

2018-03-14

# Contribuição dos fungicidas protetores no manejo da ferrugem da soja

Godoy, Roberta Yajima de

Universidade Estadual do Norte do Paraná

---

GODOY, Roberta Yajima de. Contribuição dos fungicidas protetores no manejo da ferrugem da soja. Orientador: João Pereira Torres. 2018. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus Luiz Meneghel, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2018.

<https://repositorio.uenp.edu.br/handle/123456789/476>

*Baixado de Repositório Institucional UENP*



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ**

***CAMPUS LUIZ MENEGHEL***

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**ROBERTA YAJIMA DE GODOY**

**CONTRIBUIÇÃO DOS FUNGICIDAS PROTETORES NO MANEJO DA  
FERRUGEM DA SOJA**

**BANDEIRANTES, PR, BRASIL  
2018**

ROBERTA YAJIMA DE GODOY

**CONTRIBUIÇÃO DOS FUNGICIDAS PROTETORES NO MANEJO DA  
FERRUGEM DA SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado  
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte  
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientador(a): Prof. Dr. João Pereira Torres

BANDEIRANTES, PR, BRASIL  
2018

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central do Campus Luiz Meneghel da Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Godoy, Roberta Yajima de

G613c Contribuição dos fungicidas protetores no manejo da ferrugem da soja / Roberta Yajima de Godoy. – Bandeirantes, 2018.  
50 f.: ilust.

Orientador: Prof. Dr. João Pereira Torres.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, 2018.

Banca: Dr. João Pereira Torres, Dr. João Tavares Bueno, Dr. Marcelo Giovanett Canteri, Dr<sup>a</sup>. Vanesca Priscila Rocha, Dr<sup>a</sup>. Aline Vanessa Sauer.

1. Controle. 2. *Phakopsora pachyrhizi*. 3. *Glycine max*. I. Universidade Estadual do Norte do Paraná. III. Título.

CDD – 633.34

ROBERTA YAJIMA DE GODOY

**CONTRIBUIÇÃO DOS FUNGICIDAS PROTETORES NO MANEJO DA  
FERRUGEM DA SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia da Universidade Estadual do Norte do Paraná como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. João Pereira Torres	UENP
Prof. Dr. João Tavares Bueno	UENP
Prof. Dr. Marcelo Giovanett Canteri	UEL
Prof. Dr <sup>a</sup> . Vanesca Priscila Rocha	UTFPR
Prof. Dr <sup>a</sup> . Aline Vanessa Sauer	UENP

---

Prof. Dr. João Pereira Torres  
Orientador

Universidade Estadual do Norte do Paraná,  
*Campus* Luiz Meneghel

## DEDICATÓRIA

Aos meus familiares pelo apoio e suporte em todos os momentos e por terem importância fundamental em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por cuidar de minha vida e por estar sempre abençoando o meu caminho; Aos meus pais Alice e Roberto, por todos os ensinamentos, educação, carinho, amizade, dedicação e principalmente o grande incentivo aos estudos e por sempre acreditarem em mim e me apoiarem em mais essa etapa em minha vida; Ao meu esposo Ronaldo, pelo incentivo durante todo o tempo em que eu estava realizando esse trabalho e pela compreensão, amor e carinho dado; Ao meu orientador Prof. Dr. João Pereira Torres, por todos os ensinamentos e confiança depositada em mim, que proporcionaram a realização deste trabalho. A todos aqueles não listados, mas que, de alguma maneira, contribuíram para que eu chegasse até aqui, o meu muito obrigado.

“Fácil é sonhar todas as noites,  
“Difícil é lutar por um sonho”

*Carlos Drummond de Andrade*

## RESUMO

GODOY, R.Y. **Contribuição dos Fungicidas protetores no manejo da ferrugem da soja.** 2018. 47f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) - Universidade Estadual Norte do Paraná, Bandeirantes.

A ferrugem asiática da soja é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* e tem sido objeto de pesquisas em relação ao uso de diversos fungicidas para seu controle. Todavia, o uso indiscriminado, os relatos de resistência estão cada vez mais presentes. Nesta contemporaneidade, as recomendações de manejo para ferrugem asiática da soja (FAS) têm sido fundamentadas na aplicação de fungicidas protetores em mistura com triazóis e estrobilurinas. Objetivou-se nesta pesquisa estudar os efeitos dos fungicidas pertencentes aos grupos inibidores da desmetilação (DMI - triazóis); inibidores da quinona oxidase, (QoI – azoxistrobina), Inibidores da succinato desidrogenase (ISDH – carboxamidas) com fungicidas protetores (Mancozeb, oxiclreto de cobre e clortalonil), aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura da soja para controle da ferrugem asiática. E ainda, observar o incremento de produtividade ocasionado pela aplicação de fungicidas. Os experimentos foram conduzidos nas safras 2015/2016 e 2016/17, na Fazenda Escola da Universidade Estadual do Norte do Paraná no campus Luiz Meneghel na cidade de Bandeirantes - PR, com a cultivar 5909, Nidera RR. Foi usado o delineamento experimental em blocos ao acaso com vinte e dois tratamentos e quatro repetições. A primeira aplicação em estágio V9 na ausência dos sintomas da doença para os tratamentos dois ao dezesseis e duas aplicações nos tratamentos dezessete ao vinte e dois, com a primeira aplicação após detecção dos primeiros sintomas da doença. Variável analisada: severidade da doença. Com esses dados calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença para cada uma das variáveis (AACPD). Ao final do ciclo da cultura, quantificou-se a produtividade e a massa de 1000 grãos. Os resultados demonstraram que o emprego e aplicação das misturas entre os fungicidas testados adicionados de protetores pode trazer contribuição no controle da doença, quando usados isoladamente. Combinadamente aos padrões comerciais ( triazóis, estrobilurinas e carboxamidas) praticamente não acrescentaram melhoras significativas na redução da severidade da doença.

**Palavras-chave:** Controle, *Phakopsora pachyrhizi*, *Glycine max*.

## ABSTRACT

GODOY, R.Y. **Contribution of protective fungicides in the management of soybean rust.** 2018. 47f. Dissertation (Master in Agronomy / Phytopathology) - Northern State University of Paraná, Bandeirantes.

The Asian soybean rust is caused by the fungus *Phakopsora pachyrhizi* and has been the subject of research on the use of various fungicides for its control. However, indiscriminate use, reports of resistance are increasingly present. At this time, the management recommendations for Asian soybean rust (FAS) have been based on the application of protective fungicides in a mixture with triazoles and strobilurins. The objective of this study was to study the effects of fungicides belonging to the demethylation inhibitory groups (DMI - triazoles); (QoI - azoxystrobin), inhibitors of succinate dehydrogenase (ISDH - carboxamides) with protective fungicides (Mancozeb, copper oxychloride and chlorothalonil), applied at different phenological stages of soybean cultivation to control Asian rust. Also, observe the increase in productivity caused by the application of fungicides. The experiments were conducted in the 2015/2016 and 2016/17 crops, at the School Farm of the State University of Northern Paraná at the Luiz Meneghel campus in the city of Bandeirantes, PR, with cultivar 5909, Nidera RR. A randomized complete block design with twenty - two treatments and four replications was used. The first application in stage V9 in the absence of disease symptoms for treatments two to sixteen and two applications in treatments seventeen to twenty two, with the first application after detection of the first symptoms of the disease. Variables analyzed: severity and incidence of the disease. With these data the area under the disease progress curve for each of the variables (AACPD) was calculated. At the end of the crop cycle, the yield and mass of 1000 grains were quantified. The results demonstrated that the use and application of the mixtures between the tested fungicides added with protectors can contribute to the control of the disease when used alone. In combination with commercial standards (triazoles, strobilurins and carboxamides) there was practically no significant improvement in reducing the severity of the disease.

Key words: Control, *Phakopsora pachyrhizi*, *Glycine max*.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabelas 1</b> Fungicidas testados para controle da Ferrugem Asiática da Soja, doses e época de aplicação, Bandeirantes, PR, 2017.....	26
<b>Tabela 2</b> Datas e condições meteorológicas de cada aplicação dos tratamentos safra 2015/16.....	30
<b>Tabela 3:</b> Datas e condições meteorológicas de cada aplicação dos tratamentos safra 2016/17.....	30
<b>Tabela 4:</b> Área abaixo da curva de progresso dos dados para severidade da ferrugem asiática da soja em função dos diferentes manejos da doença. Safra 2015/16 e 2016/17.....	34
<b>Tabela 5:</b> Massa de mil grãos e produtividade de soja submetida a diferentes manejos da FAS, 2015/16.....	40

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Urédias de <i>P. Pachyrhizi</i> .....	16
<b>Figura 2</b> Evolução da área (x1000) de soja tratada com fungicidas visando ao controle da Ferrugem.....	19
<b>Figura 3</b> Experimento a Campo de Fungicidas protetores combinados com sistêmicos na Fazenda Escola da Universidade Estadual do Norte do Paraná no Campus Luiz Meneghel, na cidade de Bandeirantes, Estado do Paraná.....	25
<b>Figura 4</b> Pulverização de Fungicidas protetores combinados com sistêmicos na Fazenda Escola da Universidade Estadual do Norte do Paraná no Campus Luiz Meneghel, na cidade de Bandeirantes, Estado do Paraná.....	26
<b>Figura 5</b> Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja.....	31
<b>Figura 6</b> Severidade da Ferrugem Asiática da Soja tratada com fungicidas, safra 2015/2016.....	35
<b>Figura 7</b> Severidade da Ferrugem Asiática da Soja tratadas com fungicidas, safra 2016/2017.....	36
<b>Figura 8</b> Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença para Severidade da Ferrugem Asiática da Soja, safra 2015/16.....	37
<b>Figura 9</b> Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença para Severidade da Ferrugem Asiática da Soja, safra 2016/17.....	38

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1 A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA .....	14
2.2 TAXONOMIA E ETIOLOGIA.....	15
2.3 CICLO BIOLÓGICO DO FUNGO <i>P. pachyrhizi</i> .....	15
2.4 SINTOMATOLOGIA E DANOS.....	17
2.5 CONTROLE QUIMICO.....	18
2.6 EVOLUÇÃO DA ÁREA CULTIVADA TRATADA COM FUNGICIDAS.....	18
2.7 RESISTÊNCIA A FUNGICIDAS.....	22
2.8 FUNGICIDAS MULTI-SÍTIOS.....	24
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	25
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	32
4.1 SEVERIDADE .....	32
4.2 PRODUTIVIDADE .....	38
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	41
<b>5 REFERÊNCIAS</b> .....	42

### APÊNDICES

APÊNDICE A – Severidade da ferrugem asiática da soja nas avaliações e área abaixo da curva de progresso da doença, em função dos programas de fungicidas, Safra 2015/16

APÊNDICE B - Severidade da ferrugem asiática da soja nas avaliações e área abaixo da curva de progresso da doença, em função dos programas de fungicidas, Safra 2016/17

## 1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial, torna-se necessário a busca de tecnologias para o aumento da produção de alimentos. Tais tecnologias visam combater alguns fatores que são limitantes à produção agrícola, como é o caso de doenças, pragas e plantas daninhas. No combate às doenças, o uso de produtos químicos é a tecnologia mais empregada até o momento. Um dos sérios problemas que o emprego de fungicidas enfrenta é o surgimento de raças de fungos fitopatogênicos resistentes na população (GHINI & KIMATI, 2000).

A demanda por soja encontra-se em expansão em todo o mundo e no Brasil não poderia ser diferente. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017), a perspectiva é de que o consumo da soja em grão atinja 58,4 milhões de toneladas no Brasil em 2026/2027, o que significa um crescimento de 23,4 % até 2026/27.

Como a expansão da área de cultivo é algo limitado, o desafio concentra-se em aumentar a produtividade das áreas cultivadas. Neste sentido, cumpre atentar-se à ocorrência de doenças, que prejudicam a produtividade da cultura de soja, fato que pode resultar em perdas de até 100% da lavoura (ZAMBOLIM et al., 2008).

A ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) é considerada como a principal doença da cultura, causando perdas na produtividade. Dentre os fungicidas utilizados no controle da ferrugem incluem compostos dos grupos dos triazóis e estrobilurinas, ou combinações entre eles. A utilização frequente destas misturas, tem resultado em diminuição da sensibilidade do patógeno a estes grupos de fungicidas. Este comportamento já foi observado em algumas regiões de cultivo de soja no país (ALVIM et al., 2009 a, b).

A dificuldade no controle da ferrugem da soja com fungicidas é crescente e mostra que o fungo tem uma elevada adaptabilidade em campos de soja (SCHMITZ et al., 2014). Devido ao elevado risco de resistência com fungicidas DMIs e Qols associada ao controle da ferrugem da soja, pesquisas estão sendo realizadas afim de encontrar novas misturas de fungicidas a serem incorporadas em uma melhor gestão integrada e eficaz no controle da doença, visando principalmente a redução dos riscos de desenvolvimento de resistência do patógeno aos fungicidas .

O objetivo geral da pesquisa foi analisar a contribuição dos fungicidas protetores (mancozeb, clorotalonil e oxicloreto de cobre) associados ou não às misturas dos produtos mais competitivos do mercado (inibidores da desmetilação - triazóis; inibidores da quinona oxidase – estrobilurinas e inibidores da succinato desidrogenase – carboxamidas), aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura da soja para o manejo da ferrugem asiática.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (FAS)

A Ferrugem Asiática da Soja (FAS) é uma doença foliar severa causada pelo fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P.Syd. (JULIATTI et al., 2015). O termo biotrófico define os parasitas que dependem nutricionalmente dos tecidos vivos do hospedeiro e da célula viva extraem os nutrientes essenciais as suas atividades vitais, apresentando assim menor número de oportunidades ou mecanismos para a sobrevivência do que os necrotróficos (ZAMBOLIN 2006).

O primeiro registro no Brasil ocorreu em 2001, no Estado do Paraná, e disseminou-se rapidamente pelas principais regiões produtoras de soja no país, onde suas severas perdas de produção tornaram a doença uma das principais da cultura (HIKISHIMA et al., 2010; YORINORI; LAZZAROTTO, 2004).

A importância da FAS pode ser avaliada pela sua rápida expansão nas regiões produtoras de soja no Brasil, por seus danos e pelo montante de perdas que tem provocado (YORINORI et al., 2005).

O principal dano ocasionado pela ferrugem asiática da soja é a desfolha precoce da planta, que impede a completa formação dos grãos, com consequente redução da produtividade. O custo da ferrugem envolve as aplicações de fungicidas e os prejuízos ocasionados pela doença, cerca de US\$ 2 bilhões são gastos por ano (EMBRAPA, 2014).

Resultados de pesquisas indicaram que na safra 2014/15, a redução na produtividade foi de até 40%, em condições de ausência de controle da doença (GODOY et al., 2015).

As técnicas de controle recomendadas no Brasil para a FAS incluem: a utilização de cultivares de ciclo precoce e semeadura no início da época recomendada, a eliminação de plantas de soja voluntárias e a carência de cultivo de soja na entressafra por meio do vazio sanitário, o monitoramento da lavoura desde o início da ampliação da cultura, e o emprego de fungicidas na manifestação dos sintomas ou preventivamente e o emprego de cultivares resistentes, quando disponíveis (EMBRAPA, 2011).

## 2.2 TAXONOMIA E ETIOLOGIA

A ferrugem asiática da soja tem como agente causal o fungo *Phakopsora pachyrhizi*, pertencente ao gênero *Phakopsora*, filo *Basidiomycota*, classe *Urediniomycetes*, ordem *Uredinales* e família *Phakopsoraceae*. O nome da doença deve-se ao aspecto das lesões causadas pelo fungo. A fase teleomórfica de *P. pachyrhizi* apresenta teliosporos irregularmente distribuídos em camadas de dois a sete esporos, e sua coloração varia do amarelo ao pardo-claro, mas também pode ser hialiana (ASSUNÇÃO et al., 2003).

Os teliósporos apresentam espessura de 1,0 até 3,0  $\mu\text{m}$  nas camadas mais externas (REIS et al., 2006). Na fase anamórfica, os uredósporos medem de 15 a 24 x 18 a 34  $\mu\text{m}$  e são ovóides, com paredes de 1,0  $\mu\text{m}$  de espessura e densamente equinulados, hialinos, amarelos ou marrom-claros. Os uredósporos maduros, quando molhados, podem ser globosos ou ovalados e pedicelados (LITTLEFIELD e SCHIMMING, 1989).

## 2.3 CICLO BIOLÓGICO DO FUNGO *P. pachyrhizi*

Segundo Alexopoulos et al. (1996), as ferrugens podem produzir cinco estágios diferentes em seu ciclo de vida, sendo eles: estágio 0 (espermogônios produtores de espermacias e hifas receptivas), estágio 1 (aécia produzindo aeciosporos), estágio 2 (uredia produzindo urediniosporos), estágio 3 (télia produzindo teliosporos) e estágio 4 (basídias produzindo basidiosporos).

Geralmente, a doença é descrita pelos estágios 2 e 3, que correspondem às fases de uredósporos e télias. A ocorrência dos demais estágios que compõem o ciclo é incerta (FIALLOS, 2011; FREIRE, 2007).

A etapa uredial (figura 1) é considerada de grande importância para epidemiologia, porque nessa etapa os esporos são formados em ampla quantidade, o que aumenta o número de inóculo e as chances de novas contaminações, é a diferença da etapa de télia, que forma esporos especializados para sobrevivência do fungo em ocasiões em que as condições climáticas não são favoráveis ao seu desenvolvimento. Ainda que esta última etapa possa acontecer sob determinadas condições no campo, não se sabe ao certo o seu papel na epidemiologia (FREIRE, 2007; LIMA, 2009).



Figura 1: Urédia de *Phakopsora pachyrhizi*, aumento de 60X.

Fonte: Embrapa - Seminário "Ciência e Tecnologia para a Defesa Agropecuária"

O ciclo da doença inicia-se com a disseminação pelo vento dos esporos produzidos em plantas hospedeiras na entressafra, e sua deposição sobre as folhas. Em condições favoráveis, os esporos germinam formando tubo germinativo e apressório. A penetração é direta na epiderme, diferentemente da maioria dos fungos causadores de ferrugens que penetram pelos estômatos. As condições ambientais favoráveis à germinação dos esporos são temperaturas entre 18°C e 26°C e molhamento foliar de no mínimo seis horas (ideal de 12 a 14 horas). A colonização dos tecidos foliares é intercelular com a formação de haustórios. Em condições ótimas de temperatura, cinco dias após a penetração já é possível a visualização dos primeiros sintomas. Passados mais quatro a seis dias, as urédias podem ser vistas e novos esporos começam a ser liberados, sendo que cada urédia permanece produzindo esporos por aproximadamente 21 dias. Estes esporos vão iniciar novas infecções na mesma lavoura ou vão servir como inóculo para outras (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2017).

Diferentemente do que ocorre para a maioria das ferrugens, que comumente apresentam estreita gama de hospedeiros, *P. pachyrhizi* infecta mais de 95 espécies de plantas de mais de 42 gêneros (BLUM, 2009; FIALLOS, 2011).

As principais fontes de inóculo do patógeno são as plantas vivas de soja infectadas, plantas voluntárias ou cultivadas na entressafra e os hospedeiros secundários (BLUM, 2009).

## 2.4 SINTOMATOLOGIA E DANOS

A ferrugem asiática pode surgir em qualquer momento do ciclo fenológico da cultura, sendo mais frequente em plantas no início ou em plena floração. Os sintomas iniciam-se nas folhas inferiores da planta e se diferenciam por pontos minúsculos (1 a 2 mm) mais escuros que o tecido sadio, mostrando-se saliências na face adaxial das folhas (AZEVEDO et al., 2007).

Com a ampliação da doença, as lesões tendem a apresentar uma forma angular e podem atingir 2 a 5 mm de diâmetro, podendo apontar em pecíolos, vagens e caules, mais comuns, porém na superfície foliar, onde podem ocupar amplas áreas (SINCLAIR, 1999).

A doença causa ligeira clorose e queda antecipada das folhas, afetando a plena formação dos grãos com a conseqüente redução de produtividade e quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos, conduzindo a diminuição do rendimento e da qualidade. Dependendo da severidade, quando a doença atinge a fase de formação das vagens ou no início do enchimento de grãos, poderá ocorrer a queda de flores e das vagens (HENNING e GODOY, 2006).

O nível do dano que a doença ocasionará depende do momento em que ela incide na cultura, das condições climáticas, da resistência/tolerância e do ciclo do genótipo utilizado (GODOY e LAZZAROTTODA, 2005).

No manejo dessa doença incluem o uso de cultivares de ciclo precoce e plantio no tempo indicado, bem como a eliminação de plantas de soja que aparecem voluntariamente. Além disso, é importante a ausência de cultivo de soja na entressafra através do vazio sanitário, com monitoramento da doença nas lavouras durante seu desenvolvimento, visando o uso de fungicidas na manifestação de sintomas ou até preventivamente, e a utilização de cultivares mais resistentes (EMBRAPA, 2013).

## 2.5 CONTROLE QUÍMICO

Entre os métodos de controle para atenuar o avanço e o poder destrutivo da ferrugem asiática, a proteção química com fungicidas é uma das estratégias mais utilizadas na agricultura. Mas, para que o método seja eficiente, é importante que a aplicação seja baseada num monitoramento criterioso (ALVIM, et al 2009).

O período crítico para proteção da cultura com aplicação de fungicidas vai do estágio de florescimento (R1) até a maturação fisiológica (R7) (LEVY, 2005).

Atualmente, existe uma grande variedade de produtos registrados no Brasil para controle da FAS. No entanto, a maioria dos produtos constitui-se em misturas de diferentes tipos de modo de ação, com ingredientes ativos dos grupos dos triazóis, estrobilurinas e carboxamidas (Orkestra® em 2013) e dos ditiocarbamatos (Unizeb Glory, 2015).

Na última safra foram evidenciadas reduções na sensibilidade do fungo causador de ferrugem ao grupo das carboxamidas. A performance no campo dos fungicidas contendo SDHI permanece, em geral boa, mas pela primeira vez na safra 2015/16 e particularmente na safra 2016/17, em áreas com um histórico intensivo do uso de SDHIs e em condições de alta pressão de doença, foram detectados casos de redução de performance das mesmas. A caracterização inicial das populações coletadas nas safras 2015/2016 indicaram uma mutação na subunidade C na posição I86F (informativo 01/2017 FRAC).

A decisão sobre o momento de aplicação (sintomas iniciais ou preventiva) deve ser técnica, levando em conta os fatores necessários ao aparecimento da ferrugem (presença do fungo na região, idade da planta e condição ambiental favorável), a logística de aplicação (disponibilidade de equipamentos e tamanho da propriedade) (EMBRAPA, 2013).

## 2.6 EVOLUÇÃO DA ÁREA CULTIVADA TRATADA COM FUNGICIDAS

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) 2015/2016 a área plantada de grãos no Brasil aproximou-se dos 31,573 milhões de hectares, com produção de 95,070 milhões de toneladas (CONAB, 2016). As orientações do uso de fungicidas para o controle da ferrugem têm mudado desde as primeiras indicações.

Fungicidas do grupo das estrobilurinas foram recomendados em aplicações isoladas somente nas primeiras safras, porém, dada sua menor eficiência, passaram a ser recomendados somente em mistura com triazóis. Resultados dos ensaios de 2003/04 até a safra 2006/07 mostraram que os fungicidas do grupo dos triazóis aplicados sozinhos apresentavam melhor eficiência de controle do que fungicidas do grupo das estrobilurinas, com grande diferença de eficiência entre princípios ativos (EMBRAPA, 2011).

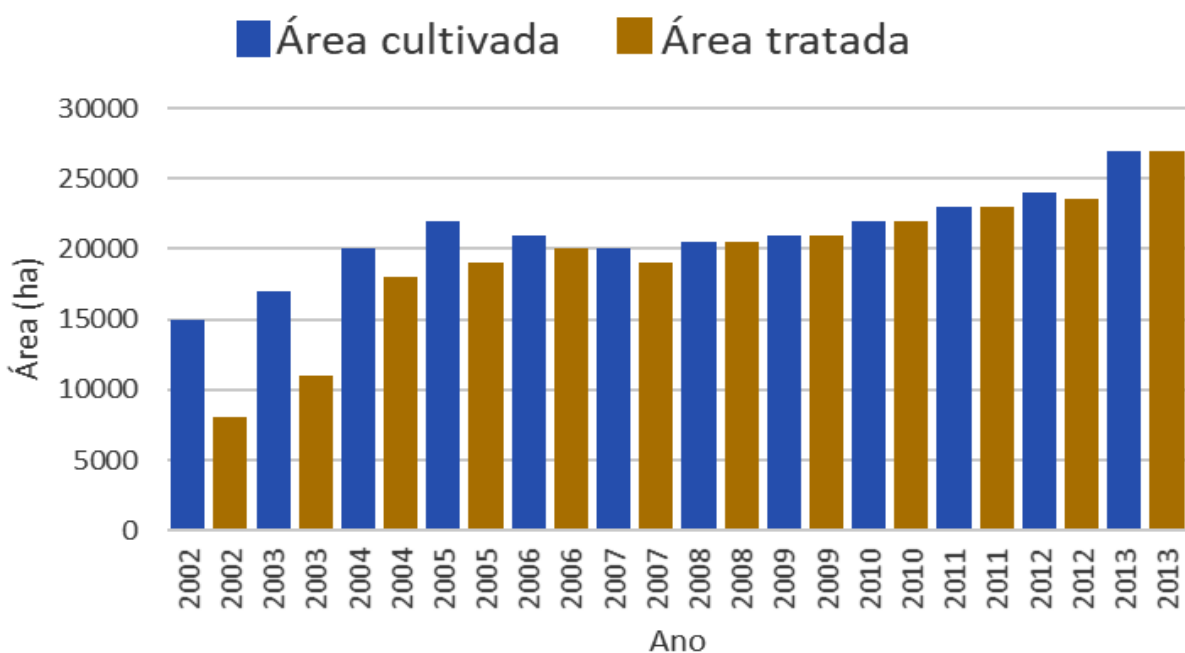


Figura 2: Evolução da área (x1000) de soja tratada com fungicidas visando ao controle da Ferrugem

Fonte: (EMBRAPA, 2013).

Devido à alta eficiência dos triazóis até 2007, associada à presença de produtos genéricos no mercado e preço baixo, os fungicidas desse grupo foram utilizados em aplicações isoladas, sequenciais e de forma curativa. A partir da safra 2007/08, a redução de eficiência foi observada nos triazóis em ensaios realizados em semeaduras tardias de soja. Essa menor eficiência tem sido associada à seleção de populações de fungos menos sensíveis aos fungicidas desse grupo (JULIATTI et al., 2015).

Em consequência da menor eficiência associada à seleção de populações menos sensíveis do patógeno aos triazóis, a partir de 2008 nas regiões produtoras de MT, MS e GO, orientou-se que fossem utilizadas, preferencialmente, misturas de triazóis e estrobilurinas no controle da FAS, como estratégia anti-resistência. A partir da safra 2009/10, menor eficiência dos triazóis isolados, também, foi observada nos ensaios realizados na região Sul do Brasil, e a orientação para o uso preferencial de misturas de triazóis e estrobilurinas foi estendida para todas as regiões produtoras de soja (EMBRAPA, 2011).

A utilização de misturas de triazóis e estrobilurinas foi adotada como uma estratégia antirresistência, devido ao mecanismo diferente de ação da estrobilurina que atua sobre indivíduos resistentes e sensíveis aos triazóis. Com a menor eficiência dos fungicidas do grupo dos triazóis, um aumento de pressão de seleção para resistência aos fungicidas do grupo das estrobilurinas já era esperado (JULIATTI et al., 2015).

Neste sentido, no ensaio em rede das safras 2013/14 e 2014/15, as misturas dos fungicidas dos grupos triazóis e estrobilurinas apresentaram baixa eficiência de controle (GODOY et al., 2014; GODOY et al., 2015).

Segundo Juliatti et al. (2015), as estrobilurinas (azoxistrobina, piraclostrobina e picoxistrobina), bem como a sua associação com os triazóis, em alguns casos, não atingem sequer 40% de controle da ferrugem da soja.

Apesar de estudos mostrarem que, em teoria, a resistência completa de *P. pachyrhizi* à estrobilurina tinha probabilidade quase nula de ocorrer (EMBRAPA, 2011), Silva et al. (2015) relatam que o fungo *P. pachyrhizi* já apresenta resistência parcial aos triazóis e às estrobilurinas.

A resistência de fungos a fungicidas se desenvolve mais rapidamente em patógenos com maior capacidade de esporulação ou capacidade de multiplicação e disseminação, como é o caso da FAS. Por exemplo, em uma área de soja de 1 hectare, com severidade média de 25%, pode haver a produção de 576 mil novos mutantes, considerando uma taxa de 1: 1.000.000 (GHINI et al., 2000).

Quanto maior o número de esporos liberados na cultura, maiores serão as chances de mutação e seleção. A população de um patógeno responde a qualquer mudança do ambiente. O padrão genotípico da população de um patógeno tende a mudar até que a seleção estabilizadora atue e resulte em equilíbrio. Dinâmicas de populações são especialmente pronunciadas em doenças que se disseminam pelo

vento com grande facilidade, onde o fungo não encontra barreiras que impeça sua dispersão, causando prejuízos a produção como é o caso das ferrugens (REIS, 2006).

A introdução de um novo fungicida na cultura da soja deve apresentar um mecanismo diferenciado na ação e uma performance no controle da doença, ocasionando uma mudança ambiental, o que leva a uma resposta ao patógeno. (KOLLER, 1987).

A pressão de seleção que ocorre nos cultivos de soja no Brasil se deve às grandes áreas cultivadas com o grão associadas à frequência de aplicação de fungicidas proporcionada pela extensa janela de plantio para a cultura, também à utilização de subdoses pelos produtores e ainda às aplicações curativas que ocorrem com a doença já instalada na área, onde a ferrugem mostrou sua capacidade de causar danos, aumentando a severidade da doença nas regiões que a favorecem (JULIATTI et al., 2015).

Em 2011, realizou-se no Brasil um estudo sobre alternativas de programas de manejo de resistência, colocando em uso a aplicação de antigos fungicidas protetores (HORTA e ALBUQUERQUE, 2015). No entanto, o uso de fungicidas protetores em associação à triazóis e estrobilurinas como estratégia para dificultar o aparecimento de mutações ou perda da sensibilidade dos fungicidas triazóis ou estrobilurinas tem sido recomendado pelo USDA desde 2004 (JULIATTI et al., 2015).

Dentre o grupo dos protetores, o que tem sido mais recomendado é o mancozebe. Esse ingrediente ativo é indicado para lavouras no combate a fungos que criaram resistência no campo em decorrência do uso indiscriminado de fungicidas sistêmicos, sem alternância de princípios ativos. Outro aspecto é a possibilidade de associação com outros fungicidas mais comumente utilizados, o que pode promover um ganho de produtividade (HORTA e ALBUQUERQUE, 2015).

Ao contrário dos fungicidas do grupo dos triazóis e da estrobilurina, que possuem modo de ação específico, o mancozebe possui ação multissítio que diminui o risco de resistência. Esse é um produto que potencializa a eficácia de produtos que já apresentam resistência, além de preservar o efeito de princípios ativos que ainda não possuem registro de resistência (HORTA E ALBUQUERQUE, 2015).

Fungicidas que atuam de modo não específico, de acordo com as proposições de Juliatti et al., (2015) apresentam capacidade de controlar ampla

gama de fungos, enquanto que outros produtos com modos de ação específicos apresentam espectros de ação limitados, atuando em um único sítio específico dos fungos. Essa especificidade faz com que haja alto risco de resistência adquirida pelo patógeno. Portanto, alta pressão de seleção causada pelo uso intensivo de fungicidas pode resultar na seleção de isolados de fungos resistentes.

## 2.7 RESISTÊNCIA A FUNGICIDAS

A resistência, sendo uma forte característica ou uma alteração herdável em um fungo em resposta a aplicação de determinado fungicida, comumente sistêmico, resulta em redução da sensibilidade ao produto. Na resistência, o patógeno deixa de ser efetivo, no controle de uma doença, em uma determinada dose do fungicida, que previamente proporcionava controle. De um modo geral a resistência é medida em termos de proporção de linhagens resistentes na população do microrganismo. Entende-se adaptabilidade a habilidade de uma linhagem de fungo de se desenvolver reproduzir e sobreviver comparado a outras linhagens nas mesmas condições. A resistência cruzada refere-se à resistência de um fungo, a dois ou mais fungicidas conferidos pelo mesmo fator genético (PARREIRA, NEVES E ZAMBOLIM, 2009).

.As falhas que ocorrem no controle químico de determinada doença normalmente são atribuídas ao fato de se acreditar que o fungicida utilizado não faz mais efeito, o que potencializa o ataque do fungo. Assim, atribui-se ao produto químico, ou seja, ao fungicida, a causa do insucesso no controle de doenças, ou sua destruição total ou parcial. E tendo em vista que o controle químico é utilizado em grande escala na lavoura e nas mais diversas condições de solo, altitude e clima, surgem assim outras inúmeras causas como sendo responsáveis pelo insucesso no controle de doenças (EMBRAPA 2011).

A determinação certa do agente causal da doença, segundo Parreira, Neves e Zambolim (2009) é fator fundamental na eficácia do controle químico das doenças. Conforme os autores, sintomas idênticos podem ser apresentados por agentes causais díspares, e, já os sintomas causados na plantação de soja por *Phakopsora pachyrhizi*, na etapa de crescimento vegetativo, podem ser facilmente confundidos. Sendo assim, a diagnose adequada da doença se faz necessário, pois se o agente causal for *P. pachyrhizi*, a recomendação é utilizar fungicida do grupo dos triazóis.

Conforme Parreira, Neves e Zambolim (2009) a ferrugem da soja em algumas regiões do Brasil, como é o caso de Mato Grosso, local que produz muitas sementes para plantio, “nas culturas sob pivô central e pelo fato de não adotarem o vazio sanitário, torna-se de tal forma tão severa que os fungicidas não são eficientes e suficientes no controle da doença”.

A utilização de fungicidas é uma das estratégias usadas para o controle de doenças nas plantações rurais. É a forma de controle para os mais variados problemas fitossanitários, cuja facilidade de aplicação e resultados imediatos os tornaram de sucesso e muito difundidos nas culturas. Mas seu uso contínuo e descontrolado traz sérias consequências para o campo, pois pode ocasionar a seleção de fungos fitopatogênicos mais resistentes, e não controlados pelo fungicida, fator que acaba colocando em risco o sucesso do método. “Isso torna o aparecimento de fungos fitopatogênicos mais resistentes a fungicidas e é um severo problema que põem em risco o controle dessas doenças” (GHINI, 2001).

Ghini (2001) descreve que os fungos que causam doenças, assim como outros organismos vivos, podem sim desenvolver resistência aos fungicidas. Isso acontece tendo em vista a grande variabilidade de microrganismos e sua imensa capacidade de multiplicação, as quais fornecem grande oportunidade para a seleção de linhagens resistentes surgidas espontaneamente.

A resistência de patógenos aos triazóis é descrita como quantitativa, ou seja, ocorre mudança gradual na sensibilidade do patógeno, aumentando ano após ano com o uso contínuo do produto, raramente levando, destarte, a uma perda completa de eficiência. A queda gradual de eficiência dos triazóis foi observada nos resultados dos ensaios em rede, comparando um fungicida do grupo dos triazóis a uma mistura de triazol e estrobilurina (EMBRAPA, 2011; JULIATTI et al., 2015).

Segundo Juliatti et al., (2015), as carboxamidas associadas às estrobilurinas que estão surgindo também podem ser colocadas em risco se não houver a devida proteção na associação com fungicidas do grupo dos triazóis ou mesmo fungicidas protetores.

O grupo carboxamidas apresenta resistência conhecida para fungos específicos. Sítio alvo de mutação H257L. Caracterizado como médio risco de resistência, requer manejo de resistência quando utilizado para patógenos de risco (FRAC, 2016).

Para prevenir a resistência de fungos aos fungicidas, geralmente pode-se seguir táticas de manejo de doenças, empregando a dose do produto sugerida pelo fabricante. Sendo assim, deve-se aplicar o produto misturando com um ou mais fungicidas, de ação diversa, encurtando a quantidade de tratamentos por safra e aplicando somente quando for realmente importante e necessário. “Estes atos, acompanhados ao manejo e práticas integradas ao controle de doenças, se fazem extremamente importante”(PARREIRA, NEVES E ZAMBOLIM, 2009).

## 2.8 FUNGICIDAS MULTI-SÍTIOS

O uso dos fungicidas multi-sítio é uma estratégia importante que pode contribuir para reverter a diminuição da sensibilidade a fungicidas IDMs, IQos e ISDH. Fungicidas com maior espectro de ação, como mancozebe, podem ser aliados no controle da ferrugem da soja (Gullino et al., 2010).

São encontrados relatos do uso desse ativo para aumentar o espectro de ação de programas de controle contendo fungicidas sítio-específico (Godoy et al., 2015). Além disso, o uso de mancozebe constitui estratégia importante no manejo de raças do patógeno com eventos de adaptação conferindo menor sensibilidade aos fungicidas sítios-específicos. A eficácia de mancozebe já tinha sido relatada antigamente no controle de FAS (TORRES; QUEBRAL, 1976).

Os fungicidas com o modo de ação multissítio, atuam pela interferência generalizada de processos metabólicos vitais da célula fúngica (FRAC, 2016). São caracterizados por permanecerem sobre a superfície foliar e atuarem formando uma camada de proteção sobre os folíolos contra a germinação de esporos (ZAMBOLIM et al., 2008). Esta característica possibilita a remoção do produto após ocorrência de chuvas, irrigação ou fotodegradação. Por esta razão, são colocados em segundo plano pelos sojicultores. Contudo, quando manejados corretamente e sob condições ideais, inibem a germinação de esporos de uma gama de patógenos, reduzindo perdas decorrente de doenças ( ZAMBOLIM et al., 2008).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Universidade Estadual do Norte do Paraná no Campus Luiz Meneghel, na cidade de Bandeirantes, Estado do Paraná (figura 3). As semeaduras da soja (*Glycine max*), cultivar NIDERA 5909 RR foram realizadas nos dias 11/11/2015 e 16/12/2016 no sistema de plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,45 metro e 14 sementes por metro linear.



Autoria: Godoy, Y.R. 2017.

Figura 3: Experimento a Campo de Fungicidas protetores combinados com sistêmicos na Fazenda Escola da Universidade Estadual do Norte do Paraná no Campus Luiz Meneghel, na cidade de Bandeirantes, Estado do Paraná.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com vinte e dois tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída por cinco linhas de 6 metros de comprimento. Em todos os tratamentos, as duas linhas externas e 0,5 metro nas extremidades de cada linha foram consideradas como bordadura. Os experimentos foram instalados nas safras 2015/16 e 2016/17.

A aplicação de fungicidas foi realizada através de um pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, com um conjunto de barra com 6 bicos com ponta AD 015 D espaçados em 0,5 metro e aplicados a 0,5 metro da planta, conforme a figura 4.



Autoria: Godoy, Y.R. 2017.

Figura 4: Pulverização de Fungicidas para controle da Ferrugem Asiática da Soja na Fazenda Escola da Universidade Estadual do Norte do Paraná no Campus Luiz Meneghel, na cidade de Bandeirantes, Estado do Paraná.

Os produtos usados nas pulverizações fazem parte da lista de fungicidas aprovados para o controle da ferrugem asiática da soja. Dos fungicidas utilizados encontram-se princípios ativos do grupo químico dos triazois, estrobilurinas, carboxamidas cúpricos, ditiocarbamato e isoftalonitrila. Segue abaixo tabela 1 com descrição dos tratamentos e doses aplicadas.

Tabela 1: Fungicidas testados para controle da Ferrugem asiática da soja, doses e épocas de aplicações. Bandeirantes, Paraná, 2017

Tratamentos	ingrediente ativo	Produto Comercial	Dose (L/ha)	Aplicações/ Estádio		
1	Testemunha	-	-	-		
2	Padrão 1	epoxiconazol + piraclostrobina	Opera	0,5	1 <sup>a</sup>	V9
		fluxapiroxade + piraclostrobina	Orkestra	0,3	2 <sup>a</sup>	R1
		fluxapiroxade + piraclostrobina	Orkestra	0,3	3 <sup>a</sup>	R5.1

3	Padrão 1 +	epoxiconazol + piraclostrobina	Opera	0,5	1	V9		
		Mancozeb + mancozeb	Unizeb	1,5				
		fluxapiroxade + piraclostrobina	Orkestra	0,3	2 <sup>a</sup>	R1		
		+ mancozeb	Unizeb	1,5				
		fluxapiroxade + piraclostrobina	Orkestra	0,3				
	+ mancozeb	Unizeb	1,5	3 <sup>a</sup>	R5.1			
4	Padrão 1 +	epoxiconazol + piraclostrobina	Opera	0,5	1 <sup>a</sup>	V9		
		oxicloreto cobre + oxicloreto de cobre	Difere	0,5				
		fluxapiroxade + piraclostrobina	Orkestra	0,3	2 <sup>a</sup>	R1		
		+ oxicloreto de cobre	Difere	0,5				
		fluxapiroxade + piraclostrobina	Orkestra	0,3				
	+ oxicloreto de cobre	Difere	0,5	3 <sup>a</sup>	R5.1			
5	Padrão 1 +	epoxiconazol + piraclostrobina	Opera	0,5	1 <sup>a</sup>	V9		
		clorotalonil + clorotalonil	Bravonil	0,91				
		fluxapiroxade + piraclostrobina	Orkestra	0,3	2 <sup>a</sup>	R1		
		+ clorotalonil	Bravonil	0,91				
		fluxapiroxade + piraclostrobina	Orkestra	0,3				
	+ clorotalonil	Bravonil	0,91	3 <sup>a</sup>	R5.1			
6	Padrão 2	Difenoconazole	Score	0,3	1 <sup>a</sup>	V9		
		+ ciproconazole + azoxystrobina	Priore xtra	0,3				
		benzovindiflupir + azoxistrobina	Elatus	0,25			2 <sup>a</sup>	R1
		benzovindiflupir + azoxistrobina	Elatus	0,25			3 <sup>a</sup>	R5.1
7	Padrão 2 +	Difenoconazole	Score	0,3	1 <sup>a</sup>	V9		
		Mancozeb ciproconazole + azoxystrobina + Mancozeb	Priore xtra Unizeb	0,25 1,5				
		benzovindiflupir + Azoxistrobina	Elatus	0,25	2 <sup>a</sup>	R1		
		+ mancozeb	Unizeb	1,5				

		benzovindiflupir + azoxistrobina	Elatus	0,25		
		+ mancozeb	Unizeb	1,5	3 <sup>a</sup>	R5.1
8	Padrão 2 + oxicloreto cobre	Difenoconazole	Score	0,3		
		ciproconazole + azoxystrobina	Priore xtra	0,3		
		+ oxicloreto de cobre	Difere	0,5	1 <sup>a</sup>	V9
		benzovindiflupir + azoxistrobina	Elatus	0,25		
		+ oxicloreto de cobre	Difere	0,5	2 <sup>a</sup>	R1
		benzovindiflupir + Azoxistrobina	Elatus	0,25		
		+ oxicloreto de cobre	Difere	0,5	3 <sup>a</sup>	R5.1
9	Padrão 2 + Clorotalonil	Difenoconazole	Score	0,3		
		ciproconazole + azoxystrobina	Priore xtra	0,3	1 <sup>a</sup>	V9
		+ clorotalonil	Bravonil	0,91		
		benzovindiflupir + azoxistrobina	Elatus	0,25	2 <sup>a</sup>	R1
		+ clorotalonil	Bravonil	0,91		
		benzovindiflupir + azoxistrobina	Elatus	0,25		
		+ clorotalonil	Bravonil	0,91	3 <sup>a</sup>	R5.1
10	Padrão 3	trifloxistrobina + protioconazol	Fox	0,4	1 <sup>a</sup>	V9
		trifloxistrobina + protioconazol	Fox	0,4	2 <sup>a</sup>	R1
		trifloxistrobina + ciproconazol	Sphere Max	0,2	3 <sup>a</sup>	R5.1
11	Padrão 3 + Mancozeb	trifloxistrobina + protioconazol	Fox	0,4		
		+ mancozeb	Unizeb	1,5	1 <sup>a</sup>	V9
		trifloxistrobina + protioconazol	Fox	0,4		
		+ mancozeb	Unizeb	1,5	2 <sup>a</sup>	R1
		trifloxistrobina + ciproconazol	Sphere Max	0,2		
		+ mancozeb	Unizeb	1,5	3 <sup>a</sup>	R5.1
12	Padrão 3	trifloxistrobina +	Fox	0,4		

	+ oxicloreto cobre	protioconazol			
		+ oxicloreto de cobre	Difere	0,5	1 <sup>a</sup> V9
		trifloxistrobina + protioconazol	Fox	0,4	
		+ oxicloreto de cobre	Difere	0,5	2 <sup>a</sup> R1
		trifloxistrobina + ciproconazol	Sphere Max	0,2	
		+ oxicloreto de cobre	Difere	0,5	3 <sup>a</sup> R5.1
13	Padrão 3 + Clorotalonil	trifloxistrobina + protioconazol	Fox	0,4	
		+ clorotalonil	Bravonil	0,91	1 <sup>a</sup> V9
		trifloxistrobina + protioconazol	Fox	0,4	
		+ clorotalonil	Bravonil	0,91	2 <sup>a</sup> R1
		trifloxistrobina + ciproconazol	Sphere Max	0,2	
		+ clorotalonil	Bravonil	0,91	3 <sup>a</sup> R5.1
14		Mancozeb	Unizeb	1,5	1 <sup>a</sup> V9
		Mancozeb	Unizeb	1,5	2 <sup>a</sup> R1
		Mancozeb	Unizeb	1,5	3 <sup>a</sup> R5.1
15		oxicloreto de cobre	Difere	0,5	1 <sup>a</sup> V9
		oxicloreto de cobre	Difere	0,5	2 <sup>a</sup> R1
		oxicloreto de cobre	Difere	0,5	3 <sup>a</sup> R5.1
16		clorotalonil	Bravonil	0,91	1 <sup>a</sup> V9
		clorotalonil	Bravonil	0,91	2 <sup>a</sup> R1
		clorotalonil	Bravonil	0,91	3 <sup>a</sup> R5.1
17	Padrão 4	fluxapiraxade + piraclostrobina	Orkestra	0,3	1 <sup>a</sup> Prim. Pústulas
		fluxapiraxade + piraclostrobina	Orkestra	0,3	2 <sup>a</sup> R5.1
18	Padrão 4 + Mancozeb	fluxapiraxade + piraclostrobina	Orkestra	0,3	
		+ mancozeb	Unizeb	1,5	1 <sup>a</sup> Prim. Pústulas
		fluxapiraxade + piraclostrobina	Orkestra	0,3	
		+ mancozeb	Unizeb	1,5	2 <sup>a</sup> R5.1
19	Padrão 5	benzovindiflupir + azoxistrobina	Elatus	0,25	1 <sup>a</sup> Prim. Pústulas
		benzovindiflupir +	Elatus	0,25	2 <sup>a</sup> R5.1

		azoxistrobina				
20	Padrão 5 + Mancozeb	benzovindiflupir + azoxistrobina	Elatus	0,25		
		+ mancozeb	Unizeb	1,5	1 <sup>a</sup>	Prim. Pústulas
		benzovindiflupir + azoxistrobina	Elatus	0,25		
		+ mancozeb	Unizeb	1,5	2 <sup>a</sup>	R5.1
21	Padrão 6	trifloxistrobina + protioconazol	Fox	0,4	1 <sup>a</sup>	Prim. Pústulas
		trifloxistrobina + ciproconazol	Sphere Max	0,2	2 <sup>a</sup>	R5.1
		trifloxistrobina + protioconazol	Fox	0,4		
22	Padrão 6 + Mancozeb	+ mancozeb	Unizeb	1,5	1 <sup>a</sup>	Prim. Pústulas
		trifloxistrobina + ciproconazol	Sphere Max	0,2		
		+ mancozeb	Unizeb	1,5	2 <sup>a</sup>	R5.1
		trifloxistrobina + ciproconazol	Sphere Max	0,2		

\*Foi adicionado óleo mineral na proporção de 0,5% do volume de calda nos tratamentos de acordo com a recomendação de cada fungicida, volume de aplicação 200 l/ha.

As aplicações ocorreram sempre na ausência de chuva. Uma nova aplicação foi realizada entre quinze a vinte dias (tabela 2 e 3). Os tratamentos 02 ao 16 foram constituídos por aplicações de fungicidas, sendo a primeira aplicação realizada preventivamente no estágio fenológico V9. Os tratamentos 17 ao 22 foram aplicadas as primeiras pulverizações após a detecção das primeiras lesões, sendo realizadas apenas duas aplicações.

Tabela 2: Datas e condições meteorológicas de cada aplicação dos tratamentos. Bandeirantes, PR, Safra 2015/16.

Aplic.	Data	Temp. (°C)	UR (%)	V. V. (m/s)	Início (h)	Fim (h)	Estádio
1 <sup>a</sup>	22/12/2015	25,8	62,6	1,6	16:00	17:00	V9
2 <sup>a</sup>	07/01/2016	24,1	65	1,2	09:00	09:45	R1
3 <sup>a</sup>	21/01/2016	23	62	1,3	10:30	10:37	R5.1

\* UR – umidade relativa; V.V Velocidade do vento

Tabela 3: Datas e condições meteorológicas de cada aplicação dos tratamentos. Bandeirantes, PR, Safra 2016/17.

Aplic.	Data	Temp. (°C)	UR (%)	V. V. (m/s)	Início (h)	Fim (h)	Estádio
1ª	25/01/2017	22,5	63	2,0	17:00	18:00	V9
2ª	12/02/2017	23,6	67	1,5	08:00	09:50	R1
3ª	01/03/2017	23	65	1,7	16:30	17:30	R5.1

\* UR – umidade relativa; V.V Velocidade do vento

As avaliações de severidade da doença foram iniciadas no dia 18/01/2016 (Safra 2015/16) e 10/02/2017 (Safra 2016/17) e repetidas com intervalos entre as avaliações de 10 a 15 dias. Em todas as datas, 10 folíolos foram coletados do terço médio da planta de cada parcela aleatoriamente, acondicionadas em sacos plásticos, sendo posteriormente em laboratório avaliadas quanto a presença de urédias e lesões de ferrugem asiática da soja, seguindo escala de Godoy et al, (2006) conforme a figura 5. Os dados de severidade da doença nas folhas de soja foram utilizados para calcular a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), segundo a equação de Shaner e Finney (1977).

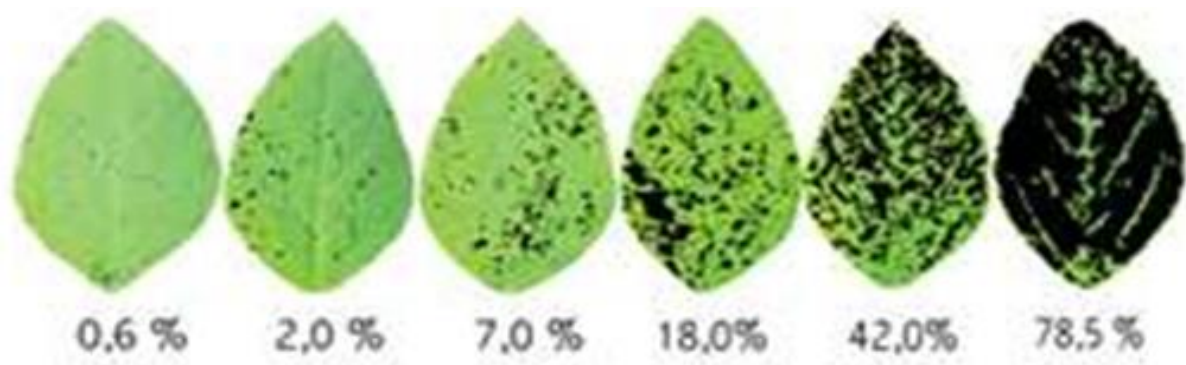


Figura 5: Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja  
Fonte: Godoy et al. (2006).

A AACPD é frequentemente usada para combinar várias observações do progresso da doença em um único valor (CAMPBELL & MADDEN, 1990). e seu calculo é concebido pela seguinte equação:

$$n-1$$

$$AACPD = \sum_{i=1} [(X_i + X_{i+1})/2](t_{i+1} + t_i)$$

em que:

AACPD = área abaixo da curva de progresso dos dados ou doença;

X = valor obtido na avaliação para cada variável analisada;

t = tempo;

n = número de avaliações no tempo.

A produtividade de grãos foi obtida após a colheita realizada no dia 22 de março de 2016, coletando uma área útil de 10 m<sup>2</sup> Parcela<sup>-1</sup> e trilhando as plantas mecanicamente. Após a pesagem das amostras das parcelas, os resultados da produtividade de grãos foram corrigidos a umidade de 13% e transformados em kg/ha<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as diferenças entre as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey á 5% de probabilidade, usando-se o programa SASM-Agri (CANTERI et al., 2001).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 SEVERIDADE

Os resultados para o parâmetro área abaixo da curva de progresso da doença para a severidade estão apresentados na tabela 6, safas 2015/16 e 2016/17.

A severidade, porcentagem da área infectada, é um parâmetro mais adequado e tem sido o mais amplamente utilizado para avaliação da eficiência de fungicidas no manejo da ferrugem da soja.

Na safra 2015/16 a pressão da doença mostrou-se mais elevada comparativamente a safra 2016/17, com valores de severidade no tratamento testemunha, na última avaliação (R6/R7), 55,68 % e contra 27,6 %, respectivamente. Esses dados podem ser observados nos Apêndices A e B.

Os dados da área abaixo da curva de progresso da doença, tabela 4, na safra 2015/16, com maior pressão de doença, todos os tratamentos com fungicidas mostraram-se superiores estatisticamente à testemunha sem fungicidas. E todos com desempenho acima de 80 % de eficiência. Mesmo os fungicidas protetores usados isoladamente, tratamentos 14,15 e 16, embora estatisticamente inferiores

aos demais tratamentos com fungicidas, apresentaram performance variando de 82,95 a 92,17. Dentre os protetores o mancozeb mostrou desempenho superior estatisticamente, seguido pelo oxiclreto de cobre e por último pelo clorotalonil.

Esses resultados para os fungicidas protetores isolados demonstram que esses produtos podem sim, por si só, trazer uma contribuição importante no manejo da ferrugem da soja em termos de eficiência de controle em si, reduzindo a severidade da doença e além da redução da pressão de seleção sobre outros fungicidas mais sujeitos ao desenvolvimento de resistência por parte do patógeno.

Na safra 2016/17, os fungicidas protetores mantiveram praticamente o mesmo desempenho estatístico, superando a testemunha, porém com performance inferior aos demais tratamentos com fungicidas. No entanto quanto a eficiência de controle mostraram-se bem inferiores, com valores variando de 59,73 a 78,50 %, não atingindo, portanto a referência de 80 %, em que pese a menor pressão da doença na safra 2016/17. Variações quanto à eficiência de controle de doenças por fungicidas são normais de um ano para outro, e muitos fatores podem contribuir para as essas divergências de resultados.

De acordo com Godoy et al. (2015), as condições climáticas (temperatura e umidade) em cada região são importantes para o progresso acentuado da ferrugem asiática que, conseqüentemente, causa maiores danos.

Quando os fungicidas protetores foram usados associadamente aos principais tratamentos padrões comerciais, praticamente não houve alteração estatisticamente significativa no desempenho desses tratamentos. Apenas o padrão comercial um, tratamento dois, quando em mistura com os fungicidas protetores, tratamentos três, quatro e cinco, apresentou uma leve melhora em seu desempenho, tornando-o estatisticamente equivalente aos padrões dois e três. Esses resultados praticamente se repetiram nas duas safras avaliadas, 2015/16 e 2016/17. A eficiência de controle mostrou-se acima de 90 %, variando de 96 a 99 % na safra 2015/16 e de 90 a 99 % na safra 2016/17, nos tratamentos padrões comerciais e suas misturas com os fungicidas protetores.

A associação dos fungicidas protetores com outros fungicidas sitio-específico de ação é uma prática comum no manejo da cultura, sendo orientada para o rendimento, sustentabilidade do cultivo e dos ingredientes ativos. Os fungicidas protetores são incluídos em misturas como uma ferramenta para ajudar no controle

de resistências e aumentar o espectro do produto frente às doenças (GULLINO et al., 2010).

Assim, pelos dados obtidos nesta pesquisa, os fungicidas protetores podem trazer alguma contribuição no manejo da ferrugem da soja, em termos de eficiência de controle, quando usados isoladamente. Combinadamente aos padrões comerciais mais competitivos do mercado (misturas de triazóis com estrobilurinas e carboxamidas) praticamente não acrescentaram melhoras significativas na redução da severidade da doença. Portanto o uso dos fungicidas protetores em mistura com os padrões comerciais estudados parece ser mais importante no médio longo prazo, impedindo, reduzindo ou dificultando o desenvolvimento de linhagens resistentes aos fungicidas de modo de ação mais específicos, do que propriamente com o objetivo de reduzir a severidade da doença na própria safra em que eles estariam sendo usados.

Tabela 4: Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença para severidade da ferrugem asiática da soja e Eficiência em função dos diferentes programas de controle com fungicidas. Safra 2015/16 e 2016/17.

T	Tratamentos	AACPD 2015/16	EF 2015/16	AACPD 2016/17	EF 2016/17
1	<b>Testemunha</b>	1002,28 a	0,00	450,7 a	0,00
2	<b>Padrão 1</b>	39,62 e	96,05	42,44 d	90,58
3	<b>Padrão 1 + mancozeb</b>	17,25 ef	98,28	26,81 def	94,05
4	<b>Padrão 1 + oxicloreto de cobre</b>	32,46 ef	96,76	24,09 def	94,65
5	<b>Padrão 1 + clorotalonil</b>	28,02 ef	97,20	34,67 def	92,31
6	<b>Padrão 2</b>	3,88 f	99,61	13,97 def	96,90
7	<b>Padrão 2 + mancozeb</b>	2,39 f	99,76	12,23 def	97,29
8	<b>Padrão 2 + Oxicloreto de cobre</b>	1,65 f	99,84	5,8 f	98,71
9	<b>Padrão 2 + clorotalonil</b>	2,73 f	99,73	7,37 ef	98,37
10	<b>Padrão 3</b>	4,49 f	99,55	14,15 def	96,86
11	<b>Padrão 3+ mancozeb</b>	12,16 ef	98,79	14,68 def	96,74
12	<b>Padrão 3 + oxicloreto de cobre</b>	5,46 ef	99,45	6,62 f	98,53
13	<b>Padrão 3 + clorotalonil</b>	1,96 f	99,80	3,72 f	99,18
14	<b>mancozeb</b>	78,48 d	92,17	96,91 c	78,50
15	<b>oxicloreto de cobre</b>	170,89 b	82,95	150,71 b	66,56
16	<b>Clorotalonil</b>	128,56 c	87,17	181,51 b	59,73
17	<b>Padrão 4</b>	32,89 ef	96,72	38,13 de	91,54
18	<b>Padrão 4 + mancozeb</b>	10,94 ef	98,91	14,85 def	96,71
19	<b>Padrão 5</b>	4,13 f	99,59	4,73 f	98,95
20	<b>Padrão 5 + mancozeb</b>	2,69 f	99,73	4,04 f	99,10
21	<b>Padrão 6</b>	4,18 f	99,58	7,22 ef	98,40
22	<b>Padrão 6 + mancozeb</b>	8,11 f	99,19	12,98 def	97,12
	<b>c.v</b>	18,2%		22,09%	

C.V. (%) 18,2 <sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de tukey a 0,05 de significância; C.V. (%): coeficiente de variação; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01. <sup>2</sup>Dados transformados em  $\sqrt{(x+1)}$ ; AACPD: área abaixo da curva de progresso da doença

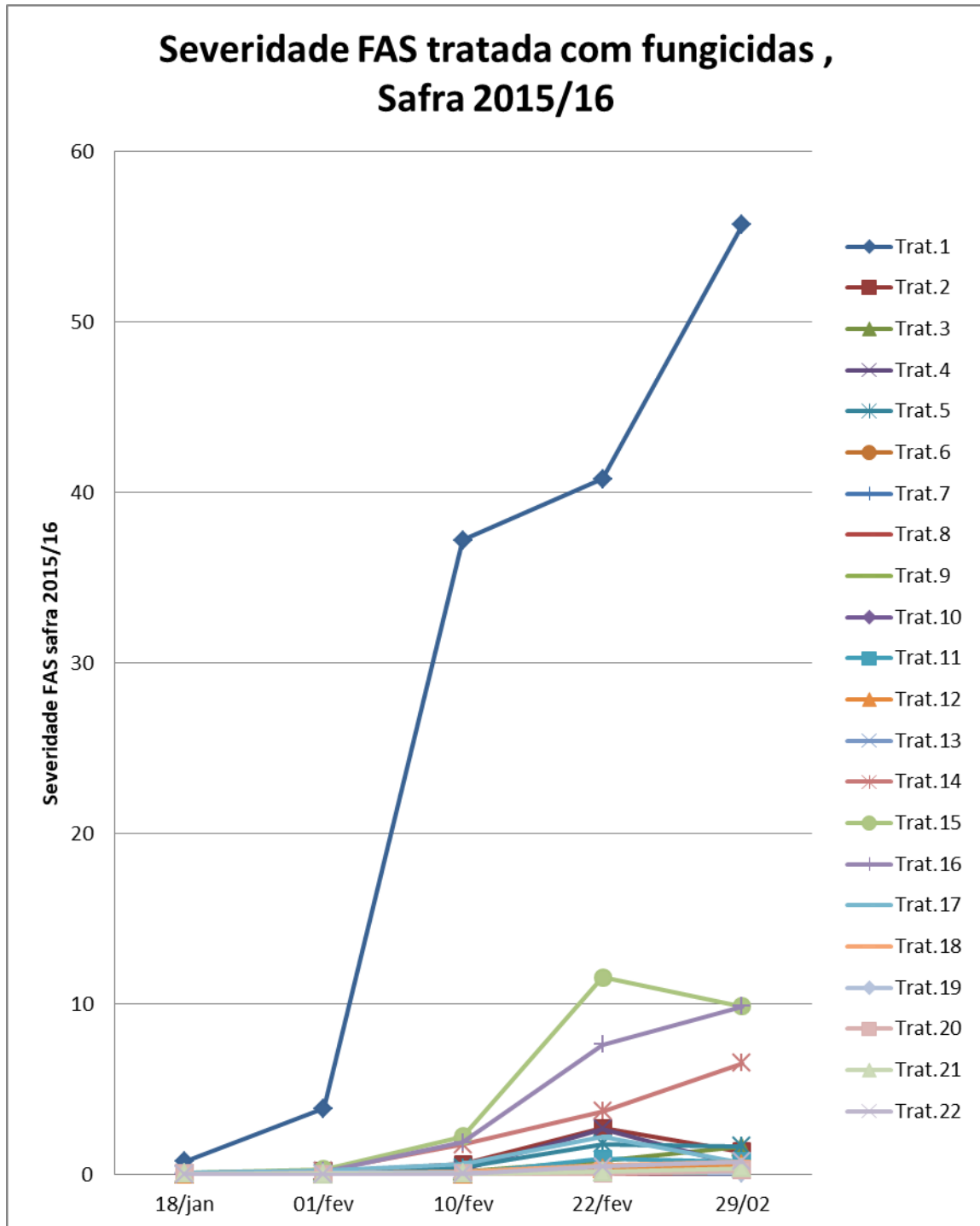


Figura 6: Severidade da Ferrugem Asiática da Soja, tratada com fungicidas, safra 2015/2016

\*Trat.1 - Testemunha; Trat. 2 - Padrão 1; Trat. 3 - Padrão 1 + mancozeb; Trat. 4 - Padrão 1 + oxicleto de cobre; Trat. 5 - Padrão 1 + clorotalonil; Trat. 6 - Padrão 2; Trat. 7 - Padrão 2 + mancozeb; Trat. 8 - Padrão 2 + oxicleto de cobre; trat. 9 - Padrão 2 + clorotalonil; Trat. 10 - Padrão 3; Trat. 11 - Padrão 3 + mancozeb; Trat. 12 - Padrão 3 + oxicleto de cobre; Trat. 13 - Padrão 3 + clorotalonil; Trat. 14 - mancozeb; Trat. 15 - Oxicleto de cobre; Trat. 16 - clorotalonil; Trat. 17 - padrão 1; Trat. 18 - Padrão 1 + mancozeb; Trat. 19 - Padrão 2; Tratamento 20 - Padrão 2 + mancozeb; Tratamento 21 - Padrão 3; Trat. 22 - Padrão 3 + mancozeb.

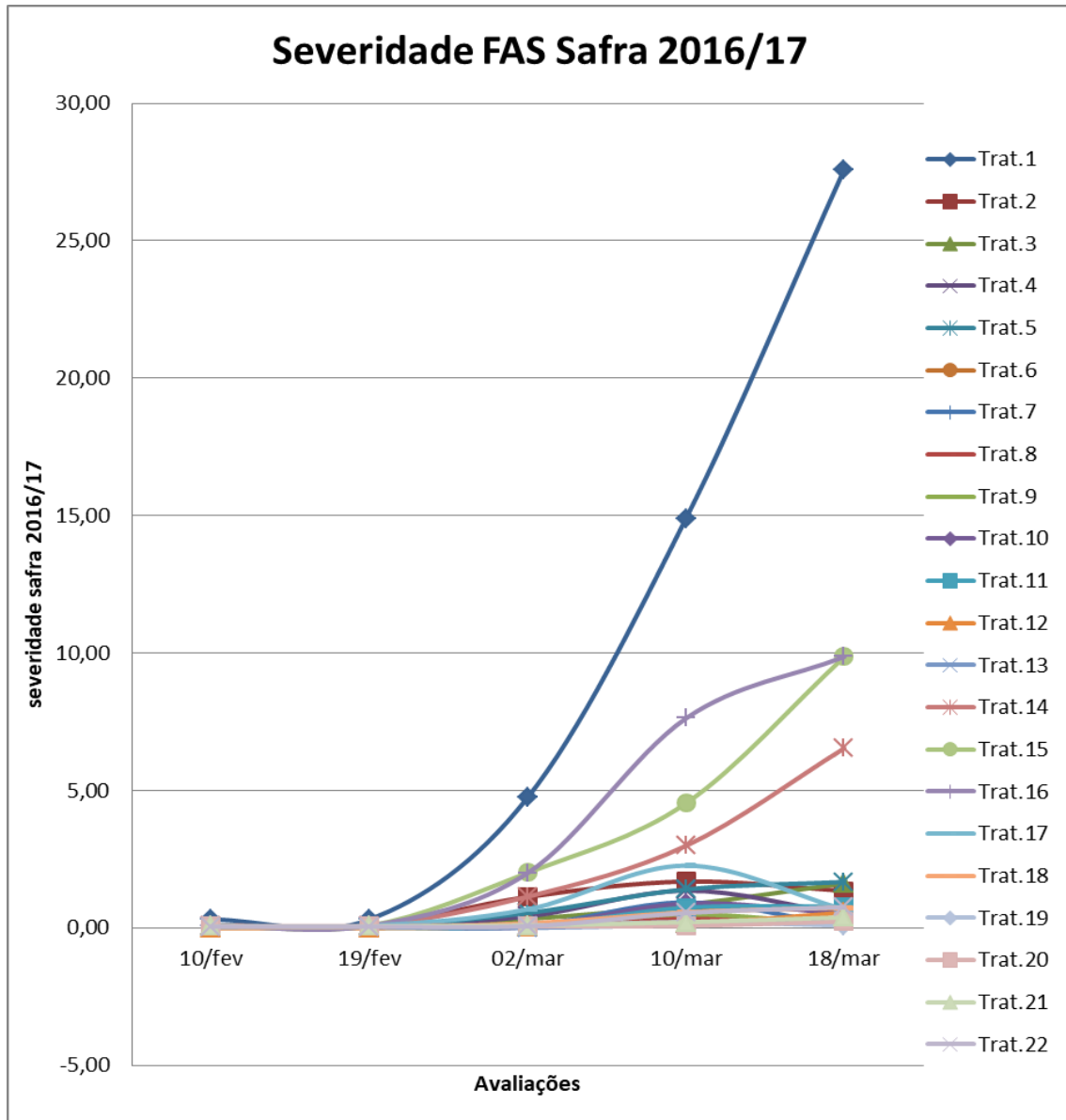


Figura 07: Severidade da Ferrugem Asiática da Soja, tratada com fungicidas, safra 2016/17

\*Trat.1 - Testemunha; Trat. 2 - Padrão 1; Trat. 3 - Padrão 1 + mancozeb; Trat. 4 – Padrão 1 + oxicleto de cobre; Trat. 5 – Padrão 1 + clorotalonil; Trat. 6 – Padrão 2; Trat. 7 – Padrão 2 + mancozeb; Trat. 8 – Padrão 2 + oxicleto de cobre; trat. 9 – Padrão 2 + clorotalonil; Trat. 10 - Padrão 3; Trat. 11 – Padrão 3 + mancozeb; Trat. 12 – Padrão 3 + oxicleto de cobre; Trat. 13 – Padrão 3 + clorotalonil; Trat. 14 – mancozeb; Trat. 15 – Oxicleto de cobre; Trat. 16 – clorotalonil; Trat. 17 – padrão 1; Trat. 18 - Padrão 1 + mancozeb; Trat. 19 – Padrão 2; Tratamento 20 – Padrão 2 + mancozeb; Tratamento 21 - Padrão 3; Trat. 22 – Padrão 3 + mancozeb.

Todos os tratamentos apresentaram severidade estatisticamente inferior à testemunha sem controle (Figura 6 e 7). Na safra 2015/16 (Figura 8), as menores severidades e as maiores porcentagens de controle foram observadas para os tratamentos seis, sete, oito, nove e treze. Todos com mais de 90% de eficiência. Os fungicidas protetores, tratamento 14, 15 e 16, aplicados isoladamente na safra 2015/16 obtiveram resultados acima de 80%.

Na safra 2016/17 (Figura 9), os tratamentos padrões dois e três acrescidos de protetores também apresentaram melhor desempenho em relação aos demais tratamentos, todos acima de 90% e eficiência. Os fungicidas protetores não foram eficazes no controle em área foliar lesionada e redução da AACF, apresentando resultados abaixo de 80%. Contudo, Silva et al. (2015), estudando diferentes doses de mancozebe aplicado isoladamente, obtiveram resultados de controle superiores a formulação azoxistrobina + ciproconazol. No entanto, os autores trabalharam com uma frequência de quatro a oito aplicações, enquanto em nosso estudo padronizou-se três aplicações.

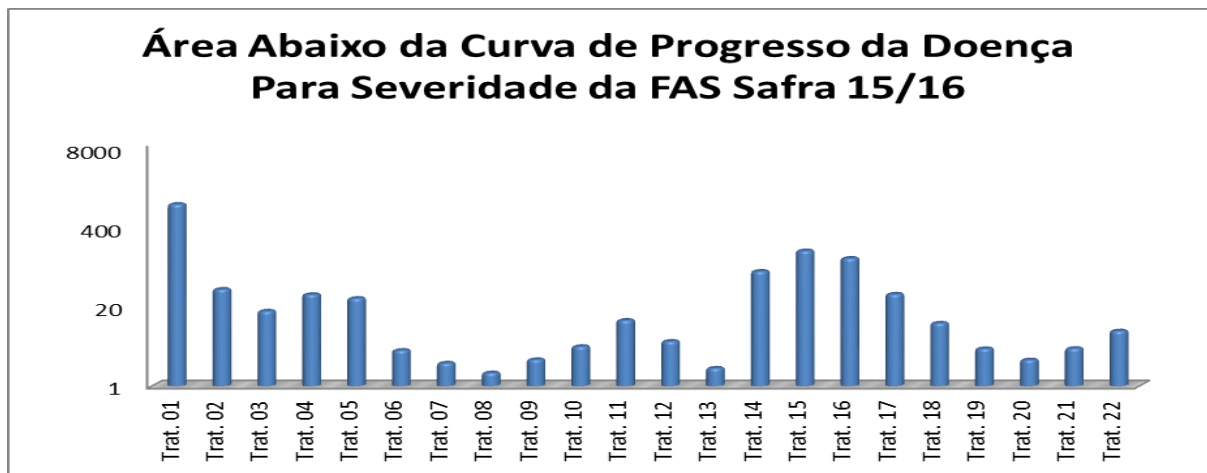


Figura 08: Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença para Severidade da Ferrugem Asiática da Soja, safra 2015/16.

\*Trat.1 - Testemunha; Trat. 2 - Padrão 1; Trat. 3 - Padrão 1 + mancozeb; Trat. 4 – Padrão 1 + oxiclreto de cobre; Trat. 5 – Padrão 1 + clorotalonil; Trat. 6 – Padrão 2; Trat. 7 – Padrão 2 + mancozeb; Trat. 8 – Padrão 2 + oxiclreto de cobre; trat. 9 – Padrão 2 + clorotalonil; Trat. 10 - Padrão 3; Trat. 11 – Padrão 3 + mancozeb; Trat. 12 – Padrão 3 + oxiclreto de cobre; Trat. 13 – Padrão 3 + clorotalonil; Trat. 14 – mancozeb; Trat. 15 – Oxiclreto de cobre; Trat. 16 – clorotalonil; Trat. 17 – padrão 1; Trat. 18 - Padrão 1 + mancozeb; Trat. 19 – Padrão 2; Tratamento 20 – Padrão 2 + mancozeb; Tratamento 21 - Padrão 3; Trat. 22 – Padrão 3 + mancozeb.

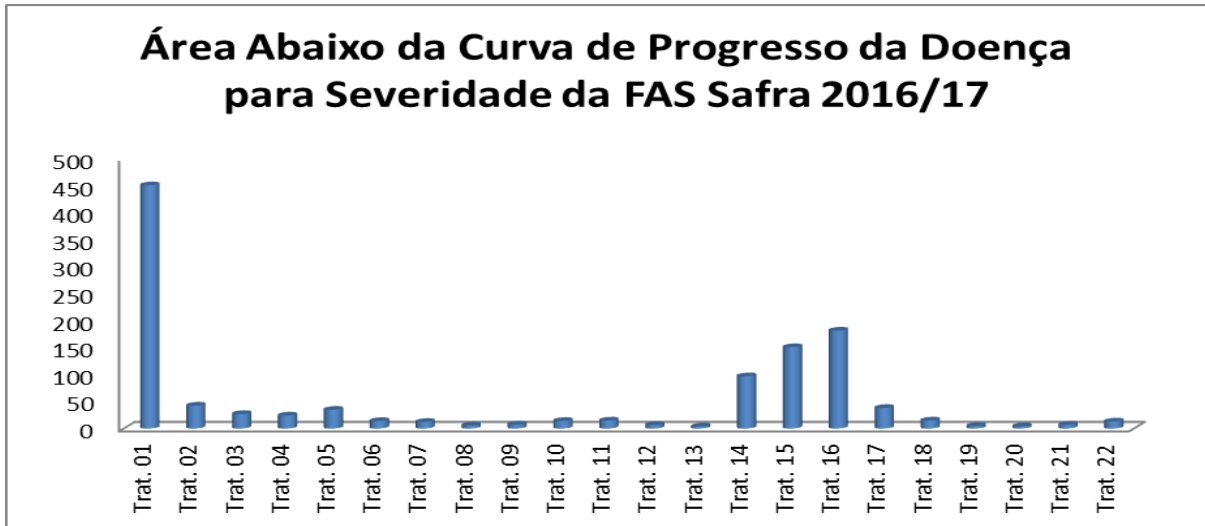


Figura 09: Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença para Severidade da Ferrugem Asiática da Soja, safra 2015/16.

\*Trat.1 - Testemunha; Trat. 2 - Padrão 1; Trat. 3 - Padrão 1 + mancozeb; Trat. 4 – Padrão 1 + oxiclreto de cobre; Trat. 5 – Padrão 1 + clorotalonil; Trat. 6 – Padrão 2; Trat. 7 – Padrão 2 + mancozeb; Trat. 8 – Padrão 2 + oxiclreto de cobre; trat. 9 – Padrão 2 + clorotalonil; Trat. 10 - Padrão 3; Trat. 11 – Padrão 3 + mancozeb; Trat. 12 – Padrão 3 + oxiclreto de cobre; Trat. 13 – Padrão 3 + clorotalonil; Trat. 14 – mancozeb; Trat. 15 – Oxiclreto de cobre; Trat. 16 – clorotalonil; Trat. 17 – padrão 1; Trat. 18 - Padrão 1 + mancozeb; Trat. 19 – Padrão 2; Tratamento 20 – Padrão 2 + mancozeb; Tratamento 21 - Padrão 3; Trat. 22 – Padrão 3 + mancozeb.

A safra 2016/17 foi atípica na Região de Bandeirantes, Paraná, iniciando com atraso das chuvas, e conseqüentemente atraso da semeadura. A baixa precipitação no início da condução do ensaio dificultou a evolução inicial da epidemia da doença, porém as condições climáticas foram se normalizando durante o período de condução, aumentando a severidade da doença, o que permitiu a expressão dos resultados.

## 4.2 PRODUTIVIDADE

Os resultados referentes a massa de mil grãos e a produtividade estão apresentados na tabela 7.

Estatisticamente não houve diferença entre os tratamentos, inclusive a testemunha. Entretanto, em porcentagem, atribuindo-se o valor de 100 para a produtividade da testemunha sem fungicida, e comparando-se proporcionalmente os demais tratamentos, observa uma grande diversidade de resultados, variando de dois a 37 % a mais na produtividade nos tratamentos com os fungicidas. Isso significa um aumento de produção, em sacas/ha, variando de duas sacas,

tratamento 15, a 25 sacas, tratamento treze. Demonstra também as relações entre severidade e produtividade não são lineares, muitas outras variáveis estão envolvidas na produtividade.

Os tratamentos com os fungicidas protetores usados de forma isolada apresentaram as menores massas de mil grãos correspondendo também as menores produtividades, ainda assim variando de 2 a 6% acima da testemunha.

No caso das misturas de protetores com os padrões comerciais, apenas o tratamento padrão um apresentou uma melhora estatística na massa de mil grãos, embora sem destaque estatístico. Resultado praticamente equivalente ocorreu com os dados de severidade. No caso dos tratamentos padrões dois e três não tiveram alterações estatísticas na massa de mil grãos.

Resultados diferentes foram obtidos por Juliatti et al. (2015), quando avaliaram a associação de mancozebe a triazóis e estrobilurinas na cultura da soja. Os autores não observaram diferenças estatísticas na produtividade média das áreas tratadas com as misturas puras azoxistrobina + ciproconazol, piraclostrobina + epoxiconazole e tebuconazol + picoxistrobina em relação às áreas tratadas com essas misturas e com adição de mancozebe.

A colheita na safra 2016/17 não foi realizada devido ao plantio tardio, influenciado ao ataque de percevejos, dano que prejudicou o momento da colheita. Grãos chochos, retorcidos, ardidados, ou marcados. Isso significou perda na produção.

Tabela 5: massa de mil grãos e produtividade de soja submetida a diferentes manejos da FAS, 2015/16.

<b>T</b>	<b>Tratamentos<sup>1</sup></b>	<b>M 1000 G</b>	<b>Prod (kg/ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Produção %</b>	<b>sc/ha<sup>-1</sup></b>
<b>1</b>	<b>Testemunha</b>	140,56 e	3882,71 a	100	64
<b>2</b>	<b>Padrão 1</b>	160,12 bcde	4661,65 a	120	77
<b>3</b>	<b>Padrão 1 + mancozeb</b>	174,78 ab	5272,04 a	135	87
<b>4</b>	<b>Padrão 1 + oxicloreto de cobre</b>	176,27 ab	4752,50 a	122	79
<b>5</b>	<b>Padrão 1 + clorotalonil</b>	165,97 abcd	5289,12 a	136	88
<b>6</b>	<b>Padrão 2</b>	177,27 a	5035,03 a	129	83
<b>7</b>	<b>Padrão 2 + mancozeb</b>	181,03 a	4786,39 a	123	79
<b>8</b>	<b>Padrão 2 + Oxicloreto de cobre</b>	170,64 abc	4644,56 a	119	77
<b>9</b>	<b>Padrão 2 + clorotalonil</b>	180,69 a	4628,21 a	119	77
<b>10</b>	<b>Padrão 3</b>	177,30 ab	5174,03 a	133	86
<b>11</b>	<b>Padrão 3+ mancozeb</b>	169,03 abc	4569,54 a	117	76
<b>12</b>	<b>Padrão 3 + oxicloreto de cobre</b>	174,75 ab	4588,31 a	118	76
<b>13</b>	<b>Padrão 3 + clorotalonil</b>	171,93 abc	5350,3 a	137	89
<b>14</b>	<b>mancozeb</b>	162,78 abcd	4313,74 a	111	71
<b>15</b>	<b>Oxicloreto de cobre</b>	147,46 de	3983,02 a	102	66
<b>16</b>	<b>Clorotalonil</b>	154,40 cde	4140,44 a	106	69
<b>17</b>	<b>Padrão 4</b>	177,08 ab	4550,40 a	117	75
<b>18</b>	<b>Padrão 4 + mancozeb</b>	174,73 ab	4847,39 a	124	80
<b>19</b>	<b>Padrão 5</b>	178,81 ab	4531,4 a	116	75
<b>20</b>	<b>Padrão 5 + mancozeb</b>	171,24 abc	4616,95 a	118	76
<b>21</b>	<b>Padrão 6</b>	162,49 abcd	4793,29 a	123	79
<b>22</b>	<b>Padrão 6 + mancozeb</b>	168,34 abc	5186,51 a	133	86
	<b>c.v</b>	4,42%	12,22%		

### 4.3 CONCLUSÕES

Fungicidas protetores usados isoladamente:

- Mostraram-se estatisticamente inferiores aos demais tratamentos com fungicidas na redução da severidade da ferrugem da soja.

- Demonstraram eficiência de controle acima de 80 % na safra 2015/16, porém na safra 2016/17 essa eficiência mostrou-se abaixo dos 80 %, exceção ao mancozeb (78,5).

- Embora estatisticamente equivalente à testemunha a produtividade nos tratamentos com protetores, na safra 2015/16 apresentaram variação positiva de 2 a 11 %.

- Mancozeb obteve desempenho superior aos demais protetores ( clorotalonil e oxicloreto de cobre).

Fungicidas protetores em mistura com os padrões mais competitivos do mercado:

- A mistura de fungicidas protetores aos principais padrões comerciais estudados não apresentou diferença estatística significativa no desempenho desses tratamentos, quanto à redução da severidade da Ferrugem asiática da soja. Apenas o tratamento padrão um (epoxiconazole + piraclostrobina e fluxapiroxade + piraclostrobina) apresentou alteração para melhor, sem entretanto chegar a um destaque estatístico.

- Pelos dados obtidos nesta pesquisa, os fungicidas protetores combinadamente aos padrões comerciais estudados (misturas de triazóis, estrobilurinas e carboxamidas) praticamente não acrescentaram melhoras significativas na redução da severidade da Ferrugem asiática da soja.

## 6 REFERÊNCIAS

ALEXOPOLUS, C. J.; MIMS, C. W. BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. New York: John Willey & Sons, 1996.

ALVIM, M. S.; JULIATTI, F. C.; ALVIM, J. R. M. G.; PARREIRA, F. O. S.; SILVA, O. S.; JULIATTI, B. C. M.; REZENDE, A. A.; MARTINS, J. A. S.; SAGATA, E. **Avaliação de fungicidas registrados no MAPA no controle da ferrugem da soja**. Tropical Plant Pathology, Brasília. v. 34 (Suplemento). p. S84, 2009a.

ALVIM, M. S.; JULIATTI, F. C.; ALVIM, J. R. M. G.; PARREIRA, F. O. S.; SILVA, O. S.; JULIATTI, B. C. M.; REZENDE, A. A.; SAGATA, E. **Novos fungicidas no controle da ferrugem na cultura da soja**. Tropical Plant Pathology, Brasília. v. 34 (Suplemento), p.S98. 2009b.

ASSUNÇÃO, M. S.; GODOY, C. V.; GUERZONI, R. A.; NUNES JUNIOR, J.; MOREIRA, C. T.; MONTEIRO, P.M.F.O.; SEIL, A.H.; SILVA, L.H.C.P.; SILVA, L.O.; SILVA, S. A.; NUNES SOBRINHO, J. B.; SOUSA, R. P.; SOUZA, P. I. M.; YORINORI, J. T. **Ferrugem da soja: evolução, sintomas, danos e controle**. Goiânia: CTPA, 2003. 19 p.

AZEVEDO, L. A. S.; JULIATTI, F. C.; BARRETO, M. Resistência de genótipos de soja a *Phakopsora pachyrhizi*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura.

Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em 2 de fev de 2018.

BLUM, M. M. C. Sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas. 2009. 164f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. Introduction to plant disease epidemiology. New York: John Wiley ; Sons, 1990. 532p.

CANTERI M. G, ALTHAUS R.A, VIRGENS FILHO J.S, GIGLIOTI E.A, GODOY C.V. SASM – Agri. Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**. 2001.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Custos de produção. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1554&t=2> Acesso em: dez. 2016.

Consórcio Antiferrugem, 2017. Disponível em:

<<http://www.consorcioantiferrugem.net/portal/>> Acesso em: jan. 2018.

EMBRAPA Soja: Documentos 319. **Evolução e Perspectivas de Desempenho Econômico Associadas com a Produção de Soja nos Contextos Mundial e Brasileiro.** 2011.

EMBRAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Relatório de Projeções do Agronegócio:** Brasil 2013/14 a 2023/24. Projeções de Longo Prazo. CNA. Boletim VBP, 2015.

EMBRAPA. 2013. Disponível em:  
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>.  
 Acesso em fevereiro de 2018.

EMBRAPA. Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio. Relatório ALICEWEB. **Evolução das Exportações de Soja em Grãos em 2014.**

FIALLOS, R.R.G. **A ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow.** Ciencia y Tecnologia, [S.l], 2011, v. 4, n. 2, p. 45-60.

FRAC. **Fungicide Resistance Action Committe. Frac Code List,** 2016. Disponível em: < <http://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2016.pdf?sfvrsn=2>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

FRAC. **CARBOXAMIDAS EM FERRUGEM DA SOJA FRAC INTERNACIONAL SDHI-WORKINGGROUP,** 2017. Disponível em >  
[http://docs.wixstatic.com/ugd/85b1d3\\_060a6876562140b693f03708057acff2.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/85b1d3_060a6876562140b693f03708057acff2.pdf).  
 Acesso em 19 de fev de 2018.

FREIRE, M.C.M. **História evolutiva de *Phakopsora pachyrhizi* no Brasil com base em sequências de nucleotídeos da região espaçadora interna do DNA ribossomal nuclear.** 2007.54f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa Viçosa, MG. 2007.

GHINI, R. **Fungos resistentes.** Revista Cultivar Grandes Culturas, n. 28, 2001. Disponível em:  
 <<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=566>> Acesso em: 04 ago. 2016.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas.** Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, 78 p., 2000.

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15:** resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina, 2015. 6p. (Embrapa Soja. Circular Técnica 111).

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2013/14:** resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 8 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 103).

GODOY, C.V.; LAZZAROTTODA, J. J. 2005. Ferrugem: Escolhendo a arma In: **Grandes Culturas Cultivar**, Janeiro de 2005. Ano VI, n. 69, p. 24-25.

GODOY C. V, KOGA L. J; CANTERI M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, 31:63-68, 2006.

GULLINO ML; TINIVELLA F; GARIBALDI A; KEMMITT GM; BACCI L; SHEPPARD B. 2010. Mancozeb: Past, Present, and Future. **Plant Disease** 94: 1076-1087.

HENNING, A.A.; GODOY, C.V. Situação da ferrugem da soja no Brasil e no mundo. In: ZAMBOLIM, L. **Ferrugem asiática da soja**. Visconde do Rio Branco, Suprema, 2006.

HIKISHIMA, M.; CANTERI, M.G.; GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; SILVA, A.J.D. Quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.35, p.96-103, 2010.

HORTA, A.; ALBUQUERQUE, L. **Um novo fungicida protetor, com ação multissítio, é apontado por pesquisadores como alternativa para reduzir o problema de resistência de fungos**. Notícias agrícolas, março de 2015. Disponível em: Acesso em: 03 de jan. 2018.

JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; BALARDIN, R.S.; VALE, F.X.R do. Ferrugem da soja – epidemiologia e manejo para uma doença reemergente. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 13, 2015.

KOLLER, W.S.H. **Fungal resistance to sterol biosynthesis inhibitors: a new challenge**. Plant disease, [S.l.], v. 71, n. 2, 1987. p. 1066-1074.

LEVY, C. Epidemiology and chemical control of soybean rust in southern Africa. **Plant Disease** v. 89, p. 669-674, 2005.

LIMA, M. A. **Dinâmica temporal de urediniósporos e controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (*Glycine max*)**. 2009.145f. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2009.

LITTLEFIELD, L. J., AND W. K. SCHIMMING. 1989. **Size and shape of Urediniospores as influenced by ambient relative humidity**. Mycotaxon 36: 187-204.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Mercado Interno**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola>>. Acesso: 17 de março 2018.

PARREIRA, D. F.; NEVES, W. S.; ZAMBOLIM, L. **Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona**. Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas, v. 3, n. 2, p. 34, 2009.

REIS, E.M.; BRESOLIN, A.C.R.; CARMONA, M. 2006. **Doenças da soja I: ferrugem asiática**. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

SCHMITZ, H. K., MEDEIROS, C. A., CRAIG, I. R., STAMMLER, G. **Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outside-inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms**. Pest Management Science, v. 70, p. 378–388, 2014.

SHANER, G. & FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology** 70:1183-1186. 1977

SILVA, L.H.C.P. da; CAMPOS, H.D.; SILVA, J.R.C.; REIS, E.M. Control of Asian soybean rust with mancozebe, a multi-site fungicide. **Summa Phytopathol.**, Jaguariuna, v. 41, n. 1, p.64-67, 2015.

SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. Soybean rust. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J.C. (Eds.). **Compendium of soybean diseases**. St. Paul, Minnesota: **American Phytopathological Society**, 4 ed. 1999. p. 25-26.

TORRES, C.Q.; QUEBRAL, F.C. **Comparative effectiveness of five fungicides against soybean rust**. Trop. Grain Legume Bull. v.6, pp.20–21, 1976.

YORINORI, J. T.; NUNES JÚNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem asiática da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2004.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.E.; GODOY, C.V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. **Plant Disease**, St Paul, v.89, p. 675-677, 2005.

ZAMBOLIM, L., CONCEIÇÃO, M.Z. & SANTIAGO, T. **O que Engenheiros Agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 3ª. Edição, 2008. 456 p.

ZAMBOLIM, L. 2006. **Manejo Integrado da Ferrugem Asiática da Soja**. Em: Zambolim, L. (Org.). Ferrugem Asiática da Soja. Suprema Gráfica e Editora, Visconde do Rio Branco. p. 73-98.

APÊNDICE A: Severidade da Ferrugem da soja nas avaliações e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença, em função dos programas fungicidas. Safra, 2015/16.

TRAT	1ª AV		2ª AV		3ª AV		4ª AV		5ª AV		AACPD	EF AACPD
	18/01/16	EF	01/02/16	EF	10/02/16	EF	22/02/16	EF	29/02/16	EF		
1	97,5 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a	0	100 a	0	4082,5 a	0,00
2	30 bc	69,23	67,5 bcd	32,5	100 a	0	100 a	0	100 a	0	3252,5 bc	20,33
3	5 bc	94,87	57,5 cd	42,50	57,5 b	42,50	100 a	0,00	100 a	0,00	2542,5 e	37,72
4	5 bc	94,87	75 bc	25,00	57,5 b	42,50	100 a	0,00	100 a	0,00	2735 cde	33,01
5	7,5 bc	92,31	25 def	75,00	100 a	0,00	100 a	0,00	100 a	0,00	2627,5 de	35,64
6	0 c	100,00	0 g	100,00	10 cd	90,00	42,5 cde	57,50	87,5 ab	12,50	810 hi	80,16
7	0 c	100,00	50 cde	50,00	17,5 cd	82,50	0 f	100,00	20 e	80,00	795 hi	80,53
8	5 bc	94,87	7,5 fg	92,50	12,5 cd	87,50	20 e	80,00	27,5 de	72,50	528,75 i	87,05
9	17,5 bc	82,05	12,5 efg	87,50	10 cd	90,00	37,5 de	62,50	27,5 de	72,50	812,5 hi	80,10
10	0 c	100,00	7,5 fg	92,50	0 e	100,00	50 bcde	50,00	97,5 a	2,50	898,75 hi	77,99
11	10 bc	89,74	10 fg	90,00	7,5 de	92,50	100 a	0,00	100 a	0,00	1555 fg	61,91
12	0 c	100,00	7,5 fg	92,50	7,5 de	92,50	77,5 bc	22,50	92,5 ab	7,50	1217,5 gh	70,18
13	0 c	100,00	0 g	100,00	0 e	100,00	32,5 de	67,50	52,5 cd	47,50	492,5 i	87,94
14	20 bc	79,49	70 bcd	30,00	100 a	0,00	100 a	0,00	100 a	0,00	3210 bcd	21,37
15	27,5 b	71,79	92,5 ab	7,50	100 a	0,00	100 a	0,00	100 a	0,00	3510 ab	14,02
16	32,5 b	66,67	60 cd	40,00	100 a	0,00	100 a	0,00	100 a	0,00	3187,5 bcd	21,92
17	35 b	64,10	70 bc	30,00	100 a	0,00	100 a	0,00	100 a	0,00	3315 bc	18,80
18	2,5 bc	97,44	35 cdef	65,00	57,5 b	42,50	85 ab	15,00	95 ab	5,00	2117,5 ef	48,13
19	15 bc	84,62	30 def	70,00	27,5 cd	72,50	60 abcd	40,00	27,5 de	72,50	1376,25 gh	66,29
20	17,5 bc	82,05	7,5 fg	92,50	17,5 cd	82,50	25 de	75,00	80 bc	20,00	897,5 hi	78,02
21	15 bc	84,62	10 efg	90,00	25 c	75,00	50 cde	50,00	65 c	35,00	1167,5 gh	71,40
22	12,5 bc	87,18	0 g	100,00	20 cd	80,00	97,5 a	2,50	100 a	0,00	1563,75 fg	61,70
CV %	61,20%		30,44%		12,21%		13,25%		10,37%		12,01%	

Apêndice B: Severidade da Ferrugem da soja nas avaliações e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença, em função dos programas fungicidas. Safra, 2016/17.

TRAT	1ª AVAL		2ª AV		3ª AV		4ª AV		5ª AV		EF	
	10/02/17	EF	19/02/17	EF	02/03/17	EF	10/03/17	EF	18/03/17	EF	AACPD	AACPD
1	0,305 a	0	2,49 a	0	4,75 a	0	14,9 a	0	27,6 a	0	450,7 a	0,00
2	0,0925 b	69,67	0,135 c	94,58	1,13 c	76,21	7,625 def	88,67	9,8625 de	95,11	42,44 d	90,58
3	0,06 bc	80,33	0,135 c	94,58	0,3275 def	93,11	4,535 efghi	94,35	9,8625 d	94,11	26,81 def	94,05
4	0,06 bc	80,33	0,15 c	93,98	0,42 de	91,16	2,9875 defgh	90,91	6,5375 efghi	98,22	24,09 def	94,65
5	0,0375 bcde	87,70	0,0825 d	96,69	0,545 cd	88,53	2,2675 defg	90,57	1,67 d	93,95	34,67 def	92,31
6	0,0075 de	97,54	0,045 d	98,19	0,0975 fgh	97,95	1,6875 efghi	95,08	1,625 efg	97,72	13,97 def	96,90
7	0,0525 bcd	82,79	0,135 c	94,58	0,075 fgh	98,42	1,405 efghi	93,76	1,35 i	99,78	12,23 def	97,29
8	0,0525 bcd	82,79	0,0525 d	97,89	0,06 fgh	98,74	1,355 fghi	97,62	0,7725 hi	99,64	5,8 f	98,71
9	0,045 bcd	85,25	0,0525 d	97,89	0,0675 fgh	98,58	0,93 fghi	96,69	0,755 ghi	99,57	7,37 ef	98,37
10	0,0525 bcd	82,79	0,045 d	98,19	0,0375 gh	99,21	0,8875 efghi	94,04	0,74 efg	98,12	14,15 def	96,86
11	0,015 cde	95,08	0,045 d	98,19	0,0525 gh	98,89	0,8425 efghi	95,05	0,6675 def	97,20	14,68 def	96,74
12	0 e	100,00	0,0225 e	99,10	0,0375 gh	99,21	0,7375 hi	98,99	0,63 efg	97,98	6,62 f	98,53
13	0,03 bcde	90,16	0 e	100,00	0 h	100,00	0,7325 i	99,19	0,5575 fghi	98,92	3,72 f	99,18
14	0,085 b	72,13	0,1275 c	94,88	1,1375 c	76,05	0,57 cd	79,95	0,52 c	76,31	96,91 c	78,50
15	0,0825 b	72,95	0,2975 b	88,05	2,01 b	57,68	0,545 bc	69,56	0,4925 b	64,27	150,71 b	66,56
16	0,075 bc	75,41	0,3025 b	87,85	2 b	57,89	0,4925 b	48,83	0,3875 b	64,27	181,51 b	59,73
17	0,0825 b	72,95	0,195 c	92,17	0,6775 cd	85,74	0,355 cde	84,78	0,2975 def	97,58	38,13 de	91,54
18	0,045 bcd	85,25	0,1125 c	95,48	0,165 efg	96,53	0,2125 efghi	96,17	0,24 def	97,32	14,85 def	96,71
19	0,06 bc	80,33	0,09 d	96,39	0,0675 fgh	98,58	0,21 ghi	98,57	0,1175 hi	99,70	4,73 f	98,95
20	0,0675 bc	77,87	0,0375 d	98,49	0,06 fgh	98,74	0,15 i	99,50	0,1 fghi	99,13	4,04 f	99,10
21	0,0525 bcd	82,79	0,075 d	97,89	0,09 fgh	98,11	0,12 ghi	98,59	0,0825 fghi	98,60	7,22 ef	98,40
22	0,045 bcd	85,25	0,06 d	97,59	0,06 fgh	98,74	0,075 fghi	96,34	0,06 def	97,26	12,98 def	97,12
CV %	32,10%		33,59%		21,23%		25,31%		14,25%		22,09%	

