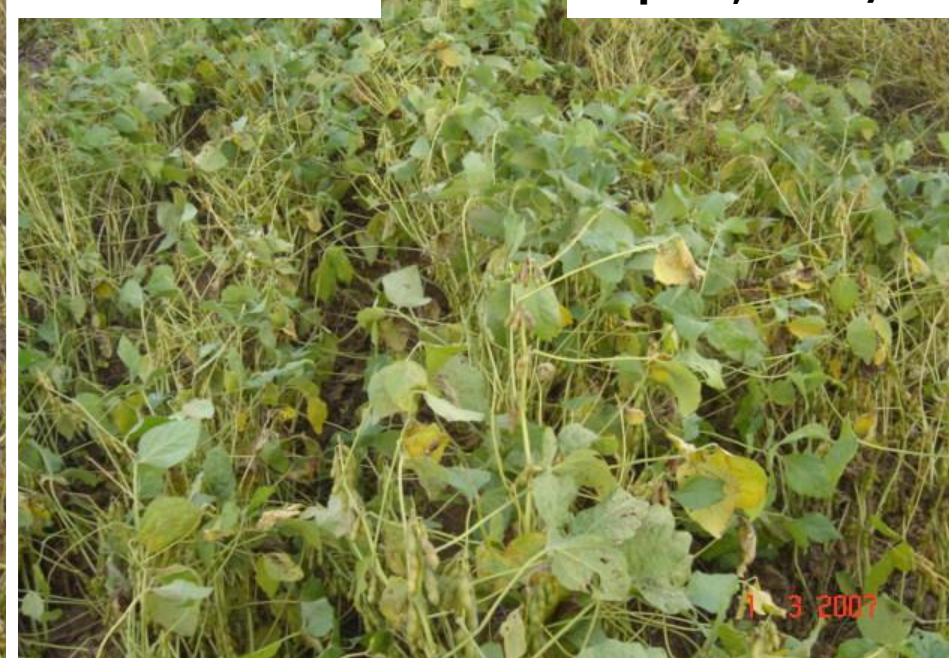
@carolinadeuner



Testemunha



Tebuconazol 2x



Siqueri, 2006/07

Tebuconazol 3x



Mistura 3x



Testemunha



Tebuconazol 2x



Siqueri, 2007/08

Tebuconazol 3x



Mistura 3x



Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2020/2021: resultados sumarizados 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 Vinícios Garbiate, Marina Senger, Mônica Anghinoni Müller, Mônica Paula Debortoli, Mônica Cagnin Martins, Nédio Rodrigo Tormen, Valtemir José Carlin (in memoriam)

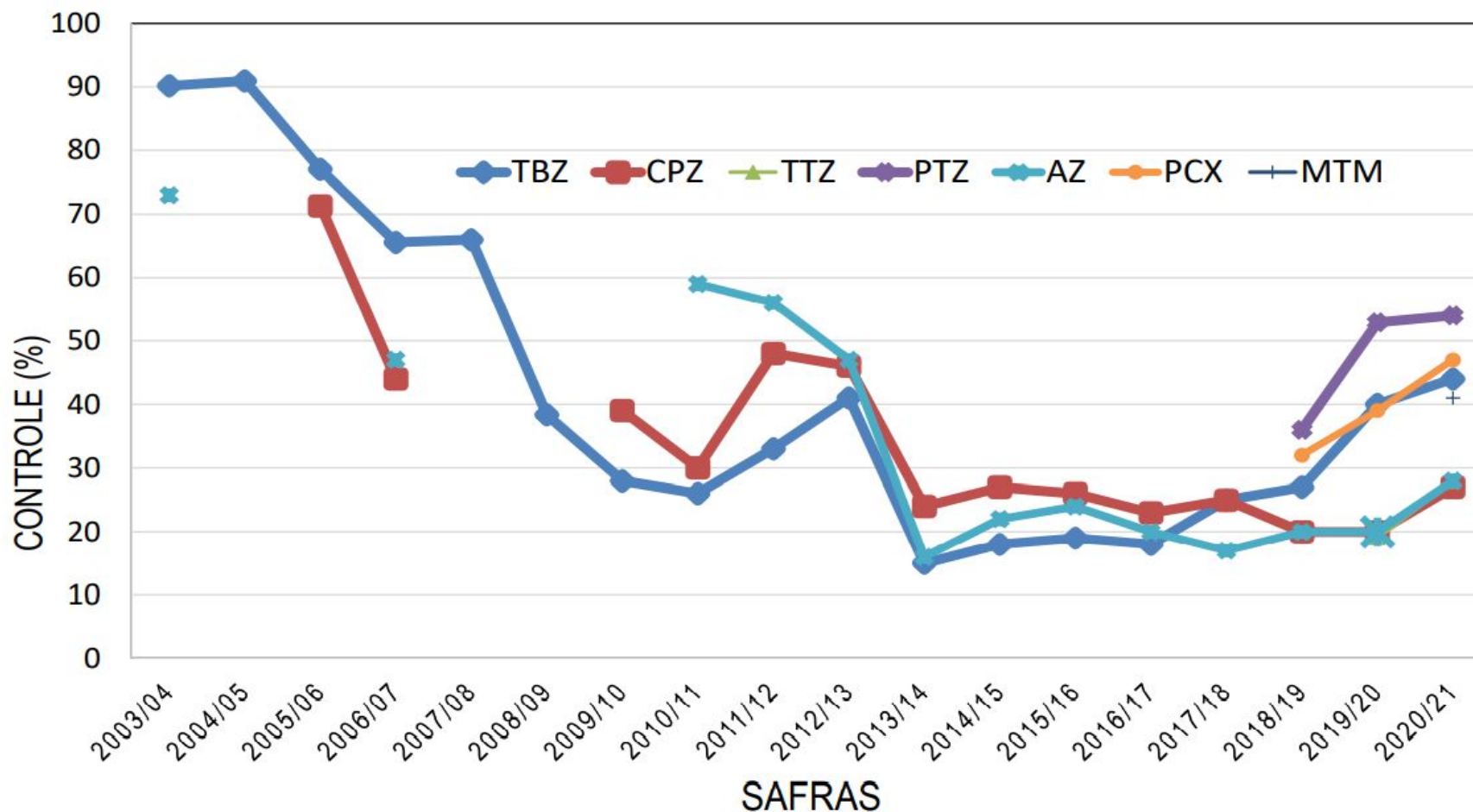


REDUÇÃO DA SENSIBILIDADE DE *P. pachyrhizi*

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



TBZ (tebuconazol), CPZ (ciproconazol), TTZ (tetraconazol) e PTZ (prothioconazol) - (IDM)
AZ (azoxistrobina) e PCX (picoxistrobina) - (IQE)



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



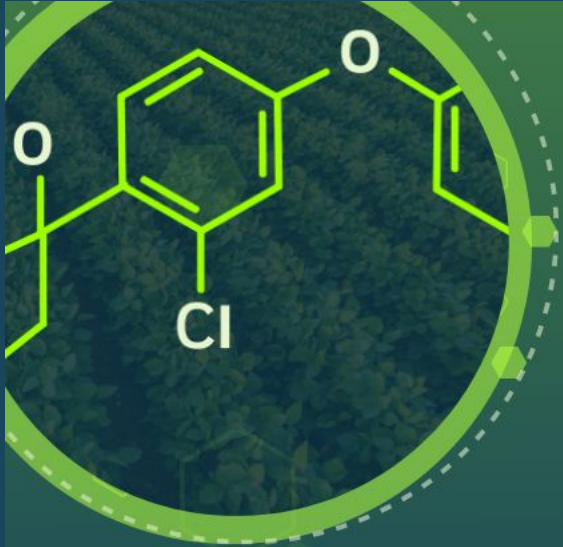
RESISTÊNCIA DE *P. pachyrhizi* A FUNGICIDAS

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

Prof^a. Dr^a. Carolina Deuner

Universidade de Passo Fundo – UPF

carolinadeuner@gmail.com

