



Importância de fungicidas sítio-específicos e multissítios para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja, em diferentes cultivares, épocas de semeadura e análise do retorno financeiro

Luciano Hiroyuki Kajihara

Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema

São Paulo

2019

Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Instituto Biológico
Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no
Agronegócio

Importância de fungicidas sítio-específicos e multissítios para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja, em diferentes cultivares, épocas de semeadura e análise do retorno financeiro

Luciano Hiroyuki Kajihara

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.
Área de Concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema

São Paulo
2019

Luciano Hiroyuki Kajihara

Importância de fungicidas sítio-específicos e multissítios para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja, em diferentes cultivares, épocas de semeadura e análise do retorno financeiro

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de Concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema

Orientador: Professor Dr. Luís Otávio Saggion Beriam

São Paulo

2019

Eu **Luciano Hiroyuki Kajihara**, autorizo o Instituto Biológico (IB-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a disponibilizar gratuitamente e sem ressarcimento dos direitos autorais, o presente trabalho acadêmico de minha autoria, no portal, biblioteca digital, catálogo eletrônico ou qualquer outra plataforma eletrônica do IB para fins de leitura, estudo, pesquisa e/ou impressão pela Internet desde que citada a fonte.

Assinatura: _____ Data ___/___/___

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Núcleo de Informação e Documentação - IB

Kajihara, Luciano Hiroyuki.

Importância de fungicidas sitio-específicos e multissítios para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja, em diferentes cultivares, épocas de semeaduras e análise do retorno financeiro. / Luciano Hiroyuki Kajihara. - São Paulo, 2019.

120 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2019T.LK019

Tese (Doutorado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Linha de pesquisa: Manejo integrado de pragas e doenças em ambientes rurais e urbanos.

Orientador: Luís Otávio Saggion Beriam.

Versão do título para o inglês: Importance of site-specific and multisite fungicides for soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) control in different cultivars, sowing dates and financial return analysis.

1. Ferrugem asiática da soja 2. *Phakopsora pachyrhizi* 3. Estádio vegetativo
4. Retorno financeiro 5. Multissítio I. Kajihara, Luciano Hiroyuki II. Beriam, Luís Otávio Saggion III. Instituto Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibl./2019/019

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Luciano Hiroyuki Kajihara

Título: Importância de fungicidas sítio-específicos e multissítios para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja, em diferentes cultivares, épocas de semeaduras e análise do retorno financeiro.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. Área de Concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.:	Instituição:
Julgamento:	Assinatura:

Prof. Dr.:	Instituição:
Julgamento:	Assinatura:

Prof. Dr.:	Instituição:
Julgamento:	Assinatura:

Prof. Dr.:	Instituição:
Julgamento:	Assinatura:

Prof. Dr.:	Instituição:
Julgamento:	Assinatura:

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a minha esposa Andréa Kajihara e a minha filha Caroline Kajihara, por sempre estarem ao meu lado oferecendo total apoio, suporte, paciência e compreensão, que com certeza contribuíram para o sucesso desta etapa da vida. Agradeço de coração a cada uma de vocês, pelo primordial apoio.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Luís Otávio Saggion Beriam, por seu profissionalismo, pela oportunidade, amizade, orientação, várias sugestões e que me concedeu a honra de ser orientado por sua sabedoria pessoal e seus conhecimentos.

À Prof. Dra. Silvânia Helena Furlan, pelo carinho, amizade e apoio em compartilhar os seus grandes ensinamentos. O seu direcionamento foi essencial para que o trabalho fosse caminhado adequadamente.

À empresa Rotam do Brasil, em especial ao colega Renato Paes Junior, pelo apoio contínuo e encorajamento na execução do projeto.

Aos amigos do Laboratório de Fitopatologia e de Bacteriologia do Instituto Biológico, em Campinas.

Aos pesquisadores e funcionários do Instituto Biológico e todos os amigos que estiveram presentes no convívio diário e com quem pude ter muito aprendizado.

A minha esposa Andréa M. H. Kajihara e a minha filha Caroline A. Kajihara pelo amor, paciência, dedicação, que sempre estiveram ao meu lado oferecendo suporte e apoio, em todos os momentos desafiadores.

Aos meus pais, Hiroki Kajihara e Shizuka Kajihara e as minhas irmãs Erica e Karina, pelo amor, carinho e apoio na minha vida profissional.

A UPL do Brasil, pelo apoio profissional para finalização desta etapa.

Ao programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, pela grande oportunidade de realização do curso, pelo conhecimento adquirido e pelos ensinamentos compartilhados pelos seus docentes e convidados.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

EPÍGRAFE

*“O mundo está nas mãos daqueles que têm coragem de sonhar e de correr o risco de viver
seus sonhos.”*

(Paulo Coelho)

RESUMO

KAJIHARA, L.H. **Importância de fungicidas sítio-específicos e multissítios para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja, em diferentes cultivares, épocas de semeadura e análise do retorno financeiro.** 2019. 120 f. Tese (Doutorado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) - Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2019.

A cada ano a ferrugem asiática causada por *P. pachyrhizi* destaca-se no cenário nacional, por causar sérios prejuízos as lavouras de soja. Além disso, a doença tem causado grande preocupação por evidenciar patógenos resistentes a diversos ingredientes ativos e com baixas eficiências de controle. Existem diversos relatos sobre avaliações de fungicidas no controle da doença, mas não correlacionam a viabilidade econômica do uso desses produtos. Aliado aos problemas atuais, é necessário adotar o uso de fungicidas multissítios e rotação de grupos químicos, uma vez que novos ativos dificilmente surgirão nos próximos anos. Assim sendo, o trabalho teve por objetivo avaliar a importância de fungicidas sistêmicos e multissítios no controle de ferrugem asiática com diferentes fungicidas, desde a fase vegetativa, envolvendo diferentes cultivares de soja e épocas de semeadura, com análise da rentabilidade dos cultivos. A fim de suportar os estudos de campo, o trabalho teve por objetivo avaliar a ação *in vitro* e *in vivo* de fungicidas multissítios e sítio-específicos. O experimento no campo foi realizado durante duas safras consecutivas, onde foi utilizado nove cultivares de soja, quatro repetições e sete tratamentos. No laboratório, avaliou-se a ação dos fungicidas multissítios clorotalonil e mancozebe e sítio-específico carbendazim + tebuconazole sobre a germinação *in vitro* de uredíniosporos e a severidade da doença, pelo método de folhas destacadas, *in vivo*, tratadas preventivamente, antes da inoculação, na presença e ausência de chuva. Determinou-se as concentrações letais CL₅₀ e CL₉₅ pelo método Probit. Demonstrou-se a redução da área abaixo da curva de progresso da ferrugem da soja, através do uso de fungicidas. Menores índices de ferrugem foram observados em cultivares semeadas na 1ª época, meados de outubro. De forma geral, menores ocorrências de ferrugem foram observadas nos tratamentos que tiveram aplicações de fungicidas no estágio vegetativo em todas as cultivares, safras, épocas de cultivo refletindo em maiores lucratividades. O fungicida clorotalonil foi mais fungitóxico *in vitro* e *in vivo* do que o fungicida carbendazim + tebuconazole; além disso, em condições de simulação de chuva o produto manteve-se por mais tempo nas folhas de soja do que o fungicida mancozebe. Esses resultados atestam a importância do uso de fungicidas multissítios, em associação aos fungicidas de sítio-específico, para aumento de eficácia de controle sobre a ferrugem da soja e a rentabilidade da cultura, além de auxiliar no manejo da resistência.

Palavras-chave: Ferrugem asiática da soja. *Phakopsora pachyrhizi*. Estádio vegetativo. Retorno financeiro. Multissítio.

ABSTRACT

KAJIHARA, Luciano Hiroyuki. **Importance of site-specific and multisite fungicides for soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) control in different cultivars, sowing dates and financial return analysis.** 2019. 120 f. Tese (Doutorado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) - Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2019.

Each year the asian soybean rust caused by *P. pachyrhizi* stands out on the national scene, causing serious damage to soybean crops. In addition, the disease has been of great concern because it shows pathogens resistant to several active ingredients and with low control efficiencies. There are several reports on fungicide evaluations in disease control, but they do not correlate the economic viability of using these products. Allied to current problems, it is necessary to adopt the use of multisite fungicides and chemical group rotation, as new actives are unlikely to emerge in the coming years. Therefore, the objective of this work was to evaluate the importance of systemic and multisite fungicides in the control of soybean rust with different fungicides, from the vegetative phase, involving different soybean cultivars and sowing dates, with analysis of crop profitability. In order to support the field studies, the work aimed to evaluate the *in vitro* and *in vivo* action of multisite and site-specific fungicides. The field experiment was carried out during two consecutive seasons, using nine soybean cultivars, four replications and seven treatments. In the laboratory, the action of multisites chlorotalonil and mancozebe and site-specific carbendazim + tebuconazole fungicides on the *in vitro* germination of urediniospores and disease severity was evaluated by the method of detached leaves, treated in advance, before inoculation. in the presence and absence of rain. Lethal concentrations LC50 and LC95 were determined by Probit method. The area below the soybean rust progress curve has been demonstrated through the use of fungicides. Lower rates of rust were observed in cultivars sown in the first season, mid-October. In general, lower occurrences of soybean rust were observed in treatments that had fungicide applications at the vegetative stage in all cultivars, crops, growing seasons and reflecting higher profitability. Chlorotalonil fungicide was more fungitoxic *in vitro* and *in vivo* than carbendazim + tebuconazole fungicide; In addition, under rain simulation conditions, the product remained longer in soybean leaves than the fungicide mancozeb. These results attest to the importance of using multisite fungicides, in association with site-specific fungicides, to increase the effectiveness of soybean rust control and crop profitability, as well as assisting in the management of resistance.

Key words: Asian soybean rust. *Phakopsora pachyrhizi*. Vegetative stage. Financial return. Multisite.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estádios fenológicos da cultura da soja (Fonte: Bayer)	30
Figura 2 - Sintomas da ferrugem asiática em folhas de soja (Foto: Ito, M.F.)	33
Figura 3 - Folhas de soja infectadas com o fungo <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , causador da ferrugem asiática da soja, com as lesões resultantes da infecção. Em A, no verso da folha (face abaxial) lesões de resistência (RB) e em B, lesões de suscetibilidade (TAN) (Foto: Catelli, L.L.)	33
Figura 4 - Desfolha da soja causada pelo ataque severo de ferrugem (Foto: Ito, M.F.)	34
Figura 5 - Uredosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> com tubo germinativo (Foto: Furlan, S.H.)	35
Figura 6 - Consórcio Anti-Ferrugem (Mapa da dispersão da ferrugem asiática)	41
Figura 7 - Sintomas de oídio em soja, causados por <i>Microspheera diffusa</i> (Foto: Kajihara, L.H.)..	42
Figura 8 - Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem asiática em soja (<i>Glycine max</i> L.), GODOY et al. (2006)	52
Figura 9 - Distribuição de gotas de fungicidas pulverizadas no dossel das plantas de soja. A. Quantidade de gotas no terço médio da soja. B. Quantidade de gotas no terço superior da soja	53
Figura 10 - Pocinhos das placas contendo ágar-água com uredosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> em suspensão	54
Figura 11 - Folíolos de soja naturalmente infectados por <i>P. pachyrhizi</i> em Artur Nogueira, SP	55
Figura 12 - Plantas de soja cv. BMX Potência RR cultivadas em vasos	55
Figura 13 - Imersão de folíolos em calda com fungicidas durante 3 segundos. Laboratório de Fitopatologia do IB, Campinas-SP	56
Figura 14 - Placa de Petri de 12 cm de diâmetro, contendo folíolos de soja, inoculados com uredosporos de <i>P. pachyrhizi</i> . Laboratório de Fitopatologia do IB, Campinas-SP.....	56
Figura 15 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. NA 5909 RG) tratadas com fungicidas. Primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.....	59
Figura 16 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. BMX Turbo RR) tratadas com fungicidas. Primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.....	60

- Figura 17** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. M 5917 IPRO) tratadas com fungicidas. Primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.....60
- Figura 18** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. M 6410 IPRO) tratadas com fungicidas. Segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.....62
- Figura 19** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. NS 7200 IPRO) tratadas com fungicidas. Segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.....63
- Figura 20** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. BMX Potência RR) tratadas com fungicidas. Segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.....63
- Figura 21** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. M 7739 IPRO) tratadas com fungicidas. Terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.....65
- Figura 22** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. NS 7300 IPRO) tratadas com fungicidas. Terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.....65
- Figura 23** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. Desafio RR) tratadas com fungicidas. Terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.....66
- Figura 24** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. NA 5909 RG) tratadas com fungicidas. Primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.....67
- Figura 25** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. BMX Turbo RR) tratadas com fungicidas. Primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.....68
- Figura 26** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. M 5917 IPRO) tratadas com fungicidas. Primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.....68
- Figura 27** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. M 6410 IPRO) tratadas com fungicidas. Segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.....69

- Figura 28** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. NS 7200 IPRO) tratadas com fungicidas. Segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.....70
- Figura 29** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. BMX Potência RR) tratadas com fungicidas. Segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.....70
- Figura 30** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. M 7739 IPRO) tratadas com fungicidas. Terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.....72
- Figura 31** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. NS 7300 IPRO) tratadas com fungicidas. Terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.....72
- Figura 32** - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. Desafio RR) tratadas com fungicidas. Terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.....73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Períodos de Vazio Sanitário da soja (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2018)	39
Tabela 2 - Épocas de semeadura da soja, cultivares e suas características	50
Tabela 3 - Produtos comerciais, ingredientes ativos, grupos químicos e doses por hectare, dos fungicidas utilizados no ensaio	51
Tabela 4 - Tratamentos e doses dos fungicidas utilizados em cada estágio fenológico de soja para o controle de doenças em soja. Artur Nogueira, SP, safra 2016/2017 e safra 2017/2018 ..	51
Tabela 5 - Custos dos fungicidas utilizados na safra 2016/2017 e safra 2017/2018, para o controle da ferrugem da soja. Artur Nogueira-SP	53
Tabela 6 - Fungicidas avaliados em diferentes concentrações, na germinação de uredosporos a <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , <i>in vitro</i>	54
Tabela 7 - Fungicidas avaliados em diferentes concentrações, pelo método de folíolos destacados, visando ao controle de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , <i>in vivo</i>	56
Tabela 8 - Fungicidas avaliados em diferentes concentrações, pelo método de folíolos destacados, visando ao controle de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , <i>in vivo</i>	57
Tabela 9 - Transformação da porcentagem de inibição do patógeno para o Probit	57
Tabela 10 - Fungicidas avaliados em diferentes concentrações, pelo método de folíolos destacados, visando ao controle de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , <i>in vivo</i>	58
Tabela 11 - Temperatura mínima média (° C), temperatura máxima média (° C), temperatura média (° C) e pluviosidade (mm) no período de outubro /2016 a maio / 2017. Artur Nogueira, SP, 2017	61
Tabela 12 - Temperatura mínima média (° C), temperatura máxima média (° C), temperatura média (° C) e pluviosidade (mm) no período de outubro /2017 a maio / 2018. Artur Nogueira, SP, 2018	66
Tabela 13 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo super-precoce NA 5909 RG, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017	74
Tabela 14 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo super-precoce BMX Turbo RR, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017	75
Tabela 15 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%) na cv. de soja de ciclo super-precoce M 5917 IPRO, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017	76

Tabela 16 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucratividade (R\$.ha ⁻¹) nas cvs. de soja de ciclo super-precoce NA 5909 RG, BMX Turbo RR e M 5917 IPRO, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017	78
Tabela 17 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucratividade (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo médio BMX Potência RR, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017	79
Tabela 18 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucratividade (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo médio M 6410 IPRO, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017	80
Tabela 19 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo médio NS 7200 IPRO, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.....	81
Tabela 20 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) nas cvs. de soja de ciclo médio BMX Potência RR, M 6410 IPRO e NS 7200 IPRO, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017	82
Tabela 21 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo tardio Desafio RR, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017	83
Tabela 22 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo tardio NS 7300 IPRO, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017	84
Tabela 23 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo tardio M 7739 IPRO, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017	85

Tabela 24 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) nas cvs. de soja de ciclo tardio Desafio RR, NS 7300 IPRO, M 7739 IPRO, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.....	86
Tabela 25 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja NA 5909 RG, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018	87
Tabela 26 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo super-precoce BMX Turbo RR, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018	88
Tabela 27 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo super-precoce M 5917 IPRO, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018	89
Tabela 28 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) nas cvs. de soja de ciclo super-precoce NA 5909 RG, BMX Turbo RR e M 5917 IPRO, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018	90
Tabela 29 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo médio BMX Potência RR, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018	91
Tabela 30 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo médio M 6410 IPRO, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018	92
Tabela 31 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹) na cv. de soja de ciclo médio NS 7200 IPRO, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018	93

- Tabela 32** - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) nas cvs. de soja de ciclo médio BMX Potência RR, M 6410 IPRO e NS 7200 IPRO, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.....94
- Tabela 33** - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo tardio Desafio RR, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/201895
- Tabela 34** - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo tardio NS 7300 IPRO, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/201896
- Tabela 35** - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo tardio M 7739 IPRO, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/201897
- Tabela 36** - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) nas cvs. de soja de ciclo tardio Desafio RR, NS7300 IPRO e M 7739 IPRO, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/201898
- Tabela 37** - Valores de CL₅₀ e CL₉₅ dos fungicidas, para inibição, *in vitro*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de primeira época, meados de outubro, safra 2016/201799
- Tabela 38** - Valores de CL₅₀ e CL₉₅ dos fungicidas para inibição, *in vivo*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*. provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de primeira época, meados de outubro, safra 2016/2017100
- Tabela 39** - Valores de CL₅₀ e CL₉₅ dos fungicidas para inibição, *in vitro*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de segunda época, meados de novembro, safra 2016/2017101
- Tabela 40** - Valores de CL₅₀ e CL₉₅ dos fungicidas para inibição, *in vivo*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de segunda, meados de novembro, safra 2016/2017101

Tabela 41 - Valores de CL ₅₀ e CL ₉₅ dos fungicidas para inibição, <i>in vitro</i> , da germinação de uredosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de terceira época, meados de dezembro, safra 2016/2017	102
Tabela 42 - Valores de CL ₅₀ e CL ₉₅ dos fungicidas para inibição, <i>in vivo</i> , da germinação de uredosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> , provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de terceira época, meados de dezembro, safra 2016/2017	102
Tabela 43 - Valores de CL ₅₀ e CL ₉₅ dos fungicidas para inibição, <i>in vivo</i> , da germinação de uredosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de primeira época, meados de outubro, safra 2017/2018	103
Tabela 44 - Valores de CL ₅₀ e CL ₉₅ dos fungicidas para inibição, <i>in vivo</i> , da germinação de uredosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de segunda época, meados de novembro, safra 2017/2018	104
Tabela 45 - Valores de CL ₅₀ e CL ₉₅ dos fungicidas para inibição, <i>in vivo</i> , da germinação de uredosporos de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de terceira época, meados de dezembro, safra 2017/2018	105

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AACPD	=	Área abaixo da curva de progresso da doença
AGROFIT	=	Sistema de registro de agrotóxicos do Ministério da Agricultura
C	=	Centígrado
CL	=	Com lavagem
CL ₅₀	=	Concentração capaz de provocar letalidade de 50% dos indivíduos
CL ₉₅	=	Concentração capaz de provocar letalidade de 95% dos indivíduos
cm	=	Centímetro
Conab	=	Companhia Nacional de Abastecimento
cv.	=	Cultivar
DE ₅₀	=	Dose efetiva mediana
EC	=	Concentrado Emulsionável
EC ₉₅	=	Concentração efetiva mediana
Embrapa	=	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Fig.	=	Figura
FRAC	=	Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas
i.a.	=	Ingrediente ativo
IC ₅₀	=	Concentração inibitória média
IDMs	=	Inibidores da desmetilação
IQe	=	Inibidores da quinona externa
ISDHs	=	Succinato desidrogenase
Kg	=	Quilograma
Kg/ha	=	Quilo por hectare
L.ha ⁻¹	=	Litro por hectare
m	=	Metro
MAPA	=	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Mapitoba	=	Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia
MBCs	=	Metil benzimidazole carbamato
mg L ⁻¹	=	Miligramma por litro
mL	=	Mililitro
mL L ⁻¹	=	Mililitro por litro
mm	=	Milímetro
PMG	=	Peso de mil grãos

ppm	=	Partes por milhão
Qols	=	Inibidores da Quinona Oxidade
R	=	Estádio Reprodutivo
RB	=	Redish-brown (castanho-avermelhada)
R1	=	Uma flor aberta em qualquer nó da haste principal
R2	=	Uma flor aberta num dos 2 últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida
R3	=	Vagem com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida
R4	=	Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida
R5	=	Grão com 3 mm de comprimento em vagem num dos 4 últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida
R5.1.	=	Grãos perceptíveis ao tato
R5.2.	=	Granação de 11 % a 25%
R5.3.	=	Granação de 26% a 50%
R5.4.	=	Granação de 51 % a 75%
R5.5.	=	Granação de 76% a 100%
R6	=	Uma vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos 4 últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida
R7	=	Uma vagem normal na haste principal com coloração de madura
R8	=	95% das vagens com coloração de madura
R\$	=	Reais
R\$. Ha ⁻¹	=	Reais por hectare
RR	=	Plantas geneticamente modificadas resistentes ao herbicida glifosato
SC	=	Solução concentrada
Sc.ha ⁻¹	=	Sacas por hectare
SL	=	Sem lavagem
Tab.	=	Tabela
TAN	=	Tanish (castanho-claro)
Trat.	=	Tratamento
UPL	=	United Phosphorus Limited
US\$	=	Dólar

V	=	Estádio vegetativo
VC	=	Cotilédones completamente abertos e expandidos
VE	=	Cotilédones acima da superfície do solo
V1	=	Folhas unifoliadas completamente desenvolvidas
V2	=	Primeira folha trifoliada completamente desenvolvida
V3	=	Segunda folha trifoliada completamente desenvolvida
V4	=	Terceira folha trifoliolada completamente desenvolvida
Vn	=	Ante-enésima folha trifoliolada completamente desenvolvida

LISTA DE SÍMBOLOS

$^{\circ}\text{C}$	=	Grau Celsius
N_2	=	Nitrogênio
%	=	Porcentagem
Σ	=	Somatório
R^2	=	Coefficiente de determinação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	26
2. OBJETIVOS	28
2.1. GERAL	28
2.2. ESPECÍFICOS	28
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
3.1. IMPORTÂNCIA DA SOJA AO BRASIL	29
3.2. DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA	29
3.3. FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA – <i>PHAKOPSORA PACHYRHIZI</i>	31
3.3.1. Etiologia da ferrugem asiática da soja no Brasil	32
3.3.2. Primeiro relato de ferrugem asiática no Brasil	32
3.3.3. Sintomas da doença ferrugem asiática	32
3.3.4. Época de ocorrência da ferrugem asiática	34
3.3.5. Epidemiologia da ferrugem asiática	34
3.3.6. Custos da produção de soja devido à ferrugem asiática	35
3.3.7. Plantas hospedeiras de <i>Phakopsora pachyrhizi</i>	37
3.4. ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA	37
3.4.1. Controle cultural	37
3.4.1.1. Época de semeadura da soja	37
3.4.1.2. Densidade populacional de soja	38
3.4.1.3. Tecnologia de aplicação de fungicidas em soja	38
3.4.1.4. Vazio sanitário da soja	38
3.4.2. Controle genético	40
3.4.3. Monitoramento da doença	40
3.4.4. Controle químico	42
3.4.4.1. Início da utilização de fungicidas na cultura da soja	42
3.4.4.2. Controle químico da soja, após o surgimento da ferrugem asiática - <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ...	43
3.4.4.3. Resistência de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> aos fungicidas triazóis (IDMs - inibidores da desmetilação)	44
3.4.4.4. Resistência de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> aos fungicidas estrobilurinas (IQe - inibidores da quinona externa)	44
3.4.4.5. Resistência de <i>Phakopsora pachyrhizi</i> aos fungicidas do grupo das carboxamidas (ISDHs - succinato desidrogenase)	44
3.4.4.6. Utilização de fungicidas multissítios no controle da ferrugem da soja	45
3.4.4.7. “Turbinamentos” com fungicidas triazóis (IDMs) para o controle da ferrugem da soja	45
3.4.4.8. Soluções no manejo de ferrugem da soja no estágio vegetativo	46

3.5. FATORES QUE CONTRIBUEM PARA O AUMENTO DE EFICÁCIA DOS FUNGICIDAS MULTISSÍTIO, NO CONTROLE DA FERRUGEM DA SOJA.....	47
3.6. ANÁLISE LABORATORIAL <i>IN VITRO</i> E <i>IN VIVO</i> DE <i>PHAKOPSORA PACHYRHIZI</i> EM SOJA COM FUNGICIDAS MULTISSÍTIOS	47
3.7. FUNGICIDAS MULTISSÍTIOS MAIS RECOMENDADOS À CULTURA DA SOJA	48
3.7.1. Clorotalonil.....	48
3.7.2. Mancozebe	48
3.7.3. Cobre	49
4. MATERIAL E MÉTODOS	50
4.1. EXPERIMENTO 1 – AVALIAÇÃO DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DOS FUNGICIDAS, COM BASE NA SEVERIDADE DA FERRUGEM ASIÁTICA, PORCENTAGEM DE DESFOLHA, PESO DE 1000 GRÃOS E PRODUTIVIDADE DA CULTURA, EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA E CULTIVARES DE SOJA EM DUAS SAFRAS.	50
4.2. EXPERIMENTO 2 - AÇÃO <i>IN VITRO</i> E <i>IN VIVO</i> DE FUNGICIDA SÍTIO-ESPECÍFICO CARBENDAZIM + TEBUCONAZOL E MULTISSÍTIOS CLOROTALONIL E MANCOZEBE SOBRE <i>PHAKOPSORA PACHYRHIZI</i>	54
4.2.2. AÇÃO <i>IN VIVO</i> DE FUNGICIDA SÍTIO-ESPECÍFICO CARBENDAZIM + TEBUCONAZOL E MULTISSÍTIOS CLOROTALONIL E MANCOZEBE SOBRE <i>PHAKOPSORA PACHYRHIZI</i>	55
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
5.1. EXPERIMENTO 1. AVALIAÇÃO DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DOS FUNGICIDAS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA E CULTIVARES DE SOJA, COM BASE NA SEVERIDADE DA FERRUGEM DA SOJA, PORCENTAGEM DE DESFOLHA, PESO DE 1000 GRÃOS E PRODUTIVIDADE	59
5.1.1. Severidade da ferrugem da soja na Safra 2016/2017 em cultivares de soja de ciclo super-precoce, na primeira época de semeadura, tratadas com fungicidas	59
5.1.2. Severidade da ferrugem da soja na Safra 2016/2017 em cultivares de soja de ciclo médio, na segunda época de semeadura, tratadas com fungicidas	61
5.1.3. Severidade da ferrugem da soja na Safra 2016/2017 em cultivares de soja de ciclo tardio, na terceira época de semeadura, tratadas com fungicidas	64
5.1.4. Severidade da ferrugem da soja na Safra 2017/2018 em cultivares de soja de ciclo super-precoce, na primeira época de semeadura, tratadas com fungicidas	66
5.1.5. Severidade da ferrugem da soja na Safra 2017/2018 em cultivares de soja de ciclo médio, na segunda época de semeadura, tratadas com fungicidas	69
5.1.6. Severidade da ferrugem da soja na Safra 2017/2018 em cultivares de soja de ciclo tardio, na terceira época de semeadura, tratadas com fungicidas	71
5.1.7 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem (%), desfolha (%), peso de mil grãos (g), produtividade (kg.ha ⁻¹) e lucro (R\$.ha ⁻¹), para os tratamentos com fungicidas, em diferentes épocas de semeadura e cultivares de soja, em duas safras.....	73
5.1.7.1. Primeira época de semeadura de cultivares de soja de ciclo super-precoce, em meados de outubro, na Safra 2016-2017	73
5.1.7.2. Segunda época de semeadura de cultivares de soja de ciclo médio, em meados de novembro, na Safra 2016-2017.....	79

5.1.7.3. Terceira época de semeadura de cultivares de soja de ciclo tardio, em meados de dezembro, na safra 2016-2017.....	83
5.1.7.4. Primeira época de semeadura de cultivares de soja de ciclo super-precoce, em meados de outubro, na safra 2017-2018.....	87
5.1.7.5. Segunda época de semeadura de cultivares de soja de ciclo médio, em meados de novembro, na safra 2017-2018.....	90
5.1.7.6. Terceira época de semeadura de cultivares de soja de ciclo tardio, em meados de dezembro, na safra 2017-2018.....	94
5.2. EXPERIMENTO 2 - AÇÃO <i>IN VITRO</i> E <i>IN VIVO</i> DE FUNGICIDAS SISTÊMICO (CARBENDAZIM + TEBUCONAZOL) E MULTISSÍTIOS (CLOROTALONIL E MANCOZEBE) SOBRE <i>PHAKOPSORA PACHYRHIZI</i>	98
5.2.1. Análises <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> da safra 2016/2017.....	98
5.2.2. Análises <i>in vivo</i> e teste de lavagem da safra 2017/2018.....	102
6. CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de soja alcançou 362,07 milhões de toneladas na safra 2018/2019, e o Brasil foi considerado o segundo maior produtor, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Além disso, alcançou o posto de maior exportador mundial. Na última safra, a produção brasileira chegou a 115,03 milhões de toneladas, cultivada em uma área de 35,8 milhões de hectares, com produtividade média de 3.206 kg/ha (CONAB, 2019).

A soja é considerada uma das culturas mais importantes do Brasil, onde teve um grande crescimento nas últimas três décadas, correspondeu a 57,28% de área plantada em grãos na safra 2018/2019, com grande peso na balança comercial representou mais de US\$30 bilhões ao ano (ABIOVE, 2019) algo ao redor de 10% das exportações brasileiras. A alta produção está relacionada a diversos fatores, tais como avanços científicos e tecnológicos: melhoramento genético, novas cultivares, manejo integrado de pragas, doenças, plantas daninhas, nutrição, zoneamento agrícola, eficiência de produtores, etc (PIONEER, 2019).

Dentre os fatores limitantes na obtenção de altos rendimentos encontram-se as doenças. No Brasil existem aproximadamente 40 diferentes doenças que podem atacar a cultura, como os patógenos dos grupos de fungos, bactérias, vírus e nematoides. A tendência é de aumento na incidência de doenças, devido à expansão de novas áreas e a utilização de monocultura (EMBRAPA, 2004). As perdas anuais podem variar de 15% a 20%, porém no caso da ferrugem asiática isso pode chegar até 90%. Desde a safra 2001/2002, a doença já causou um prejuízo de 10 bilhões de dólares ao País (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2018).

Várias táticas de manejo de ferrugem asiática podem ser utilizadas, entre elas: semeadura no início da época recomendada, uso de cultivares de ciclo precoce, controle de soja guaxa, ausência de soja na entressafra, através do vazio sanitário, monitoramento constante da lavoura desde o início do ciclo, cultivares tolerantes e aplicação de fungicidas preventivamente, ou logo no aparecimento da doença (GODOY, 2009).

Nas últimas safras foram observadas perdas de eficácia de alguns fungicidas à base de triazóis (IDMs), estrobilurinas (Qols) e carboxamidas (ISDHs) (GODOY et al., 2013; 2014; SIMÕES et al., 2018). Diante desta atual situação, tem-se preconizado a utilização de fungicidas multissítios associados aos sítios-específicos, ou misturas a fim de evitar o surgimento de resistência e também promover o aumento de controle da doença. Furlan et al., (2016) observaram que os fungicidas à base de mancozebe, clorotalonil, propinebe e cúpricos, dependendo da formulação, dose e época de aplicação, podem representar excelentes ferramentas no manejo da ferrugem asiática, com ganhos expressivos no rendimento.

Com a preocupação da redução de eficácia de vários fungicidas, baixa perspectiva de diferentes grupos químicos e poucas alternativas de cultivares resistentes, faz-se necessário o conhecimento de novas ferramentas no manejo de ferrugem asiática quanto ao manejo químico, a fim de possibilitar o crescimento e a sustentabilidade da cultura da soja no País.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliação de eficácia dos programas de aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática, desde a fase vegetativa, envolvendo diferentes cultivares de soja de diferentes ciclos, épocas de semeadura e com análise da rentabilidade dos cultivos, em relação ao uso de fungicidas.

2.2. Específicos

1. Determinar os benefícios econômicos da aplicação de fungicidas em cada época de semeadura e cultivares de soja, com base na severidade da ferrugem da soja, porcentagem de desfolha, peso de 1000 grãos e produtividade, em duas safras.
2. Avaliar a ação do fungicida sítio-específico carbendazim + tebuconazole e dos fungicidas multissítios clorotalonil e mancozebe, *in vitro*, sobre a germinação dos uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, e *in vivo* sobre a severidade dos sintomas da doença em folíolos, visando suportar os estudos em condições de campo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Importância da soja ao Brasil

A partir da década de 70, iniciou-se fortemente a expansão da soja na Região Sul do Brasil e o Estado de São Paulo, devido ao grande interesse da indústria de óleo e a demanda do mercado internacional ao grão. Na década de 80, a expansão continuou para o Mato Grosso do Sul, Sul do Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Bahia (IGREJA et al.,1988). Áreas da região Norte, Mato Grosso e oeste do Maranhão também receberam o avanço do cultivo de soja (MUELLER & BUSTAMANTE, 2002).

Os estados do Paraná, Mato Grosso e Rio Grande do Sul representam ao redor de 65% da produção brasileira, com grande peso na balança comercial. Cultivares cada vez mais adaptadas ao clima quente estão permitindo o avanço da soja em outras áreas. A Amazônia tem sido ocupada pela soja, em áreas desmatadas e no Mato Grosso o crescimento tem ocorrido principalmente nas regiões de pecuária (CARVALHO et al., 2016).

A nova fronteira conhecida por Mapitoba (Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia) vem se destacando na produção de soja nacional, pois possui clima favorável ao desenvolvimento da cultura (FREITAS, 2011).

O setor da agroindústria tem utilizado bastante os grãos da soja, para produção de óleo vegetal, rações para animais, indústria química e de alimentos e, mais recentemente, na produção de biocombustível, com intuito de reduzir a poluição nas grandes cidades do País (COSTA NETO & ROSSI, 2000).

3.2. Desenvolvimento da cultura da soja

A classificação dos estádios de desenvolvimento da soja, proposta por Fehr & Canviness (1977), é importante por facilitar a identificação da fase em que se encontra a cultura, como uma ferramenta aos pesquisadores, profissionais e produtores de padronização da linguagem e melhor acurácia dos dados.

O sistema proposto por Fehr & Canviness (1977) divide-se em dois estádios de desenvolvimento (Figura 1), vegetativo designado pela letra V e reprodutivo pela letra R. Exceto os estádios VE (emergência) e VC (cotilédone), todas as letras V e R são seguidas por números que indicam os estádios específicos (V1, V2, V3, Vn... e R1 ao R8).

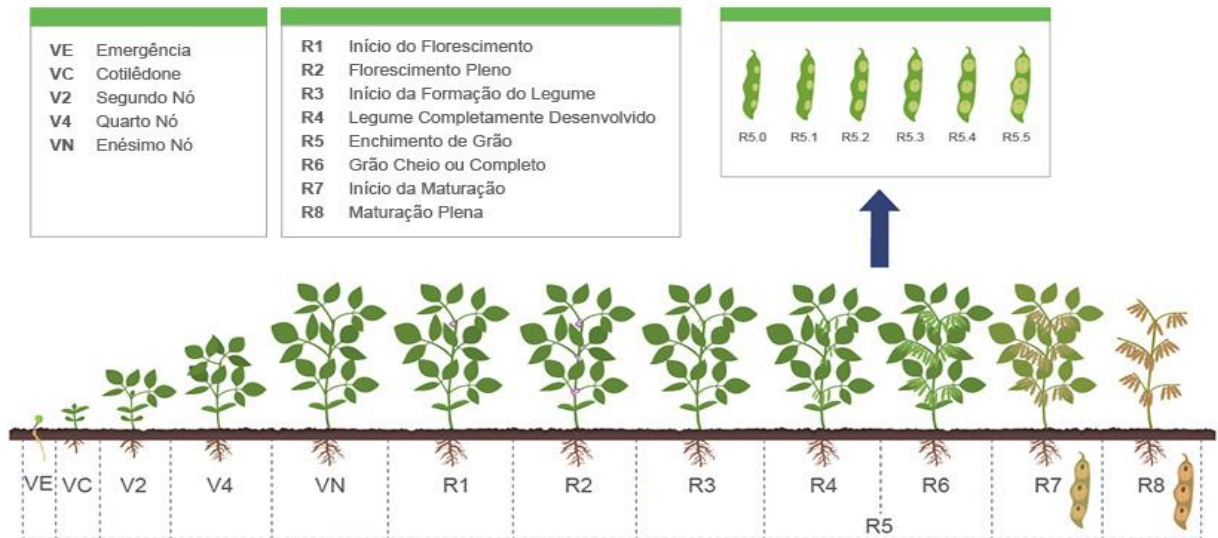


Figura 1. Estádios fenológicos da cultura da soja. (Fonte: Bayer).

O estágio VE, significa uma plântula recém-emergida, com os cotilédones acima do solo, formando um ângulo de 90°. A fase VC representa o estágio em que os cotilédones se encontram totalmente abertos e expandidos, cujas bordas das folhas unifoliadas não se tocam mais. Já o n significa número de nós acima do nó cotiledonar com folha totalmente desenvolvida. Portanto, V1 é quando as folhas unifoliadas se encontram completamente desenvolvidas, ou seja, quando os bordos dos folíolos da primeira folha trifoliolada estiverem totalmente abertas. O estágio V2 significa quando a primeira folha trifoliada estiver completamente desenvolvida, e assim, sucessivamente para V3, V4, Vn...

A fase reprodutiva é dividida em quatro fases, florescimento (R1 e R2), desenvolvimento da vagem (R3 e R4), enchimento de vagens (R5 e R6) e maturação da planta (R7 e R8). O estágio R1 é caracterizado pela presença de uma flor aberta em qualquer nó da planta (início do florescimento). A fase R2 consiste no florescimento pleno, e o início da formação da vagem é R3. Quando a vagem estiver completamente desenvolvida significa R4. O enchimento das vagens representa a fase R5 e quando os grãos estiverem completamente formados significa R6. Segundo Ritchie et al. (1977) o estágio R5 é subdividido em R5.1 (grãos perceptíveis ao tato, o equivalente a 10% de granação); R5.2 (granação de 11% a 25%); R5.3 (granação de 26% a 50%); R5.4 (granação de 51% a 75%) e R5.5 (granação de 76% a 100%). O início da maturação da vagem é o estágio R7 e ao final do ciclo quando as vagens estiverem na maturação plena é o R8.

A partir do momento em que a planta de soja inicia sua atividade fotossintética líquida, do 2º ao 5º dia após emergência, começa a adquirir e acumular matéria seca em seus distintos órgãos, principalmente na haste principal, ramificações, pecíolos e folhas. A taxa de acúmulo

de matéria seca acentua-se a partir da expansão do 4º (V5) ou 5º (V6) trifólio, intensificando-se durante o período de crescimento vegetativo, mantendo-se elevada até o início da granação, quando se acentua a translocação da massa seca (fotoassimilados) dos órgãos vegetativos para os reprodutivos. O mesmo desempenho é observado em relação à absorção e acúmulo de nutrientes, evapotranspiração da cultura, intensidade de nodulação radicular e fixação biológica do N₂ (CÂMARA, 2000). Portanto, neste período, é preciso manter altos índices de área foliar na planta e livre de doenças foliares, para que a planta possa expressar altos níveis fotossintéticos e conseqüentemente altos rendimentos.

A temperatura, fotoperíodo e disponibilidade de água são os fatores abióticos que mais interferem no desenvolvimento e produtividade da soja.

A faixa de temperatura ideal para a rápida germinação e bom crescimento é de 20 a 24° C, tornando-se mais importante por conta das chuvas e orvalhos (FURLAN, 2016).

O fotoperíodo é uma característica ainda restritiva à adaptação da cultivar, podendo ser maior ou menor em função da latitude. Quanto mais próximo ao equador, menor é a amplitude. Para minimizar este efeito, algumas cultivares possuem o período juvenil longo (atraso na floração), o que permite maior adaptabilidade numa maior faixa de latitude.

A disponibilidade de água constitui-se num outro fator importante no desenvolvimento da soja, onde as fases de germinação-emergência e floração-enchimento configuram as mais críticas para o bom crescimento da cultura. A necessidade total de água é de 450 a 800 mm/ciclo, bem distribuídos em todos os estádios fenológicos.

Apesar de existirem cultivares adaptadas a todos os parâmetros relatados, o potencial, que é superior aos 6000 kg/ha, ainda não foi superado devido a diversos fatores, principalmente a incidência de doenças.

3.3. Ferrugem asiática da soja – *Phakopsora pachyrhizi*

A ferrugem asiática é uma ameaça constante para a cultura da soja, pois novas raças de *Phakopsora pachyrhizi* e populações cada vez mais resistentes aos fungicidas estão surgindo, trazendo grande preocupação aos produtores e pesquisadores. Portanto, a busca incessante por novas estratégias de manejo químico deve ser realizada constantemente, a fim de assegurar boa sanidade da cultura, boa produtividade e excelentes retornos financeiros.

3.3.1. Etiologia da ferrugem asiática da soja no Brasil

No Brasil existem duas espécies de ferrugem, a americana (*Phakopsora meibomia*) e a asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), sendo que a primeira espécie foi identificada por Deslandes (1979) em plantas de soja perene (*Glycine wightii*), feijão de lima (*Phaseolus lunatus* var. *macrocarpus*) e, posteriormente, em soja (*Glycine max*) no ano de 1979 em Lavras-MG. Estudo realizado por Akamatsu et al. (2004) confirmou, através de técnicas moleculares, que as amostras coletadas em Lavras, no ano de 1979, por Deslandes (1979) e armazenadas no Instituto Biológico eram de *P. pachyrhizi* o que foi demonstrado que a doença já estava presente a mais tempo no País em estado endêmico.

3.3.2. Primeiro relato de ferrugem asiática no Brasil

Em 2001, a ferrugem asiática ocorreu em áreas de campos de produção de soja safrinha e soja tiguera no oeste do Estado do Paraná (YORINORI; PAIVA, 2002; YORINORI et al., 2005). No mesmo ano, amostras da doença coletadas do Brasil e Paraguai foram enviadas e analisadas nos Estados Unidos através da biologia molecular onde concluíram que a espécie identificada foi correspondente à ferrugem asiática, que tem como agente causal a espécie *Phakopsora pachyrhizi* Sydow. A partir de 2005, a doença já se encontrava em todas as regiões produtoras de soja do País, causando sérios prejuízos às lavouras.

3.3.3. Sintomas da doença ferrugem asiática

Os sintomas iniciam-se nas folhas baixas e são caracterizados por pequenos pontos escuros, com coloração esverdeada a cinza-esverdeada. No local afetado, observa-se uma protuberância na página abaxial da folha, conhecida por urédia. Na sequência, adquirem coloração castanho-claro a escura (Figura 2), abrindo pequeno poro, expelindo os uredosporos e que se acumulam ao seu redor e, posteriormente, são carregados pelo vento. O tecido da folha ao redor das urédias tornam-se castanho-claro e com esporulação abundante (lesão do tipo TAN “tanish”), ou castanho-avermelhado com pouca ou nenhuma esporulação (lesão do tipo RB “redish-brown”) (Figura 3), normalmente encontradas em materiais com certa resistência (FURLAN, 2004).

Além de folhas, a doença pode atacar pecíolos, vagens e caules. No início do desenvolvimento da doença, as lesões podem ser confundidas com pústulas de bactéria. Os

uredosporos são levados a curta ou longas distâncias através do vento, mas não pelas sementes (HARTMAN et al.,1999), embora os esporos possam ficar no tegumento das mesmas. Possivelmente, ocorra nos fragmentos de folíolos, pecíolos, caule, que ficam misturados com as sementes logo após a colheita da soja (GASTAL & RAUPP, 1976).



Figura 2 - Sintomas da ferrugem asiática em folha de soja. Foto: Ito, M.F.

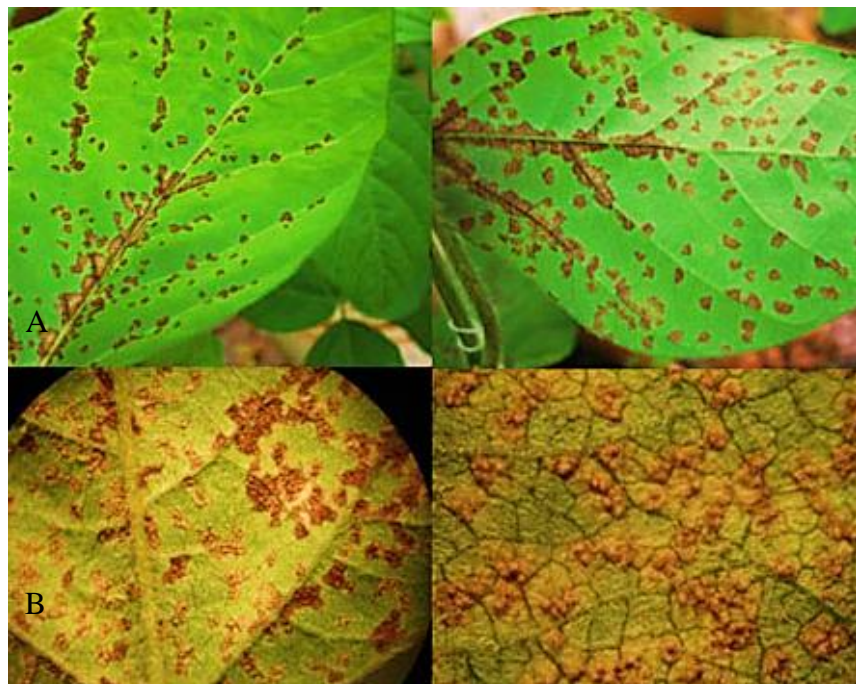


Figura 3 - Folhas de soja infectadas com o fungo *Phakopsora pachyrizhi*, causador da ferrugem asiática da soja, com as lesões resultantes da infecção. Em A, no verso da folha (face abaxial) lesões de resistência (RB) e em B, lesões de suscetibilidade (TAN). Foto: Catelli, L.L.

3.3.4. Época de ocorrência da ferrugem asiática

A ferrugem asiática pode ocorrer em qualquer fase de desenvolvimento da soja. Plantas severamente atacadas pela doença apresentam redução na área fotossintética, pela destruição dos tecidos foliares, amarelecimento das folhas e desfolha precoce, o que compromete a formação, o enchimento de vagens e a massa final dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha (Figura 4), menor será o tamanho do grão e, conseqüentemente, maior a perda de rendimento e de qualidade (YANG et al., 1991). Com alta incidência da doença na fase reprodutiva de formação de vagens, ou no início da granação, podem ocorrer aborto e queda das vagens.



Figura 4 - Desfolha da soja causada pelo ataque severo de ferrugem. Foto: Ito, M.F.

3.3.5. Epidemiologia da ferrugem asiática

O processo de infecção de *Phakopsora pachyrhizi* inicia-se quando os uredosporos, na presença de água líquida, germinam e emitem o tubo germinativo (Figura 5) sobre a superfície da folha, formando apressório que se desenvolve sobre a parede celular. A penetração acontece diretamente através das células da epiderme. As urédias podem se formar de 5 a 10 dias após a

infecção e os esporos do fungo podem ser produzidos e liberados por até 3 semanas. A temperatura para a germinação dos uredosporos pode variar de 8° C a 28° C, no entanto, sob alta umidade relativa do ar, a temperatura ideal pode variar entre 15° C a 25° C. Nesta faixa de temperatura, a infecção da doença ocorre em 6 horas após a penetração, porém são necessários 16 horas de umidade relativa alta, para que a infecção se realize por completo. Portanto, é preciso que haja temperaturas noturnas amenas e presença de água na superfície das folhas para que a doença seja favorecida (ITO, 2013).

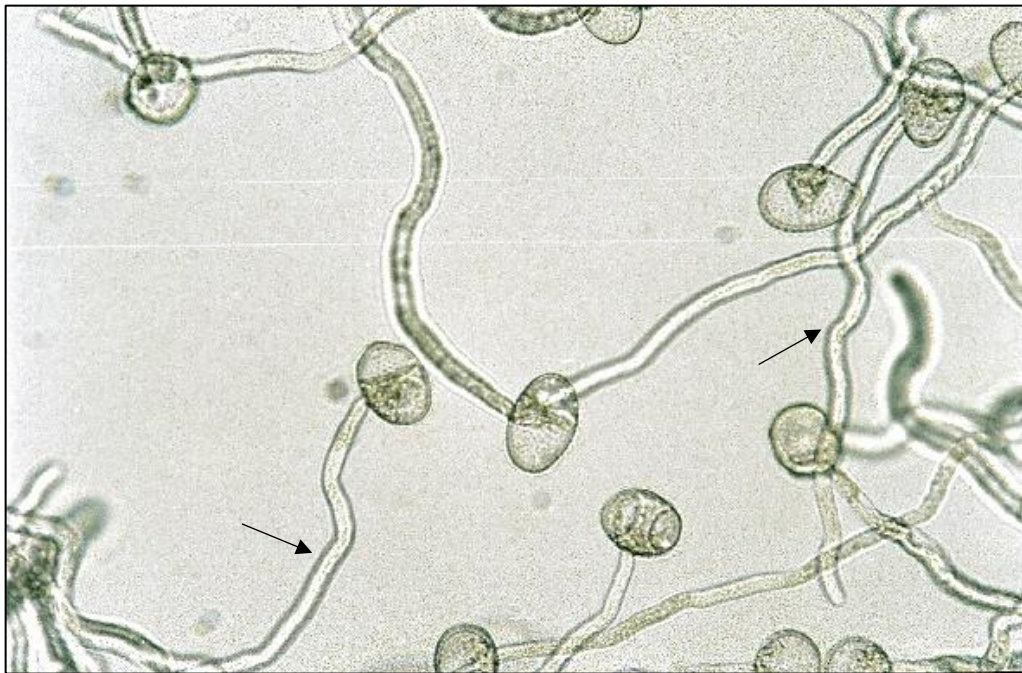


Figura 5 - Uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* com tubo germinativo. Foto: Furlan, S.H.

A disseminação do patógeno dá-se através do vento, podendo ser para lavouras próximas ou a longas distâncias, onde sobrevive e se multiplica em plantas vivas hospedeiras. A ferrugem asiática é considerada doença policíclica, ou seja, o inóculo produzido sobre plantas doentes é capaz de, numa mesma estação de cultivo, infectar novas plantas, e o inóculo que se formar nestas plantas pode provocar doenças em outras plantas e assim sucessivamente.

3.3.6. Custos da produção de soja devido à ferrugem asiática

O número de aplicações de fungicidas na cultura da soja, visando ao manejo da ferrugem asiática depende da região, época de semeadura e do volume de precipitações de chuva que podem ocorrer durante o ciclo da cultura.

Richetti (2005) analisou os custos do controle químico da ferrugem asiática na safra 2005/2006 e verificou que realizando apenas uma aplicação do fungicida, a participação no custo de produção variou de 4,29% a 6,26%, correspondendo ao valor de 1,8 sacas a 2,7 sacas de soja por hectare.

Estudo realizado pela Embrapa na safra 2005/2006, onde o clima foi extremamente chuvoso com alta incidência de ferrugem, e conseqüentemente queda na produtividade, além de câmbio desfavorável, com custo médio de cada aplicação de fungicidas por volta de US\$40,00.ha⁻¹, com duas a três aplicações, mostrou que a cultura da soja ficaria inviável naquele momento com perdas de US\$1,75 bilhão, causando grande impacto econômico ao país (SISTEMA, 2016).

Na safra 2013/2014 o custo de controle da ferrugem asiática para o Brasil foi de US\$2,2 bilhões, considerando-se US\$25/aplicação, numa média de 3 aplicações (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2018).

Meyer (2016) relatou que há 15 anos a média de aplicação de fungicidas ficava em torno de uma a duas aplicações. Atualmente, a média subiu para três, e dependendo da região pode chegar até cinco aplicações. Portanto, o custo da aplicação de fungicida representa em média duas sacas de soja por hectare. Se realizar cinco aplicações, o custo é elevado a dez sacas de soja por hectare. Em produtividades médias abaixo de 45 sc.ha⁻¹, esse aumento no custo do fungicida acaba reduzindo drasticamente o lucro do produtor; tornando a cultura inviável economicamente.

Aplicações preventivas têm resultado em menores perdas de produtividade (OLIVEIRA, 2004), além do maior período de controle, maior intervalo entre as aplicações e melhor desempenho dos fungicidas (VITTI, et al. 2004). Por outro lado, aplicações tardias de fungicidas representam maior número de aplicações com intervalos menores entre as aplicações, baixa eficácia dos produtos e perdas de produtividade. Godoy et al. (2009), verificaram que aplicações realizadas em culturas com alta severidade da ferrugem asiática, resultaram em baixa produtividade, sendo similar à testemunha, reduzindo muito o potencial produtivo da cultivar.

Portanto, o uso de fungicidas de forma preventiva através do monitoramento da cultura e das condições climáticas, representa o melhor momento de aplicação na cultura da soja, conferindo maior eficácia no manejo da ferrugem asiática, maior período de controle, maior intervalo entre as aplicações e maior produtividade e, conseqüentemente, menor custo de produção, quando comparado com aplicações tardias.

3.3.7. Plantas hospedeiras de *Phakopsora pachyrhizi*

Vários hospedeiros do fungo *Phakopsora pachyrhizi* têm sido citados na literatura: diversas espécies de feijão, desmódio, crotalaria, kudzu, soja perene entre outras espécies de leguminosas (FURLAN, 2004; YORINORI et al., 2004; SOUZA, 2007).

Recentemente Godoy & Assis (2016) identificaram, pela primeira vez, que o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) é hospedeiro de *Phakopsora pachyrhizi*.

Segundo Reis (2019), o fungo tem sido relatado em mais de 150 espécies de plantas, todas da família Fabaceae, no entanto novos estudos indicam que o fungo tem parasitado outras famílias (Convolvulaceae e Euphorbiaceae) sendo inédito a nível mundial.

3.4. Estratégias de manejo da ferrugem asiática da soja

Desde o surgimento no Brasil, a ferrugem asiática vem evoluindo e o fungo *Phakopsora pachyrhizi* tem se tornado mais resistente aos fungicidas. Portanto é necessário buscar o conhecimento de várias estratégias de manejo para proporcionar o melhor controle da doença.

3.4.1. Controle cultural

3.4.1.1. Época de semeadura da soja

De acordo com a época recomendada para cada região, a semeadura de cultivar precoce de soja é bem aceita, pois evita o período de maior incidência da doença, apresenta custo menor no manejo da ferrugem e permite a semeadura do milho de 2ª época (milho safrinha). Por outro lado, há grande risco de perdas na produtividade, caso ocorra uma estiagem prolongada no período de floração e frutificação. Devido ao curto ciclo da soja, mesmo chovendo após a estiagem não haveria tempo hábil da soja recuperar-se. Portanto, informações meteorológicas antes do plantio são de suma importância para o bom planejamento na escolha da variedade, época de plantio e o manejo fitossanitário da lavoura.

Estudo realizado por Silva (2007), em duas épocas de semeadura de soja, (no início de novembro e de dezembro, mostrou que a ferrugem asiática foi mais agressiva na segunda época, devido à maior pressão da doença. Este fato, reforça a importância da semeadura de cultivares precoces e na época mais recomendada para a região.

3.4.1.2. Densidade populacional de soja

O uso de população adequada contribui para o melhor arejamento da cultura da soja, conseqüentemente, melhor manejo de ferrugem asiática.

Loboda (2009) verificou que o aumento na população, da cultivar precoce V-max, proporcionou maior incidência de ferrugem e menor produtividade. Já para a cultivar de ciclo médio, MG/BR-46 (Conquista), o aumento na população não interferiu no aumento de incidência de ferrugem, no entanto, proporcionou aumento na produtividade. Portanto, densidade populacional está intimamente ligada às características varietais.

3.4.1.3. Tecnologia de aplicação de fungicidas em soja

Durante a aplicação do fungicida é importante que o produto atinja o alvo biológico, através de boa deposição e distribuição uniforme de gotas sobre toda parte aérea, para que se obtenha bom controle da doença.

A arquitetura de plantas de soja pode interferir nestes processos, podendo ter maior ou menor deposição do fungicida nos terços médio e inferior. Fatores tais como tamanho de gotas, volume de calda e índice de área foliar também são importantes no manejo da ferrugem asiática (DEBORTOLI et al. (2012); FAVERA, 2012; NASCIMENTO, 2018).

3.4.1.4. Vazio sanitário da soja

O programa do vazio sanitário (Tabela 1) vem sendo adotado desde 2006, em vários estados do Brasil, por um período que compreende de 60 a 90 dias, na ausência de plantas vivas de soja. Recentemente, a Secretaria de Agricultura do Estado do Paraná decretou o vazio sanitário, num período que compreende de 15 de junho a 15 de setembro, proibindo de vez a semeadura da soja safrinha (entressafra).

Tabela 1 - Períodos de Vazio Sanitário da soja (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2018).

ESTADO	PERÍODOS DE VAZIO SANITÁRIO																	
	JUNHO			JULHO			AGOSTO			SETEMBRO			OUTUBRO			NOVEMBRO		
	1	15	30	1	15	31	1	15	31	1	15	30	1	15	31	1	15	30
TO																		
PA (1)*																		
PA (2)*																		
PA (3)*																		
RO																		
MA (1)*																		
MA (2)*																		
BA																		
PI																		
GO																		
MT																		
MS																		
DF																		
SP																		
MG																		
PR																		
SC																		
PARAGUAI																		

PA (1): Microrregiões de Conceição do Araguaia, Redenção, Marabá, São Feliz do Xingu, Parauapebas, Itaituba (com exc. municípios de Rurópolis e Trairão), e Altamira (Distritos de Castelo dos Sonhos e Cachoeira da Serra).

PA (2): Microrregiões de Paragominas, Bragantina, Guamá, Tomé-Açu, Salgado, Tucuruí, Castanhal, Arari, Belém, Cametá, Furos de Breves e de Portel. PA (3): Microrregiões de Santarém, Almeirim, Óbidos, Itaituba (municípios de Rurópolis e Trairão) e de Altamira (com exc. Distritos de Castelo de Sonhos e Cachoeira da Serra).

MA (1): Microrregiões de Alto Mearim, Grajaú, Balsas, Imperatriz e Porto Franco. MA (2): Microrregiões de Baixada Maranhense, Caxias, Chapadinha, Codó, Coelho Neto, Gurupi, Itapecuru Mirim, Pindaré, Presidente Dutra, Rosário, Paço do Lumiar, Raposa, São José de Ribamar, São Luís.

O Paraguai, preocupado com a disseminação da doença, também instituiu o vazio sanitário denominado de “pausa fitossanitária”. Esta medida tem por objetivo diminuir o patógeno ou retardar o inóculo do patógeno para a próxima safra, reduzindo a pressão da doença e o custo de produção.

Na safra 2005/2006, quando não havia o vazio sanitário, houve a ocorrência da doença já na fase vegetativa da soja nos estados do Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, e foram realizadas cinco aplicações de fungicidas durante o ciclo, o que elevou o custo da produção (SISTEMA, 2016).

Com o aumento da utilização da tecnologia Roundup Ready, ou RR (plantas geneticamente modificadas resistentes ao herbicida glifosato), estão ocorrendo mudanças no manejo de soja tiguera RR, exigindo herbicidas com modo de ação distinto do glifosato, para se ter uma redução efetiva na fonte de inóculo da ferrugem asiática na entressafra, visando reduzir a pressão da doença na safra subsequente.

3.4.2. Controle genético

É muito difícil a obtenção do controle da ferrugem da soja através da resistência genética, pois não existem cultivares resistentes a todas as raças fisiológicas de *Phakopsora pachyrhizi* (BALARDIN, 2002). A maioria das cultivares comerciais de soja, não apresenta resistência que proporcione controle ideal dessa doença (ITO, 2013).

Apesar da resistência genética, empresas detentoras das cultivares de soja recomendam o uso de fungicidas, pois a grande maioria é de resistência vertical, podendo ser quebrado a qualquer momento. A Fundação Mato Grosso, destacou a importância de utilizar de uma a duas aplicações de fungicida em cultivares resistentes à ferrugem (Tecnologia INOX), pois reduz a progressão da doença, evita o surgimento de novas raças, controla outras doenças e auxilia na durabilidade do gene de resistência (CALVO et al., 2007).

Apesar da tecnologia ser bastante útil, produtores de soja não tem demonstrado boa aceitação na adoção de cultivares com resistência genética a *P. pachyrhizi*, alegando menor produtividade em relação a outros cultivares.

A maior quantidade de camada de cera nas folhas de soja é uma característica importante, pois dificulta a formação do filme de água em sua superfície. O filme de água por no mínimo seis horas é fator essencial para a germinação dos uredosporos de *P. pachyrhizi* e com sua ausência não ocorre o desenvolvimento da doença. Zambenedetti Magnani et al. (2007) constataram isso em várias cultivares de soja e enfatizaram a importância do melhoramento genético, a fim de se obter cultivares resistentes.

Várias pesquisas têm dado importância ao estudo de linhagens tolerantes à ferrugem, e a partir de populações segregantes, em condições de ataque severo da doença, são selecionadas simplesmente pela produtividade. Cultivares tolerantes podem demandar menor número de aplicações de fungicidas e reduzir o custo de controle da doença (OLIVEIRA et al., 2005).

3.4.3. Monitoramento da doença

Devido ao elevado potencial destrutivo da ferrugem da soja, é necessário o monitoramento constante das lavouras, em todas as fases de desenvolvimento das culturas. Essa ação indica o melhor momento da aplicação dos fungicidas para o controle de doenças. Várias empresas e instituições de pesquisa desenvolveram programas de monitoramento da ferrugem

asiática, buscando levar as informações ao agricultor sobre a presença ou não do patógeno na região.

A Embrapa Soja e o MAPA lançaram, em 2004, o projeto Consórcio Anti-Ferrugem (Figura 6), formado por instituições privadas e oficiais, com intuito de divulgar todas as informações relacionadas à identificação, monitoramento e manejo da doença (FURLAN, 2004).



Figura 6 - Consórcio Antiferrugem (Mapa da dispersão da ferrugem asiática). Fonte: Consórcio Antiferrugem

O monitoramento da resistência dos patógenos aos fungicidas consiste, também, numa importante ferramenta no sentido de preservar a eficiência dos fungicidas e verificar a resistência do fungo *P. pachyrhizi* aos atuais grupos de fungicidas existentes no Brasil. A cada safra de soja, empresas privadas, instituições oficiais de pesquisa e o FRAC Brasil (Comitê formado por principais produtores de fungicidas que analisam os problemas de resistência no Brasil) estão empenhados em monitorar a sensibilidade de *P. pachyrhizi* aos fungicidas.

Recentemente, a Embrapa Soja, em parceria com empresa privada, firmou um estudo conjunto para mapear o mecanismo de perda de sensibilidade de ferrugem da soja *P. pachyrhizi*

e *Corynespora. cassicola* aos atuais fungicidas. Um dos objetivos deste projeto é sequenciar o genoma do fungo causador da ferrugem asiática para elucidar os mecanismos de mutação e identificar partes do genoma associadas à sua virulência, cujos resultados podem contribuir para o desenvolvimento de variedade de soja resistente ao patógeno (EMBRAPA, 2016). A Embrapa Soja em parceria com multinacional anunciou o sequenciamento e a montagem do genoma do fungo. Isto permitirá o desenvolvimento de novas cultivares com resistência à ferrugem asiática e os melhores manejos químicos no controle da doença.

3.4.4. Controle químico

3.4.4.1. Início da utilização de fungicidas na cultura da soja

As primeiras aplicações de fungicidas na soja ocorreram a partir da safra 1996/1997, quando houve surto epidêmico de oídio (Figura 7) e, posteriormente, após aumento das doenças chamadas de final de ciclo, em culturas de cultivo intensivo e sem rotação de cultura (GODOY et al., 2016). Os fungicidas dos grupos químicos dos triazóis (IDMs - inibidores da desmetilação) e benzimidazóis (MBCs - metil benzimidazole carbamato) foram muito utilizados nesse período.



Figura 7 - Sintomas de oídio em soja, causados por *Microspora diffusa*. Foto: Arquivo pessoal.

3.4.4.2. Controle químico da soja, após o surgimento da ferrugem asiática - *Phakopsora pachyrhizi*

Com a ocorrência da ferrugem asiática em soja no Brasil, na safra 2000/2001, o controle químico passou a ser o principal método de seu controle, a partir dessa safra.

P. pachyrhizi é muito agressivo e necessita de controle químico para se evitar o desenvolvimento e o prejuízo na produção de soja. No Agrofit (2019) encontram-se 67 produtos registrados, isolado ou em mistura, para o controle dessa doença.

A partir da chegada da doença no Brasil, os fungicidas do grupo dos triazóis (IDMs - inibidores da desmetilação) foram bastante utilizados isoladamente, pois apresentavam melhor controle que os fungicidas do grupo das estrobilurinas (IQe - inibidores da quinona externa) e benzimidazóis (MBCs - metil benzimidazole carbamato).

Antes da implantação do vazão sanitário, a incidência da ferrugem asiática ocorria já nos primeiros estádios da soja e o tratamento de sementes com fungicidas sistêmicos consistia numa ferramenta no manejo da doença. Os fungicidas mais indicados eram os triazóis, devido à sistemicidade, porém nem todos podiam ser utilizados, devido ao alto grau de fitointoxicação na semente, afetando a germinação e o vigor da planta.

Pimenta et al. (2011) verificaram que o tratamento de sementes com fluquinconazol e frutriafol não afetaram a germinação das cultivares de soja BRS Valiosa RR e Emgopa 315 RR, além de promoverem as menores incidências e severidade de ferrugem da soja. Os autores observaram também que o tratamento de sementes seguido de aplicações foliares apresentaram ganhos significativos em produtividade, indicando a importância de se usar pulverizações foliares no controle da doença.

Resultados semelhantes foram obtidos por Resende & Juliatti (2010) com o fungicida fluquinconazole, onde houve redução do progresso da doença, número de pústulas e desfolha, sem afetar a emergência da cultivar Monsoy 8000 RR e com ganhos em produtividade, tanto para o tratamento de semente isolado, ou combinado com as aplicações foliares. Já os autores Godoy & Henning (2008) não observaram o atraso do aparecimento dos primeiros sintomas da ferrugem, com a utilização do fungicida fluquinconazole no tratamento de semente de soja.

3.4.4.3. Resistência de *Phakopsora pachyrhizi* aos fungicidas triazóis (IDMs - inibidores da desmetilação)

Na safra 2007/2008 foi detectado, no cerrado, redução na eficácia dos fungicidas do grupo dos IDMs, mais especificamente ao triazol tebuconazole, que foi utilizado intensamente na forma isolada. Na safra 2008/2009, o problema se estendeu para a região sul do Brasil. A partir disso, a recomendação passou a ser a associação de triazol (IDM) com estrobilurina (IQe) (GODOY, 2012).

3.4.4.4. Resistência de *Phakopsora pachyrhizi* aos fungicidas estrobilurinas (IQe - inibidores da quinona externa)

Desde a safra 2013/2014 vem sendo observado redução gradativa na eficácia do controle de controle da ferrugem da soja por fungicidas dos grupos dos IDMs e IQes e de acordo com FRAC (2016) (Fungicide Resistance Action Committee) é importante sempre utilizar as estrobilurinas com triazóis, triazontilione e/ou carboxamidas e os triazóis combinados com estrobilurinas.

Ensaio cooperativos da safra 2014/2015 mostraram baixa eficácia dos fungicidas tebuconazole, ciproconazole e azoxistrobina. Uso de produtos com mistura formada por dois ou mais fungicidas com modo de ação distintas têm apresentado boa eficácia (GODOY et al., 2015b).

3.4.4.5. Resistência de *Phakopsora pachyrhizi* aos fungicidas do grupo das carboxamidas (ISDHs - succinato desidrogenase)

Nas últimas safras de soja, fungicidas do grupo do ISDH (carboxamida) têm sido recomendados no manejo de ferrugem asiática, usualmente em mistura pronta com outras moléculas dos grupos IDM ou IQe.

De acordo com ensaios cooperativos da safra 2015/2016, os fungicidas picoxystrobina + benzovindiflupir e azoxistrobina + benzovindiflupir apresentaram as menores severidades de ferrugem e as maiores porcentagens de controle (78% e 76%, respectivamente). Na sequência, os fungicidas bixafen + prothioconazole + trifloxistrobina e piraclostrobin + epoxiconazole + fluxapiraxade apresentaram 69% e 71% de controle, respectivamente (GODOY et al., 2016).

O FRAC divulgou recentemente a redução de eficiência desse grupo de fungicidas, em locais com histórico de uso intensivo e condições de alta pressão da doença. Foi detectada uma mutação na subunidade C, na posição I86F (GODOY, 2018).

3.4.4.6. Utilização de fungicidas multissítios no controle da ferrugem da soja

Mais recentemente, além dos IDMs, IQes, MBCs e ISDHs, vem sendo recomendado o uso de fungicidas multissítios, para melhorar a eficácia dos fungicidas específicos, ou misturas (dois ou mais ativos na formulação) e manejar a resistência da ferrugem asiática. Vários trabalhos citam mancozebe, clorotalonil, cobre e fluazinam como os fungicidas multissítios indicados para o manejo da ferrugem (FORCELINI et al., 2018; VENANCIO et al., 2018).

Madalosso et al. (2015) verificaram que tanto o mancozebe como o clorotalonil promoveram incremento na eficácia de controle da ferrugem asiática, quando associados ao carboxamida, e também mostraram as maiores produtividades para as três cultivares de soja avaliadas, BMX Potência RR, Urano e NA 5909.

3.4.4.7. “Turbinamentos” com fungicidas triazóis (IDMs) para o controle da ferrugem da soja

Além de fungicidas multissítios, a utilização de triazóis com os produtos misturas prontas de triazóis + estrobilurinas e estrobilurinas + carboxamidas tem sido preconizado por produtores, em regiões onde a pressão de ferrugem é bastante significativa, principalmente nas últimas aplicações, no estágio reprodutivo. Alega-se que o triazol presente na mistura pronta com estrobilurina seria insuficiente para o manejo da ferrugem da soja, necessitando do complemento com fungicida triazol para potencializar o controle da ferrugem da soja, e este processo é conhecido por “turbinamento ou reforço”.

Um dos fungicidas mais utilizados nessa modalidade é o tebuconazole, formulação SC (Solução Concentrada), por apresentar maior seletividade que as formulações EC (Concentrado Emulsionável), contribuir no aumento de eficácia dos fungicidas e auxiliar no incremento de produtividade.

Stefanelo et al. (2015) concluíram em seus estudos que adição de clorotalonil, mancozebe e tebuconazole nas misturas estrobilurina + carboxamida e estrobilurina + triazol propocionaram benefícios de controle da ferrugem da soja e incremento de produtividade.

3.4.4.8. Soluções no manejo de ferrugem da soja no estágio vegetativo

Segundo Câmara (2000), o período do estágio vegetativo até o início do reprodutivo deve ser preservado contra qualquer fator, que venha afetar a concentração de matéria seca (fotoassimilados), principalmente por doenças.

Ultimamente, vem sendo observado na soja que novos cultivares precoces de ciclo indeterminado têm florescido mais cedo, havendo sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva (ZANON et al., 2015), o que faz repensar sobre o manejo químico com fungicidas para o controle de ferrugem asiática somente a partir do estágio fenológico R1.

Hartman et al. (1991) relatam que fungicidas aplicados de forma preventiva têm se destacado como estratégia mais eficaz no controle da ferrugem asiática.

O aparecimento da doença na fase vegetativa e a necessidade de melhor distribuição do fungicida na parte baixeira da soja, leva o produtor a realizar aplicações antes da fase reprodutiva (ALMEIDA et al. (2009a). Os mesmos autores ALMEIDA et al. (2009b), verificaram que para cultivares com grande quantidade de vagens e grãos no terço inferior, aplicações de fungicidas na fase vegetativa melhoram muito a eficácia sobre a doença e incrementam a produtividade.

Os autores Godoy et al. (2009) relatam que aplicações de fungicidas realizadas em culturas com níveis elevados de severidade, ao redor de 50%, apresentam produtividade igual à testemunha não tratada.

Foi observado que aplicação do fungicida carbendazim + tebuconazole, de forma preventiva, no estágio vegetativo, promoveu alterações fisiológicas da soja (redução no porte da planta, aumento de entre-nós, vagens e grãos), além de ganhos de produtividade Kajihara et al. (2015a). Em outro estudo, Kajihara et al. (2015b), verificaram que o fungicida carbendazim + tebuconazole, associado a clorotalonil ou mancozebe, em aplicação na fase vegetativa, reduziram o progresso da ferrugem asiática e incrementaram a produtividade.

Mutta et al. (2018) observaram viabilidade na aplicação de fungicidas no estágio vegetativo, para o controle de ferrugem asiática, com ganhos significativos em produtividade, peso de 1000 sementes e redução na severidade da doença.

3.5. Fatores que contribuem para o aumento de eficácia dos fungicidas multissítio, no controle da ferrugem da soja

O fator formulação mais moderna e eficiente do fungicida de contato pode interferir positivamente no manejo da doença, assim como os adjuvantes também contribuem efetivamente na aderência dos fungicidas às plantas.

Índices que contribuem para a melhor eficácia dos fungicidas multissítios sobre a ferrugem da soja são a persistência, aderência e tenacidade nas folhas, em casos de lavagem por chuva ou orvalho. Esses fatores são importantes por manterem os fungicidas nos tecidos das plantas, nessas condições adversas.

De acordo com Tofoli et al. (2006), o fungicida Dithane NT (mancozebe) foi superior ao Mancozebe WP no controle de requeima do tomateiro, quando submetido à chuva controlada por 15 minutos e uma hora, no entanto foi similar ao clorotalonil, metiram e propineb. A formulação NT permitiu expressar melhor o seu potencial de controle, talvez por apresentar melhor deposição, distribuição, aderência e tenacidade.

3.6. Análise laboratorial *in vitro* e *in vivo* de *Phakopsora pachyrhizi* em soja com fungicidas multissítios

Informações sobre a eficácia dos fungicidas multissítios contribuem no manejo da ferrugem da soja, pois reduzem as possibilidades de resistência do fungo *Phakopsora pachyrhizi* aos fungicidas.

Nesse contexto, os estudos *in vitro* e *in vivo* fornecem o conhecimento para entender a ação dos fungicidas sobre a germinação dos esporos do fungo, e sobre a severidade da doença em folíolos tratados com fungicidas, antes da inoculação.

Essas análises são importantes para identificar os melhores tratamentos, complementando os dados de campo, permitindo assim realizar o melhor posicionamento do produto, agregando um valor real à recomendação final ao produtor.

3.7. Fungicidas multissítios mais recomendados à cultura da soja

3.7.1. Clorotalonil

O clorotalonil é um fungicida de contato recomendado para o controle de doenças da parte aérea, pertence ao grupo químico das isoftalonitrilas, possui amplo espectro de controle, baixo risco de resistência, tem ação erradicante em certos patógenos, não sofre hidrólise em condições ácidas ou neutras, resistência à lavagem por chuva, não se decompõe pela ação ultravioleta e não é corrosivo. Segundo Azevedo (2003) esse fungicida possui excelente aderência e retenção nas folhas, sendo bastante resistente às chuvas e água de irrigação.

O fungicida clorotalonil é bem comercializado e vem sendo utilizado há mais de 30 anos em todo mundo, sem ter relato de caso de resistência, nas formulações simples ou prontas com produtos sistêmicos. No Brasil, tem indicação de uso para hortaliças, frutíferas, ornamentais, gramados, trigo, algodão, arroz, milho, café, seringueira, feijão e soja (AGROFIT, 2019).

Esse fungicida é amplamente recomendado, pelos pesquisadores, no manejo de resistência de *Phakopsora pachyrhizi*, para aumento de eficácia em associação com os fungicidas específicos. Vários trabalhos na literatura citam a importância do uso de fungicida multissítio no controle e manejo da ferrugem da soja (FURLAN et al., 2016; JULIATTI et al., 2016; KAJIHARA et al., 2016; GODOY et al., 2017; PARREIRA et al., 2018; VIEIRA et al., 2018).

3.7.2. Mancozebe

Mancozebe é fungicida multissítio, pertence ao grupo químico dos ditiocarbamatos derivado do maneb, tem ação multissítio, agindo na produção de energia, inibindo grande número de enzimas, possui baixo risco de resistência e atualmente consiste no produto mais utilizado no mercado brasileiro. Novas formulações modernas têm sido desenvolvidas para resistirem por mais tempo à lavagem por chuva, mantendo, desta forma, por mais tempo o período de proteção. Enquadra-se bem no manejo da ferrugem asiática da soja, evitando-se o aumento de populações de *Phakopsora pachyrhizi* resistentes a fungicidas e incrementando a eficácia dos fungicidas específicos.

A fim de preservar a vida útil dos atuais fungicidas e evitar o desenvolvimento de populações resistentes, várias empresas desenvolveram fungicidas com três modos de ação em uma única formulação, para o manejo de doenças da soja, Godoy et al. (2018).

Na literatura, é possível observar diversos trabalhos demonstrando a grande eficácia do fungicida mancozebe em associação a fungicidas específicos, bem como importante ferramenta no manejo de resistência da ferrugem asiática (ORTIS (2015); SILVA et al., 2015; CELESTINO & GODOY, 2016; MAQUES (2017); ALVES & JULIATTI, 2018).

3.7.3. Cobre

Cobre é fungicida cúprico inorgânico, de amplo espectro de controle, atua em vários sítios do patógeno (multissítio), possui compatibilidade com a maioria dos inseticidas, exceto aos oleosos ou alcalinos. Esse fungicida tem registro para hortaliças, frutíferas, feijão, café, fumo e soja (AGROFIT, 2019). O produto é recomendado para o manejo de resistência da ferrugem asiática da soja.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Experimento 1 – Avaliação dos benefícios econômicos dos fungicidas, com base na severidade da ferrugem asiática, porcentagem de desfolha, peso de 1000 grãos e produtividade da cultura, em diferentes épocas de semeadura e cultivares de soja em duas safras.

Os experimentos foram instalados no município de Artur Nogueira - SP, com coordenadas geográficas latitude S 22°31'43,5'' e longitude O 47°07'03.0'', em blocos ao acaso, com quatro repetições, três épocas de semeadura e nove cultivares, nas safras 2016/2017 e 2017/2018. Em ambas as safras, a primeira época de semeadura foi realizada em meados de outubro, a segunda em meados de novembro e a terceira em meados de dezembro. Todas as cultivares apresentam resistência ao acamamento, suscetibilidade à ferrugem. As suas características encontram-se na tabela 2.

Tabela 2 - Épocas de semeadura da soja, cultivares e suas características.

Época de semeadura*	Cultivar	Hábito de crescimento	Grupo de Maturação	Densidade (plantas.ha ⁻¹)	Ciclo
1 ^a	BMX Turbo RR	Indeterminado	5.8	220 a 290 mil	Super-precoce
1 ^a	NA 5909 RG	Indeterminado	5.9	330 a 400 mil	Super-precoce
1 ^a	M 5917 IPRO	Indeterminado	5.9	260 a 300 mil	Super-precoce
2 ^a	BMX Potência RR	Indeterminado	6.7	200 a 280 mil	Médio
2 ^a	M 6410 IPRO	Indeterminado	6.4	200 a 280 mil	Médio
2 ^a	NS 7200 IPRO	Indeterminado	6.7	340 a 400 mil	Médio
3 ^a	M 7739 IPRO	Semi-determinado	7.7	220 a 260 mil	Tardio
3 ^a	Desafio RR	Indeterminado	7.4	350 a 400 mil	Tardio
3 ^a	NS 7300 IPRO	Indeterminado	7.3	240 a 280 mil	Tardio

* 1^a época: meados de outubro.

2^a época: meados de novembro.

3^a época: meados de dezembro.

Cada ensaio foi composto por parcelas com três metros de largura e seis metros de comprimento. O espaçamento utilizado foi de 0,5 m entre linhas, com densidades apropriadas para cada cultivar de soja por hectare (Tabela 2). As aplicações de fungicidas foram realizadas através de pulverizador costal manual pressurizado com CO₂, utilizando-se pontas do tipo leque XR 110.02, num volume de calda de 200 L.ha⁻¹. Na tabela 3 encontram-se as doses dos fungicidas.

Tabela 3 - Produtos comerciais, ingredientes ativos, grupos químicos e doses por hectare dos fungicidas utilizados nos ensaios.

Nome comercial	Ingrediente ativo	Grupo químico	Dose (ml ou g ha ⁻¹)	Ingrediente ativo (g ha ⁻¹)
Tebuzim 250 SC	carbendazim + tebuconazole	benzimidazol + triazol	1000	125 + 125
Tebuzim 250 SC	carbendazim + tebuconazole	benzimidazol + triazol	600 / 600	75 + 75 / 75 + 75
Rivax	carbendazim + tebuconazole	benzimidazol + triazol	1000	250+125
Opera	epoxiconazole + piraclostrobina	triazol + estrobilurina	500	25+66,5
Priori Xtra	azoxistrobina + ciproconazole	estrobilurina + triazol	300	60+24
Aproach Prima	ciproconazole + picoxistrobina	triazol + estrobilurina	300	24+60
Score Flexi	difenoconazole + propiconazole	triazol + triazol	150	37,5+37,5
Elatus	azoxistrobina + benzovindiflupyr	estrobilurina + carboxamida	200	60+30
Glider 720 SC	clorotalonil	isoflortalonilas	1300	936

Os tratamentos e épocas de aplicação dos fungicidas estão listados na Tabela 4. Na fase reprodutiva, houve aplicações iguais de fungicidas em todos os tratamentos, exceto na testemunha. No estágio R1 foi aplicado o fungicida Elatus (azoxistrobina + benzovindiflupyr, 450 g Kg⁻¹, WG) na dose de 0,2 Kg p.c.ha⁻¹, na fase R3 foram aplicados os fungicidas Priori Xtra (azoxistrobina + ciproconazole, 280 g.L⁻¹, SC) e Glider 720 SC (clorotalonil, 720 g.L⁻¹, SC) nas doses de 0,3 L p.c.ha⁻¹ e 1,3 L p.c.ha⁻¹, respectivamente. A última aplicação, em R5.1, foi utilizado o fungicida Aproach Prima (piraclostrobina + ciproconazole, 280 g.L⁻¹, SC) na dose de 0,3 L.ha⁻¹.

Tabela 4 - Tratamentos e doses dos fungicidas utilizados em cada estágio fenológico de soja, para o controle de doenças em soja. Artur Nogueira, SP, safra 2016/2017 e safra 2017/2018.

	Época de aplicação / Estádio fenológico ¹									
	Tratamentos	V3 (L/ha)	Tratamentos	V6 (L/ha)	Tratamentos	R1 (Kg/ha)	Tratamentos	R3 (L/ha)	Tratamentos	R5.1 (L/ha)
1	Testemunha									
2			Tebuzim 250 SC	1	Elatus	0,2	Priori Xtra+Glider 720 SC	0,3+1,3	Aproach Prima	0,3
3	Tebuzim 250 SC	0,6	Tebuzim 250 SC	0,6	Elatus	0,2	Priori Xtra+Glider 720 SC	0,3+1,3	Aproach Prima	0,3
4			Rivax	1	Elatus	0,2	Priori Xtra+Glider 720 SC	0,3+1,3	Aproach Prima	0,3
5			Opera	0,5	Elatus	0,2	Priori Xtra+Glider 720 SC	0,3+1,3	Aproach Prima	0,3
6			Score Flexi	0,15	Elatus	0,2	Priori Xtra+Glider 720 SC	0,3+1,3	Aproach Prima	0,3
7					Elatus	0,2	Priori Xtra+Glider 720 SC	0,3+1,3	Aproach Prima	0,3

¹ Estádios fenológicos: V3 (2º trifólio desenvolvido); V6 (5º trifólio desenvolvido); R1 (uma flor aberta); R3 (início da formação da vagem) e R5,1 (10% de granação)

As avaliações foram realizadas em quatro pontos por parcela, analisando-se a severidade da doença na parte inferior e superior das plantas de soja, utilizando-se a escala proposta por Godoy et al. (2006) (Figura 8).

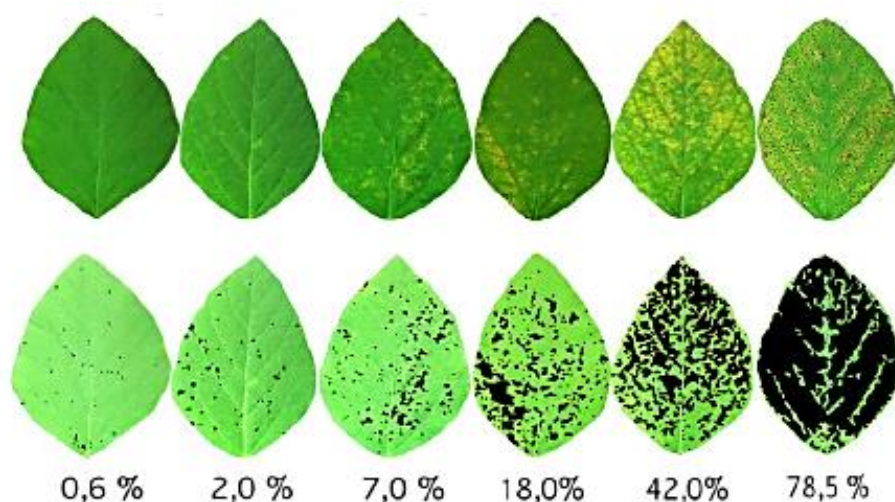


Figura 8 - Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem asiática em soja (*Glycine max* L.), Godoy et al. (2006).

Com base nas avaliações de severidade da doença, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (CAMPBELL & MADDEN, 1990), através da fórmula $AACPD = \sum [((y_1 + y_2)/2) * (t_2 - t_1)]$, onde y_1 e y_2 são duas avaliações consecutivas realizadas nos tempos t_1 e t_2 , respectivamente.

A porcentagem de controle foi calculada com base na AACPD da doença, calculada pela fórmula de Abbott = $(X - Y / X) * 100$ (ABBOTT, 1925), onde X = porcentagem de severidade na testemunha e Y = porcentagem de severidade na área tratada.

Na fase reprodutiva R7, avaliou-se visualmente a porcentagem de desfolha utilizando-se a escala proposta por Hirano et al. (2010). A escala consiste em imagens de áreas de soja, obtidas a 1,5 m de altura do solo, em vista frontal e possui seis níveis, correspondentes a 5, 15, 45, 65, 85 e 100% de desfolha.

A produtividade de grãos foi obtida a partir da colheita das parcelas, numa área útil de 5 m² por parcela e convertidas para Kg ha⁻¹.

Foi quantificado o peso de 1000 grãos (PMG) em gramas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey, para a comparação de médias com 5% de probabilidade, através do programa estatístico AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO JUNIOR, 2009).

Ao final, com base na severidade da ferrugem, porcentagem de desfolha, peso de 1000 grãos e rendimento de grãos, foram realizadas análises dos benefícios econômicos para cada programa de aplicação de fungicidas.

Apenas como observação, foram colocados dois papéis sensíveis na parte inferior e dois na parte superior da planta em cada tratamento, para verificar a distribuição de gotas de fungicidas no dossel das plantas de soja, em cada aplicação (Figura 9).

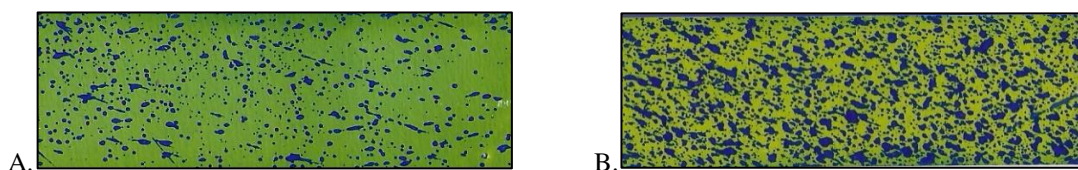


Figura 9 - Distribuição de gotas de fungicidas pulverizadas no dossel das plantas de soja. A. Quantidade de gotas no terço médio. B. Quantidade de gotas no terço superior.

Na Tabela 5, encontram-se os custos dos fungicidas utilizados em cada tratamento conforme Tabela 4, das safras 2016/2017 e safra 2017/2018. Os valores correspondem em reais por hectare (R\$. Ha⁻¹) e foram coletadas de revendas e cooperativas da região de Mogi Mirim - SP. Após a colheita de cada cultivar de cada época de plantio, realizou-se o cálculo do lucro bruto e na sequência, através da diferença entre a testemunha e os custos dos fungicidas, chegou-se ao lucro líquido. Lembrando-se que o preço da saca de 60 Kg de soja na safra 2016/2017, no mês de janeiro, estava em R\$67,18, enquanto que na safra 2017/2018 custava R\$73,72.

Tabela 5 - Custos dos fungicidas utilizados na safra 2016/2017 e safra 2017/2018, para o controle da ferrugem da soja. Artur Nogueira - SP.

Tratamentos	Custos dos Fungicidas			
	Safra 2016/2017 (R\$. Ha ⁻¹)	Sc/ha	Safra 2017/2018 (R\$. Ha ⁻¹)	Sc/ha
1. Testemunha	-	-	-	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim+tebuconazole)	291,80	4,34	259,80	3,52
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim+tebuconazole)	297,47	4,43	264,30	3,58
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim+tebuconazole)	292,48	4,35	267,33	3,63
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina+epoxiconazole)	305,00	4,54	276,33	3,75
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole+propiconazole)	295,00	4,39	268,68	3,64
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	263,00	3,91	237,33	3,22

4.2. Experimento 2 - Ação *in vitro* e *in vivo* de fungicida sítio-específico carbendazim + tebuconazol e multissítios clorotalonil e mancozebe sobre *Phakopsora pachyrhizi*

Os experimentos *in vitro* e *in vivo* foram realizados no laboratório de Fitopatologia do Instituto Biológico / Campinas - SP, em condições de estufa incubadora (BOD), em ambos os métodos.

Para o teste *in vitro*, os uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, provenientes do município de Artur Nogueira - SP, foram preparadas as caldas dos fungicidas carbendazim + tebuconazole e clorotalonil nas concentrações de 0 a 16 ppm i.a. indicadas na Tabela 6, utilizando-se água destilada na safra estudada 2016/2017.

Tabela 6 - Fungicidas avaliados em diferentes concentrações, na germinação de uredosporos a *Phakopsora pachyrhizi*, *in vitro*.

Fungicida	Ingrediente ativo	Formulação	Concentração ppm i.a.
1 - Tebuzim 250 SC	carbendazim+tebuconazole	25% - SC	0; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8 e 16
2 - Glider 720 SC	clorotalonil	72% - SC	0; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8 e 16

Com o auxílio de pipeta, uma alíquota das caldas foi adicionada às placas de microtitulação contendo substrato de ágar-água solidificado. Uma suspensão de uredosporos de *P. pachyrhizi* calibrada para 10^3 esporos mL^{-1} de água destilada, contendo uma gota de tween 20, foi adicionada à superfície, em volume determinado para se obter as concentrações desejadas. Foram utilizadas placas de microtitulação contendo 96 poços (assépticas por solução de hipoclorito 1% - Figura 10), cada um representando uma repetição. Foram incubadas com controle de temperatura e fotoperíodo, obedecendo-se a temperatura de 24°C, o tempo de exposição de seis horas e na ausência de luz.



Figura 10 - Pocinhos das placas contendo ágar-água com uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* em suspensão.

Os uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* foram coletados no mesmo dia da instalação dos testes, a partir de folíolos de soja naturalmente infectadas de três cultivares distintas (Figura 11), todas semeadas em meados de outubro, novembro e dezembro de 2016, no município de Arthur Nogueira, SP.



Figura 11 - Folíolos de soja naturalmente infectados por *Phakopsora pachyrhizi* em Artur Nogueira, SP.

O uredosporo de *P. pachyrhizi* foi considerado germinado quando apresentou tubo germinativo de comprimento maior ou igual ao seu diâmetro. A quantificação da germinação e a mensuração do comprimento dos tubos germinativos foram realizadas com o auxílio de microscópio ótico através de varredura da placa de microtitulação (NASCIMENTO et al., 2015).

4.2.2. Ação *in vivo* de fungicida sítio-específico carbendazim + tebuconazol e multissítios clorotalonil e mancozebe sobre *Phakopsora pachyrhizi*

No teste *in vivo*, os folíolos (unifoliolados) de soja da cv. BMX Potência RR (Figura 12) foram coletados de plantas cultivadas em vasos, em condições de estufa, aos 18 dias após a emergência.



Figura 12 - Plantas de soja cv. BMX Potência RR cultivadas em vasos.

Não havia presença de esporos de *P. pachyrhizi*, ou de qualquer outro patógeno nestas condições. Em seguida, os folíolos de soja foram imersos nas caldas fungicidas (Figura13) nas concentrações indicadas na Tabela 7, durante 3 segundos e distribuídos com a face inferior para cima, em número de quatro, em placas de Petri (12 cm de diâmetro – Fig.14), contendo três discos de papel de filtro umedecidos em água destilada.

Tabela 7 - Fungicidas avaliados em diferentes concentrações, pelo método de folíolos destacados, visando ao controle de *Phakopsora pachyrhizi*, *in vivo*.

Fungicida	Ingrediente ativo	Formulação	Concentração ppm i.a.
1 - Tebuzim 250 SC	carbendazim+tebuconazole	25% - SC	0; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128
2 - Glider 720 SC	clorotalonil	72% - SC	0; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128



Figura 13 - Imersão de folíolos em calda com fungicidas durante 3 segundos.



Figura 14 - Placa de Petri de 12 cm de diâmetro, contendo folíolos de soja, inoculados com uredosporos de *P. pachyrhizi*.

Após a secagem natural, as folhas foram inoculadas com a mesma suspensão de uredosporos do teste *in vitro*, calibrada para 10^5 esporos/mL. As placas foram acondicionadas em sacos plásticos para obter uma câmara úmida e propiciar a germinação e penetração dos uredosporos, mantidas em BOD durante 14 dias a 23°- 24 °C no escuro, quando então efetuou-se a avaliação dos sintomas da doença, com base na porcentagem de severidade do tecido foliar afetado através da escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006). Cada placa de Petri contendo os quatro folíolos representou uma repetição, sendo três placas para cada concentração de fungicida.

Os resultados obtidos foram submetidos a cálculos de porcentagem de inibição para posterior determinação do CL₅₀ e CL₉₅ em programa Probit.

Já a partir da semeadura de meados de novembro e dezembro da safra 2016/2017 e todas as épocas de semeadura da safra 2017/2018 foram utilizadas dez concentrações de cada produto indicadas na Tabela 8. Cada uma das 3 repetições de cada tratamento foi representada por uma placa de Petri de 12 cm de diâmetro, contendo quatro folíolos de soja.

Tabela 8 - Fungicidas avaliados em diferentes concentrações, pelo método de folíolos destacados, visando ao controle de *Phakopsora pachyrhizi*, *in vivo*.

Fungicidas	Ingrediente ativo	Formulação	Concentração -ppm i.a.
1 - Tebuzim 250 SC	carbendazim+ebuconazole	25% - SC	0; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128 e 256
2 - Glider 720 SC	clorotalonil	72% - SC	0; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128 e 256

Os resultados foram submetidos a cálculos de porcentagem de inibição e analisados estatisticamente segundo análise de variância e aplicado o teste de Tukey a 5%, para comparação da variável estudada. A partir da porcentagem de inibição, foram realizados os cálculos para determinação do CL₅₀ e CL₉₅, através da regressão logarítmica de porcentagem Probit (Tabela 9).

Tabela 9 - Transformação da porcentagem de inibição do patógeno para o Probit.

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
-	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

A fim de complementar as avaliações, na safra 2017/2018, foi introduzida a metodologia da lavagem dos folíolos de soja uma hora após o tratamento com fungicidas. Foram imersos por três segundos e devolvidos para cada placa com a face abaxial voltada para cima. Parte dos folíolos não sofreram lavagem para comparativo.

Após a secagem natural das folhas, foi realizada a inoculação de *P. pachyrhizi*. Essa metodologia teve objetivo de avaliar o grau de aderência dos fungicidas multissítios clorotalonil e mancozebe nas folhas, simulando chuva após aplicação, com lavagem (CL) e sem lavagem (SL). Esta característica é muito importante em condições de alta precipitação pluviométrica, pois pode garantir maior período de controle da doença. Em todas as épocas, foram utilizadas as dez concentrações de cada produto, indicadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Fungicidas avaliados em diferentes concentrações, pelo método de folíolos destacados, após a ação da lavagem em água visando ao controle de *Phakopsora pachyrhizi*, *in vivo*.

Fungicidas	Ingrediente ativo	Formulação	Concentração – ppm i.a.
1 - Tebuzim 250 SC (SL*)	carbendazim+tebuconazole	25% - SC	0; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128 e 256
2 - Glider 720 SC (SL*)	clorotalonil	72% - SC	0; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128 e 256
3 - Glider 720 SC (CL**)	clorotalonil	72% - SC	0; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128 e 256
4 - Unizeb Gold (SL*)	mancozebe	75% - WG	0; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128 e 256
5 - Unizeb Gold (CL**)	mancozebe	75% - WG	0; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128 e 256

*SL = Sem lavagem **CL = Com lavagem

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Experimento 1. Avaliação dos benefícios econômicos dos fungicidas em diferentes épocas de semeadura e cultivares de soja, com base na severidade da ferrugem da soja, porcentagem de desfolha, peso de 1000 grãos e produtividade

5.1.1. Severidade da ferrugem da soja na Safra 2016/2017 em cultivares de soja de ciclo super-precoce, na primeira época de semeadura, tratadas com fungicidas

A maior evolução da ferrugem da soja ocorreu entre os estádios fenológicos R6 e R7, conforme pode ser observado nas cultivares de soja super-precoces, NA 5909 RG, BMX Turbo RR e M 5917 IPRO semeadas em meados de outubro, 1ª época (Figuras 15, 16, 17).

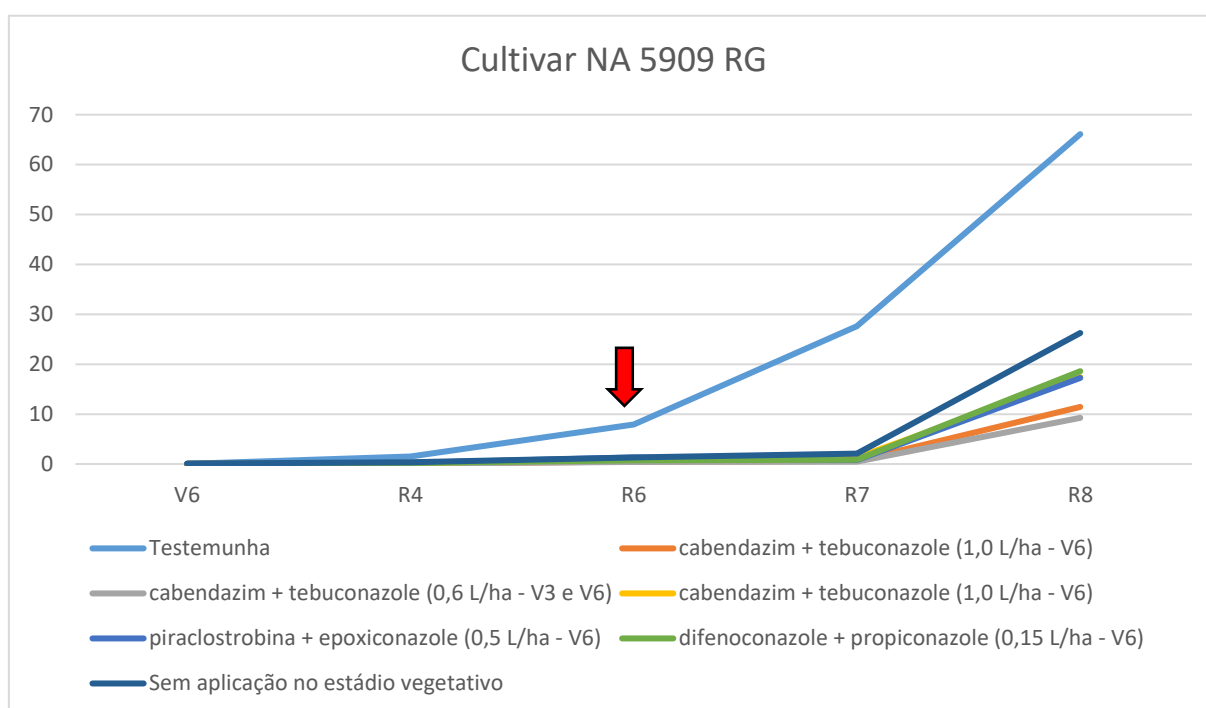


Figura 15 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. NA 5909 RG) tratados com fungicidas. Primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.

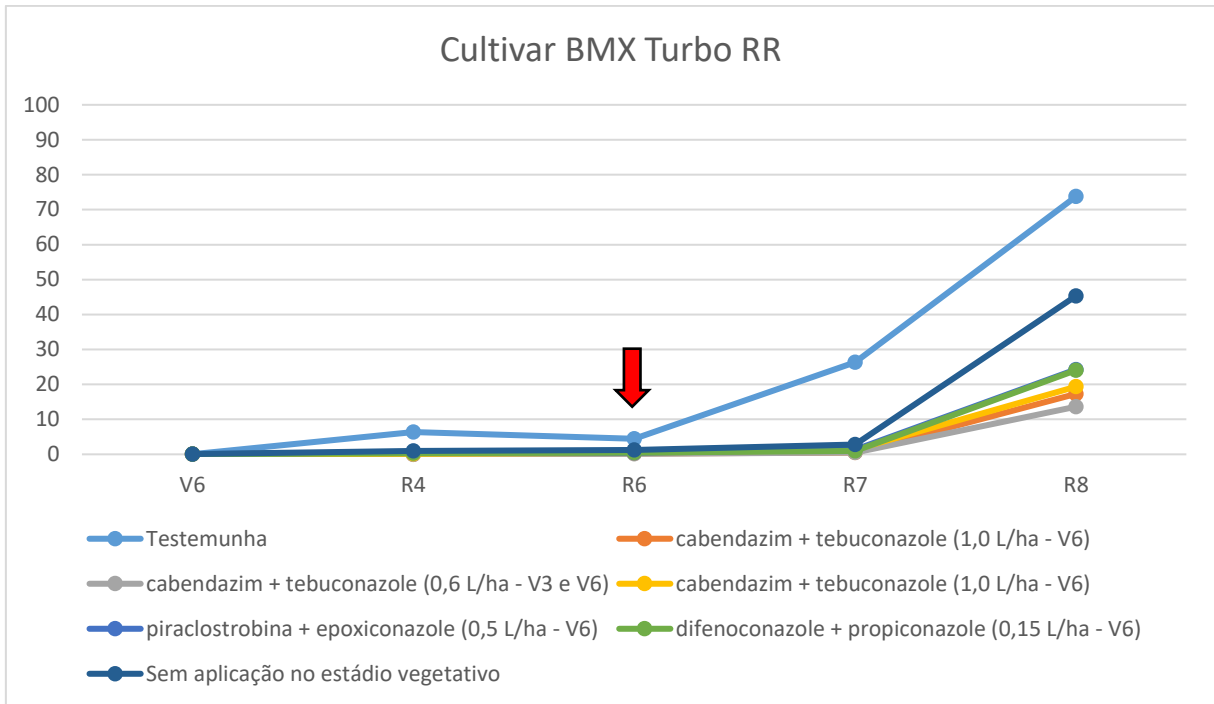


Figura 16 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. BMX Turbo RR) tratados com fungicidas. Primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.

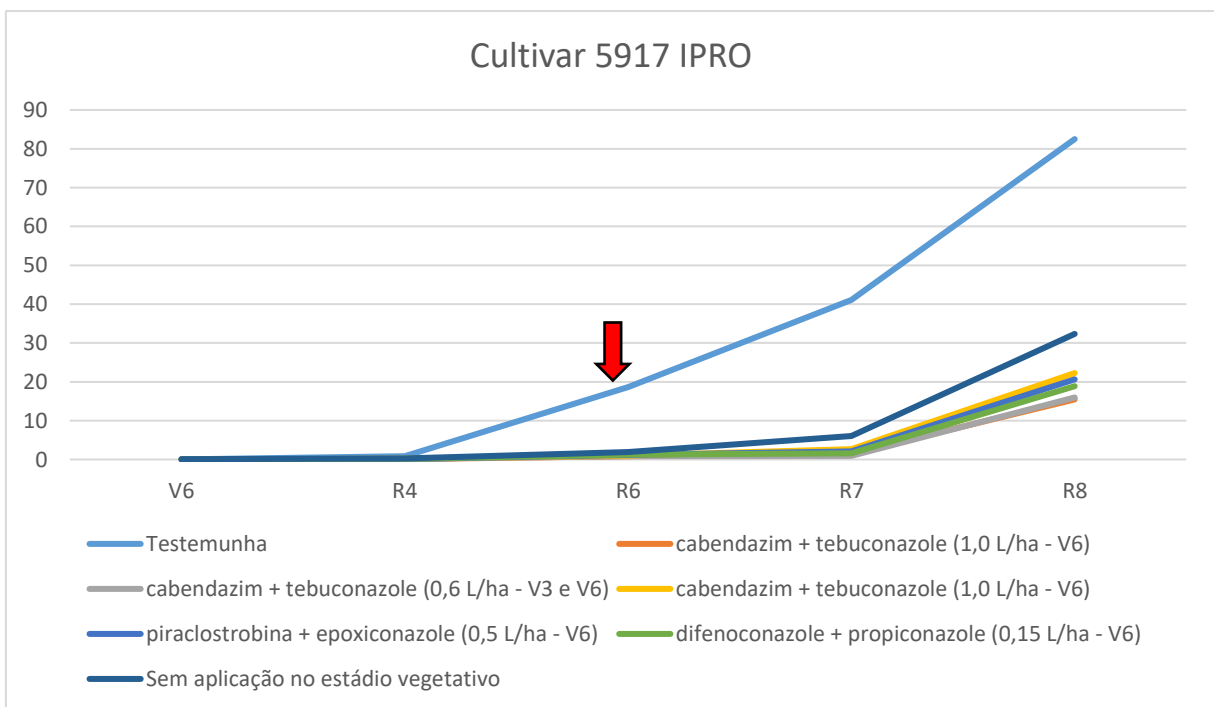


Figura 17 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. M 5917 IPRO) tratados com fungicidas. Primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.

Pode-se verificar que no tratamento sem aplicação de fungicida (Tratamento 7) no estádio vegetativo (Tabela 4), a porcentagem de severidade foi maior quando comparado com os demais tratamentos. Naquela época, as condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem asiática (Tabela 11). O uso de cultivares super-precoces de soja, neste caso, demonstrou a vantagem de não sofrer a incidência da ferrugem nos estádios iniciais, devido à menor pressão de inóculo de *Phakopsora pachyrhizi* (SILVA et al., 2007; SOUZA et al., 2015), evitando-se maiores prejuízos, em geral porque a incidência ocorre nos estádios finais da cultura.

Tabela 11 - Temperatura mínima média (° C), temperatura máxima média (° C), temperatura média (° C) e pluviosidade (mm) no período de outubro/2016 a maio/2017. Artur Nogueira, SP, 2017.

Meses	Temp. mínima média	Temp. máxima média	Temp. média	Pluviosidade (mm)
Outubro/2016	17,1	30,3	23,0	153,9
Novembro/2016	17,7	29,7	23,1	157,50
Dezembro/2017	19,3	31,7	24,5	114,00
Janeiro/2017	20,6	30,6	24,5	200,40
Fevereiro/2017	20,3	32,5	25,8	84,00
Março/2017	18,7	31,0	23,8	130,80
Abril/2017	17,3	28,8	22,4	82,20
Mai/2017	15,0	27,4	20,3	88,50
MÉDIAS:	18,3	30,2	23,4	126,4
TOTAL:				1011,3

Temp = temperatura.

5.1.2. Severidade da ferrugem da soja na Safra 2016/2017 em cultivares de soja de ciclo médio, na segunda época de semeadura, tratadas com fungicidas

Pode-se verificar maior evolução da severidade de ferrugem (Figura 18) em plantas de soja cv. M 6410 IPRO da 2ª época de semeadura, a partir da fase R4, em que evoluiu a doença de 8% para 100% de severidade, no final do ciclo da cultura. Outro fator observado foi que todos os tratamentos químicos mantiveram baixos valores de severidade, sendo bastante controlado durante todo o ciclo da cultura.

Verificou-se maior evolução da severidade de ferrugem (Figura 19) em plantas de soja cv. NS 7200 IPRO da 2ª época de semeadura, a partir da fase R3, em que a doença evoluiu de 1,5% para próximo a 60% de severidade, no final do ciclo da soja.

A avaliação da evolução da severidade de ferrugem (Figura 20) em plantas de soja cv. BMX Potência RR, da 2ª época de semeadura, mostrou que o maior índice de severidade ocorreu a partir do estágio R5, alcançando valores próximos a 35% no final do ciclo da cultura. Os tratamentos mantiveram-se com baixos valores de severidade da ferrugem (< 2%), durante todo o ciclo da lavoura. Essa variedade foi a que apresentou menor evolução de ferrugem da soja, indicando ser mais resistente do que as demais cultivares semeadas na mesma época.

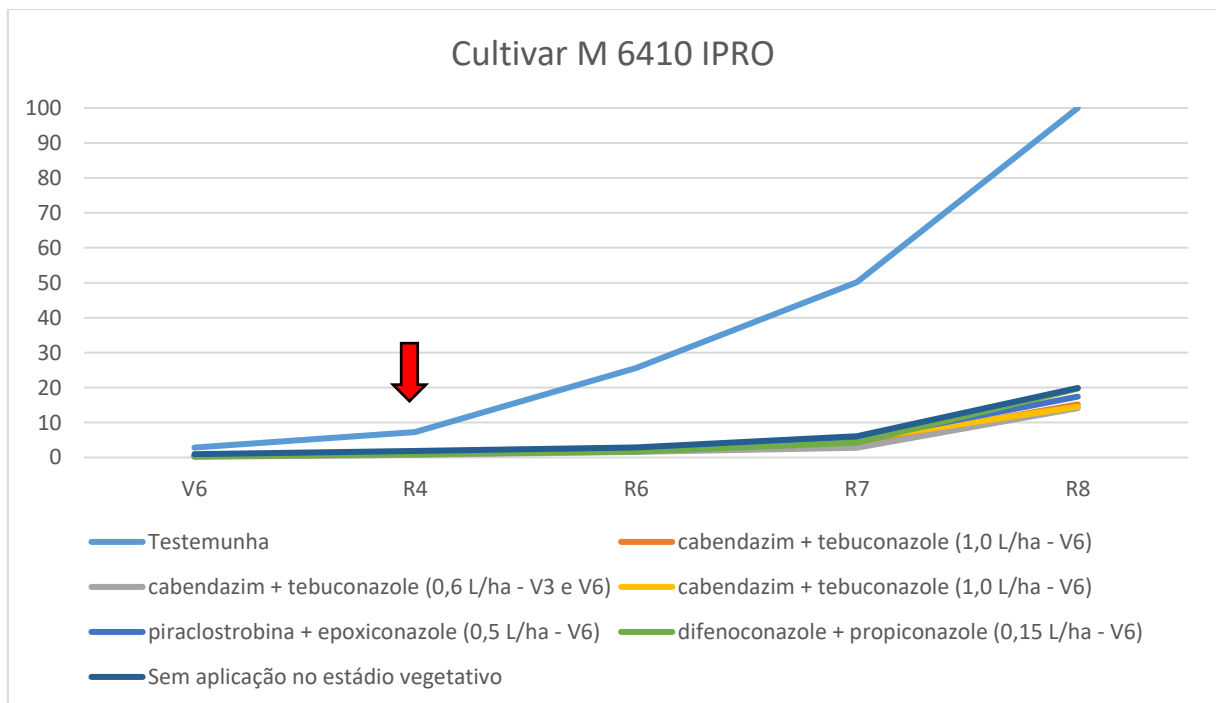


Figura 18 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. M 6410 IPRO) tratadas com fungicidas. Segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.

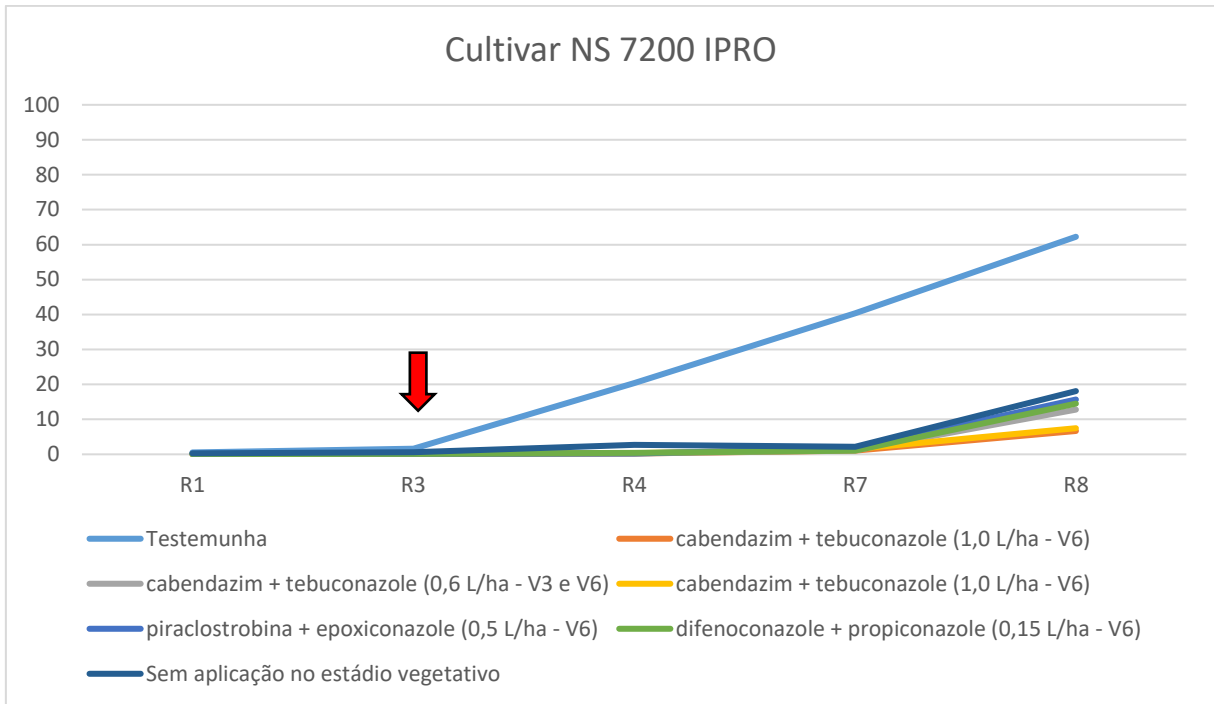


Figura 19 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. NS 7200 IPRO) tratadas com fungicidas. Segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.

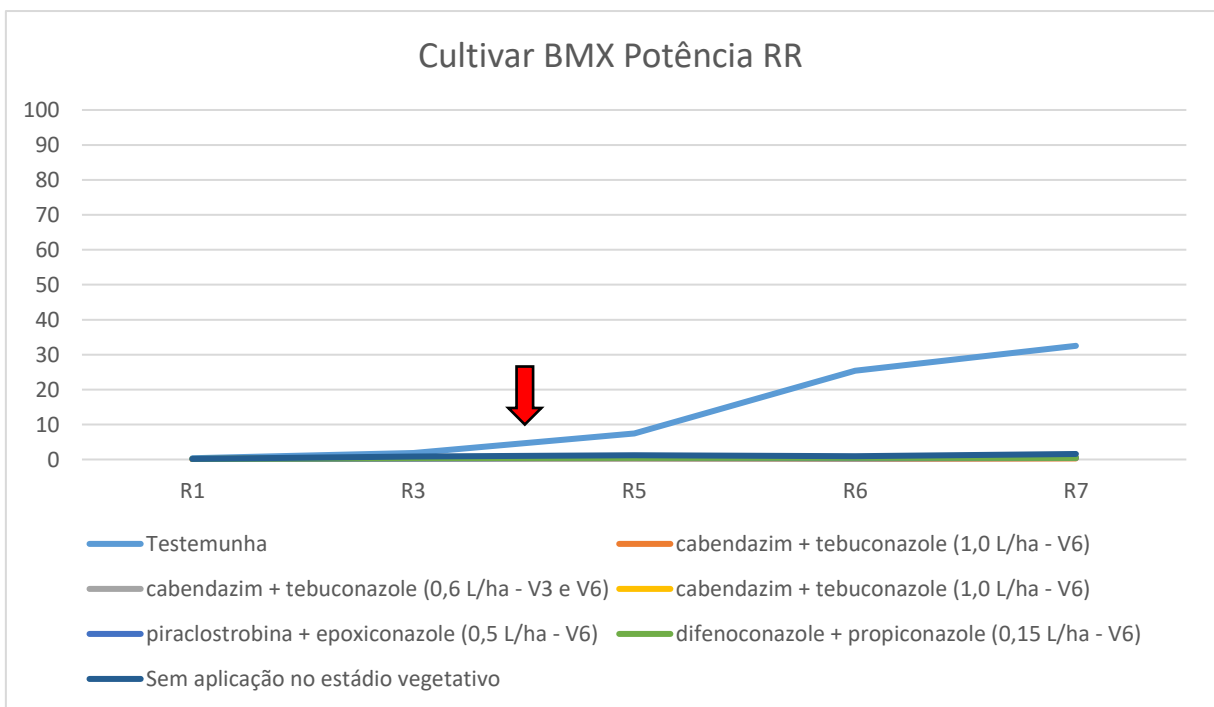


Figura 20 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. BMX Potência RR) tratadas com fungicidas. Segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.

5.1.3. Severidade da ferrugem da soja na Safra 2016/2017 em cultivares de soja de ciclo tardio, na terceira época de semeadura, tratadas com fungicidas

Altos índices de severidade de ferrugem foram detectados já na primeira avaliação, no estágio R1, na testemunha (8,5% de severidade), em plantas de soja cv. M 7739 IPRO de 3ª época de semeadura (Figura 21) e, ao longo das avaliações, a doença evoluiu até atingir 100% em R8, mostrando a agressividade e rápida evolução da ferrugem em plantios tardios.

Na cv. de soja NS 7300 IPRO (Figura 22), verificou-se maior pressão da ferrugem já a partir do R1, com índice de 6,8%, evoluindo até 100% em R8. Pode-se verificar nos tratamentos com fungicidas, valores baixos de severidade até R7 (ao redor de 5%), apresentando pequeno aumento de severidade no final do ciclo da cultura onde atingiu uma média de 12%. Polizel et al. (2011), estudando diferentes épocas de semeadura de soja, também observaram que semeadura mais tardia apresentou maior severidade da ferrugem asiática.

Na 3ª época de semeadura, pode-se verificar que plantas de soja cv. Desafio RR apresentaram maior índice de severidade logo após as primeiras avaliações, indicando alta pressão de *P. pachyrhizi*. Da mesma forma, Cruz et al. (2012), observaram maiores danos causados pela ferrugem asiática em cultivar de soja semeada tardiamente, com desfolha precoce e redução na produtividade de grãos. Na testemunha em R1 a doença apresentou severidade em torno de 4,6% e evoluindo até 100% no final de ciclo (Figura 23), causando total desfolha da parcela. Com relação aos tratamentos com fungicidas, todos mantiveram baixos valores de severidade até R7, apresentando pequeno aumento de severidade no final do ciclo da cultura onde atingiu uma média de 18%.

O comportamento das cultivares de soja em relação à evolução da ferrugem foi semelhante não havendo diferença (Figuras 17 a, 17 b, 17 c).

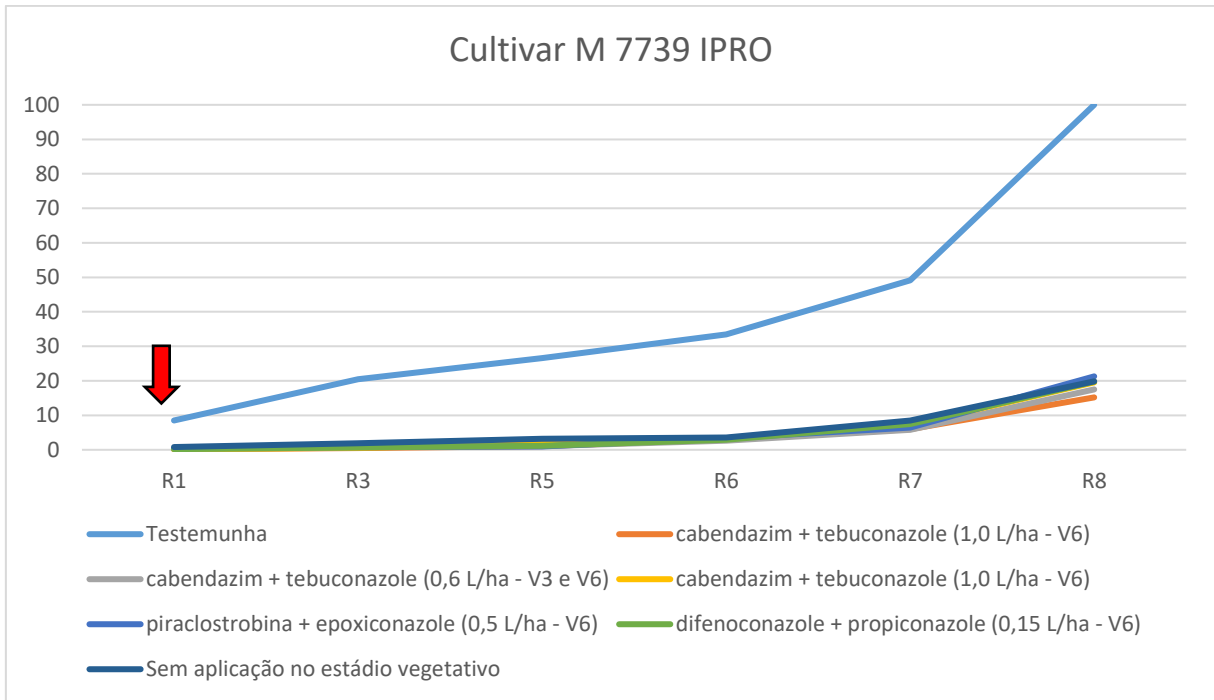


Figura 21 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. M 7739 IPRO) tratadas com fungicidas. Terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.

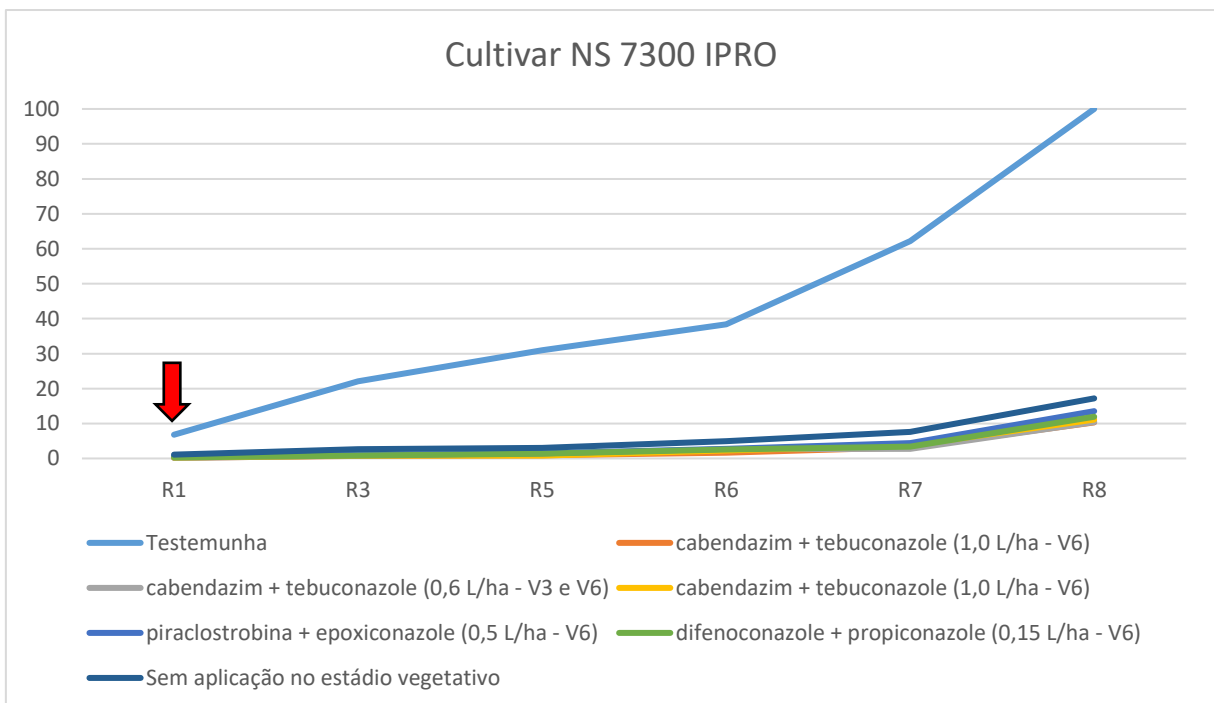


Figura 22 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. NS 7300 IPRO) tratadas com fungicidas. Terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.

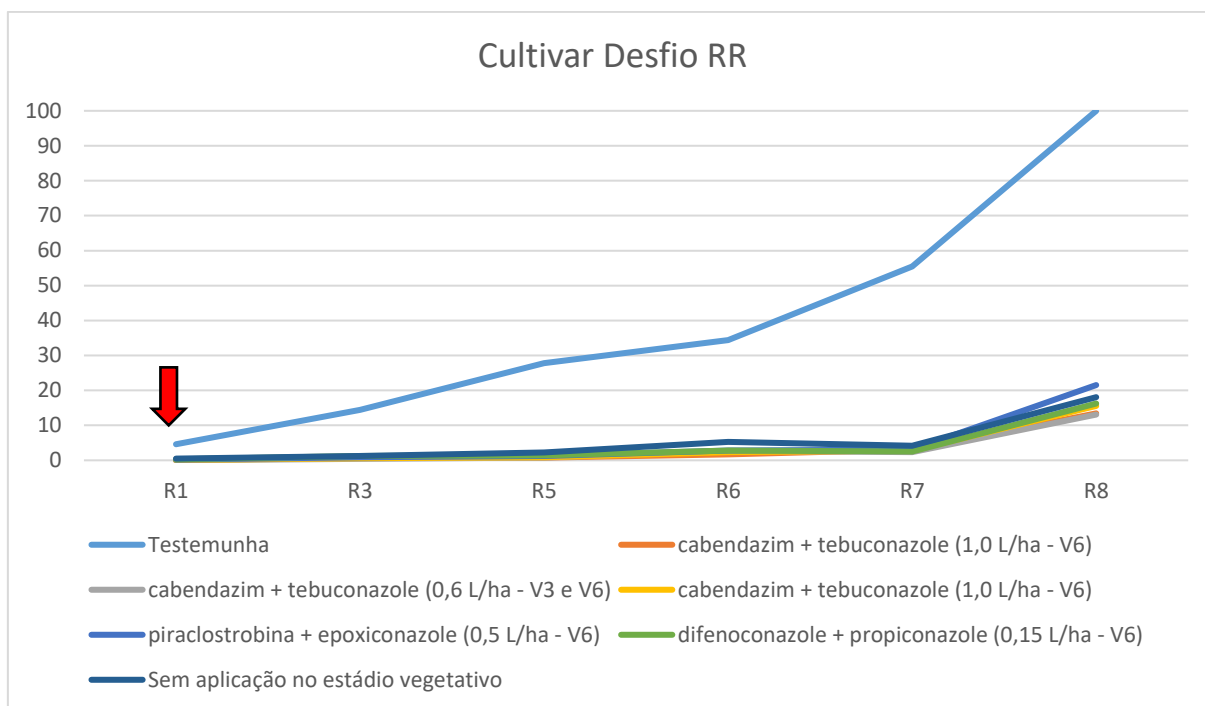


Figura 23 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. Desafio RR) tratadas com fungicidas. Terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2016/2017.

5.1.4. Severidade da ferrugem da soja na Safra 2017/2018 em cultivares de soja de ciclo super-precoce, na primeira época de semeadura, tratadas com fungicidas

Na safra 2017/2018, pode-se verificar que dos meses de outubro de 2017 até janeiro de 2018 as chuvas ocorreram de forma normalizada, no entanto a partir de fevereiro foram observadas poucas chuvas, abaixo das médias históricas mensais. (Tabela 12).

Tabela 12 - Temperatura mínima média (°C), temperatura máxima média (°C), temperatura média (°C) e pluviosidade (mm) no período de outubro /2017 a maio / 2018. Artur Nogueira, SP, 2018.

Meses	Temp. mínima média	Temp. máxima média	Temp. média	Pluviosidade (mm)
Outubro/2017	23,4	24,8	24,1	113,4
Novembro/2017	22,3	23,6	22,9	229,80
Dezembro/2017	23,4	24,7	24,1	150,00
Janeiro/2018	22,9	24,1	23,5	249,20
Fevereiro/2018	22,9	24,2	23,5	85,40
Março/2018	23,9	25,4	24,7	86,80
Abril/2018	20,9	22,5	21,7	28,40
Maiio/2018	18,3	20,0	19,2	17,80
MÉDIAS:	22,2	23,7	22,9	120,1
TOTAL:				960,8

Temp = temperatura

Nas figuras 18 a, b,c encontram-se a evolução da ferrugem nas cultivares de soja NA 5909 RG, BMX Turbo RR e M 5917 IPRO, da 1ª época de semeadura, em meados de outubro, safra 2017/2018. Em plantas de soja cv. NA 5909 RG (Figura 24) verificou-se maior severidade de ferrugem da soja somente a partir do estágio fenológico R6, ou seja, ocorreu tardiamente, atingindo severidade média de 40% ao final do ciclo. Foi possível verificar baixos índices de severidade nas parcelas tratadas, até o estágio fenológico R8, indicando que os tratamentos proporcionaram reduções na severidade da doença.

Verificou-se que a severidade de ferrugem teve maior incidência somente a partir do estágio fenológico R6, em plantas de soja cv. BMX Turbo RR atingindo severidade média de 35% ao final do ciclo. Nos tratamentos com fungicidas, os índices de severidade de ferrugem mantiveram-se baixos até o estágio fenológico R8 (menos que 5%), indicando bom controle da doença (Figura 25). Portanto, foi observado novamente que a semeadura de cultivares de soja super-precoces e na 1ª safra 2016/2017, sofrem menor pressão de *P. pachyrhizi*.

Na cultivar de soja M 5917 IPRO, no tratamento testemunha, a ferrugem ocorreu tardiamente, com maior severidade a partir do estágio fenológico R6 chegando até 33% ao final de ciclo (Figura 26). Os tratamentos com fungicidas mantiveram baixos níveis, até a fase final em R8, próximo de 5%.

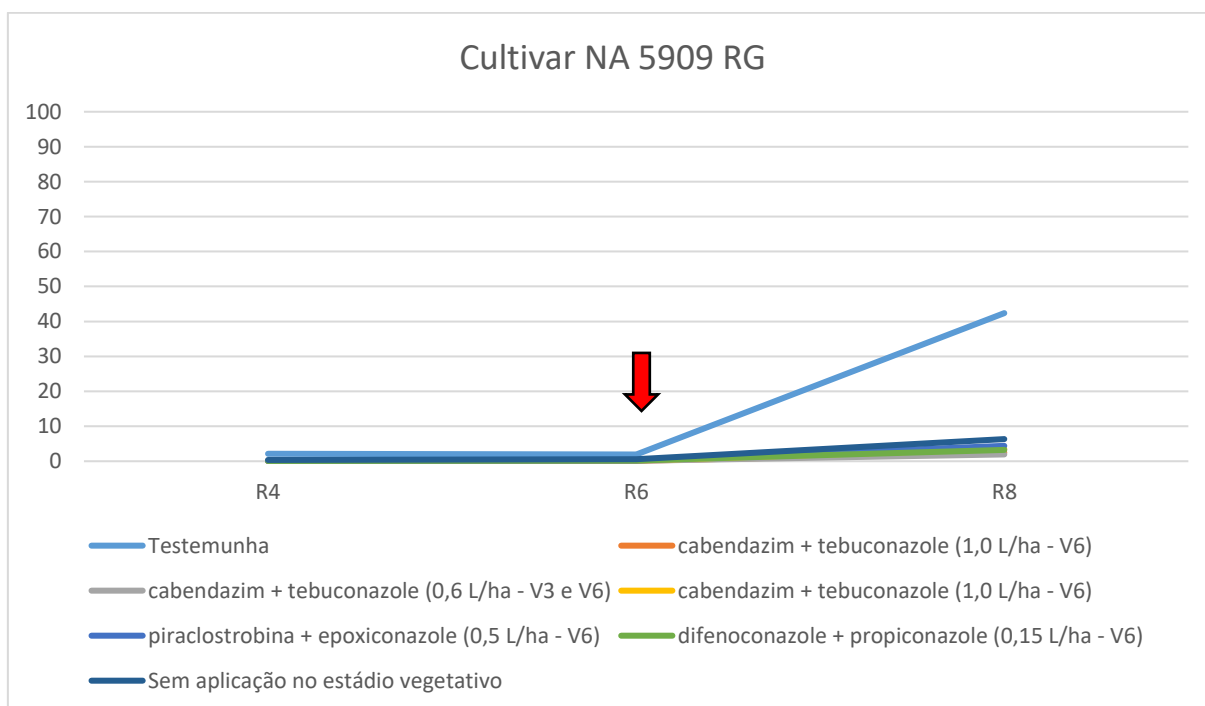


Figura 24 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. NA 5909 RG) tratadas com fungicidas. Primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.

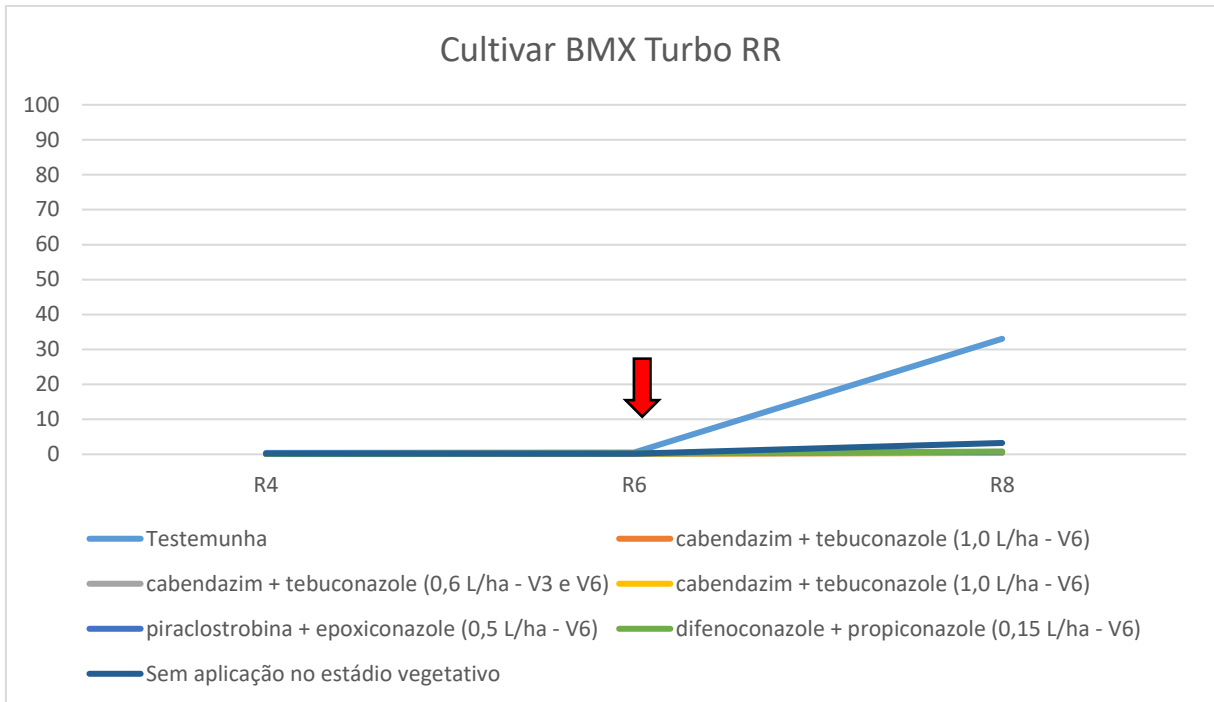


Figura 25 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. BMX Turbo RR) tratadas com fungicidas. Primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.

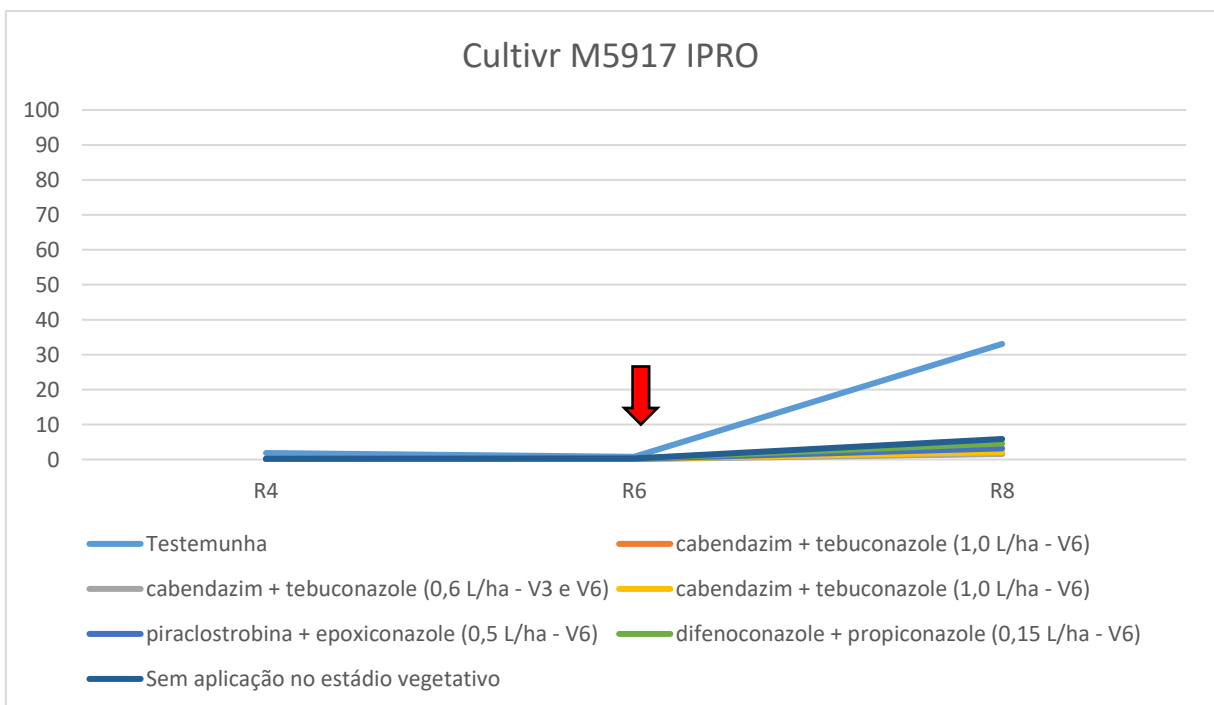


Figura 26 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. M 5917 IPRO) tratadas com fungicidas. Primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.

5.1.5. Severidade da ferrugem da soja na Safra 2017/2018 em cultivares de soja de ciclo médio, na segunda época de semeadura, tratadas com fungicidas

Na cv. de soja M 6410 IPRO, a ferrugem evoluiu bastante após o R4, intensificando-se em R8, com 55% de severidade (Figura 27). Os tratamentos fungicidas apresentaram a severidade média abaixo de 10%, ao longo de todas as avaliações. De forma geral, o tratamento que não teve aplicação de fungicida no vegetativo apresentou maior severidade da doença ao longo das avaliações.

Na testemunha, em plantas de soja, cv. NS 7200 IPRO, pode-se observar uma grande evolução da severidade a partir do estágio R4 saindo de 8% chegando até 60% no R8 (Figura 28). Nos tratamentos com fungicidas foi observada menor evolução da doença. Apenas no final do ciclo, os índices de severidade da ferrugem atingiram uma média de 16%, especialmente no tratamento sem aplicação de fungicida no vegetativo.

Na 2ª época de semeadura, pode-se observar na cv. BMX Potência RR, que a ocorrência da ferrugem na testemunha foi no estágio mais cedo do que nos plantios de 1ª época, onde já a partir de R4 a doença evoluiu de forma crescente, atingindo ao redor de 80% de severidade no final do ciclo (Figura 29). Por outro lado, os tratamentos com fungicidas mantiveram níveis inferiores a 20% até a fase final, em R8. O destaque, com maior grau da doença foi observado no tratamento onde não foi utilizado fungicida no vegetativo.

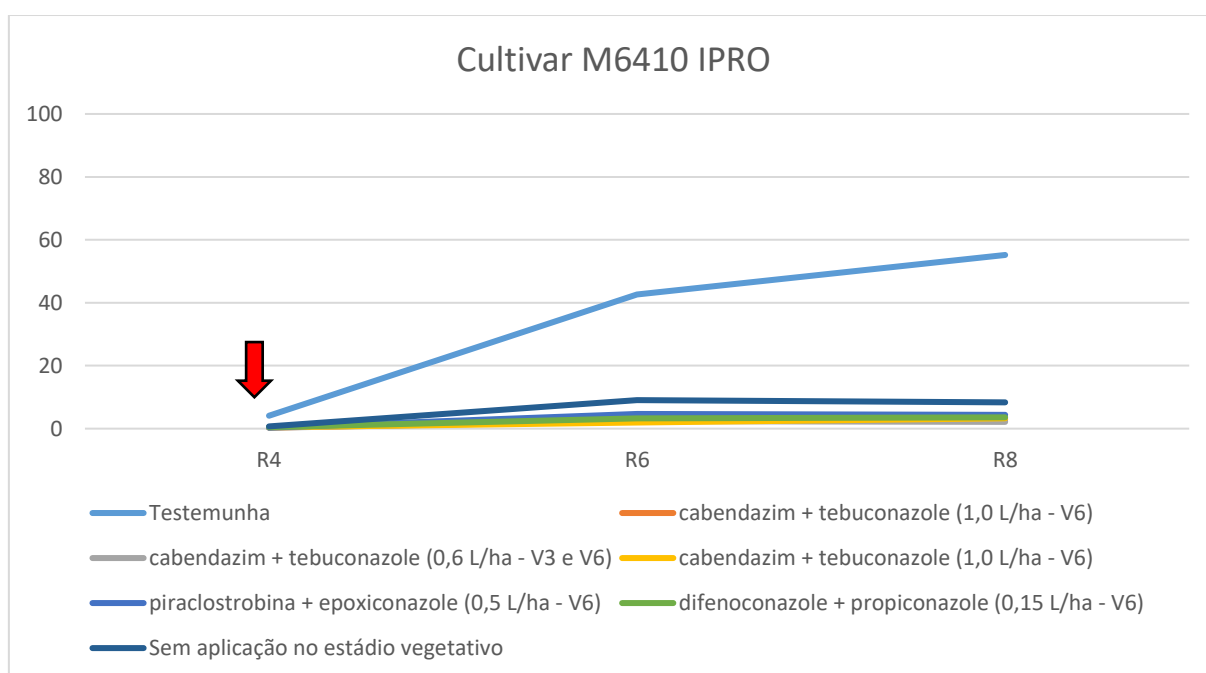


Figura 27 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. M 6410 IPRO) tratadas com fungicidas. Segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.

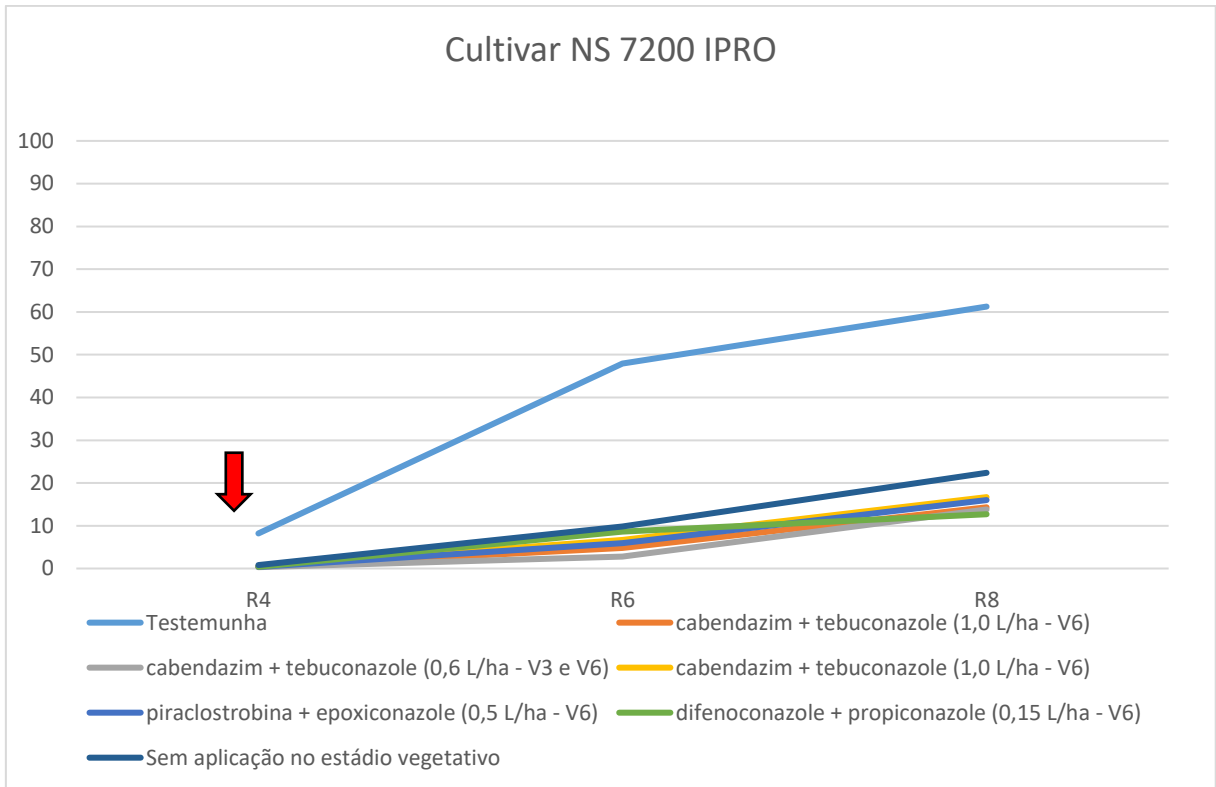


Figura 28 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. NS 7200 IPRO) tratadas com fungicidas. Segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.

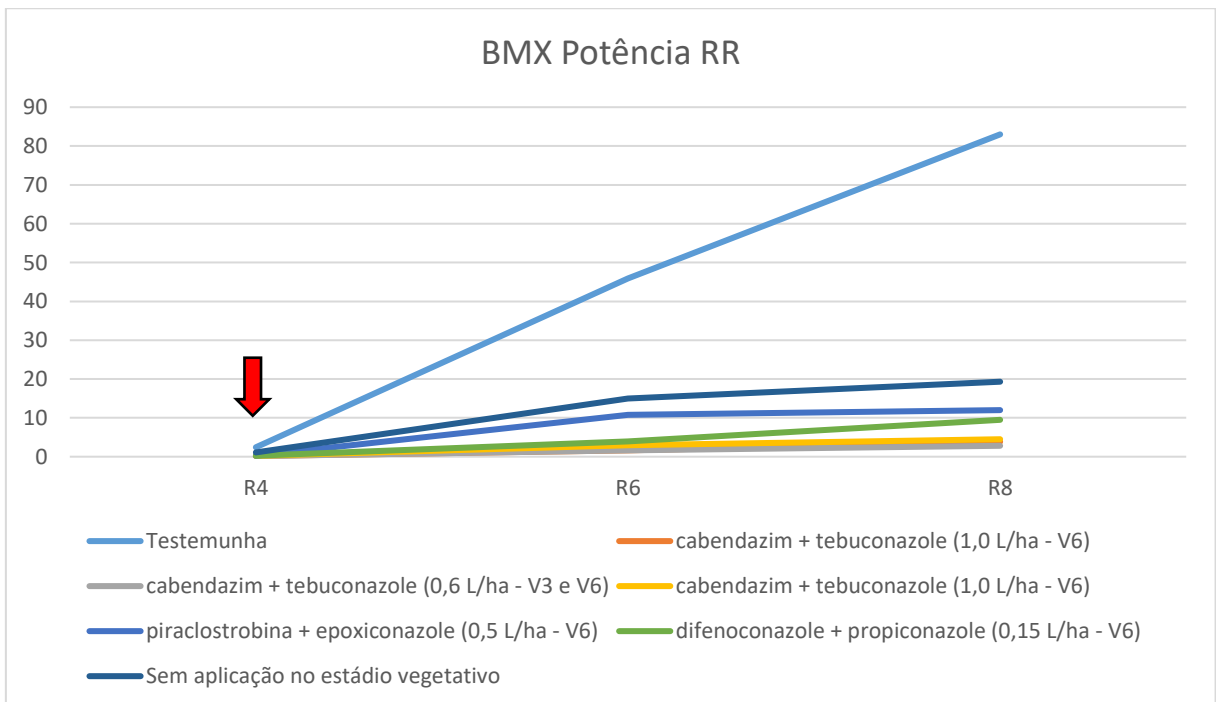


Figura 29 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. BMX Potência RR) tratadas com fungicidas. Segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.

5.1.6. Severidade da ferrugem da soja na Safra 2017/2018 em cultivares de soja de ciclo tardio, na terceira época de semeadura, tratadas com fungicidas

Na cultivar M 7739 IPRO, ficou evidente, no tratamento testemunha, que a pressão inicial da ferrugem foi alta, em torno de 35% em R4 evoluindo para próximo de 100% em R8. Nesse plantio de soja em época tardia, pode-se observar rápida evolução da doença e agressividade (Figura 30). Resultado semelhante foi obtido por Souza (2015) em plantios tardios de soja. A não aplicação de fungicida ou aplicações com atraso resultaram no aumento da severidade da ferrugem e redução da produtividade. Nessas condições de maior severidade de ferrugem, observou-se que no tratamento onde não foi utilizado fungicida no estágio vegetativo, a evolução da doença foi sempre maior do que nos demais tratamentos, até o final do ciclo. Este resultado reforça a importância do uso de fungicidas no estágio vegetativo, em condições favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem, para reduzir a pressão do patógeno, para os fungicidas específicos utilizados no estágio reprodutivo e também reduzir a pressão de seleção de população de *P. pachyrhizi* resistente durante o ciclo da soja.

Na cv. NS 7300 IPRO, pode-se observar na testemunha que a severidade inicial foi maior do que na cultivar Desafio RR, iniciando-se com 36% em R4 e alcançando 96% no final do ciclo (Figura 31). Isto indica que há diferenças entre cultivares de soja em relação à suscetibilidade a *P. pachyrhizi*. Mesmo a cultivar sendo mais sensível ao patógeno, os fungicidas utilizados apresentaram boa performance no manejo da doença, mantendo níveis próximos a 20%. Maior severidade da ferrugem foi observado no tratamento onde não teve aplicação de fungicida no estágio vegetativo.

Em plantas de soja cv. Desafio RR pode-se observar, na testemunha, que inicialmente havia em torno de 12% de severidade em R4 e atingiu quase 60% no estágio R8, demonstrando o alto poder de evolução da ferrugem (Figura 32). Verificou-se baixa evolução da ferrugem nos tratamentos com fungicidas, não ultrapassando 10% de severidade ao final do ciclo.

Pode-se observar que os resultados foram bastante similares ao da 3ª época de semeadura da 1ª safra 2016/2017, onde maiores valores de incidência de *P. pachyrhizi* ocorreram mais precocemente do que as cultivares de 1ª e 2ª épocas de semeadura. Essas cultivares tardias sofreram maior pressão da doença.

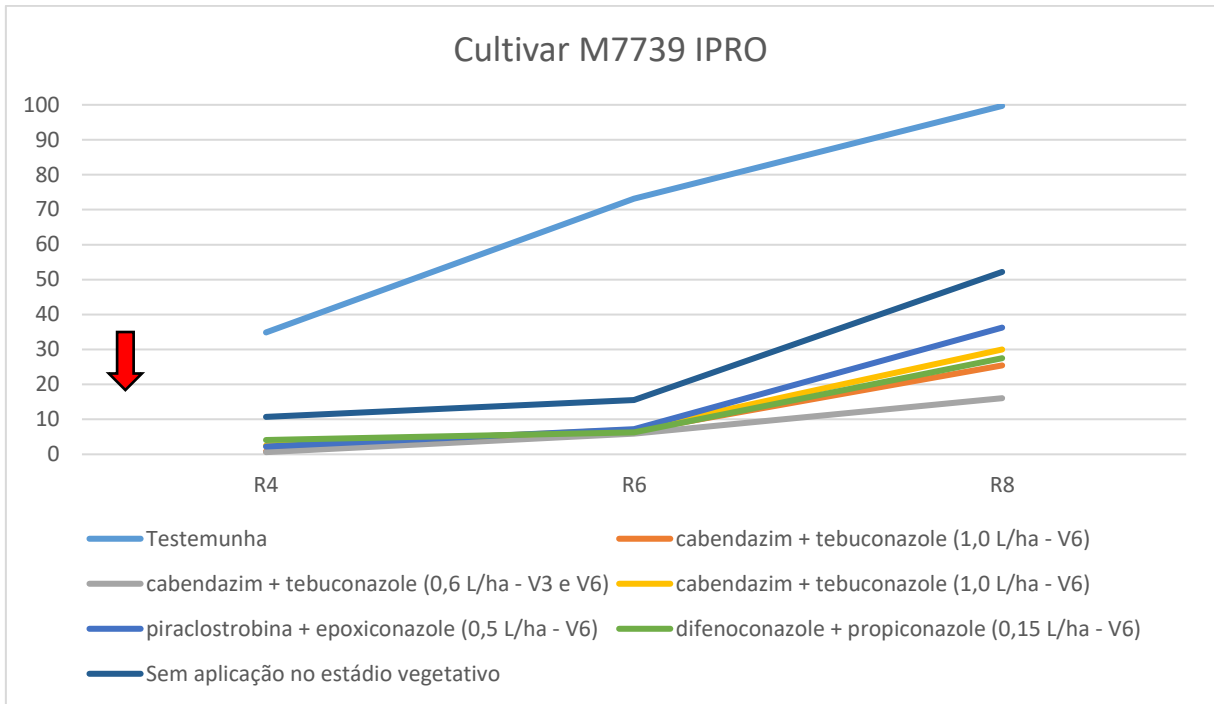


Figura 30 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. M 7739 IPRO) tratadas com fungicidas. Terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.

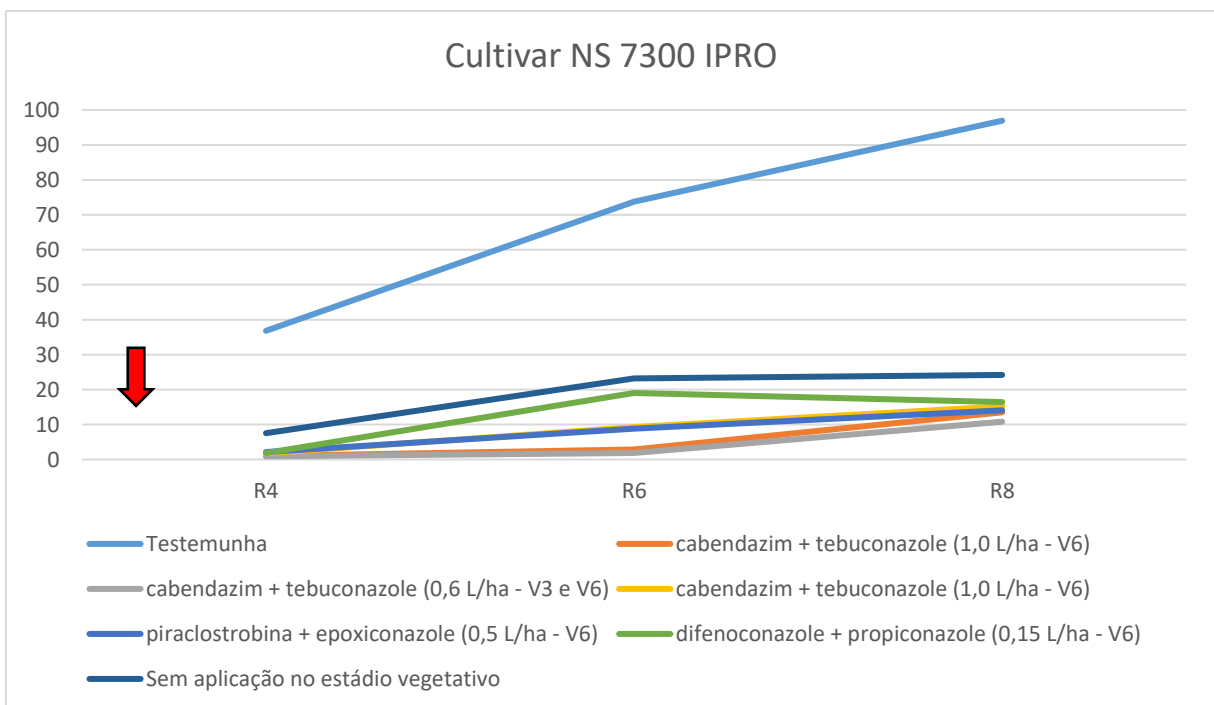


Figura 31 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. NS 7300 IPRO) tratadas com fungicidas. Terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.

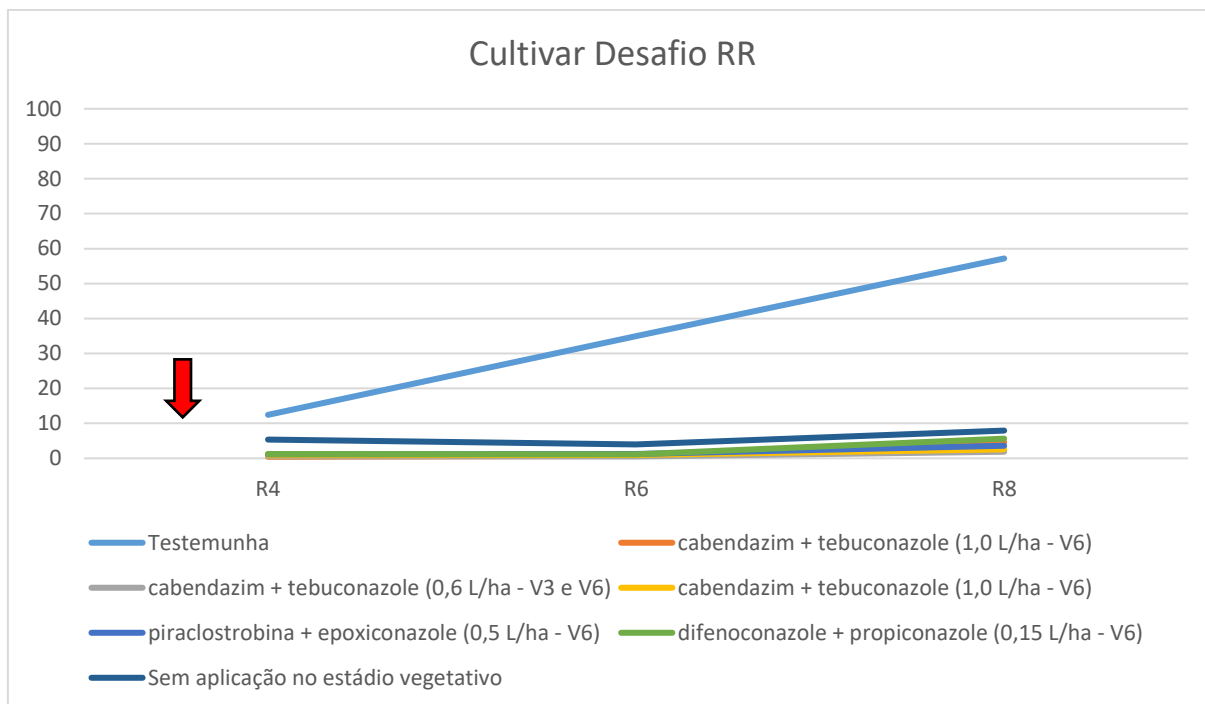


Figura 32 - Evolução da severidade (%) da ferrugem asiática em soja, na testemunha e nas plantas de soja (cv. Desafio RR) tratadas com fungicidas. Terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira - SP. Safra 2017/2018.

5.1.7 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem (%), desfolha (%), peso de mil grãos (g), produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e lucro ($\text{R}\$.\text{ha}^{-1}$), para os tratamentos com fungicidas, em diferentes épocas de semeadura e cultivares de soja, em duas safras

5.1.7.1. Primeira época de semeadura de cultivares de soja de ciclo super-precoce, em meados de outubro, na Safra 2016-2017

Analisando-se a Tabela 13, verifica-se que todos os tratamentos reduziram significativamente a evolução da doença na cultivar NA 5909 RG. Os tratamentos 2 e 3 apresentaram melhor controle da ferrugem, diferindo estatisticamente da testemunha. Os tratamentos 4, 5 e 6, não diferiram destes, foram intermediários, sem diferir do tratamento 7. Portanto, o uso de fungicidas no estágio vegetativo proporcionou melhor controle da doença, com o uso dos produtos específicos e multissítios no reprodutivo.

A desfolha apresentou diferenças estatísticas entre a testemunha (Tratamento 1) e os tratamentos 2 ao tratamento 7, e o tratamento 3 além de ter apresentado bom controle da ferrugem causou a menor desfolha (Tabela 13).

Não houve diferenças estatísticas para peso de 1000 grãos e produtividade na cultivar NA 5909 RG (Tabela 13). Isto se deve à baixa pressão da doença exercida nesta época de plantio. Teston et al. (2017) avaliaram vários fungicidas no estágio vegetativo (V5) da soja, visando ao controle de mancha-alvo, crestamento de cercospora e ferrugem-asiática, na região oeste do PR e observaram que devido ao plantio antecipado e baixa pressão das doenças, a utilização de fungicidas na fase vegetativa apresentou baixa contribuição no controle das doenças e não interferiu na produtividade, quando comparado com o tratamento que não teve aplicação de fungicida no estágio vegetativo.

Verificou-se neste trabalho, que o uso de fungicidas no estágio vegetativo (Trat. 2 ao Trat. 6) promoveu as maiores lucratividades, que variaram de R\$109,33 a R\$498,68 por hectare, mostrando que, nas condições dessa safra, mesmo com menor pressão da doença valeu à pena a utilização de fungicidas, desde o início, pois o uso de fungicidas no estágio vegetativo proporcionou o controle da doença e altas lucratividades (Tabela 13).

Tabela 13 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo super-precoce NA 5909 RG, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	753,9 a*	0	55,0 a	147,5 a	3794,4 a	0
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	70,6 c	91	11,3 bc	157,1 a	4446,5 a	437,80
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	60,2 c	92	8,0 c	154,5 a	4262,9 a	226,60
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	112,7 bc	85	18,8 bc	155,4 a	4501,5 a	498,68
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	109,3 bc	85	17,5 bc	158,6 a	4406,0 a	379,25
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	109,9 bc	85	21,3 bc	154,5 a	4156,0 a	109,33
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	179,1 b	76	23,8 b	152,7 a	4072,9 a	48,27
CV (%)	18,34		26,58	4,79	7,47	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Os resultados da Tabela 14, para a cv. de soja BMX Turbo RR, indicam que todos os tratamentos com fungicidas reduziram significativamente a AACPD da *P. phachyrhizi*, diferindo da testemunha, com destaque para os tratamentos 2 e 3. Em termos de porcentagem

de controle, pode-se verificar que, com exceção do tratamento 7 (sem nada de fungicida no vegetativo), todos os demais tratamentos apresentaram controle acima de 80%. Apesar da doença ter ocorrido tardiamente, verificou-se que o uso de fungicidas no vegetativo interferiu positivamente no controle de ferrugem da soja.

Na avaliação da desfolha (Tabela 14) da soja cv. BMX Turbo RR, no estágio R7, verificou-se 55% de desfolha na testemunha e houve variações entre os tratamentos com as aplicações de fungicidas. Pode-se verificar que todos os tratamentos com fungicidas diferiram estatisticamente da testemunha demonstrando redução na porcentagem de desfolha.

Não houve diferenças em relação ao peso de mil grãos (Tabela 14).

Para os dados de produtividade, verificou-se que o tratamento 2, com aplicação do fungicida carbendazim + tebuconazole, na dose de 1,0 L.ha⁻¹ no estágio vegetativo, diferiu estatisticamente da testemunha (Tabela 14).

Os maiores lucros foram obtidos nos tratamentos com aplicações de fungicidas no estágio vegetativo (Trat. 2 ao Trat. 6), e os ganhos variaram de R\$540,67 a R\$983,37.ha⁻¹ (Tabela 14).

Tabela 14 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo super-precoce BMX Turbo RR, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	811,8 a*	0	67,5 a	168,3 a	3121,7 b	0
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	87,3 c	89	17,5 c	174,8 a	4260,6 a	983,37
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	69,8 c	91	13,8 c	173,3 a	3870,2 ab	540,67
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	111,6 bc	86	17,5 c	173,9 a	4065,0 ab	763,63
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	141,5 bc	83	21,3 bc	171,1 a	4072,4 ab	759,39
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	132,1 bc	84	10,0 c	169,1 a	4224,2 ab	939,43
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	271,3 b	67	41,3 b	169,1 a	3454,9 ab	109,99
CV (%)	30,06		32,46	3,93	12,25	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Verificou-se redução na AACPD da ferrugem asiática em todos os tratamentos com fungicidas (Tabela 15), na cv. de soja M 5917 IPRO, diferindo da testemunha. As menores AACPD foram observadas nos tratamentos 2; 3; 5 e 6. Na avaliação de porcentagem de controle, pode-se verificar que todos os tratamentos apresentaram controle acima de 80%, exceto o tratamento 7 que apresentou controle de 77%, onde não teve aplicação de fungicida no estágio vegetativo. Este resultado demonstrou a importância do uso de fungicidas na fase vegetativa, como forma de evitar pressões maiores da doença no estágio reprodutivo. Resultados semelhantes foram obtidos por Mutta et al. (2018). Os autores verificaram que aplicações de fungicidas no estágio V4 apresentaram os melhores resultados de controle e o destacou-se foi o fungicida mancozebe + azoxistrobina a 1,5 Kg.ha⁻¹.

A análise de variância revelou efeito significativo do fator % de desfolha em relação à testemunha (Tabela 15) dos tratamentos com fungicidas (Trat. 2 a Trat.7).

Na análise de peso de mil grãos, observou-se que houve diferenças entre a testemunha e os tratamentos com fungicidas, que foram iguais entre si (Tabela 15).

Tabela 15 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucratividade (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo super-precoce M 5917 IPRO, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	1069,3 a*	0	76,3 a	142,7 b	2484,6 c	0
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	101,3 c	90	18,8 b	174,4 a	3564,5 a	917,33
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	97,6 c	91	21,3 b	175,1 a	3429,1 a	760,13
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	148,8 bc	86	22,5 b	176,2 a	2988,5 abc	271,70
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	136,6 c	87	23,8 b	176,7 a	3158,1 ab	449,10
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	125,5 c	88	23,8 b	183,3 a	3069,5 abc	359,89
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	248,1 b	77	32,5 b	172,1 a	2741,3 bc	24,42
CV (%)	15,55		19,52	5,22	9,13	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

As maiores produtividades foram observadas nos tratamentos 2 e 3 (Tabela 15) que não diferiram dos demais tratamentos, exceto do tratamento 7, onde a incidência da doença foram menores devido a maior efetividade dos fungicidas aplicados no vegetativo.

De forma geral, os maiores lucros foram obtidos nos tratamentos que tiveram aplicações de fungicidas no estágio vegetativo (Trat. 2 ao Trat. 6), mostrando que o uso dos mesmos na fase inicial da cultura contribui para melhor controle de ferrugem, aumento de produtividade e rentabilidade. Observa-se que no tratamento 7, sem aplicação de fungicida no vegetativo, o lucro foi bem mais baixo, quando comparado com os demais tratamentos (Tabela 15).

Gasparetto et al. (2011) verificaram que a aplicação de fungicidas, para controle de ferrugem asiática da soja, gerou receita superior (77,0% a 210,0%), em relação à testemunha. O uso da maior dose de picoxistrobina + ciproconazole representou o segundo maior custo de aplicação, no entanto, resultou no maior lucro líquido, em função da maior eficiência do controle da ferrugem asiática, e por consequência, incremento do rendimento de grãos.

Para a média da área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática das três cultivares de soja (NA 5909 RG, BMX Turbo RR e M 5917 IPRO) da 1ª época (Tabela 16), todos os tratamentos com fungicidas foram iguais entre si e diferiram da testemunha. Foi observado controle acima de 80% em todos os tratamentos com aplicação de fungicida no estágio vegetativo. No tratamento 7, sem aplicação de fungicida no estágio vegetativo, o controle foi de 74%. Portanto, mesmo em cultivares de ciclo super-precise, semeadas em meados de outubro e com menor pressão do patógeno, aplicações de fungicidas no vegetativo auxiliam nos ganhos de eficácia dos fungicidas específicos utilizados no estágio reprodutivo, em condições favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem, como ocorreu nessa época.

Todos os tratamentos químicos reduziram estatisticamente a desfolha em relação a testemunha, mantendo por mais tempo as folhas nas plantas (Tabela 16).

Quanto ao peso de mil grãos, não foi observado diferenças entre os tratamentos (Tabela 16).

Tabela 16 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucratividade (R\$.ha⁻¹) nas cvs. de soja de ciclo super-precoce NA 5909 RG, BMX Turbo RR e M 5917 IPRO, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	878,4 a*	0	66,2 a	152,8 a	3133,7 c	0
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	86,4 b	90	15,8 c	168,8 a	4090,5 a	779,50
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	75,9 b	91	14,3 c	167,6 a	3854,1 ab	509,13
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	124,4 b	86	19,6 bc	168,5 a	3851,7 ab	511,33
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	129,1 b	85	20,8 bc	168,5 a	3878,8 ab	529,24
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	122,5 b	86	18,3 bc	168,9 a	3816,6 ab	469,55
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	232,8 b	74	32,5 b	164,6 a	3381,3 bc	60,89
DMS (5%)	172,3		15,57	19,23	534,40	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Os dados de produtividade indicaram que todos os tratamentos com fungicidas no estágio vegetativo (Trat. 2 ao Trat.6) diferiram da testemunha, demonstrando que, além de melhorarem a eficácia sobre o controle da ferrugem da soja, incrementam muito o rendimento da cultura e os lucros obtidos (Tabela 16). Foi observado que o custo dos fungicidas utilizados, desde o vegetativo (Trat. 2 ao Trat. 6), foi maior que no tratamento 7 sem fungicida no estágio vegetativo, no entanto o melhor controle da ferrugem e maior produtividade proporcionaram maiores rendimentos. Estudo semelhante foi observado por Kajihara et al. (2017) que verificaram que o fungicida Tebuzim 250 SC (carbendazim + tebuconazole) na dose de 1,0 L.ha⁻¹, reduziu a severidade de ferrugem da soja e mancha-alvo, com ganhos em produtividade, quando aplicado no estágio vegetativo V5.

5.1.7.2. Segunda época de semeadura de cultivares de soja de ciclo médio, em meados de novembro, na Safra 2016-2017

Analisando-se a média da AACPD da cultivar de soja BMX Potência RR da 2ª época (Tabela 17), foi observado diferenças significativas entre os tratamentos com fungicidas e a testemunha, mostrando que houve redução da doença nos programas, especialmente nos tratamentos 2 ao 6. Houve uma redução intermediária no tratamento 7, sem fungicida no vegetativo, mostrando a necessidade do uso de fungicida na fase vegetativa. Todos os tratamentos com fungicidas apresentaram controle acima de 80%.

Os resultados observados na Tabela 17, evidenciam que todos os tratamentos químicos apresentaram menor porcentagem de desfolha, pois diferiram estatisticamente da testemunha (Trat. 1), onde atingiu 73,8% na fase reprodutiva (R7).

Com relação à produtividade (Tabela 17), verificou-se que não houve diferenças entre os tratamentos. Por outro lado, somente os tratamentos 2; 3; 4 e 6 proporcionaram lucro. Evidencia-se que o retorno financeiro dependeu de certo nível de aumento da produtividade, como pode ser observado, numericamente na Tabela 17.

Tabela 17 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucratividade (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo médio BMX Potência RR, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	900,2 a*	0	73,8 a	149,2 b	3456,0 a	0
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	24,6 c	97	15,0 d	160,1 a	4026,9 a	347,40
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	27,2 c	97	17,5 cd	155,1 a	3878,1 a	175,24
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	35,9 bc	96	27,5 bc	152,3 a	3887,6 a	190,78
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	34,5 bc	96	23,8 bcd	154,8 a	3697,1 a	-35,01
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	41,2 bc	95	22,5 bcd	155,3 a	3935,9 a	242,31
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	87,2 b	90	31,3 b	154,4 a	3686,7 a	-4,69
CV (%)	15,18		14,31	4,88	10,31	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Na cultivar de soja M 6410 IPRO, considerando-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), que representa todas as avaliações de severidade de ferrugem asiática, observa-se que todos os tratamentos com fungicidas diferiram significativamente da testemunha (Trat. 1), e o tratamento 3 apresentou a menor AACPD (Tabela 18).

Os tratamentos 3; 5; 6 e 7 apresentaram as menores porcentagens de desfolha, sendo iguais aos tratamentos 2 e 4, que não diferiram da testemunha (Tabela 18).

Com relação ao peso de mil grãos (PMG), pode-se observar que os tratamentos 5 e 7 foram os únicos tratamentos que diferiram da testemunha (Tabela 18).

Quanto à produtividade (Tabela 18), todos os tratamentos proporcionaram aumentos significativos, foram iguais entre si e diferiram da testemunha.

O uso de fungicidas no vegetativo (Trat.2 ao Trat. 6) proporcionou os maiores lucros por hectare que variou de R\$954,39.ha⁻¹ a R\$1247,77.ha⁻¹ (Tabela 18), por outro lado, no tratamento em que não houve aplicação de fungicida no vegetativo (Trat. 7), o lucro foi bem menor apenas R\$639,88.ha⁻¹ (Tabela 18).

Tabela 18 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucratividade (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo médio M 6410 IPRO, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	1859,4 a*	0	100 a	128,2 b	2376,7 b	
0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	216,1 bc	88	95,8 ab	142,3 ab	3704,2 a	1194,56
2. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	184,7 c	90	83,8 b	147,0 ab	3522,9 a	985,88
3. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	225,6 bc	88	95,8 ab	147,2 ab	3490,4 a	954,39
4. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	252,9 bc	86	92,5 b	148,1 a	3541,7 a	999,41
5. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	256,3 bc	86	93,8 b	145,6 ab	3754,6 a	1247,77
6. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	305,4 b	84	93,8 b	149,3 a	3183,1 a	639,88
CV (%)	8,78		2,18	5,78	8,88	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Na Tabela 19, para a cultivar NS 7200 IPRO, pode-se verificar que todos os fungicidas apresentaram as menores áreas abaixo da curva de progresso, diferindo estatisticamente da testemunha, e foram eficientes na redução da severidade da ferrugem da soja. Pesquisa realizada por Toloti et. al (2016), mostrou resultados semelhantes, evidenciando menor severidade de ferrugem da soja com o uso do fungicida Elatus, em duas aplicações no estágio V5 e 21 dias após e R1 e 21 dias após.

Na avaliação de desfolha (Tabela 19) foi observado que todos os tratamentos com fungicidas diferiram da testemunha, com os menores valores verificados nos tratamentos 2; 3; 4; 5 e 6, que tiveram o uso de fungicidas no vegetativo, mostrando que aplicados nesta fase inicial manteve por mais tempo as folhas baixas.

Em relação ao peso de mil grãos, não houve diferenças entre os tratamentos (Tabela 19).

Para a produtividade (Tabela 19), os tratamentos 2 e 3 diferiram da testemunha, e representaram os maiores lucros, de R\$833,74 e R\$893,93.ha⁻¹, respectivamente. O tratamento 5, causou prejuízos ao produtor (R\$-56,57.ha⁻¹).

Tabela 19 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo médio NS 7200 IPRO, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	1451,6 a*	0	68,8 a	123,8 a	1294,0 b	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	68,5 c	95	16,3 c	143,0 a	2299,2 a	833,74
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	113,7 c	92	13,8 c	150,6 a	2358,0 a	893,93
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	81,9 c	94	18,8 c	144,7 a	1769,9 ab	240,45
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	145,7 c	90	21,3 bc	143,2 a	1515,9 b	-56,57
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	130,8 bc	91	12,5 c	141,7 a	1597,6 b	44,96
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	213,8 b	85	30,0 b	135,9 a	1835,7 ab	343,58
CV (%)	12,51		15,24	12,56	16,23	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Pela análise da média da AACPD das três cultivares de soja, (Tabela 20), pode-se verificar que houve redução significativa da ferrugem, através da utilização dos fungicidas. Todos os tratamentos apresentaram controle superior aos 80%.

Em relação à porcentagem de desfolha e o peso de mil grãos, todos os tratamentos foram iguais entre si e diferiram da testemunha. A ferrugem afetou drasticamente a cultura, reduzindo muito o seu peso de mil grãos (Tabela 20).

Observando-se a produtividade média das três cultivares (Tabela 20), verificou-se que os tratamentos 2 e 3 destacaram-se dos demais tratamentos, resultando em maiores lucros, de R\$791,89.ha⁻¹ e R\$685,02.ha⁻¹, respectivamente. Portanto, não basta ter um bom controle da doença e no final não obter bons lucros, cada fungicida utilizado pode apresentar um retorno financeiro diferenciado.

Tabela 20 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) nas cvs. de soja de ciclo médio BMX Potência RR, M 6410 IPRO e NS 7200 IPRO, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	1403,7 a*	0	80,8 a	133,7 b	2375,6 b	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	103,1 b	93	42,3 b	148,4 a	3343,4 a	791,89
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	108,5 b	92	41,7 b	150,9 a	3253,0 a	685,02
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	114,5 b	92	47,3 b	148,1 a	3049,3 ab	461,87
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	144,4 b	90	45,8 b	148,7 a	2918,2 ab	302,61
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	142,8 b	90	42,9 b	147,5 a	3096,0 ab	511,68
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	202,1 b	86	51,7 b	146,5 a	2735,2 ab	326,25
DMS (5%)	417,99		29,91	12,73	773,03	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

5.1.7.3. Terceira época de semeadura de cultivares de soja de ciclo tardio, em meados de dezembro, na safra 2016-2017

As avaliações de desfolha e AACPD, na cultivar de soja Desafio RR, mostraram diferenças significativas entre a testemunha e os demais tratamentos. Os fungicidas reduziram a severidade da ferrugem (Tabela 21), apresentando controle acima de 80%.

Todos os tratamentos apresentaram controle acima de 80% em ferrugem da soja (Tabela 21).

Com relação ao PMG verificou-se que a ferrugem da soja realmente afetou bastante a testemunha, mantendo bastante baixo o peso de semente diferindo dos demais tratamentos (Tabela 21).

Os resultados de produtividade revelaram que apenas o tratamento 7, sem fungicida no vegetativo, não diferiu da testemunha, enquanto que os demais tratamentos diferiram estatisticamente (Tabela 21).

O uso de fungicidas no vegetativo (Trat.2 a Trat.6) proporcionou as maiores receitas, que variaram de R\$757,47.ha⁻¹ a R\$1446,50.ha⁻¹. Já o tratamento 7, apesar de possuir o menor custo de fungicida, reverteu em menor lucro, apenas R\$184,16.ha⁻¹ (Tabela 21), devido ao não incremento da produtividade.

Tabela 21 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo tardio Desafio RR, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	2324,9 a*	0	99,3 a	129,5 b	3049,6 c	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	186,7 d	92	62,5 b	158,7 a	3942,0 ab	707,36
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	182,1 d	92	62,5 b	160,7 a	4380,9 a	1193,16
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	207,0 cd	91	57,5 b	154,3 a	3987,4 ab	757,47
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	272,0 bc	88	65,0 b	157,4 a	4322,4 ab	1120,06
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	222,8 bcd	90	57,5 b	157,1 a	4605,0 a	1446,50
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	298,7 b	87	75,0 b	156,2 a	3449,0 bc	184,16
CV (%)	6,53		12,46	5,51	9,58	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Na avaliação da cultivar NS 7300 IPRO, para a AACPD (Tabela 22), pode-se observar que todos os tratamentos químicos reduziram significativamente a ferrugem da soja, com destaque para os tratamentos que tiveram aplicações de fungicidas no vegetativo (Trat. 2 a Trat.6).

Em termos de desfolha (Tabela 22), houve 100% de desfolha na testemunha (Trat. 1) na fase R7, ao passo que os demais tratamentos foram iguais entre si e apresentaram menores índices de desfolha que variaram de 52,5% a 62,5%.

Os tratamentos 2; 5 e 6 destacaram-se em termos de PMG, diferindo da testemunha. Os tratamentos 3; 4 e 7 foram intermediários, não diferindo de todos os tratamentos (Tabela 22).

Analisando-se a produtividade (Tabela 22) pode-se verificar que o único tratamento que não diferiu da testemunha foi o Trat. 7, e os demais tratamentos foram iguais entre si, diferindo da testemunha, com destaque aos tratamentos 5 e 6.

Aplicações de fungicidas promoveram maior lucratividade, especialmente através do uso de fungicidas no vegetativo (Tabela 22), destacando-se os tratamentos 5 e 6.

Tabela 22 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo tardio NS 7300 IPRO, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	2505,7 a*	0	100,0 a	116,3 b	1662,6 c	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	166,0 c	93	52,5 b	145,5 a	2879,3 ab	1070,42
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	169,6 c	93	57,5 b	137,9 ab	3044,9 ab	1250,26
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	183,3 c	93	60,0 b	135,3 ab	3339,6 ab	1585,18
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	228,2 c	91	62,5 b	143,6 a	3719,2 a	1997,74
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	195,7 c	92	60,0 b	147,9 a	3586,7 a	1859,38
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	351,9 b	86	62,5 b	137,2 ab	2426,0 bc	591,74
CV (%)	7,34		13,15	7,05		

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Com relação à AACPD (Tabela 23), para a cultivar M 7739 IPRO, verifica-se maior valor na testemunha (Trat.1), diferindo dos demais tratamentos, nos quais reduziram a ferrugem da soja.

Considerando porcentagem de controle da ferrugem asiática, todos os tratamentos químicos apresentaram controle acima de 80% (Tabela 23).

Na avaliação de porcentagem de desfolha (Tabela 23), todos os tratamentos foram iguais entre si, diferindo da testemunha que atingiu 100%, indicando que os fungicidas mantiveram por mais tempo as folhas nas plantas de soja. Isto pode ter contribuído para aumento da produtividade e PMG representando superioridade à testemunha.

Independente do uso ou não de fungicidas no estágio vegetativo, todos os tratamentos químicos apresentaram lucros que variaram de R\$974,81.ha⁻¹ a R\$1968,00.ha⁻¹ (Tabela 23).

Tabela 23 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo tardio M 7739 IPRO, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	2183,4 a*	0	100 a	119,8 b	1908,5 b	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	252,1 c	88	77,5 b	164,4 a	3734,5 a	1752,71
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	268,3 bc	88	76,3 b	170,1 a	3426,5 a	1402,25
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	314,4 bc	86	78,8 b	160,5 a	3927,4 a	1968,00
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	316,8 bc	85	71,3 b	152,1 a	3570,9 a	1556,33
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	312,7 bc	86	76,3 b	170,3 a	3042,6 a	974,81
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	361,6 b	83	75,0 b	164,5 a	3137,0 a	1112,51
CV (%)	7,06		11,15	6,08	12,57	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Para a média da AACPD (Tabela 24), das três cultivares de soja, não houve diferenças entre os tratamentos, porém, todos diferiram da testemunha. Transformando-se AACPD em porcentagem de controle, pode-se observar que todos os tratamentos apresentaram controle superior a 80%, sendo eficientes no manejo de ferrugem da soja.

Analisando-se a média de porcentagem de desfolha, peso de mil grãos e produtividade das três cultivares de soja, verificou-se que todos os tratamentos não diferiram entre si, diferindo da testemunha (Tabela 24), exceto o tratamento 7, para produtividade, que foi intermediário e igual a todos os tratamentos.

A utilização de fungicidas proporcionou alta rentabilidade principalmente em situação de alta pressão da doença (Tabela 24), a resposta fica evidente e bem claro que os lucros são maiores do que as cultivares de soja semeadas na 1ª e 2ª época de plantio, Tabelas 16 e 20, respectivamente. Outro detalhe importante é em relação aos fungicidas utilizados no vegetativo (Trat. 2 a Trat.6), que proporcionaram os maiores ganhos por hectare, quando comparado ao tratamento sem aplicação de fungicida (Trat.7). Portanto, independentemente do tipo de fungicida utilizado no vegetativo, neste estudo, a resposta foi positiva em termos de aumento de lucro.

Cruz et al. (2012), estudaram as cultivares Monsoy 8411 (ciclo de maturação precoce), BRS Corisco (ciclo médio) e BRS Barreiras (ciclo tardio) em duas safras, safra 2007/2008 e safra 2008/2009 semeadas em três épocas de semeadura. Concluíram que os danos causados pela ferrugem da soja foram maiores na época de semeadura tardia, causando desfolha antecipada e redução na produtividade de grãos.

Tabela 24 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) nas cvs. de soja de ciclo tardio Desafio RR, NS 7300 IPRO, M 7739 IPRO, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2016/2017.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	2338,0 a*	0	99,7 a	121,9 b	2206,9 b	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	201,6 b	91	64,2 b	156,2 a	3518,6 a	1176,83
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	206,7 b	91	65,4 b	156,2 a	3617,4 a	1281,89
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	234,9 b	90	65,4 b	150,0 a	3751,4 a	1436,88
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	272,3 b	88	66,2 b	151,0 a	3870,8 a	1558,04
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	243,7 b	90	64,6 b	158,4 a	3744,8 a	1426,89
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	337,4 b	86	70,8 b	151,6 a	3004,0 ab	629,47
DMS (5 %)	230,56		15,43	16,46	933,13	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

5.1.7.4. Primeira época de semeadura de cultivares de soja de ciclo super-precoce, em meados de outubro, na safra 2017-2018

Na cultivar NA 5909 RG, para AACPD, todos os tratamentos foram iguais entre si e diferente da testemunha (Tabela 25). Em termos de % de controle, todos os tratamentos químicos apresentaram controle acima de 80%.

Todos os tratamentos (Trat. 2 a Trat.7) proporcionaram menores % de desfolha, sendo iguais entre si, diferindo da testemunha (Tabela 25).

Em relação à produtividade e PMG não foi observado diferenças entre os tratamentos. Isso talvez tenha ocorrido devido à baixa severidade da ferrugem durante a cultura (Tabela 25).

Apesar de não ter tido diferença estatística em relação à produtividade, foi observado que a utilização de fungicidas no vegetativo demonstrou ganhos em rentabilidade, que variou de R\$27,28.ha⁻¹ a R\$604,08,16.ha⁻¹. Para a cultivar NA 5909 RG, observou-se vantagem econômica com o uso de fungicidas no vegetativo, pois apresentaram lucro. A não utilização de fungicida no vegetativo (Trat.7), a produção não foi suficiente para pagar os custos dos fungicidas utilizados no reprodutivo (Tabela 25).

Tabela 25 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo super-precoce NA 5909 RG, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	471,3 a*	0	58,8 a	197,2 a	4198,5 a	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	27,0 b	94	6,3 b	195,7 a	4567,0 a	192,96
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	21,6 b	95	5,8 b	190,7 a	4426,7 a	16,14
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	39,7 b	92	5,8 b	186,7 a	4907,6 a	604,08
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	48,7 b	90	8,8 b	192,2 a	4445,5 a	27,28
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	36,2 b	92	5,8 b	192,7 a	4519,0 a	125,08
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	75,7 b	84	10,5 b	189,7 a	4387,6 a	-4,92
CV (%)	36,86		20,67	3,07	9,36	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Na safra 2017/2018, na cv. BMX Turbo RR, todos os tratamentos diferiram da testemunha para o fator AACPD. Os melhores tratamentos foram 2; 3; 4; 5 e 6. O tratamento 7 foi intermediário. Em relação à desfolha, todos os tratamentos foram iguais entre si, diferindo da testemunha (Tabela 26).

Para a cultivar de soja BMX Turbo RR (Tabela 26), apenas os tratamentos 2 e 3 demonstraram lucros, R\$573,48.ha⁻¹ e R\$242,15.ha⁻¹, respectivamente. Isto deve-se ao bom controle da doença e alta produtividade. Por outro lado, os demais tratamentos não compensaram o uso de fungicidas, pois a severidade da doença não foi alta e a produtividade não foi incrementada o suficiente para manter bons lucros.

Tabela 26 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹), na cv. de soja de ciclo super-precoce BMX Turbo RR, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	325,1 a*	0	25,0 a	217,2 a	4163,5 a	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	7,1 c	98	3,0 b	225,2 a	4841,7 a	573,48
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	8,5 c	97	4,0 b	212,0 a	4575,7 a	242,15
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	9,7 c	97	4,5 b	216,2 a	4070,5 a	-381,46
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	12,8 c	96	4,0 b	219,2 a	4253,6 a	-165,49
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	11,9 c	96	5,0 b	220,2 a	4371,9 a	-12,64
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	35,7 b	89	6,0 b	217,7 a	4344,2 a	-15,27
CV (%)	13,81		21,04	2,48	8,54	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Com relação à AACPD, na cultivar M 5917 IPRO, pode-se verificar os tratamentos diferiram entre si, mas diferiram da testemunha (Tabela 27).

Não houve diferença entre os tratamentos na desfolha, todos os tratamentos foram iguais entre si e diferiram da testemunha.

Em relação à produtividade (Kg.ha⁻¹) e peso de 1000 grãos (PMG), não foram observadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 27).

Mesmo não tendo diferenças estatísticas em produtividade, verificou-se que, com exceção do tratamento 5, todos os demais tratamentos químicos apresentaram lucro, que compensou o uso dos fungicidas (Tabela 27).

Tabela 27 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) cv. de soja de ciclo super-precoce M 5917 IPRO, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	263,4 a*	0	45,0 a	247,7 a	3572,6 a	0
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	16,3 c	94	6,8 b	247,2 a	4273,1 a	600,84
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	13,0 c	95	3,5 b	242,5 a	4087,6 a	368,42
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	20,0 c	92	5,0 b	243,0 a	3846,6 a	69,41
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	26,4 bc	90	7,5 b	244,0 a	3717,9 a	-97,71
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	38,0 bc	86	4,5 b	241,0 a	4249,9 a	563,43
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	48,6 b	81	9,3 b	240,5 a	4390,4 a	767,46
CV (%)	19,32		24,63	4,18	13,67	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Considerando-se as três cultivares de soja, observou-se maior valor médio de AACPD na testemunha, sem aplicação de fungicidas (Tabela 28). Por sua vez, diferiu dos demais tratamentos, pois os mesmos foram eficientes no manejo da ferrugem da soja. Ao converter a AACPD em % de controle, pode-se verificar controle acima de 80% para todos os tratamentos.

Peso de mil grãos e produtividade não foram influenciadas significativamente pelas aplicações de fungicidas, isto se deve pelo fato de ferrugem da soja não ter sido tão agressiva e apresentado baixa pressão sobre o ensaio (Tabela 28).

Analisando-se a rentabilidade econômica das três cultivares de soja (Tabela 28), pode-se verificar que os tratamentos, exceto o tratamento 5, apresentaram lucro que variam de R\$97,34.ha⁻¹ a R\$455,77.ha⁻¹. Por outro lado, se analisarmos o tratamento 7 que não teve nenhuma aplicação de fungicida no estágio vegetativo, o lucro foi bastante similar aos tratamentos 3 e 6. Isto indica que para estes tratamentos não justificou o uso de fungicidas na fase vegetativa.

Tabela 28 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹), nas cvs. de soja de ciclo super-precoce NA 5909 RG, BMX Turbo RR e M 5917 IPRO, na primeira época de semeadura, em meados de outubro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	353,3 a*	0	42,9 a	220,7 ab	3978,2 a	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	16,8 b	95	5,3 b	222,7 a	4560,6 a	455,77
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	14,4 b	96	4,4 b	215,1 b	4363,4 a	208,90
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	23,1 b	94	5,1 b	215,3 b	4274,9 a	97,34
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	29,3 b	92	6,7 b	218,5 ab	4139,0 a	-78,63
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	28,7 b	91	5,1 b	218,0 ab	4380,2 a	225,30
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	53,3 b	85	8,6 b	215,9 ab	4374,1 a	249,08
DMS (5%)	106,83		17,11	7,08	656,04	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

5.1.7.5. Segunda época de semeadura de cultivares de soja de ciclo médio, em meados de novembro, na safra 2017-2018

Na cultivar BMX Potência RR, em relação à AACPD da ferrugem, foi possível observar diferenças estatísticas entre a testemunha e os demais tratamentos (Tabela 29).

Com base nos resultados para a AACPD da ferrugem asiática, os produtos utilizados se mostraram eficientes no controle da doença, apresentando valores acima de 80%. Somente o tratamento 7, sem nada de fungicida no vegetativo apresentou controle de 70% (Tabela 29).

Em relação à desfolha, todos os tratamentos diferiram da testemunha com destaque para o tratamento 2, onde teve a menor porcentagem de desfolha (Tabela 29).

Quanto ao peso de mil grãos (PMG) e produtividade, não foram observadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 29). No entanto, todos os fungicidas promoveram ganhos em rentabilidade, sendo maior nos tratamentos que tiveram aplicações de fungicidas no vegetativo, demonstrando que compensou o uso dos mesmos nesta fase inicial da soja.

Tabela 29 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo médio BMX Potência RR, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	1281,4 a*	0	88,0 a	145,8 a	3621,4 a	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	51,5 d	96	20,0 c	156,5 a	4013,4 a	221,83
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	45,1 d	96	23,8 bc	163,3 a	4106,5 a	331,75
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	77,6 d	94	30,0 bc	158,0 a	4080,6 a	297,06
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	252,1 c	80	35,0 b	157,8 a	4327,0 a	590,77
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	124,8 d	90	27,5 bc	153,0 a	4021,5 a	222,91
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	374,9 b	70	33,8 b	156,8 a	3905,5 a	111,79
CV (%)	15,68		13,21	4,7	8,0	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Na tabela 30 estão representados os valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), na cultivar M 6410 IPRO, que mostrou que os tratamentos com fungicidas diferiram da testemunha, apresentando valores inferiores.

Em relação à porcentagem de controle, todos os tratamentos foram iguais entre si, diferindo da testemunha, sendo superior a 80% (Tabela 30).

As menores taxas de severidade nos tratamentos, refletiram em menores taxas de desfolha, sendo iguais entre si e diferindo da testemunha (Tabela 30).

Quanto ao peso de mil grãos (PMG) e produtividade (Kg.ha⁻¹), não houve diferenças entre os tratamentos, que diferiram da testemunha (Tabela 30).

Analisando-se a lucratividade, pode-se observar que apenas os tratamentos 2; 3 e 4 obtiveram valores positivos, R\$435,17.ha⁻¹, R\$103,07.ha⁻¹ e R\$435,29.ha⁻¹, respectivamente (Tabela 30). Os demais tratamentos causaram prejuízos ao produtor, pois os valores foram negativos e inferiores à testemunha, devido aos baixos valores de produtividade.

Tabela 30 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo médio M 6410 IPRO, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	1077,5 a*	0	80,0 a	148,8 a	3598,2 a	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	61,4 cd	94	11,8 b	151,8 a	4163,9 a	435,17
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	55,6 d	95	17,5 b	149,8 a	3897,2 a	103,07
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	56,9 cd	95	18,8 b	154,3 a	4170,0 a	435,29
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	106,9 c	90	25,0 b	149,8 a	3664,1 a	-195,25
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	80,2 cd	93	16,3 b	150,3 a	3759,7 a	-70,27
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	206,8 b	81	22,5 b	150,5 a	3664,5 a	-155,90
CV (%)	9,27		23,66	4,14	9,3	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Quanto à variável AACPD, cujos dados estão apresentados na Tabela 31, ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos com fungicidas e testemunha.

Em relação à porcentagem de controle, todos os tratamentos com fungicidas apresentaram controle acima de 80, exceto o tratamento 7, sem aplicação de fungicida, que atingiu apenas 77% (Tabela 31).

Conforme apresentado na Tabela 31, as variáveis PMG e produtividade (Kg.ha⁻¹) não mostraram diferenças estatísticas entre os tratamentos e testemunha.

Com aplicações no vegetativo, os tratamentos 2; 3 e 5 conseguiram manter menor severidade da ferrugem da soja, menor % de desfolha e as maiores produtividades que se reverteram em lucro extra de R\$465,72.ha⁻¹, R\$227,78.ha⁻¹ e R\$95,47.ha⁻¹, respectivamente (Tabela 31). Estudos realizados por Silva (2009), comparando programas de controle químico através de monitoramento com 5 aplicações e calendário com 3 aplicações, conclui-se que o programa monitoramento apresentou 10,57 sacas a mais do que o calendário, o que rendeu um lucro extra de R\$287,94 por hectare.

Tabela 31 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo médio NS 7200 IPRO, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	1138,4 a*	0	47,5 a	176,5 b	3162,5 a	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	141,6 cd	88	7,3 c	201,3 a	3753,0 a	465,72
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	104,6 d	91	7,8 c	204,8 a	3563,0 a	227,78
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	183,0 c	84	9,3 bc	193,0 a	3296,4 a	-102,70
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	166,9 cd	85	6,5 c	191,3 ab	3465,0 a	95,47
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	197,6 bc	83	9,3 bc	196,5 a	3301,8 a	-97,61
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	262,3 b	77	13,8 b	192,0 ab	3320,4 a	-43,31
CV (%)	9,48		13,85	3,54	7,66	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Os tratamentos 2; 3; 4; 5 e 6 apresentaram as maiores eficiências no controle da ferrugem asiática com as menores áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), diferindo da testemunha (Tabela 32). Conseqüentemente isto se refletiu em menores taxas de desfolha, devido ao efetivo controle da doença.

Com relação ao peso de mil grãos (PMG), todos os programas foram iguais entre si, mas diferentes da testemunha (Tabela 32).

Em relação à média de produtividade de três cultivares de soja, apenas o tratamento 2 diferiu estatisticamente da testemunha (Tabela 32).

Ficou evidente na Tabela 32, a superioridade dos tratamentos aplicados no vegetativo onde demonstraram maior rentabilidade quando comparados com o tratamento 7, sem fungicida aplicado no vegetativo.

Tabela 32 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) nas cvs. de soja de ciclo médio BMX Potência RR, M 6410 IPRO e NS 7200 IPRO, na segunda época de semeadura, em meados de novembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	1165,8 a*	0	71,8 a	157,0 b	3460,7 b	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	84,8 c	93	13,0 b	169,8 ab	3976,7 a	374,25
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	68,4 c	94	16,3 b	172,6 a	3855,6 ab	220,87
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	105,8 c	91	19,3 b	168,4 ab	3849,0 ab	209,89
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	175,3 bc	85	22,2 b	166,2 ab	3818,7 ab	163,66
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	134,2 bc	89	17,7 b	166,6 ab	3694,3 ab	18,35
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	281,3 b	76	23,3 b	166,4 ab	3630,1 ab	-29,13
DMS (5%)	166,82		15,85	13,32	469,67	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

5.1.7.6. Terceira época de semeadura de cultivares de soja de ciclo tardio, em meados de dezembro, na safra 2017-2018

Para a cultivar Desafio RR, os menores valores de AACPD da ferrugem foram obtidos nos tratamentos 2; 3; 4; 5 e 6, que diferiram da testemunha e do tratamento 7, o que pode ser explicado pela utilização de fungicidas na fase vegetativa que manteve os melhores controles da doença (Tabela 33).

Em virtude da redução significativa da severidade da ferrugem asiática nos tratamentos químicos, a % de desfolha também foi reduzida mantendo um maior índice de área foliar na cultivar Desafio RR (Tabela 33).

Foi observado efeito significativo de fungicidas sobre o rendimento da cultura e peso de mil grãos (Tabela 33).

Nem todos os programas proporcionaram lucro ao produtor. Os tratamentos 2; 3; 4 e 6 apresentaram lucros extra de R\$669,22.ha⁻¹, R\$34,25.ha⁻¹, R\$337,26.ha⁻¹ e R\$57,66.ha⁻¹,

respectivamente. Já os tratamentos 5 e 7, não foram economicamente viáveis, o que causou prejuízos ao produtor (Tabela 33).

Tabela 33 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo tardio Desafio RR, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	860,7 a*	0	76,2 a	108,7 b	2299,0 b	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	38,9 c	95	23,7 cd	164,0 a	3704,0 a	669,22
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	22,2 c	97	15,0 d	164,5 a	3869,5 a	34,25
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	33,7 c	96	28,7 c	163,2 a	3934,5 a	337,26
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	44,7 c	95	28,7 c	167,0 a	3730,2 a	-476,86
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	56,0 c	93	25,0 cd	156,5 a	3946,6 a	57,66
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	132,1 b	85	41,2 b	164,0 a	3598,0 a	-171,26
CV(%)	12,13		13,79	5,55	5,23	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Na Tabela 34, encontram-se os dados para a cultivar NS 7300 IPRO. Verificou-se que as menores AACPD foram observadas nos tratamentos 2 e 3, que diferiram dos demais tratamentos químicos e testemunha, seguidos dos tratamentos 4 e 5, que foram iguais entre si, diferindo da testemunha, seguindo-se os tratamentos 6 e 7, diferindo-se entre si e da testemunha.

A ferrugem teve incidência inicial no estágio anterior a R4, e esse tratamento mais tardio (Trat. 7) não proporcionou proteção no momento adequado.

Maior desfolha foi observada na testemunha com 76,2%, enquanto que as menores taxas de desfolha foram verificadas nos tratamentos químicos, especialmente no tratamento 3 que diferiu dos demais tratamentos (Tabela 34). Dentre os programas, maior desfolha foi observada no tratamento 7, sem nenhuma aplicação de fungicida no vegetativo. Isto mostra a importância do uso de fungicidas na fase vegetativa da cultura da soja em condições de alta pressão da ferrugem.

Diferenças estatísticas foram observadas com relação ao PMG e produtividade (Tabela 34), demonstrando que os fungicidas interferiram positivamente no manejo da doença.

Na 3ª época de semeadura, onde a pressão da doença é maior do que as demais épocas de semeadura, verifica-se que é compensatória a utilização de fungicidas para manter baixos níveis de severidade, baixa desfolha e proporcionar incremento de produtividade. Estes elevados índices de produtividade favoreceram lucros extras ao produtor que variaram de R\$765,70.ha⁻¹ a R\$1518,85.ha⁻¹ (Tabela 34).

Tabela 34 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo tardio NS 7300 IPRO, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	1828,1 a*	0	76,2 a	121,5 b	2548,5 b	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	131,5 e	93	17,5 d	163,2 a	3996,1 a	1518,85
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	100,3 e	95	10,5 e	156,0 a	3671,4 a	1115,34
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	231,1 d	87	27,5 c	164,0 a	3497,2 a	898,49
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	219,4 d	88	22,5 cd	160,0 a	3396,5 a	765,70
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	366,3 c	80	21,2 cd	163,7 a	3989,2 a	1501,50
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	507,6 b	72	42,5 b	156,5 a	3534,5 a	974,16
CV (%)	5,12		9,59	4,32	8,36	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Na tabela 35 encontram-se os dados para a cultivar M 7739 IPRO. Analisando-se a AACPD da ferrugem asiática (Tabela 35), pode-se verificar que todos os fungicidas foram eficientes no controle da doença reduzindo estatisticamente a progressão da doença. Os tratamentos 2, 3, 4, 5 e 6 não diferiram entre si e foram diferentes da testemunha e tratamento 7.

Ao analisar a % de desfolha, verificou-se que os tratamentos químicos reduziram significativamente a desfolha, mantendo baixos valores (Tabela 35). O tratamento 3 diferiu da testemunha e dos demais tratamentos.

Em relação ao peso de mil grãos (PMG), não foi observado diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 35).

Aplicações de fungicidas no vegetativo proporcionaram aumentos significativos no rendimento dos grãos, exceto os tratamentos 3, 4, 5, 6 e 7 que não diferiram da testemunha.

Em situação de elevado grau de severidade de ferrugem da soja, verifica-se que a redução da produtividade da testemunha é bastante afetada, portanto nesse caso, o controle com fungicidas proporcionam maior rentabilidade financeira, que neste caso ultrapassando a casa dos mil reais por hectare.

Tabela 35 - Valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) na cv. de soja de ciclo tardio M 7739 IPRO, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	860,7 a	0	81,2 a	166,7 a	1764,6 bc	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	38,9 c	95	17,6 de	160,7 a	2520,7 a	1466,48
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	22,2 c	97	12,5 e	171,2 a	2007,6 abc	1665,32
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	33,7 c	96	28,7 c	162,5 a	2346,1 ab	1742,28
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	44,7 c	95	25,0 cd	173,2 a	1601,3 c	1482,32
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	56,0 c	93	23,7 cd	163,0 a	2030,2 abc	1755,68
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	132,1 b	85	40,0 b	163,5 a	1818,4 bc	1358,74
CV (%)	12,13		10,47	10,68	13,22	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

Com relação à média de AACPD, não houve diferenças entre os tratamentos, que diferiram da testemunha (Tabela 36). Com exceção do tratamento 7, todos os programas de controle químico apresentaram controle superior a 80%.

Todos os fungicidas promoveram redução significativa em termos de % de desfolha quando comparados com a testemunha, com destaque para o tratamento 3 onde apresentou o menor valor de desfolha (Tabela 36).

Em relação ao peso de mil grãos, apenas o tratamento 5 diferiu estatisticamente da testemunha, mostrando o maior peso de mil grãos (Tabela 36).

Analisando a produtividade (Kg.ha⁻¹) os programas mostraram incremento no rendimento dos grãos, diferindo da testemunha. Apenas os tratamentos 5 e 7 não diferiram da testemunha (Tabela 36).

Resultado importante foi verificado em relação aos ganhos de rentabilidade através do uso de fungicidas, independentemente do uso ou não na fase vegetativa. Os lucros extras variaram de R\$950,04.ha⁻¹ a R\$1372,77.ha⁻¹. Esses valores foram bem maiores do que os verificados em soja de 1^a e 2^a época de semeadura, respectivamente Tabela 24 e 28 demonstrando que em situação de maior pressão da ferrugem da soja, o controle químico proporcionou benefícios ao produtor.

Tabela 36 - Valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), controle da ferrugem asiática (%), desfolha (%), peso de mil grãos (PMG), produtividade (Kg.ha⁻¹) e lucro (R\$.ha⁻¹) nas cvs. de soja de ciclo tardio Desafio RR, NS7300 IPRO e M 7739 IPRO, na terceira época de semeadura, em meados de dezembro, Artur Nogueira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	AACPD	Controle (%)	Desfolha (%)	PMG (g)	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Lucro (R\$.ha ⁻¹)
1. Testemunha	1515,5 a	0	77,9 a	132,3 b	2204,0 b	-
2. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	146,7 b	90	19,6 d	162,7 ab	3406,9 a	1372,77
3. 0,6 L/ha - V3 + 0,6 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	105,2 b	93	12,7 e	163,9 ab	3182,8 a	1008,80
4. 0 L/ha - V3 + 1,0 L/ha - V6 (carbendazim + tebuconazole)	193,8 b	87	28,3 c	163,2 ab	3259,3 a	1088,36
5. 0 L/ha - V3 + 0,5 L/ha - V6 (piraclostrobina + epoxiconazole)	208,2 b	86	25,4 cd	166,7 a	2909,3 ab	625,93
6. 0 L/ha - V3 + 0,15 L/ha - V6 (difenoconazole + propiconazole)	240,5 b	84	23,3 cd	161,1 ab	3322,0 a	950,04
7. 0 L/ha - V3 + 0 L/ha - V6	423,6 b	72	41,2 b	161,3 ab	2983,6 ab	957,84
DMS (5%)	498,12		6,02	33,07	859,50	

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\leq 0,05$).

5.2. Experimento 2 - Ação *in vitro* e *in vivo* de fungicidas sistêmico (carbendazim + tebuconazol) e multissítios (clorotalonil e mancozebe) sobre *Phakopsora pachyrhizi*

5.2.1. Análises *in vitro* e *in vivo* da safra 2016/2017

Analisando-se as três cultivares de soja da 1^a época de plantio, pode-se verificar que os fungicidas apresentaram ações inibitórias sobre a germinação dos uredosporos de *P. pachyrhizi* e o desenvolvimento dos sintomas de ferrugem. De forma geral, o fungicida multissítio clorotalonil foi mais fungitóxico *in vitro* (Tabela 37) e *in vivo* (Tabela 38), em comparação ao fungicida sítio-específico carbendazim + tebuconazole, para todas as amostras

coletadas das três cultivares, especialmente na cv. BMX Turbo RR com valor de $CL_{50} = 0,18$ ppm i.a. e $CL_{95} = 1,54$ ppm i.a. e com valor *in vivo* de $CL_{50} = 0,24$ ppm i.a. e $CL_{95} = 6,81$ ppm i.a., indicando haver diferenças entre si.

Moura et al. (2016), em ensaios *in vitro*, obtiveram os valores de CI_{50} de oito fungicidas para o controle de ferrugem asiática provenientes de Passo Fundo, RS, Ponta Grossa, PR e Primavera do Leste, MT. Verificaram que apenas piraclostrobina e a mistura trifloxistrobina + protioconazol apresentaram valores de CI_{50} inferiores a 1,0 mg/L, para todos os isolados, demonstrando alta fungitoxicidade.

Furlan et al. (2015) verificaram ações inibitórias sobre a germinação dos uredosporos provenientes de Mogi Mirim – SP, e sobre os sintomas da ferrugem onde o fungicida Unizeb Gold, à base de mancozebe, apresentou a maior fungitoxicidade *in vitro*, com resultado de menor valor da CL_{50} (0,065 ppm i.a.), comparado a Bravonil, fungicida à base de clorotalonil (0,16 ppm i.a.) e Difere, à base de oxicloreto de cobre (0,15 ppm i.a.).

Ries et al. (2015) avaliaram a sensibilidade de 15 isolados de *P. pachyrhizi* oriundas de várias regiões do Brasil, *in vivo*, utilizando fungicidas IDM's (ciproconazol, epoxiconazol, tebuconazol) e IQo (piraclostrobina). Os resultados demonstraram redução de sensibilidade de *P. pachyrhizi* ao fungicida tebuconazol, e para epoxiconazol não foi detectada alteração na sensibilidade do fungo.

Tabela 37 - Valores de CL_{50} e CL_{95} dos fungicidas, para inibição, *in vitro*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de primeira época, meados de outubro, safra 2016/2017.

Cultivares	Equações de ajustes	R ²	ppm i.a. (CL_{50})	ppm i.a. (CL_{95})
NA 5909 RG				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,7713x + 5,1896$	0,8769	0,78	6,58
clorotalonil	$y = 1,7832x + 5,9846$	0,945	0,28	2,33
BMX Turbo RR				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,6052x + 5,5982$	0,8992	0,42	4,45
clorotalonil	$y = 1,7725x + 6,3064$	0,8991	0,18	1,54
M 5917 IPRO				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,464x + 5,7779$	0,8973	0,29	3,88
clorotalonil	$y = 1,7238x + 5,9796$	0,9119	0,27	2,41

Tabela 38 - Valores de CL₅₀ e CL₉₅ dos fungicidas para inibição, *in vivo*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*. provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de primeira época, meados de outubro, safra 2016/2017.

Cultivares	Equações de ajustes	R ²	ppm i.a. (CL ₅₀)	ppm i.a. (CL ₉₅)
NA 5909 RG				
carbendazim + tebuconazole	$y = 0,6513x + 4,8675$	0,9639	1,59	526,59
clorotalonil	$y = 1,2687x + 5,3033$	0,9064	0,57	11,31
BMX Turbo RR				
carbendazim + tebuconazole	$y = 0,5588x + 5,34$	0,9933	0,6	212,03
clorotalonil	$y = 1,555x + 5,3442$	0,8709	0,24	6,81
M 5917 IPRO				
carbendazim + tebuconazole	$y = 0,9195x + 4,1725$	0,9916	7,94	482,53
clorotalonil	$y = 1,4071x + 5,05$	0,9283	0,92	13,48

Os resultados da 2^a época da safra 2016/2017 mostraram que todos os fungicidas tiveram ação inibitória sobre a germinação dos uredosporos de *P. pachyrhizi* e sobre os sintomas da ferrugem asiática (Tabela 39 e 40). Entre os fungicidas, o clorotalonil apresentou maior fungitoxicidade *in vitro*, com o resultado de menor valor da CL₅₀ = 0,12 ppm i.a. e CL₉₅ = 1,25 ppm i.a., comparado ao fungicida específico carbendazim + tebuconazole, em todas as cultivares testadas (Tabela 39), especialmente na cultivar M 6410 IPRO.

Blum (2009) determinou a sensibilidade *in vitro* de quatro fungicidas do grupo das estrobilurinas e sete fungicidas do grupo dos inibidores da desmetilação, sobre a germinação e sobre o comprimento do tubo germinativo dos uredosporos de *P. pachyrhizi*. Para a variável inibição da germinação dos uredosporos, a CI₅₀ para tebuconazole, respectivamente, na primeira e na segunda repetição do experimento, foi de 0,008 e 0,005 mg L⁻¹. Para inibição do comprimento do tubo germinativo a CI₅₀ foi de 0,04 e 0,06 mg L⁻¹. Esses dados são importantes no monitoramento de sensibilidade dos fungicidas, em regiões onde o uso é bastante intenso.

Polloni et al. (2017), ao estudarem populações de *P. pachyrhizi*, oriundas de Uberlândia/MG e Chapadão do Sul/MS, verificaram que os fungicidas multissítios clorotalonil, mancozeb e oxicloreto de cobre apresentaram valores de EC₅₀ variando de 10-100 ppm, para ambas as populações. Portanto, o resultado reforçou mais uma vez a importância do uso de multissítio nos programas de aplicação, com os fungicidas sistêmicos ou misturas, sendo importante como estratégias de anti-resistência.

Tabela 39 - Valores de CL₅₀ e CL₉₅ dos fungicidas para inibição, *in vitro*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de segunda época, meados de novembro, safra 2016/2017.

Cultivares	Equações de ajustes	R ²	ppm i.a. (CL ₅₀)	ppm i.a. (CL ₉₅)
BMX Potência RR				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,8959x + 5,6779$	0,8677	0,43	3,21
clorotalonil	$y = 1,9065x + 6,1532$	0,8885	0,24	1,81
M 6410 IPRO				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,5091x + 5,4857$	0,8306	0,28	1,93
clorotalonil	$y = 1,9564x + 6,0796$	0,8744	0,12	1,25
NS 7200 IPRO				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,5827x + 5,8379$	0,9351	0,29	3,23
clorotalonil	$y = 1,693x + 6,4046$	0,9089	0,14	1,37

Tabela 40 - Valores de CL₅₀ e CL₉₅ dos fungicidas para inibição, *in vivo*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de segunda época, meados de novembro, safra 2016/2017.

Cultivares	Equações de ajustes	R ²	ppm i.a. (CL ₅₀)	ppm i.a. (CL ₉₅)
BMX Potência RR				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,3293x + 4,0727$	0,895	4,98	84,37
clorotalonil	$y = 1,9804x + 3,9264$	0,8806	3,48	23,45
M 6410 IPRO				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,4805x + 3,6907$	0,909	7,66	98,19
clorotalonil	$y = 1,9555x + 4,0042$	0,8905	3,23	22,27
NS 7200 IPRO				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,403x + 3,7584$	0,8645	7,67	113,21
clorotalonil	$y = 1,8824x + 4,2589$	0,9157	2,47	18,4

Ao analisar as três cultivares da 3^a época, pode-se verificar que tanto o carbendazim + tebuconazole como clorotalonil tiveram ação inibitória sobre a germinação dos uredosporos (Tabelas 41 e 42). Além disso, novamente foi observado que o fungicida à base de clorotalonil apresentou maior fungitoxicidade *in vitro* do que o fungicida carbendazim + tebuconazole, com valores de CL₅₀ = 0,19 ppm i.a. e CL₉₅ = 2,06 ppm i.a. (Tabela 41) e com valores *in vivo* de CL₅₀ = 2,11 ppm i.a. e CL₉₅ = 17,83 ppm i.a. (Tabela 42) na cultivar de soja NS 7300 IPRO. Estes resultados demonstram haver diferença entre as cultivares de soja.

Juliatti et al. (2017) ao estudarem duas populações de *P. pachyrhizi*, Uberlândia-MG e Chapadão do Sul-MS, verificaram que o fungicida multissítio clorotalonil apresentou menores valores em folhas destacadas, na população de Chapadão do Sul, EC₅₀ = 0,009 mg L⁻¹ e EC₉₅ = 5,01 mg L⁻¹, enquanto que em Uberlândia os valores foram EC₅₀ = 0,13 mg L⁻¹ e EC₉₅ = 6,50 mg L⁻¹.

Xavier et al. (2015) identificaram que houve variação na DE₅₀ no monitoramento realizado em diversas regiões do País, durante as safras 2009, 2010 e 2011, indicando a existência

de populações com diferentes níveis de sensibilidade aos IDMs no campo, em virtude da extensa época de semeadura da soja e das aplicações frequentes de fungicidas na cultura. Para tebuconazole, os valores da DE_{50} variaram de 0,001 a 1,49 $ml L^{-1}$, com medianas de 0,22 $ml L^{-1}$, 0,25 $mg L^{-1}$ e 0,23 $mg L^{-1}$, nas safras 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011, respectivamente.

Tabela 41 - Valores de CL_{50} e CL_{95} dos fungicidas para inibição, *in vitro*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de terceira época, meados de dezembro, safra 2016/2017.

Cultivares	Equações de ajustes	R ²	ppm i.a. (CL_{50})	ppm i.a. (CL_{95})
Desafio RR				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,5316x + 5,8532$	0,9469	0,44	3,32
clorotalonil	$y = 1,8793x + 5,66$	0,8505	0,27	3,26
NS 7300 IPRO				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,451x + 5,6289$	0,8379	0,36	4,97
clorotalonil	$y = 1,6099x + 6,1339$	0,9096	0,19	2,06
M 7739 IPRO				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,5198x + 5,3025$	0,7719	0,63	7,58
clorotalonil	$y = 1,884x + 5,7771$	0,9104	0,38	2,87

Tabela 42 - Valores de CL_{50} e CL_{95} dos fungicidas para inibição, *in vivo*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, provenientes do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de terceira época, meados de dezembro, safra 2016/2017.

Cultivares	Equações de ajustes	R ²	ppm i.a. (CL_{50})	ppm i.a. (CL_{95})
Desafio RR				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,331x + 3,9896$	0,8723	5,74	98,01
clorotalonil	$y = 1,857x + 4,2173$	0,8939	2,34	20,16
NS 7300 IPRO				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,4124x + 3,766$	0,8745	7,47	108,35
clorotalonil	$y = 1,7695x + 4,426$	0,8946	2,11	17,83
M 7739 IPRO				
carbendazim + tebuconazole	$y = 1,7889x + 3,4571$	0,9735	7,28	60,15
clorotalonil	$y = 1,8702x + 3,9124$	0,9371	3,81	28,73

5.2.2. Análises *in vivo* e teste de lavagem da safra 2017/2018

Os dados sobre toxicidade *in vivo* dos fungicidas encontram-se na Tabela 43. Analisando-se as três cultivares de soja da 1ª época da safra 2017/2018, o fungicida multissítio clorotalonil, destacou-se do fungicida específico carbendazim + tebuconazole, em todas as

cultivares, sendo mais fungitóxico, apresentando os menores valores de $CL_{50} = 1,41$ ppm i.a. e $CL_{95} = 22,99$ ppm i.a., especialmente na cv. de soja NA 5909 RG (Tabela 43).

Dentre os multissítios, o destaque foi para o fungicida à base de clorotalonil, que apresentou os menores valores de $CL_{50} = 1,41$ ppm i.a. e $CL_{95} = 22,99$ ppm i.a., quando comparado ao mancozebe, com valores de $CL_{50} = 4,21$ ppm i.a. e $CL_{95} = 116,5$ ppm i.a., mesmo quando o fungicida foi submetido à lavagem com $CL_{50} = 1,53$ ppm i.a. e $CL_{95} = 26,48$ ppm i.a. Desta forma, os resultados mostraram que o fungicida à base de clorotalonil permaneceu por mais tempo sobre as folhas, em todas as cultivares de soja, conferindo um maior período de controle da ferrugem-asiática.

Deuner et al. (2015) observaram o tempo de absorção do fungicida estrobilurina + carboxamida em plantas de soja, submetidas à chuva artificial de 7 mm, nos tempos de 0; 20; 40; 60; 80 e 120 minutos após aplicação do fungicida, para controlar a ferrugem da soja. Os resultados mostraram que os maiores controles foram obtidos nos tempos de 80 (88,2%) e 60 (83,3%) minutos, e os menores controles foram para os tempos de 0 (32,9%), 20 (36,1%) e 40 (57,4%) minutos.

Tabela 43 - Valores de CL_{50} e CL_{95} dos fungicidas para inibição, *in vivo*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, com e sem lavagem proveniente do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de primeira época, meados de outubro, safra 2017/2018.

	Com lavagem		Sem lavagem	
	CL_{50}	CL_{95}	CL_{50}	CL_{95}
cv. NA 5909 RG				
clorotalonil	1,53	26,48	1,41	22,99
mancozebe	6,87	238,03	4,21	116,5
carbendazim + tebuconazole			2,77	83,08
cv. BMX Turbo RR				
clorotalonil	2,49	47,13	1,72	28,43
mancozebe	17,16	614,73	9,63	295,06
carbendazim + tebuconazole			1,36	36,94
cv. M 5917 IPRO				
clorotalonil	2,6	41,8	1,85	24,46
mancozebe	13,17	519,69	9,24	360,87
carbendazim + tebuconazole			3,85	72,71

A fungitoxicidade dos fungicidas multissítios e específico, *in vivo*, em diferentes cultivares de soja da 2ª época encontram-se na Tabela 44. O fungicida multissítio clorotalonil apresentou menores valores de $CL_{50} = 2,67$ e $CL_{95} = 47,53$, em todas as cultivares, com destaque para a cultivar BMX Potência RR, quando comparado ao fungicida específico carbendazim + tebuconazole.

Ao analisar os fungicidas multissítios, pode-se observar que o fungicida clorotalonil, apresentou menores valores de $CL_{50} = 2,67$ e $CL_{95} = 47,53$ do que o fungicida mancozebe, com valores de $CL_{50} = 5,33$ e $CL_{95} = 173,06$. Mesmo simulando a lavagem dos produtos, o fungicida clorotalonil apresentou menores valores de $CL_{50} = 3,66$ e $CL_{95} = 76,26$ do que o fungicida mancozebe, com valores de $CL_{50} = 7,46$ e $CL_{95} = 269,19$ (Tabela 67). Os resultados demonstraram que, em condições de maior precipitação pluviométrica, o fungicida à base de clorotalonil pode apresentar maior fixação sobre as folhas, mantendo maior período residual de controle.

Tabela 44 - Valores de CL_{50} e CL_{95} dos fungicidas para inibição, *in vivo*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, com e sem lavagem proveniente do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de segunda época, meados de novembro, safra 2017/2018.

	Com lavagem		Sem lavagem	
	CL_{50}	CL_{95}	CL_{50}	CL_{95}
cv. BMX Potência RR				
clorotalonil	3,66	76,26	2,67	47,53
mancozebe	7,46	269,19	5,33	173,06
carbendazim + tebuconazole			5,06	82,61
cv. M 6410 IPRO				
clorotalonil	4,51	120,37	3,39	55,44
mancozebe	11,74	424,83	9,36	324,46
carbendazim + tebuconazole			4,86	98,48
cv. NS 7200 IPRO				
clorotalonil	3,31	119,32	2,92	53,67
mancozebe	11,07	771,97	6,34	274,95
carbendazim + tebuconazole			3,42	93,85

Analisando-se as três cultivares de soja da 3ª época (Tabela 45), pode-se observar que a ação de inibição da germinação de uredosporos de *P. pachyrhizi* foi maior com o fungicida clorotalonil, com valores de $CL_{50} = 2,36$ e $CL_{95} = 45,86$, do que o fungicida específico carbendazim + tebuconazole, com valores de $CL_{50} = 3,38$ e $CL_{95} = 76,09$, especialmente na cultivar Desafio RR, indicando a importância do uso de fungicidas multissítios junto aos específicos, para se ter melhor eficácia e manejo da resistência. Tanto o fungicida multissítio clorotalonil, como o mancozebe aumentaram os valores de CL_{50} e CL_{95} , quando submetidas às condições de lavagem, porém menores reduções foram observadas com o fungicida clorotalonil, permanecendo por mais tempo sobre as folhas de soja, conferindo maior período residual.

Tofoli et al. (2013) citam que o clorotalonil possui maior aderência à superfície foliar e considerável capacidade de redistribuir-se na planta, por outro lado, o fungicida mancozebe é mais vulnerável à lavagem por chuva.

Tabela 45 - Valores de CL_{50} e CL_{95} dos fungicidas para inibição, *in vivo*, da germinação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, com e sem lavagem proveniente do município de Arthur Nogueira, SP, em cultivares de soja de terceira época, meados de dezembro, safra 2017/2018.

	Com lavagem		Sem lavagem	
	CL_{50}	CL_{95}	CL_{50}	CL_{95}
cv. Desafio RR				
clorotalonil	3,97	135,92	2,36	45,86
mancozebe	8,87	336,48	5,74	287,72
carbendazim + tebuconazole			3,38	76,09
cv. NS 7300 IPRO				
clorotalonil	5,04	179,18	3,51	57,45
mancozebe	12,61	282,21	7,91	248,24
carbendazim + tebuconazole			5,75	102,63
cv. M 7739 IPRO				
clorotalonil	3,82	107,05	2,89	52,43
mancozebe	8,88	289,51	6,16	134,10
carbendazim + tebuconazole			5,64	117,36

6. CONCLUSÕES

- A semeadura com cultivares de ciclo super-precoce, realizada a partir de meados de outubro, apresenta menor severidade de ferrugem causada por *Phakopsora pachyrhizi*, e maiores aumentos de produtividade quando comparada com a semeadura de novembro e dezembro;

- Comparando as duas safras, devido ao fator climático especial, a de 2017/18 tem menor severidade o que resulta em maiores produtividades, considerando a média das duas safras e três cultivares;

- De uma maneira geral, o fator mais determinante na lucratividade da cultura é relativo à aplicação dos fungicidas na fase vegetativa, independente da severidade da ferrugem, safra, época de cultivo e da cultivar utilizada;

- O fungicida multissítio clorotalonil é mais fungitóxico *in vitro* e *in vivo* que o fungicida específico carbendazim + tebuconazole para os uredosporos de *P. pachyrhizi*, em todas as coletas referentes, independente das safras e épocas de semeadura;

- O fungicida clorotalonil é mais fungitóxico que o fungicida mancozebe nos testes *in vivo*, sob condições de lavagem dos folíolos ou sem lavagem;

A partir dos testes *in vivo* e *in vitro*, há indicação de haver interação significativa dos cultivares com cada fungicidas;

- Os resultados reforçam a importância da utilização dos multissítios nos programas de aplicação com os fungicidas sítio-específicos, por apresentarem boa fungitoxicidade, de garantir bons níveis de controle e do manejo da resistência de *P. pachyrhizi*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.18, n.1, p.265-267, 1925.

ABIOVE. **Relatório de Exportações – Complexo Soja e Milho**. Disponível em: <<http://abiove.org.br/estatisticas/exportacoes-do-complexo-soja-abril-2019/>>. Acesso em nov. 2019.

AGROESTE. **Ferrugem asiática já causou prejuízos de US\$25 bi na lavoura de soja**. Disponível em: <<http://www.agroeste.com.br/noticia/2685/ferrugem-asiatica-ja-causou-prejuizos-de-us-25-bi-na-lavoura-de-soja>>. Acesso em set. 2016.

AGROFIT 2019. **Sistema de informação**. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://agricultura.gov.br/agrofit>>. Acesso em mar. 2019.

AKAMATSU, M.A.; FIGUEREDO, M.B.; HARAKAVA, R. Detecção e Distinção de *Phakopsora pachyrhizi* e *P. melbomiae* em Amostras do Herbário Uredinológico do Instituto Biológico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, supl., p.277-278, 2004. (Resumo).

ALMEIDA, R.; FORCELINI, C.A.; GARCÉS, F.R. Controle de doenças em soja através de aplicações antecipadas de fungicida. **Tropical Plant Pathology** 34 (Suplemento): S79 (Resumo), 2009a.

ALMEIDA, R.; FORCELINI, C.A.; GARCÉS, F.R. Análise de distribuição dos componentes de rendimento na planta como critério para a época de aplicação de fungicidas em soja. **Tropical Plant Pathology** 34 (Suplemento): S79 (Resumo), 2009b.

ALVES, V.M.; JULIATTI, F.C. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 44, n. 3, p. 245-251, 2018.

AZEVEDO, L.A.S. **Fungicidas protetores - Fundamentos para uso racional**. Luis Antônio Siqueira Azevedo, 2003, 320 p.

BALARDIN, R. S. **Doenças da Soja**. Santa Maria: Edição do Autor, 2002. 100p.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JUNIOR, W. **Software AgroEstat** - Sistema de análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2009.

Bayer. Disponível em < [CALVO, E.S.; SIQUERI, F.; KIIHL, R.A.S.; HARADA, A.; GARCIA, A.; KOGA, L.; HIROMOTO, D.M.; TAKEDA, C.; SUZUKI S.; NOUCHI, A.K.; OTUBO, S.T.; YUYAMA, M.M. **Genética e melhoramento para resistência a ferrugem asiática \(*Phakopsora pachyrhizi*\) da soja \(*Glycine max* L.\)**. Embrapa soja. Documentos, 281, p.125-131, 2007.](https://www.google.com/search?rlz=1C1GCEU_pt-BRBR820BR820&sxsrf=ACYBGNQaBQYq3ZUFxWTEHKHbrPe9p-NCUA:1574592750125&q=estadio+fenologico+soja+bayer&tbm=isch&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwi90aWM14LmAhWss1kKHQYtBLcQsAR6BAgKEAE&biw=1366&bih=657#imgrc=QW6U4W0T9txPQM:>, Acesso em nov. 2019.</p></div><div data-bbox=)

CÂMARA, G.M.S. **Bases de fisiologia da cultura da soja**. Gil Miguel de Sousa Câmara (editor). Piracicaba: G.M.S. Câmara, 2000. 21p.

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

CARVALHO, A.C.S.; ALMEIDA, O.T.; RIVERO, S. **Tendências de expansão da soja no Brasil e na Amazônia**. Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/resumos/resumos/1910.htm>>. Acesso em ag. 2016.

CELESTINO, G.G.; GODOY, C.V. Ensaio cooperativo para avaliação da eficiência de fungicidas protetores no controle de doenças na cultura da soja. Jornada Acadêmica da Embrapa Soja (11: 2016: Londrina, PR). **Resumos expandidos** [da] XI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 252 p. (Documentos / Embrapa Soja,n. 373).

CONAB. **Acomp. da safra bras. grãos, v. 7 Safra 2019/20, n.1** - Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-47, outubro 2019.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Ferrugem da soja.** Disponível em: <www.consorcioantiferrugem.net.> Acesso em jun.2018.

COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v.23, p. 4, 2000.

CRUZ, T.V. **Crescimento e produtividade da soja em diferentes épocas de semeadura com e sem controle químico da ferrugem asiática no oeste da Bahia.** (Doutorado em Ciências Agrárias). 2011. 166 p. Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB), Cruz das Almas, 2011.

CRUZ, T.V.; PEIXOTO, C.P.; MARTINS, M.C.; LARANJEIRA, F.F.; LOPES, P.V.L.; ANDRADE, N.S.; LEDO, C.A.S. Perdas causadas pela ferrugem-asiática em cultivares de soja semeadas em diferentes épocas, no Oeste da Bahia. **Tropical Plant Pathology**, vol. 37(4):255-265, 2012.

CRUVIEL, A.R. **Epidemiologia da ferrugem asiática da soja em ambientes do Estado de Goiás: efeito de fungicida e época de semeadura.** (Mestrado em Agronomia). 2005. 91p. Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, 2005.

DEBORTOLI, M.P.; TORMEN, N.R.; BALARDIN, R.S.; FAVERA, D.D.; STEFANELLO, M.T.; PINTO, F.F.; UEBEL, J.D. Espectro de gotas de pulverização e controle da ferrugem-asiática-da-soja em cultivares com diferentes arquiteturas de plantas. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.47, n.7, p.920-927, jul. 2012.

DESLANDES, J. A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 337-339, 1979.

DEUNER, C.C.; PASTRE, G.; VISINTIN, G.; GHISSI-MAZZETTI, V.C. Absorção de fungicidas em folhas de soja visando controle de ferrugem asiática. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 48. 2015. **Resumos...** São Pedro:UNESP, 2018. CD-ROM.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil - 2004**, Londrina: Embrapa soja, 2004.

EMBRAPA SOJA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16299919/estudo-da-embrapa-e-bayer-ira-mapear-mecanismo-de-resistencia-de-doencas-da-soja-aos-fungicidas>>. Acesso em set. 2016.

FAVERA, D.D. **Pontas de pulverização e taxas de aplicação sobre o controle da ferrugem asiática em diferentes cultivares de soja.** (Mestrado em Agronomia). 2012. 130p. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2012.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development.** Ames:Iowa State University Science and Technology, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FORCELINI, C.A.; ROHERIG, R.; PAULO JUNIOR, J.; RAMOS, M.F.T. O fungicida multissítio oxicloreto de cobre como ferramenta para o manejo da ferrugem asiática da soja. In: Congresso Brasileiro de Soja, 8. 2018. **Anais...** Goiânia:Embrapa, p.539-540, 2018. CD-ROM.

FRAC. **Novas recomendações para o manejo da ferrugem da soja.** Disponível em <<http://www.frac-br.org/soja>>. Acesso em set. 2016.

FREITAS, M.C.M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.12; 2011.

FURLAN, S.H. Impacto, diagnose e manejo da ferrugem asiática da soja no Brasil. **Anais**, Reunião Itinerante de Fitossanidade do instituto Biológico. Aguaí SP. 2004, (CD-ROM).

FURLAN, S.H.; LEITE, J.A.B.P.; FRANCO, D.A.S. **Ação in vitro e in vivo de fungicidas multi-sítios sobre *Phakopsora pachyrhizi*.** In: Congresso Brasileiro de Soja, 7, Florianópolis:Embrapa soja, 2015, CD-ROM.

FURLAN, S.H.; LEITE, J.A.B.P.; FRANCO, D.A.S. **Eficiência de fungicidas multi-sítios testados em rede para o controle da ferrugem asiática da soja no estado de são Paulo, 2015/16.** In: Reunião de Pesquisa de soja, 35, Londrina:Embrapa soja, p.131-133, 2016.

GASPARETTO, R.; FERNANDES, C.D.; MARCHI, C.E.; BORGES, M.F. Eficiência e viabilidade econômica da aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja em Campo Grande, MS. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.78, n.2, p.251-260, abr./jun., 2011.

GASTAL, M.F.C.; RAUPP, A.A.A. Ferrugem da soja - prevenção através de cultivares resistentes. Embrapa. **Comunicado Técnico**, 20, p.1-4, 1976.

GODOY, C.V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M.G. Diagramatic Scale for Assessment of Soybean Rust Severity. **Fitopatologia Brasileira**, 31(1), p.63-68, 2006.

GODOY, C.V.; HENNING, A.A. Tratamento de semente e aplicação foliar de fungicidas para o controle da ferrugem-da-soja. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.43, n.10, p.1297-1302, out. 2008.

GODOY, C.V.; FLAUSINO, A.M.; SANTOS, L.C.M.; DEL PONTE, E.M. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, v.34, n.1, p.56-61, 2009.

GODOY, C.V. **Estratégias de manejo para a ferrugem da soja**. Agroanalysis, set. 2019, p.44-45, 2009.

GODOY, C.V. **Risk and management of fungicide resistance in the Asian soybean rust fungus *Phakopsora pachyrhizi***. In: Thind, T.S. Fungicide Resistance in Crop Protection: Risk and management. London, UK: CABI, cap.7, p.87-95, 2012.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; ROESE, A.D.; FORCELINI, C.A.; PIMENTA, C.B.; JACCOUD FILHO, D.S.; BORGES, E.P.; SIQUERI, F.V.; JULIATTI, F.C.; FEKSA, H.R.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; CARNEIRO, L.C.; SILVA, L.H.C.P.; SATO, L.N.; CANTERI, M.G.; MADALOSSO, M.; ITO, M.F.; MARTINS, M.C.; BALARDIN, R.S.; FURLAN, S.H.; MONTECELLI, T.D.N.; CARLIN, V.J.; BARROS, V.L.N.P.; VENANCIO, W.S. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2012/13: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 7 p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 99).

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; PIMENTA, C.B.; CASSETARI NETO, D.; JACCOUD FILHO, D.S.; BORGES, E.P.; ANDRADE JUNIOR, E.R.; SIQUERI, F.V.; JULIATTI, F.C.; FEKSA, H.R.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; CARNEIRO, L.C.; SILVA, L.H.C.P.; SATO, L.N.; CANTERI, M.G.; MADALOSSO, M.; ITO, M.F.; MARTINS, M.C.; BALARDIN, R.S.; FURLAN, S.H.; MONTECELLI, T.D.N.; CARLIN, V.J.; BARROS, V.L.N.P.; VENANCIO, W.S. **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. 7 p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 103).

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; FORCELINI, C.A.; PIMENTA, C.B.; CASSETARI NETO, D.; JACCOUD FILHO, D.S.; BORGES, E.P.; ANDRADE JUNIOR, E.R.; SIQUERI, F.V.; JULIATTI, F.C.; FEKSA, H.R.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; CARNEIRO, L.C.; SILVA, L.H.C.P.; SATO, L.N.; CANTERI, M.G.; MADALOSSO, M.; GOUSSAIN, M.; MARTINS, M.C.; BALARDIN, R.S.; FURLAN, S.H.; MONTECELLI, T.D.N.; CARLIN, V.J.; VENANCIO, W.S. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Londrina: Embrapa Soja, 2015. 6p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 111).

GODOY, C.V. **Embrapa aborda estratégias antirresistência para ferrugem da soja.** Disponível em < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9381457/embrapa-aborda-estrategias-antirresistencia-para-ferrugem-da-soja>>. Acesso em out. 2016.

GODOY, C.V.; ASSIS, G.M.L. **Avaliação da reação de acessos de amendoim forrageiro a *Phakopsora pachyrhizi*.** In: Reunião de Pesquisa de Soja, 35, p.91-93, 2016.

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; FORCELINI, C.A.; PIMENTA, C.B.P.; BORGES, E.P.; ANDRADE JUNIOR, E.R.; SIQUERI, F.V.; JULIATTI, F.C.; FAVERO, F.; FEKSA, H.R.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; CARNEIRO, L.C.; SILVA, L.H.C.P.; SATO, L.N.; CANTERI, M.G.; VOLF, M.R.; DEBORTOLI, M.P.; GOUSSAIN, M.; MARTINS, M.C.; BALARDIN, R.S.; FURLAN, S.H.; MADALOSSO, T.; CARLIN, V.J.; VENÂNCIO, W.S. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2015/16: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Londrina: Embrapa Soja, 2016. 6p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 119).

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; LOPES, I.O.N.; FORCELINI, C.A.; PIMENTA, C.B.P.; FILHO, D.S.J.; MOREIRA, E.N.; ANDRADE, E.R.; BORGES, E.P.; SIQUERI, F.V.; JULIATTI, F.C.; FAVERO, F.; ARAÚJO JUNIOR, I.P.; JUNIOR, J.N.; SILVA, L.H.C.P.; SATO, L.N.; BELUFI, L.M.R.; GOUSSAIN, M.; VOLF, M.R.; DEBORTOLI, M.P.; MARTINS, M.C.; BALARDIN, R.S.; FURLAN, S.H.; MADALOSSO, T.; CARLIN, V.J.; VENÂNCIO, W.S. **Eficiência de fungicidas multissítios e produtos biológicos no controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2016/17: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 8p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 131).

GODOY, C.V. **Alerta sobre o controle da ferrugem-asiática no Brasil**. Disponível em <<https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/FRAC+-Resist%C3%A2ncia+a+fungicidas/e583e4fd-4104-4de5-d4ff-85cd4e2754d2>>. Acesso em jun. 2018.

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; LOPES, I.O.N.; DIAS, A.R.; DEUNER, C.C.; PIMENTA, C.B.P.; FILHO, D.S.J.; MOREIRA, E.N.; BORGES, E.P.; ANDRADE JUNIOR, E.R.; SIQUERI, F.V.; JULIATTI, F.C.; FAVERO, F.; FEKSA, H.R.; ARAÚJO JUNIOR, I.P.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; BELUFI, L.M.R.; CARNEIRO, L.C.; CARREGAL, L.H.; SATO, L.N.; CANTERI, M.G.; VOLF, M.R.; GOUSSAIN, M.; DIAS, M.D.; DEBORTOLI, M.P.; MARTINS, M.C.; BALARDIN, R.S.; FURLAN, S.H.; MADALOSSO, T.; CARLIN, V.J.; VENÂNCIO, W.S. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2017/18: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 8p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 138).

HARTMAN, G. L.; WANG, T.C.; TSCHANZ, A.T. Soybean rust development and the quantitative relationship between rust severity and soybean yield. **Plant Disease** 75: 596-600.1991.

HIRANO, M.; HIKISHIMA, M.; SILVA, A.J.; XAVIER, S.A.; CANTERI, M.G. Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 36, n. 3, p. 248-250, 2010

IGREJA, A. C. M., PACKER, M. F. & ROCHA, M. B. **A evolução da soja no Estado de Goiás e seu impacto na composição agrícola.** São Paulo: IEA, 1988.

ITO, M.F. Principais doenças da cultura da soja e manejo integrado. **Nucleus**, Edição especial, p.83 - 102, 2013.

JULIATTI, F.C.; NASCIMENTO, F.G.; ARAÚJO, V.C.; JULIATTI, B.C.M.; VIEIRA, R.B. Fungicidas protetores, aplicados de forma isolada, no controle de ferrugem asiática e oídio na cultura da soja, safra 2015-2016. In: Reunião de Pesquisa de Soja, 25. 2016. **Resumos expandidos...** Londrina:Embrapa, p.113-115, 2016.

JULIATTI, F.C.; POLLONI, L.C.; MORAIS, T.P.; ZACARIAS, N.R.S.; SILVA, E.A.; JULIATTI, B.C.M. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* populations to dithiocarbamate, chloronitrile, triazole, strobilurin, and carboxamide fungicides. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 33, n. 4, p. 933-943, July/Aug. 2017.

KAJIHARA, L.H.; JUNIOR, R.P.; PRADO, C.A.; GUARNIERI, C.C. Aplicações sequenciais de fungicidas no vegetativo para o controle de ferrugem asiática da soja. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 48. 2015. **Resumos...** São Pedro:UNESP/ESALQ/UFSCAR/IB-APTA/IAC-APTA), 2015a. CD-ROM.

KAJIHARA, L.H.; JUNIOR, R.P.; PRADO, C.A.; GUARNIERI, C.C. Associação de fungicidas aplicados no vegetativo para o controle de ferrugem da soja. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 48. 2015 b. **Resumos...** São Pedro:UNESP/ESALQ/UFSCAR/IB-APTA/IAC-APTA), 2015b. CD-ROM.

KAJIHARA, L.H.; GUARNIERI, C.C.O.; PAES JUNIOR, R. Diferentes fungicidas aplicados no estágio vegetativo para o controle de ferrugem da soja. In: Reunião de Pesquisa de Soja, 26. 2017. **Resumos expandidos...** Londrina:Embrapa, p.142-144, 2017.

LOBODA, M.S. **População de plantas, ferrugem asiática e produção de soja.** (Mestrado em agronomia). 2009. 48 p. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, 2009.

MADALOSSO, M.G. et al. Misturas convencionais e novas associadas aos fungicidas mancozebe e clorotalonil em três cultivares. In: Congresso Brasileiro de Soja, 6. 2015. **Resumos**. Florianópolis:EMBRAPA, 2015. CD-ROM.

MARQUES, L.N. **Mancozebe associado ao patossistema *Phakopsora pachyrhizi* x *Glicine max*: Respostas fisiológicas das plantas**. (Doutorado em agronomia). 2017. 100 p. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2017.

MEYER, M. **Resistência da ferrugem da soja deve ser um problema na safra 2016/2017**. Disponível em: <<http://sfagro.uol.com.br/ferrugem-asiatica-soja/>>. Acesso em set. 2016.

MOURA, B.; BOLLER, W.; DEUNER, C.C. In vitro determination of fungicide inhibitory concentration for *Pakopsora pachyrhizi* isolates. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 42, n. 2, p. 170-171, 2016.

MUELLER, C. C. & BUSTAMANTE, M. **Análise da expansão da soja no Brasil. s/l, abr. 2002**. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/rfpp/news/debates/mueller.pdf>> Acesso em: set. 2016.

MUTTA, F.T.T.; KATO, D.S.; BELLETTINI, R.; MEGDA, F.F.; PEREIRA, R.A.; FIGUEIRA, M. Efeito da aplicação de fungicidas em estágio vegetativo da soja para controle da ferrugem asiática na safra 2016/2017. In: Congresso Brasileiro de Soja, 8. 2018. **Anais...** Goiânia:Embrapa, p.581-583, 2018. CD-ROM.

NASCIMENTO, J.M.; GAVASSONI, W.L.; BACCHI, L.M.A.; MELO, E.P. Germinação de uredinósporos de *Phakopsora pachyrhizi* e *Puccinia kuehnii* sob diferentes adjuvantes. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.82, 1-6, 2015.

NASCIMENTO, F.B. **Controle de doenças em soja com diferentes manejos e momentos de aplicação de fungicidas baseados no índice de área foliar**. (Mestrado em agronomia). 2018. 30p. – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, 2018.

OLIVEIRA, S.H.F. Época de aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29 Supl. p. 295, 2004.

OLIVEIRA, A.C.B., GODOY, C.V. & MARTINS, M.C. Avaliação da tolerância de cultivares de soja à ferrugem asiática no Oeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira** 30:658-662. 2005.

ORTIS, R.B.P. **Multi-site fungicides associated with DMIs and Qols: A new strategy to control Asian soybean rust.** (Mestrado em agronomia). 2015. 43 p. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 2015.

PARREIRA, J.B.; SILVA, G.B.; GOUSSAIN, M.; MARCHIORO, F.L.; GOUSSAIN, R.C.S.; MASETTO, A.J.; SILVA, V.L. Controle químico de ferrugem asiática na cultura da soja (Glicine max) – Safra 16/17. In: Congresso Paulista de Fitopatologia, 41. 2018. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, V.44, Suplemento, fevereiro, 2018.

PIMENTA, C.B.; JULIATTI, F.C.; NUNES JUNIOR, J. Efeito do tratamento de semente com fungicidas associado à pulverização foliar no controle da ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.4, p.1709-1715, 2011.

PIONNER. **Estimando a produtividade na cultura da soja.** Disponível em <<http://www.pioneersementes.com.br/blog/46/estimando-a-produtividade-na-cultura-da-soja>>. Acesso em nov. 2019.

POLIZEL, A.C.; MENEZES, P.C.; SILVA, A.R.B.; GUIMARÃES, S.L.; SILVA, M.A.P. Teor de clorofila e severidade da ferrugem asiática em função de cultivares, aplicação de fungicida e época de semeadura da soja. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011, p.1-11.

POLLONI, L.C.; NASCIMENTO, L.S.; MORAIS, T.P.; JULIATTI, F.C. **Avaliação *in vitro* da sensibilidade das populações de *Phakopsora pachyrhizi* aos fungicidas multissítios, triazóis, estrobilurinas e carboxamidas.** Disponível em: <http://www.cbfito.com.br/ferrugemsoja/cd/Resumos/ResumoFerrugemSoja_0017.pdf> Acesso em: ago. 2018.

REIS, E.M.; DEUNER, E.; ZANATTA, M. *In vivo* sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* to DMI and QoI fungicides. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 41, n. 1, p. 21-24, 2015.

REIS, E.M. Sobre os hospedeiros de *Phakopsora pachyrhizi*, no Brasil. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 45, n. 1, p. 113, 2019.

RESENDE, A.A.; JULIATTI, F.C. Tratamento de sementes de soja com fluquinconazole no controle da ferrugem asiática. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 84-94, Jan./Feb. 2010.

RICHETTI, A. Custo do Controle Químico da Ferrugem Asiática da Soja na Safra 2005/06. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 111).

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E.; BENSON, G.O. How a soybean plant devlops. Ames:Iowa State University of Science and Technology, 1977. 20p. (Special Reprot, 53).

SILVA, V.A.S. Resistência Parcial e Fungicidas no Controle da Ferrugem Asiática da Soja. (Mestrado em agronomia). 2007. 66 p. Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, 2007.

SILVA, V. A. S; JULIATTI, F.C; SILVA, L.A. Interação entre resistência genética parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1261-1268, 2007.

SILVA, J.V.C. Comportamento de cultivares de soja na presença da ferrugem asiática, em relação a programas de controle químico. (Mestrado em agronomia). 2009. 69p. Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, 2009.

SILVA, L.H.C.P.; CAMPOS, H.D.; SILVA, J.R.C.; REIS, E.M. Controle da ferrugem asiática da soja com mancozebe um fungicida multissítio. **Summa Phytopathologica**, v.41, n.1, p.64-67, 2015.

SIMÕES, K.; HAWLIK, A.; REHFUS, A.; GAVA, F.; STAMMLER, G. First detection of a SDH variant with reduced SDHI sensitivity in *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 125, p. 21-26, 2018.

SISTEMA DE ALERTA. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/>> Acesso em: set. 2016.

SOUZA, G.F. Avaliação de nove espécies de leguminosas como hospedeiros alternativos de *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. (Mestrado em agronomia). 2007. 56 p. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2007.

SOUZA, L.L.P. **Efeito do momento de aplicação de fungicida e da época de semeadura no controle de ferrugem asiática da soja.** (Mestrado em agronomia). 2015. 55 p. Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2015.

STEFANELO, M.S.; OHL, G.A.; ABADIA, R.R.; BARRETO, U.B.; OLIVEIRA, W.R.; COELHO, A.G. Triazol e fungicidas protetores associados a fungicidas sistêmicos no controle de ferrugem da soja. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 48. 2015. **Resumos...** São Pedro:UNESP/ESALQ/UFSCAR/IB-APTA/IAC-APTA), 2015b. CD-ROM.

TESTON, R.; MADALOSSO, T.; FAVERO, F. Influência da aplicação de fungicida no estágio vegetativo no complexo de doenças (*Phakopsora pachyrhizi*, *Corynespora cassiicola* e *Cercopora kikuchii*) na cultura da soja na região oeste do Paraná, safra 2016/2017. In: Reunião de Pesquisa de Soja, 26. 2017. **Resumos expandidos...** Londrina:Embrapa, p.108-110, 2017.

TOFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J.; SANTOS, J.M.F.; JUNIOR, A.M.L. Efeito de chuva simulada sobre a eficácia de Dithane*NT (Mancozebe) no controle da requeima do tomateiro. **Biológico**, São Paulo, v.68, Suplemento, p.604-606, 2006.

TOFOLI, J.G.; MELO, P.C.T.; DOMINGUES, R.J.; FERRARI, J.T. Controle da requeima e pinta preta da batata por fungicidas: conceitos, evolução e uso integrado. **Biológico**, São Paulo, v.75, n.1, p.41-52, jan./jun., 2013.

TOLOTI, D.S.; SOARES, J.P.C.; ALBERTON, O. Eficiência do fungicida do grupo químico das carboxamida+estrobilurina no controle da Ferrugem Asiática em diferentes estádios da soja. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** UNIPAR, Umuarama, v. 19, n. 3, p. 153-157, jul./set. 2016.

VENANCIO, W.S.; BORATTO, I.V.; DALLAGO, E.G.; MARZAROTTO, F.O.; BORATTO-MODESTO, V.N.; SANTOS, T.; VENANCIO, R.M. Fungicidas multissítios aplicados em mistura com fungicidas específicos no manejo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) na cultura da soja. In: Congresso Brasileiro de Soja, 8. 2018. **Anais...** Goiânia:Embrapa, p.480-482, 2018. CD-ROM.

VIEIRA, L.F.; CASTELLAR, V.L.; GODOY, C.V. Eficiência de fungicidas multissítios em mistura com fungicidas sítio-específicos no controle da ferrugem-asiática da soja. Jornada Acadêmica da Embrapa Soja (13:2018: Londrina, PR). **Resumos expandidos...** Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. Londrina: Embrapa Soja, p.115-122, 2018.

VITTI, A. J; PAIVA, S.B; CASTRRO, R.M; VEIGA, J.S; GARCIA, L. Efeito residual e curativo de fungicidas para o controle de ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, Supl. p. 290, 2004.

YANG, X.B.; TSCHANZ, A.T.; DOWLER, W.M.; WANG, T.C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybean infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Phytopathology**, v.81, p.1420-1426, 1991.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M. **Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow.** Londrina: Embrapa Soja, 2002. Folder.

YORINORI, J.T.; NUNES JUNIOR, J.; LAZAROTTO, J.J. **Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle.** Embrapa soja. Documentos, 247, p.17-18, 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**, v.89, p.675-677, 2005.

XAVIER, S.A.; KOGA, L.J.; BARROS, D.C.M.; CANTERI, M.G.; LOPES, I.O.N.; GODOY, C.V. Variação da sensibilidade de populações de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas inibidores da desmetilação no Brasil. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 41, n. 3, p. 191-196, 2015.

ZAMBENEDETTI MAGNANI, E.B., ALVES, E. & ARAÚJO, D.V. Eventos dos processos de pré-penetração, penetração e colonização de *Phakopsora pachyrhizi* em folíolos de soja. **Fitopatologia Brasileira** 32:156-160. 2007.

ZANON, A.J. et al. Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 4, p.400-411, 2015.