



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LENIO CESAR MORAES DE CAMARGO

**MANEJO QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA
(*Phakopsora pachyrhizi*) BASEADO EM DIFERENTES
MÉTODOS DE MONITORAMENTO**

LENIO CESAR MORAES DE CAMARGO

**MANEJO QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA
(*Phakopsora pachyrhizi*) BASEADO EM DIFERENTES
MÉTODOS DE MONITORAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giovanetti Canteri

Londrina
2011

LENIO CESAR MORAES DE CAMARGO

**MANEJO QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA
(*Phakopsora pachyrhizi*) BASEADO EM DIFERENTES MÉTODOS DE
MONITORAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Seiji Igarashi
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Marcelo G. Balan
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Otávio Jorge G. Abi Saab
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Ricardo Ralish
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Marcelo Giovaneti Canteri
UEL – Londrina – PR

Londrina, 31 de janeiro de 2011.

DEDICATÓRIA

A DEUS e à minha família que têm me dado todo o suporte e motivação para galgar cada um dos degraus da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por me dar condições de chegar até aqui.

Em especial aos meus pais pelo esforço, por me proporcionarem a base familiar e as condições necessárias para realização dessa pós-graduação.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Marcelo Giovanetti Canteri, pelo apoio e orientação neste trabalho, mas sobretudo pela sua amizade, compreensão e conselhos.

Aos meus sempre mentores Dr. Seiji Igarashi e Dr. Otávio Jorge Grígoli Abi Saab que estiveram ao meu lado toda minha vida acadêmica, me orientando e aconselhando durante todo esse período.

Ao querido amigo Israel Henrique Tamiozzo, companheiro de trabalho e grande mentor nessa trajetória.

Aos professores do mestrado, Dr. Martin Homechin, Dr^a. Débora Cristina Santiago, Dr^a Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves, Dr. Seiji Igarashi, Dr^a Inês Cristina de Batista Fonseca, Dr. Amarildo Pasini e Dr^a Maria de Fátima Guimarães, ao técnico de laboratório José, e secretária da pós-graduação Weda.

A todos os amigos que acompanharam e fizeram parte dessa vida acadêmica, e que de alguma forma estiveram presentes em cada realização e crescimento profissional, em especial aos amigos Gustavo Migliorini de Oliveira, Marcelo G. Balan, Marlom Dias Denez, Cristiane Gardiano, Diego Dionísio, Wagner Igarashi, Guilherme Garcia, dentre tantos outros que me ajudaram, o meu muito obrigado de coração.

CAMARGO, Lenio Cesar Moraes de. **Manejo químico da Ferrugem Asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) baseado em diferentes métodos de monitoramento**. 2011. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estabelecer o momento ideal da primeira aplicação de agrotóxicos para o controle da ferrugem asiática na cultura da soja. O momento desta aplicação foi baseado em diferentes programas de monitoramento. O trabalho foi desenvolvido durante três safras na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e na Fazenda Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), última safra. Foram instalados coletores de esporos na área para detecção dos primeiros esporos de ferrugem, verificando-se ainda condições climáticas obtidas em estação meteorológica. As aplicações foram realizadas a 1, 7, 14, 21 e 30 dias após detecção dos primeiros esporos, além de tratamentos seguindo monitoramento climático e monitoramento convencional (1^{os} sintomas). As aplicações preventivas baseadas no monitoramento AURA (BASF), no florescimento e logo no início da detecção dos primeiros esporos (1 e 7 dias após detecção) mostraram-se eficientes no controle da ferrugem asiática da soja, diferindo estatisticamente da testemunha tanto para severidade de doença como para produtividade. Validando, desta maneira, o melhor momento da primeira aplicação preventiva de agrotóxicos baseado na detecção dos esporos para o controle da ferrugem asiática.

Palavras-chave: *Phakopsora pachyrhizi*. Coletor de esporos. Momento de aplicação.

CAMARGO, Lenio Cesar Moraes de. **Chemical management of the soybean asian rust based on different monitoring methods**. 2011. 52 f. Dissertation (Master's Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

ABSTRACT

The objective of this study was to establish the ideal time of the first application of pesticides for control of Asian rust in soybeans. The timing of this application was based on different monitoring programs. The study was conducted during three seasons at the Farm School of the Universidade Estadual de Londrina (UEL) and at the Experimental Farm of the Agronomy Institute of Paraná (IAPAR), last season. Spore collectors were installed in the area of early detection of rust spores, there are still weather conditions obtained from weather station. The applications were made at 1, 7, 14, 21 and 30 days after detection of the first spores, and climate monitoring and treatment following conventional monitoring (1st symptoms). Preventive applications based on monitoring AURA (BASF), during flowering and early on the first detection of spores (1 and 7 days after detection) were effective in the control of Asian soybean rust, differing from the control for both severity disease as for productivity. Validating in this way, the best moment of the first preventive application of pesticides based on the detection of spores for control of Asian rust.

Keywords: Phakopsora pachyrhizi. Spore collector. Time of application.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Tratamentos utilizados para controle da ferrugem asiática de acordo com o método de monitoramento na safra 2007/08.....31
- Tabela 2** – Tratamentos utilizados para o controle da ferrugem asiática de acordo com os métodos de monitoramento nos experimentos da safra 2009/10.32
- Tabela 3** – Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), calculada em função de 5 avaliações da % severidade em cada local, em Londrina, PR, no Campus da UEL e na Estação Experimental do IAPAR, safra 2009/10.40
- Tabela 4** – Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) das plantas de soja infectada por ferrugem asiática, em Londrina, PR, no Campus da UEL e na Estação Experimental do IAPAR, safra 2009/10.....42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Severidade da ferrugem asiática da soja, aos 104 dias após a semeadura (estádio R _{5.5}), em Londrina, PR, no campus da Universidade Estadual de Londrina, safra 2007/08.....	35
Figura 2 –	Severidade da ferrugem asiática da soja, aos 121 dias após a semeadura (estádio R _{8.2}), em Londrina, PR, no campus da Universidade Estadual de Londrina, safra 2007/08.....	36
Figura 3 –	Porcentagem de desfolha das plantas de soja causadas pela ferrugem asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>), aos 121 dias após a semeadura (estádio R _{8.2}), em Londrina, PR, no campus da Universidade Estadual de Londrina, safra 2007/08.	37
Figura 4 –	Produtividade (kg.ha ⁻¹) das plantas de soja infectada por ferrugem asiática, em Londrina, PR, no campus da Universidade Estadual de Londrina, safra 2007/08.....	38
Figura 5 –	Porcentagem de controle da ferrugem asiática, baseado na AACPD (compilado de 5 avaliações de % severidade para cada local), em Londrina, PR, no Campus da UEL e na Estação Experimental do IAPAR, safra 2009/10. ABBOTT (1925).....	41
Figura 6 –	Produtividade (kg.ha ⁻¹) das plantas de soja infectada por ferrugem asiática, em Londrina, PR, no Campus da UEL e na Estação Experimental do IAPAR, safra 2009/10.....	42
Figura 7 –	Porcentagem de severidade nos estádios fenológicos R _{5.5} e R ₈ e produtividade (kg.ha ⁻¹) nos experimentos conduzidos na UEL e IAPAR.	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 AGRICULTURA X INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.....	11
2.2 A CULTURA DA SOJA	12
2.3 FERRUGEM ASIÁTICA	13
2.3.1 Histórico.....	13
2.3.2 Etiologia.....	15
2.3.3 Sintomatologia.....	16
2.3.4 Condições de Desenvolvimento	17
2.3.5 Disseminação e Sobrevivência.....	17
2.3.6 Quantificação da Doença	18
2.3.7 Medidas de Controle.....	18
2.3.8 Problemas Enfrentados no Controle da Doença.....	19
2.4 MANEJO INTEGRADO.....	21
2.5 SISTEMA DE PREVISÃO DE DOENÇAS	23
3 ARTIGO: Manejo químico da ferrugem asiática da soja, baseado em diferentes métodos de monitoramento	27
3.1 RESUMO.....	27
3.2 INTRODUÇÃO.....	28
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.3.1 Experimento 1 – Safra 2007/08	32
3.3.2 Experimento 2 e 3 – Safra 2009/10	33
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
3.5 CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

A ocorrência de forma epidêmica da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.) é considerada uma das conseqüências resultantes desta rápida expansão e do cultivo intensivo da soja no Brasil.

O manejo desta doença é feito principalmente pelo emprego do controle químico, através da aplicação de agrotóxicos. Para auxiliar na definição do momento inicial de aplicação foram criados vários tipos de programas pelas diversas entidades como: programas Syntinelas, Consórcio Anti-Ferrugem, S.O.S. Ferrugem, Mini-lab, Radar, Aura e outros.

Contudo, há programas alternativos de controle da ferrugem asiática que prezam a prevenção, baseando-se nas condições climáticas para definir o momento dessa primeira aplicação de agrotóxicos. Estes programas levam em consideração temperatura, umidade e tempo de molhamento, favoráveis ao patógeno. No entanto, segundo Reis (2004), se considerarmos os fatores determinantes na ocorrência de doenças, ou seja, planta susceptível, patógenos infectivos e ambiente favorável, é possível perceber que estes sistemas de alerta possuem falhas em sua metodologia, pois a tomada de decisão independe da presença do patógeno na área, levando em consideração apenas a presença do hospedeiro e de condições ambientais favoráveis.

Deste modo, conforme Balardim, 2006, estratégias químicas protetoras utilizadas em caráter regional, amparadas por sistemas armadilha, em plantas ou caça esporos, serão as ferramentas disponíveis para o manejo econômico e eficiente das ferrugens da soja nas próximas safras.

Que critérios devemos considerar na previsão e manejo das doenças? Quando se devemos iniciar os tratamentos? Os agrotóxicos devem ser utilizados todos os anos e com a mesma freqüência?

O objetivo deste trabalho foi estabelecer o momento ideal da primeira aplicação de agrotóxicos para o controle da ferrugem asiática na cultura da soja, baseando o momento dessa aplicação em diferentes programas de monitoramento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AGRICULTURA X INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

No atual quadro da agricultura mundial, a palavra chave é a eficiência. Com o elevado preço dos principais insumos agrícolas, da competitividade do mercado, o agricultor tem de tirar o máximo proveito de todos os produtos que são utilizados nas culturas, visando obter aumentos de produtividade e, ao mesmo tempo, redução de custos para que a atividade tenha rentabilidade.

A demanda crescente por alimentos e a energia surgem como fatores-chave na determinação dos preços, tecnologias e comércio no setor agrícola. A integração global dos mercados agrícolas criou novas oportunidades de compartilhamento de bens, serviços e idéias entre consumidores, produtores rurais, cientistas e meio empresarial.

Este contexto de mudanças e conflitos emergentes sugere de forma clara que os países em desenvolvimento necessitam que seus setores agrícolas evoluam para uma forma mais responsiva, dinâmica e competitiva no curto e médio prazo, a fim de poderem se beneficiar destas mudanças em nível global. Para este fim, inovação no setor agrícola é a palavra de ordem, sendo que estes países necessitarão de políticas, programas e investimentos em inovação.

As mudanças tecnológicas na agricultura são essenciais para impulsionar o desenvolvimento e estimular o crescimento econômico na maioria dos países em desenvolvimento. Assim, inovação na agricultura é também uma questão de competitividade. Desta forma então, a identificação de como investimentos e políticas podem agir em prol das mudanças tecnológicas e inovação para competitividade é uma questão importante tanto para pesquisadores quanto para tomadores de decisão (ALSTON; PARDEY; TAYLOR, 2001). Porém, a identificação dos investimentos mais promissores e das políticas de inovação mais viáveis nesta área, tem se tornado uma tarefa cada vez mais difícil, dado a acelerada necessidade de transformação da agricultura em um setor responsivo às demandas estratégicas, dinâmico e competitivo.

O desafio da agricultura está se tornando mais e mais complexo com a emergência de profundas mudanças estruturais no mercado global de alimentos e no agronegócio, incluindo a integração da agricultura de uma forma geral em

mercados globais, a emergência dos consumidores como orientadores das mudanças tecnológicas, o crescimento de investimentos privados em novas tecnologias para a agricultura e a revolução das tecnologias de informática e comunicação (WORLD BANK, 2006).

2.2 A CULTURA DA SOJA

A soja é uma espécie originária da Ásia, aonde vem sendo cultivada há centenas de anos. Graças às suas características nutritivas e industriais, e à sua adaptabilidade a diferentes latitudes, solos e condições climáticas, o cultivo da soja se expandiu por todo mundo, constituindo-se numa das principais plantas cultivadas (JULIATTI; POLIZEL; JULIATTI, 2004).

A partir do século XX a soja passou a ser cultivada comercialmente nos Estados Unidos, sendo que a primeira menção sobre a soja data de 1804 no país. No início era cultivada como forrageira, passando a ser cultivada para produção de grãos devido a sua alta capacidade de rendimento e a facilidade de colheita mecânica (GONÇALVES, 2004).

A soja é uma planta dicotiledônea, da família Papilionoideae, gênero *Glycine*, e espécie cultivada *Glycine max* (L) Merr. Esta possui característica de produzir grãos ricos em óleo (20%) e proteína (40%) (ALBRECHT et al., 2008).

Os grãos de soja dão origem a subprodutos, dos quais os principais são o farelo e o óleo. Outros mais elaborados são utilizados pela agroindústria de alimentos e indústria química. A proteína de soja dá origem a produtos comestíveis como ingredientes de padaria, massas, produtos de carne, cereais, misturas preparadas, bebidas e alimentos dietéticos. É utilizada também pela indústria de adesivos e nutrientes, alimentação animal, adubos, formulador de espumas, fabricação de fibra, revestimento, papel, emulsão para tintas e outras aplicações. A soja integral é utilizada pela indústria de alimentos em geral, e o óleo bruto se transforma em óleo refinado e lecitina, que dá origem a inúmeros outros produtos (ROESSIN; MENEGHEL, 2001).

Dentre os países produtores de soja, os EUA, o Brasil e a Argentina, destacam-se devido a sua alta taxa de produção e exportação. O Brasil possui grande importância nas exportações tanto de grãos, como de derivados (farelo e óleo de soja). Os EUA são os maiores exportadores de grãos, com pequena

participação no comércio de derivados, e a Argentina especializou-se nas exportações de farelo e óleo de soja (SAMPAIO; SAMPAIO; COSTA, 2006).

O Brasil, segunda potência mundial na produção de soja, está a caminho de liderar este mercado, uma vez que é o único grande produtor com potencial para expandir sua área de cultivo, dado a sua imensa reserva de terras aptas à produção da oleaginosa. Estados Unidos, China e Índia - primeiro, quarto e quinto produtores mundiais respectivamente, já não tem para onde crescer sua fronteira agrícola. O mais importante dessa espantosa trajetória da soja brasileira não é o crescimento da sua área cultivada (1.319.000 ha em 1970, contra 23.200.000 ha em 2005), mas o expressivo aumento de sua produtividade (média 1.089 Kg/ha nos anos 60, contra 2.800 Kg/ha em 2003 – último ano de safra cheia), resultado do uso de mais e melhores tecnologias (DALL' AGNOL, 2006).

No ano de 2007, o Brasil alcançou uma produção correspondente a 57,1 milhões de toneladas, sendo o estado do Mato Grosso o maior produtor de soja do país, responsável por 31,44% do total nacional. Em seguida aparece o estado do Paraná, produzindo 16,64% do total da safra brasileira (CONAB, 2009).

Contrastando com nossa elevada produção, a produtividade média encontrada nas lavouras distribuídas pelo país, é relativamente baixa, correspondendo no ano de 2007 a 2.815 kg.ha⁻¹ (IBGE, 2008). Este valor encontra-se muito inferior ao potencial produtivo da soja, 4.000 kg.ha⁻¹. Entre os principais fatores que limitam o rendimento, a lucratividade e o sucesso da produção de soja destacam-se as doenças (JULIATTI, 2005).

2.3 FERRUGEM ASIÁTICA

2.3.1 Histórico

Mundialmente, são listadas mais de 100 doenças na cultura da soja (SINCLAIR; BACKMAN, 1989), das quais aproximadamente 50 já foram identificadas e catalogadas no Brasil (YORINORI, 2002). A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. é uma das doenças mais agressivas que incidem na cultura, sendo relatados danos de 10% a 90% (SINCLAIR; HARTMAN, 1999). A ferrugem asiática da soja tem causado reduções significativas de rendimento (BROMFIELD, 1984) e tem se mostrado, ao longo dos

anos, com uma doença devastadora, em áreas tropicais e subtropicais, em várias partes do mundo (BROMFIELD,1984; HARTMAN et al., 1991).

A ferrugem asiática da soja foi descrita pela primeira vez no continente asiático (Japão, 1902), onde tem se mantido de forma endêmica. Em 1914 foi detectada em vários países no sudoeste da Ásia, em 1936 foi descrita no continente australiano. Correntes aéreas equatoriais podem ter sido responsáveis pela chegada do patógeno na África (1990). A dispersão da doença nas regiões central e leste do continente africano ocorreram em 1996, e no sul e oeste em 2001. Já em 2002 a doença atingiu um caráter epidêmico na África do Sul (BALARDIN, 2006).

No continente americano foi identificada no Havaí em 1995 e no Paraguai em 2001. Desde então, a doença propagou-se para a Argentina (2002), Bolívia (2003), Uruguai (2004) e Colômbia (2004). Em novembro de 2004 a doença ultrapassou a linha Equatorial chegando aos Estados Unidos, movida por fortes correntes aéreas (BALARDIN, 2006).

Os primeiros relatos da doença no Brasil foram realizados por Jaccoud Filho et al. (2001), na região dos Campos Gerais do Paraná, e por Yorinori, Morel e Fernandez (2001), que relataram a epidemia na região oeste do Paraná e no Paraguai.

Na safra de 2002/2003, segundo Balardin (2003), a ocorrência da ferrugem foi extremamente severa, principalmente na região do cerrado baiano, onde o patógeno encontrou uma combinação de fatores favoráveis ao desenvolvimento epidêmico (época de semeadura, re-semeaduras, áreas com cultivares de ciclo médio, médio-tardio e tardio). Yorinori et al., (2003), afirmam que na safra 2002/2003, a ferrugem afetou quase 100% da área cultivada de soja no Brasil.

Segundo Utiamada (2003), as regiões mais atingidas no período foi o oeste da Bahia, norte do Mato Grosso, todo o estado de Goiás e o noroeste de Minas Gerais.

No Brasil, desde sua detecção em 2001, a ferrugem atingiu dispersão em praticamente 100% da área de cultivo de soja, provocando danos estimados em aproximadamente 10%, embora em diversas regiões tenha sido superior a 50% (BALARDIN, 2006). A ferrugem da soja, em safras passadas, principalmente na de 2003/04, causou enormes perdas à sojicultura nacional,

gerando uma redução de 4,6 milhões de toneladas, o que correspondeu ao valor de 1,22 bilhões de dólares de prejuízos (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004).

2.3.2 Etiologia

A ferrugem asiática é causada pelo fungo pertencente ao gênero *Phakospora*, filo Basidiomycota, classe Urediniomycetes, ordem Uredinales e família Phakopsoraceae. Trata-se de um parasita biotrófico, ou seja, que necessita de uma célula hospedeira viva para sobreviver. Duas espécies do gênero *Phakospora* são descritas como causadoras da ferrugem na soja, sendo elas a *Phakospora pachyrhizi* e a *Phakospora meibomia* (Arth.) Arth (PASSINI, 2007).

O fungo *P. meibomia* é o causador da ferrugem americana, que ocorre naturalmente em diversas leguminosas, desde Porto Rico ao sul do Estado do Paraná (Ponta Grossa). Este foi identificado no Brasil em 1979, estando restrito a áreas de clima mais ameno e raramente causando danos econômicos (EMBRAPA SOJA, 2002).

A *P. pachyrhizi* causadora da ferrugem asiática está presente na maioria dos países que cultivam soja. Este patógeno foi verificado no Brasil em 2001, provocando grandes prejuízos e podendo causar reduções de até 80% na produtividade das lavouras (SINCLAIR; HARTMAN, 1999).

As principais diferenças morfológicas entre as duas espécies estão nos teliosporos, já que a *P. pachyrhizi* apresenta teliosporos organizados de duas a sete camadas, enquanto as paredes dos esporos possuem coloração marrom amarelado pálido, com espessura relativamente uniforme de 1 mm, podendo apresentar-se levemente engrossadas e com até 3mm de espessura nas células das camadas apicais. A *P. meibomia*, por outro lado, apresenta teliosporos organizados de uma a quatro camadas, raramente cinco, enquanto os esporos possuem paredes cuja coloração pode variar de canela a castanho-claras, com 1,5 a 2,0 mm de espessura. Entretanto, suas células da camada apical têm espessura de até 6 mm (CARVALHO JUNIOR; FIGUEIREDO, 2000).

Devido às diferenças morfológicas das espécies de *Phakospora*, sua distinção pode ser feita através da morfologia de teliósporos, ou então, através de análise de DNA (EMBRAPA SOJA, 2002).

2.3.3 Sintomatologia

O ciclo de vida do fungo *P. pachyrhizi* inicia-se com uredósporos oriundos de urédias, que ao atingirem as folhas de soja, germinam em condições ideais de umidade e temperatura. Os primeiros sintomas da ferrugem são caracterizados por minúsculos pontos (no máximo 1mm de diâmetro) mais escuros do que o tecido sadio da folha, de uma coloração esverdeada a cinza-esverdeada. No local correspondente ao ponto, observa-se, inicialmente, uma minúscula protuberância, semelhante a uma ferida (bolha) por escaldadura, sendo esta, o início da formação da estrutura de frutificação do fungo, a urédia. Progressivamente, a protuberância adquire coloração castanho-clara a castanho-escura, abrem-se em um minúsculo poro, expelindo daí, os uredosporos. Os uredosporos, inicialmente de coloração hialina (cristalina), tornam-se bege e acumulam-se ao redor dos poros, ou são carregados pelo vento. O número de urédias (ou pústulas), por ponto, pode variar de uma a seis. À medida que prossegue a esporulação, o tecido da folha ao redor das primeiras urédias, adquire coloração castanho-clara (lesão do tipo TAN) a castanho-avermelhada (lesão do tipo RB), formando as lesões que são facilmente visíveis em ambas as faces da folha (YORINORI; WILFRIDO, 2002).

Na cultura da soja os sintomas são observados em toda a parte aérea, todavia, são mais comumente encontrados nas folhas do terço inferior da planta, sendo que, o padrão de distribuição de pústulas da ferrugem, nas folhas, segue a nervura principal e as secundárias, possivelmente onde ocorre a maior concentração de estômatos (JULIATTI; POLIZEL, 2002).

A infecção por *P. pachyrhizi* causa rápido amarelecimento, bronzeamento ou crestamento e queda prematura das folhas, impedindo a plena formação dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a perda do rendimento e da qualidade. Em casos severos, quando a doença causa desfolha nas fases vegetativas, floração, de formação ou início de enchimento das vagens, pode causar aborto das flores e queda total das vages (YORINORI; NUNES JUNIOR; LAZZAROTTO, 2004), resultando em grandes perdas.

2.3.4 Condições de Desenvolvimento

A temperatura e o molhamento foliar, quando ocorrem simultaneamente, constituem fatores essenciais para a infecção por *P. pachyrhizi*. Com a associação destes dois fatores, há a germinação dos uredosporos, a formação do apressório e a penetração do fungo na superfície foliar (PASSINI, 2007).

Segundo Juliatti, Polizel e Juliatti (2004), temperaturas em torno de 15 a 28° C, e umidade relativa do ar (UR%) em torno de 75% e 80%, com períodos prolongados de orvalho, constituem-se condições ideais para o desenvolvimento do fungo na cultura. Já Oliveira (2008), afirma que a condição ideal de ambiente para o desenvolvimento da ferrugem da soja é o intervalo de temperatura de 16 à 24° C, e abundante formação de orvalho, sendo que, nestas condições são necessários apenas 11 a 20 dias, para a produção de novas partículas infectantes ou uredosporos. O mesmo autor também afirma que, períodos com temperaturas superiores a 30° C e pouca umidade livre são condições desfavoráveis ao desenvolvimento da ferrugem da soja.

Sinclair e Backman (1989) relatam que, o desenvolvimento da ferrugem asiática é inibido por condições secas, precipitações excessivas ou temperaturas médias diárias maiores que 30° C ou menores que 15° C. Em condições ideais, havendo disponibilidade de água livre sobre a superfície da planta, a infecção pelo fungo se dá no período de 6 horas após a deposição do esporo, sendo que quanto maior a duração do molhamento foliar, maiores as chances de sucesso no estabelecimento da infecção.

2.3.5 Disseminação e Sobrevivência

Os uredosporos são facilmente disseminados através do vento para lavouras próximas ou a longas distâncias, porém, não são transmitidos pelas sementes, restos culturais ou por material processado, como a torta e o farelo de soja (YORINORI; WILFRIDO, 2002). De acordo com Balardin (2003), a ferrugem pode se disseminar numa taxa entre 0,45 a 1 metro por dia, valores excepcionalmente elevados, que explicam a severidade da doença em condições favoráveis.

Devido à condição de parasita obrigatório, este fungo não sobrevive em restos culturais ou na ausência de hospedeiro. Sua sobrevivência na entressafra ocorre em hospedeiros alternativos tais como plantas voluntárias e cultivos de soja sob irrigação (PASSINI, 2007). Atualmente, já se conhecem mais de 95 espécies, e plantas de 42 gêneros da família Fabaceae, que constituem-se hospedeiros deste fungo (JULIATTI; POLIZEL; JULIATTI, 2004).

2.3.6 Quantificação de doença

A quantificação de doenças pode ser empregada através de diversas maneiras, como na determinação da eficiência de aplicação de um fungicida no momento ideal para o controle da doença, na construção de curvas de progresso da doença e também para determinar a taxa aparente de infecção, dentre outras funções. Sua importância tem sido frequentemente comparada à da diagnose, pois de nada adianta conhecer o patógeno de uma enfermidade se não for possível quantificar os sintomas por ele causados (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996).

2.3.7 Medidas de Controle

Segundo recomendação oficial (EMBRAPA SOJA, 2006) o controle químico, através do uso de agrotóxicos, deve ser feito após o aparecimento de sintomas iniciais da doença no terço inferior das plantas (traços da doença), ou então, esse deve ser realizado preventivamente.

Atualmente, os agrotóxicos registrados para controle da ferrugem asiática da soja pertencem aos grupos dos triazóis, que agem na inibição da biossíntese de ergosterol e tem como sítio primário de ação a demetilação do C-14 (DMI); das estrobilurinas, que interferem na respiração mitocondrial, bloqueando a transferência de elétrons pelo complexo citocromico bc1; e dos benzimidazóis, que atuam na síntese da tubulina, não permitindo a polimerização dos microtúbulos que formam o fuso mitótico (GHINI; KIMATI, 2000).

No controle da ferrugem asiática, devem ser consideradas também, estratégias como: utilização de cultivares mais precoces, semeaduras realizadas no início da época recomendada para cada região; evitar o prolongamento do período

de semeadura; monitorar constantemente as lavouras; e observar se há condições de temperatura (14 a 28°C) e umidade relativa favoráveis ao patógeno (YORINORI; WILFRIDO, 2002).

Ainda não se têm entre as cultivares recomendadas, materiais com bom nível de resistência. Isto se deve, em parte, à recente ocorrência da doença no país, mas também, devido ao fato de o fungo *P. pachyrhizi* possuir diversas raças com genes múltiplos de virulência (SINCLAIR; HARTMAN, 1995).

2.3.8 Problemas Enfrentados no Controle da Doença

Na ausência de cultivares resistentes ou tolerantes à doença, atualmente a principal forma de controle da ferrugem Asiática é através da aplicação de agrotóxicos (SOARES et al., 2004; EMBRAPA SOJA, 2007c).

O cultivo de soja irrigada e a presença de plantas de soja na entressafra permitem a sobrevivência e a multiplicação do fungo durante o ano todo, elevando a quantidade de inóculo inicial o qual atinge as primeiras semeaduras da safra. Assim, a adoção de medidas para reduzir o inóculo inicial de *P. pachyrhizi* e evitar a ocorrência da ferrugem nos estádios iniciais da cultura é importante no manejo da doença.

Ainda hoje, buscam-se formas de controle que assegurem a diminuição dos riscos e perdas gerados pela ferrugem asiática, no entanto, devido à junção de inúmeros fatores, esta estabilidade e segurança ainda não podem ser garantidas. Devido à ineficiência dos métodos de controle atuais, causada pelo emprego incorreto dos mesmos, observa-se atualmente, o aumento no custo de produção das lavouras de soja e também o maior risco de contaminação do meio ambiente.

Apesar da redução significativa dos preços da maioria dos agrotóxicos, o custo do controle tem aumentado, devido ao crescente número de aplicações. Na região de Primavera do Leste, região sudeste de Mato Grosso, agricultores estão convivendo com a doença desde os estádios iniciais de desenvolvimento da cultura (SIQUERI, 2005). Muitas aplicações de agrotóxicos são realizadas, fazendo com que, além do aumento do custo de produção, aumente também a probabilidade da ocorrência de novas raças fisiológicas ou populações resistentes do fungo (REIS et al., 2005).

O grande número de aplicações, na safra 2005/06, com as primeiras realizadas aos 25-30 dias, trouxe também preocupações quanto à possibilidade de acúmulo de resíduos de triazóis nos grãos, e efeitos sobre os fungos entomopatógenos, importantes agentes de controle biológico de insetos da soja (YORINORI, 2009). Esta elevação na quantidade de pulverizações por safra, foi ocasionada devido a uma série de fatores, dentre eles, destacam-se o cultivo ininterrupto de soja em regiões providas de irrigação no inverno, como as regiões dos cerrados (Mato Grosso e Tocantins) e a região nordeste (Maranhão) (EMBRAPA SOJA, 2006). No entanto, medidas já vêm sendo tomadas com o objetivo de eliminar a multiplicação da ferrugem na entressafra, uma delas é o “vazio sanitário”.

O “vazio sanitário” consiste em um período pré-estabelecido onde não poderá haver nenhuma planta viva de soja, cabendo ao produtor eliminar aquelas remanescentes. Há exceção, apenas para as áreas de pesquisa científica e de produção de sementes genéticas, que devem ser devidamente autorizadas, monitoradas e controladas por órgãos responsáveis (GODOY et al., 2006). Esta medida não tem como objetivo resolver o problema da ferrugem, apenas é uma estratégia a mais de manejo, que visa reduzir o inóculo nos primeiros plantios, diminuindo assim, a possibilidade de incidência da doença no período vegetativo e conseqüentemente, reduzindo o número de aplicações de agrotóxicos para controle (GODOY et al., 2006).

Outro fator que também acarreta perdas e prejuízos no setor de produção de soja é o emprego inadequado de agrotóxicos. A eficácia dos agrotóxicos para o controle da ferrugem asiática, pode variar grandemente em função da condição de aplicação (SILVA, 2003). A mesma molécula poderá apresentar alta eficiência no controle da ferrugem se for aplicada preventivamente, e baixa eficácia se for aplicada curativamente (DUARTE, 2004). A maior parte dos produtos disponíveis no mercado possui característica de controle preventivo, portanto, se forem aplicados após a conclusão do processo infeccioso, estes não alcançaram seu potencial de controle (IGARASHI; BALAN, 2004).

Segundo Azevedo (2001), um dos fatores fundamentais para se obter resultados no controle de um complexo de doenças é o timing. Este pode ser definido, como o momento mais oportuno e apropriado para aplicação de um defensivo, sendo determinado pelas condições de campo, estádios fenológicos da cultura, nível ideal de infecção de doenças e condições climáticas. O mesmo autor

também afirma que, o problema mais freqüente na aplicação de agrotóxicos é o erro no timing. Tal inconveniente tem contribuído para a redução da eficácia no uso de agrotóxicos, bem como, tem causado uma série de problemas ao processo de controle químico (AZEVEDO, 2001).

Para a ferrugem asiática da soja, ainda existem poucos trabalhos relacionados ao momento correto de aplicação dos agrotóxicos (GODOY et al., 2009). No entanto, ensaios conduzidos em Zimbábue, entre 1998 e 2003, mostraram que três ou mais aplicações foram necessárias para manter o potencial produtivo, enquanto que, uma ou duas aplicações, nas fases de enchimento de grãos, foram insuficientes para controlar a doença (LEVY, 2005).

De acordo com Godoy et al. (2009), no Brasil, a média estimada do número de aplicações por hectare, para controle da ferrugem asiática da soja, na safra 2006/07, foi de 2,3 aplicações. As aplicações de agrotóxicos em soja realizadas de forma calendarizada, iniciando no estágio de florescimento e se repetindo em intervalos de 14 a 21 dias, podem promover uma adequada supressão da doença, embora ignore fatores que influenciam as epidemias, podendo resultar em aplicações desnecessárias (GODOY et al., 2009). Com isso, observa-se que, ainda existe a necessidade de estudos mais profundos, relacionados ao momento ideal do controle químico da ferrugem asiática da soja, havendo também, a necessidade de desenvolvimento de novas formas de monitoramento e modelos eficientes de previsão de doenças.

2.4 MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DE PLANTAS

Há muito os fitopatologistas desejam prever a ocorrência de doenças de plantas antes que as mesmas se desenvolvam ou aumentem em intensidade. Desta forma, medidas de controle podem ser devidamente planejadas com antecedência e aplicadas com maior eficiência. Para muitas doenças, a aplicação de agrotóxicos é a principal estratégia de controle, e ferramentas capazes de ajudar a decidir qual o melhor momento de aplicar agrotóxicos são potencialmente úteis para um programa de manejo de doenças.

A integração depende da disponibilidade de tecnologia adequada, e sua implementação, neste caso, resume-se a questões práticas e econômicas, geralmente dentro do alcance e conhecimento do produtor (MORSE; BUHLER,

1997a). A implementação do manejo, ao contrário, é mais exigente em conhecimento, principalmente em relação aos agroecossistemas, seus componentes e suas interações (NORTON; MUMFORD, 1993). Esse conhecimento nem sempre está disponível, e muitas vezes, quando está, tem um nível de complexidade elevado demais para ser assimilado pelo produtor (WINSTON, 1997). Adicionalmente, o manejo requer monitoração constante da população de organismos nocivos e seus inimigos naturais, combinadas por inúmeras ações por parte do produtor durante o ciclo da cultura. A integração, ao contrário, é mais simples e requer ações concentradas num curto espaço de tempo. Pouco se sabe, no entanto, sobre a combinação harmônica das diferentes táticas de manejo para diferentes patossistemas e situações de produção, por isso, modelos de simulação nesse contexto, seriam de grande utilidade.

O problema para o fitopatologista reside, pois, na dificuldade de definir um limiar de dano econômico expresso em algum parâmetro populacional do patógeno, antes da ocorrência da injúria, como podem fazer nossos colegas entomologistas.

Para tornar a situação ainda mais complexa, em muitos casos, como exemplificado por patógenos explosivos como *Phitophthora infestans*, esperar pelo aparecimento dos sintomas para depois tomar a decisão de agir geralmente significa a destruição completa da lavoura (FRY; THURSTON, 1980; ZADOKS, 1984a). Em outros casos, o período de incubação é de tal forma longo (25 a 30 dias para *Hemileia vastatrix* em cafeeiro, por exemplo) que 10% da doença visível, hoje – caso as condições tenham sido ideais para a doença nas semanas precedentes – pode significar duas ou três vezes mais alguns dias depois, mesmo na ausência de novas infecções.

Para contornar essas limitações e poder aplicar os mesmos conceitos de manejo integrado de pragas desenvolvidos na área entomológica, os fitopatologistas têm incorporado modelos de previsão (ZAMBOLIM, 1995; HARDWICK, 1998) em programas de manejo integrado de pragas para doenças, como exemplificado pelo sistema holandês EIPRE, desenvolvido para o manejo de diversas doenças da cultura do trigo (ZADOKS, 1984b). Nesse caso, o limiar de dano econômico, por falta de opção, continua sendo expresso em severidade de doença, mas a decisão de aplicar ou não determinado fungicida é tomada ainda

dentro de valores de injúria abaixo do limiar biológico de dano, com base em modelos de previsão.

Modelos de previsão também são usados na abordagem do período crítico, como exemplificado pelo programa BLITECAST, desenvolvido para o patossistema batata – *Phytophthora infestans* (MACKENZIE, 1981). O programa acumula pontos com base na temperatura e no período de molhamento e recomenda o tratamento químico sempre que determinado número de pontos for excedido. Considerações explícitas de ordem econômica não são incluídas no programa, mas isso não impede que sua adoção proporcione significativa diminuição no número de pulverizações.

O sucesso ou o fracasso da proposta de manejo integrado de doenças aqui apresentada – baseada no uso harmônico de maior número de táticas de manejo, aliada à flexibilização e ao aperfeiçoamento do calendário fixo de pulverizações – é função de sua adoção pelos produtores. É papel dos fitopatologistas encontrar o delicado ponto de equilíbrio entre a confiabilidade e simplicidade: ambos os componentes são essenciais para o sucesso da proposta.

2.5 SISTEMA DE PREVISÃO DE DOENÇAS

O uso de Tecnologia de Informação na produção agropecuária vem crescendo muito nos últimos anos. Primeiro foi o computador, depois o GPS, o celular, até sistemas mais complexos que permitem utilizar previsões de tempo e clima para prever risco de doenças em plantas.

O Manejo Integrado de Doenças (MID) é a integração de muitas ações com vistas a reduzir ou eliminar as perdas provocadas por doenças, através da interferência no ciclo das relações patógeno-hospedeiro, que envolve as fases de sobrevivência, disseminação, infecção, colonização e reprodução. Esse controle se assenta em princípios como exclusão, erradicação, proteção, imunização, terapia, evasão e regulação (BERGAMIN, 1995). Essas medidas visam interromper ou desacelerar, integradamente, o ciclo das relações patógeno-hospedeiro. O nível de dano econômico tem sido menos utilizado para controles de doenças, pois existem poucas estimativas de prejuízos confiáveis, o monitoramento é difícil, frequentemente o limiar é muito baixo, o patógeno tem potencial rápido de crescimento e o agricultor não pode responder rapidamente. Mas esse nível é

empregado na formulação dos sistemas de previsão que foram desenvolvidos visando uma racionalização no uso de fungicidas, baseando-se em parâmetros meteorológicos e da presença do patógeno na área através de monitoramento de esporos.

Um dos objetivos principais de um sistema de previsão de doenças é de reduzir o número de aplicações de agrotóxicos, reduzindo o custo de produção e diminuindo o risco de perdas econômicas causadas pelas doenças (REIS; FILHO, 2004).

Muitas vezes, a decisão pela utilização ou não utilização dos sistemas de previsão disponíveis, passa pela atitude do agricultor que, procura evitar riscos em sua atividade e se torna relutante em adotar novas tecnologias. Outro problema pode ser a falta de difusão tecnológica e o produtor talvez desconheça tal tecnologia. Mas um dos maiores problemas são os custos diretos e indiretos envolvidos, pois além da necessidade da compra de equipamentos para o sistema de previsão em si (equipamentos de medição das variáveis meteorológicas, coletor de dados automático, software específico, além de uma pessoa especializada para manejar o sistema), há ainda que se pensar na logística de aplicação, que deve permitir a aplicação no dia recomendado pelo sistema. Possivelmente, a presença de doenças secundárias, que causam prejuízos econômicos importantes, também esteja entre os problemas mais comuns que impedem o sucesso de um determinado sistema de previsão de doenças (REIS; FILHO, 2004). Geralmente, o controle da doença adotado pelos produtores, é baseado em um calendário semanal de pulverização, na maioria das vezes, excessivos, que desconsideram a interação entre processos de desenvolvimento biológicos do ciclo de vida do patógeno e as condições meteorológicas. Mesmo assim, nem sempre se obtém um controle eficaz e racional da doença (COSTA et al., 2002). No entanto, o microclima de um dossel de plantas sofre muitas alterações, varia com o uso de diferentes densidades de plantio, com o desenvolvimento da cultura, como o uso da irrigação, com a insolação, a precipitação, tipo de solo e a velocidade do vento, que modificam a temperatura e a umidade relativa frequentemente (TAZZO, 2005). Desta forma, no dossel vegetativo ocorrem diferentes microclimas que se caracterizam pela diversidade, ora favorável, ora desfavorável ao desenvolvimento de patógenos. Para isso, o monitoramento adequado dessas variáveis meteorológicas e sua alteração no dossel de plantas são componentes-chave para o alcance de êxito em programas de

alerta agrometeorológico (TAZZO, 2005). Nesse contexto, o manejo integrado de doenças preconiza epidemias de doenças controladas, maior estabilidade da produção, e qualidade dos produtos agrícolas. Desta maneira, as estratégias de controle que podem ser utilizadas incluem o controle biológico, cultural, físico e/ou químico, obediência à legislação fitossanitária, além da inclusão de resistência genética e pré-imunização. (NECHET, 2009).

Além disso, outro fator importante a ser observado é a questão nutricional das plantas. Apesar das plantas não possuírem sistema imunológico como os animais, elas apresentam uma série de mecanismos que as tornam menos suscetíveis a doenças e pragas (YAMADA, 2004). Muitos desses mecanismos são governados por algum elemento mineral ou enzima ativada pela presença em maior ou menor quantidade de algum mineral. Por isso é importante que a adubação seja equilibrada, com base em uma análise do solo da área a ser plantada, pois enquanto aplicações excessivas de fósforo (P) e de potássio (K) comumente não têm efeito sobre as doenças, o excesso de nitrogênio pode favorecer doenças fúngicas, principalmente nos casos onde P e K estiverem em níveis baixos (YAMADA, 2004). Já o conteúdo de cálcio no tecido das plantas afeta a incidência das doenças parasíticas de duas maneiras: primeiro, na estabilidade das biomembranas, e segundo, na estabilidade da parede celular (YAMADA, 2004). Mesmo assim, o uso de sistemas de previsão de doenças em culturas agrícolas muito suscetíveis a determinados patógenos, tais como as das solanáceas, não deve ser negligenciado.

O uso de sistemas de alerta tem o potencial de reduzir o número de aplicações de agrotóxicos e desta maneira reduzir custos, diminuir o risco de ocorrência de epidemias severas e reduzir a poluição ambiental (TRENTIN, 2006). A utilização de sistemas de previsão e aviso para gerenciar o manejo e do controle de doenças foliares no tomateiro é uma prática moderna, que vem sendo utilizada com sucesso em diversos países (SANTOS, 2000), mostrando-se técnica e economicamente viável. Também não deve ser esquecido que a questão da preservação ambiental e da qualidade dos alimentos que consumimos está sendo amplamente discutida e, é cada vez mais exigida pelos consumidores.

Na prática, os programas de controle de doenças de plantas são as recomendações técnicas que se fazem para o emprego dos diversos agrotóxicos num determinado sistema de produção agrícola. Estas recomendações técnicas envolvem: a escolha adequada do princípio ativo; a dose

efetiva de controle; as misturas; o início, número, época e intervalo de aplicação; os estádios fenológicos de maior sensibilidade; o timing de aplicação e o período residual.

Os programas de controle, segundo Zambolim et al. (1997) e Reis e Forcelini (1994) para alcançarem seus objetivos práticos devem contemplar os vários aspectos ou características da cultura a ser protegida, dos patógenos e do ambiente. As características relacionadas com a cultura são em síntese: suscetibilidade do cultivar, arquitetura da planta, época de plantio, espaçamento, ciclo da cultura, manejo de água e adubação, valor de mercado e alvo biológico. Já as características dos patógenos são seus potenciais como patógeno, virulência, presença de raças fisiológicas, modo de disseminação, tempo, forma e capacidade de sobrevivência, fungo necrotrófico ou biotrófico e epidemiologia. As características do ambiente são: temperatura, umidade relativa do ar, período de molhamento foliar, radiação solar e velocidade do vento. O alvo biológico é local na planta onde o patógeno penetra. Por exemplo, na requeima da batata e do tomate, o alvo são as folíolos mais novos e as hastes. No caso do mofo branco do feijoeiro, o alvo são as flôres. Os ascósporos quando disseminados, atingem as flores iniciando o processo infeccioso.

Programas de pulverização baseados em sistemas de previsão ainda são pouco utilizados no Brasil devido principalmente, à disponibilidade, à complexidade de programas confiáveis e à resistência do agricultor em aceitar novas tecnologias. Estes programas de pulverização podem utilizar tanto agrotóxicos protetores como agrotóxicos sistêmicos. A principal vantagem de um sistema de previsão é o de avisar ou alertar o agricultor para o timing correto de aplicação. Alguns desses sistemas recebem a denominação de sistemas de alerta ou de avisos. Como vantagens adicionais do sistema estão a economia de algumas aplicações, mão de obra e menor poluição do ambiente. Algumas experiências têm sido feitas nas culturas da batata, no entanto devido aos riscos e operacionalidade deste tipo de programa, não são muito aceitos para esta cultura.

3 ARTIGO: MANEJO QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA, BASEADO EM DIFERENTES MÉTODOS DE MONITORAMENTO

3.1 RESUMO

Lenio Cesar M. de Camargo, Cristiane Gonçalves Gardiano, Marcelo Gonçalves Balan, Jorge Falkoski Filho, Gustavo Migliorini de Oliveira, Seiji Igarashi, Otavio Jorge Grigoli Abi Saab, Marcelo G. Canteri. **Manejo químico da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) baseado em diferentes métodos de monitoramento.** Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estabelecer o momento ideal da primeira aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem asiática na cultura da soja. O momento dessa aplicação foi baseado em diferentes programas de monitoramento. O trabalho foi desenvolvido durante duas safras na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e na Fazenda Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), somente última safra. As aplicações foram realizadas a 1, 7, 14, 21 e 30 dias após detecção dos primeiros esporos, seguindo o monitoramento AURA (BASF) e monitoramento convencional (1^{os} sintomas). Foram avaliadas a porcentagem da área foliar infectada e a produtividade da soja. As aplicações preventivas baseadas no monitoramento AURA (BASF), no florescimento e logo no início da detecção dos primeiros esporos (1 e 7 dias após detecção) mostraram-se eficientes no controle da ferrugem asiática da soja, diferindo estatisticamente da testemunha tanto para severidade de doença como para produtividade. Validando, desta maneira, o melhor momento da primeira aplicação preventiva de agrotóxicos baseado na detecção dos esporos para o controle da ferrugem asiática.

Palavras-chave: *Phakopsora pachyrhizi*, coletor de esporos, momento de aplicação

Lenio Cesar M. de Camargo, Cristiane Gonçalves Gardiano, Marcelo Gonçalves Balan, Jorge Falkoski Filho, Gustavo Migliorini de Oliveira, Seiji Igarashi, Otavio Jorge Grigoli Abi Saab, Marcelo G. Canteri. **Chemical management of the soybean asian rust based on different monitoring methods.** Dissertation of the post graduation course of Agronomy-Universidade Estadual de Londrina, 2011.

ABSTRACT

The objective of this study was to establish the ideal time of the first application of fungicides to control Asian rust in soybeans. The timing of this application was based on different monitoring programs. The study was conducted during two seasons on the Farm School of the Universidade Estadual de Londrina (UEL) and at the Experimental Farm of the Agronomy Institute of Paraná (IAPAR), last season. The applications were made at 1, 7, 14, 21 and 30 days after detection of the first spores, following the monitoring AURA (BASF) and conventional monitoring (1st symptoms). We evaluated the percentage of infected leaf area and yield of soybean. Preventive applications based on monitoring AURA (BASF), during flowering and early on the first detection of spores (1 and 7 days after detection) were effective in the control of Asian soybean rust, differing from the control for both severity disease as for productivity. Validating in this way, the best moment of the first preventive application of pesticides based on the detection of spores for control of Asian rust.

Keywords: *Phakopsora pachyrhizi*, spore collector, time of application.

3.2 INTRODUÇÃO

A soja é considerada uma das principais culturas produzidas mundialmente, no entanto, existem vários fatores que limitam a produção e a produtividade desta cultura no Brasil. Entre esses, podem-se destacar as adversidades climáticas, ocorrência de vários insetos nocivos, plantas - daninhas e as doenças. Segundo Yorinori (2002), atualmente existem cerca de 50 doenças de soja catalogadas no Brasil e, dentre essas doenças, a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Sid, é a que vem provocando maiores níveis de danos à cultura, devido a sua rápida disseminação e virulência.

O manejo desta doença é feito principalmente pelo emprego do controle químico, através da aplicação de agrotóxicos, em função da inexistência de cultivares comerciais resistentes à doença que eximam uso de agrotóxicos. Para auxiliar na definição do momento inicial de aplicação foram criados vários tipos de programas pelas diversas entidades como: programas Syntinelas, Consórcio Anti-Ferrugem, S.O.S. Ferrugem, Mini-lab, Radar, Aura e outros.

Contudo, há programas alternativos de controle da ferrugem asiática que prezam a prevenção, baseando-se nas condições climáticas para definir o momento de aplicação. Estes programas levam em consideração temperatura, umidade e tempo de molhamento, favoráveis ao patógeno. No entanto, segundo Reis (2004), se considerarmos os fatores determinantes na ocorrência de doenças, ou seja, planta suscetível, patógeno infectivo e ambiente favorável, é possível perceber que estes sistemas de alerta possuem falhas em sua metodologia, pois a tomada de decisão independe da presença do patógeno na área, levando em consideração apenas a presença do hospedeiro e de condições ambientais favoráveis.

Com isso, apesar da redução dos preços da maioria dos agrotóxicos, o custo do controle tem aumentado devido ao crescente número de aplicações. Sendo assim, o emprego inadequado destes fungicidas tem prejudicado a sua eficácia no controle da ferrugem asiática (SILVA, 2003). Um exemplo disso é que a mesma molécula pode apresentar alta eficiência no controle da ferrugem, se for aplicada preventivamente e, baixa eficácia se for aplicada curativamente (DUARTE, 2004). A maior parte dos produtos disponíveis no mercado possui característica de controle preventivo. Tem-se aumentado as reclamações sobre redução da eficácia e período residual dos produtos, com aplicações seqüenciais sendo feitas em intervalos de 10 a 12 dias (YORINORI, 2006).

Deste modo, estratégias químicas protetoras utilizadas em caráter regional, amparadas por sistemas armadilha, em plantas ou caça esporos, ainda serão as ferramentas disponíveis para o manejo econômico e eficiente das ferrugens da soja nas próximas safras (BALARDIM, 2006). Com isso, técnicas como a previsão de doenças, que auxiliam os produtores na tomada de decisão para o controle químico de doenças, aumentou de importância (REIS, 2004).

O objetivo deste trabalho foi estabelecer o momento ideal da primeira aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem asiática na cultura da soja, baseando o momento dessa aplicação em diferentes programas de monitoramento da doença.

3.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no município de Londrina – PR, durante 2 safras: 2007/08 e 2009/2010, nas áreas experimentais da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR). De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa (verão quente e chuvoso, com precipitação média anual de 1600 mm), sendo o solo da região classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 1999).

Coletor de esporos SIGA (IGARASHI; BALAN, 2004) - objeto de estudo no âmbito do monitoramento da ferrugem asiática da soja neste trabalho – foi instalado em ambas as áreas e safras, a fim de identificar a chegada dos primeiros esporos de ferrugem na área experimental. A identificação e quantificação dos esporos foi realizada periodicamente por meio da observação anato-morfológica - microscopia óptica - da lamina com durex transparente acoplada ao coletor, numa área aproximadamente de 2 cm² (lamínula).

Para realizar as aplicações de fungicidas, utilizou-se um pulverizador costal pressurizado com CO₂, sob pressão de trabalho de 40 psi, com pontas de pulverização XR 110-02, na velocidade de 1,25 m.s⁻¹, atingindo por conseguinte, uma taxa de aplicação de 200 L.ha⁻¹. As aplicações foram realizadas de acordo com o descrito nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Tratamentos utilizados para controle da ferrugem asiática de acordo com o método de monitoramento na safra 2007/08.

Tratamento	Momento de aplicação	Produto comercial	Dose (L .ha ⁻¹)
1	1 dia após a detecção dos 1° esporos	Opera + Assist*	0,5
2	7 dias após a detecção dos 1° esporos	Opera + Assist*	0,5
3	14 dias após a detecção dos 1° esporos	Opera + Assist*	0,5
4	21 dias após a detecção dos 1° esporos	Opera + Assist*	0,5
5	Monitoramento climático (Sistema Aura – aplicação do produto quando a umidade relativa for maior que 80%)	Opera + Assist*	0,5
6	Monitoramento convencional (aplicação do produto após o início do aparecimento dos 1 ^{os} sintomas – 1% a 5% de incidência)	Opera + Assist*	0,5
7	1 dia após a detecção dos 1° esporos	Priori Xtra + Nimbus*	0,5 + 0,5% v/v
8	7 dias após a detecção dos 1° esporos	Priori Xtra + Nimbus*	0,5 + 0,5% v/v
9	14 dias após a detecção dos 1° esporos	Priori Xtra + Nimbus*	0,5 + 0,5% v/v
10	21 dias após a detecção dos 1° esporos	Priori Xtra + Nimbus*	0,5 + 0,5% v/v
11	Monitoramento climático (Sistema Aura - UR > 80%)	Priori Xtra + Nimbus*	0,5 + 0,5% v/v
12	Monitoramento convencional (aplicação do produto após o início do aparecimento dos 1 ^{os} sintomas – 1% a 5% de incidência)	Priori Xtra + Nimbus*	0,5 + 0,5% v/v
13	Testemunha (sem controle)	-----	-----

* **Opera** – Piraclostrobina+Epoxiconazol, **PrioriXtra** – Azoxistrobina+Ciproconazol, **Nimbus** – Óleo Mineral, **Assist** – Óleo Mineral.

Tabela 2 – Tratamentos utilizados para o controle da ferrugem asiática de acordo com os métodos de monitoramento nos experimentos da safra 2009/10.

Tratamento	Momento de aplicação	Produto comercial	Dose (L.ha ⁻¹)
1	controle total (fenológico)	A. Prima	0,3
2	1 dias após aparecimento dos 1 ^{os} esporos	A. Prima	0,3
3	7 dias após aparecimento dos 1 ^{os} esporos	A. Prima	0,3
4	14 dias após aparecimento dos 1 ^{os} esporos	A. Prima	0,3
5	30 dias após aparecimento dos 1 ^{os} esporos	A. Prima	0,3
6	aparecimento dos 1 ^{os} sintomas	A. Prima	0,3
7	testemunhas (s/ controle)	-	-

* **Approach Prima** – Picoxistrobina+Ciproconazol. Nos tratamentos de 1 a 6 foram aplicados 0,5%v/v de **Assist** – Óleo Mineral, para compor a calda.

3.3.1 Experimento 1 – safra 2007/08

Utilizou-se o delineamento estatístico de blocos ao acaso, com 4 repetições, em esquema fatorial envolvendo dois agrotóxicos e seis momentos de aplicação. Os tratamentos estão discriminados na Tabela 1.

A semeadura foi efetuada em 06 de novembro de 2007, utilizando como adubação de base 300 kg/ha de 00-20-20. A cultivar utilizada foi a CD 214RR, sendo as sementes tratadas quimicamente com agrotóxicos carboxina + tiran e imidaclopride, nas doses recomendadas. O espaçamento entre linhas adotado foi o de 0,45 m, com média de 18 sementes por metro linear, constituindo finalmente uma área útil de 31,5 m² por parcela.

As variáveis avaliadas foram: porcentagem de severidade da ferrugem da soja em toda planta a partir de 3 extratos do dossel da cultura (inferior, médio e superior), com o auxílio, com o auxílio da escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006); nível de desfolha (%); e produtividade (kg.ha⁻¹).

Avaliações da área afetada pela ferrugem foram realizadas duas vezes por semana até o surgimento dos primeiros sintomas, o que ocorreu no estágio fenológico de R5.1. Todavia, para a interpretação dos resultados, foram consideradas as avaliações de ferrugem feitas nos estádios R5.5 (maioria das vagens entre 75% e 100% de granação) e R8.2 (mais de 50% de desfolha na testemunha sem controle).

A avaliação da desfolha foi feita visualmente considerando a porcentagem da desfolha na planta. Esta avaliação ocorreu no estádio R8.2, ocasião em que a testemunha sem controle atingiu mais de 95% de desfolha. Já a estimativa da produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ foi obtida por meio da colheita manual de 10 m^2 de cada parcela, sendo os resultados corrigidos para a umidade de 13%.

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância seguida do teste Tukey à 5% de probabilidade, a título de verificar diferenças significativas entre as médias dos tratamentos estudados.

3.3.2 Experimentos 2 e 3 - safra 2009/10

Nesta safra estudou-se 6 diferentes momentos de aplicação (Tabela 2) em dois locais distintos: área experimental do Campus da UEL e da Estação Experimental do IAPAR.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, sendo a área de cada parcela de 15 m^2 e o Ciproconazole + Picoxistrobina (Approach Prima) agrotóxico utilizado nas aplicações. As cultivares utilizadas foram CD 215 (semeadura em 05/11/09) e BRS 184 (semeadura em 31/10/09), nas áreas experimentais da UEL e IAPAR, respectivamente. A adubação de base e o tratamento químico de sementes foram semelhantes em ambos locais: 300 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de 00-20-20, e carboxin + thiran e imidaclopride, nas doses recomendadas, respectivamente. Manejos de plantas daninhas e pragas foram realizados por meio do uso de glifosato e metamidofos.

As variáveis avaliadas foram as porcentagens de severidade da ferrugem asiática da soja, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD): estimada conforme a equação apresentada por Campbell e Madden (1990), e produtividade em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Para estimativa da severidade média da parcela, foram avaliados três trifólios dos terços inferior, médio e superior de seis pontos na parcela, e utilizando-se como referência a escala diagramática de Godoy, Koga e Canteri (2006). Cinco avaliações de quantificação da ferrugem foram realizadas, durante o experimento, todavia, para a interpretação dos resultados foram consideradas as avaliações de ferrugem feitas nos estádios $R_{5.5}$ (maioria das vagens entre 75% e 100% de granação) e R_8 (maturação fisiológica).

A estimativa da produtividade se deu por meio da colheita manual (5 m²) de cada parcela, realizada nos dias 03 e 10/04/2010, na UEL e no IAPAR, respectivamente, sendo os resultados corrigidos para 13 % de umidade.

As variáveis analisadas foram submetidas a análise de variância, seguida do teste Tukey à 5% de probabilidade, a fim de verificar diferenças significativas entre os tratamentos estudados.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A título de uma exposição mais didática, os resultados e discussões estão apresentados separadamente por safra, pois o surgimento dos primeiros esporos de ferrugem asiática, aliados ainda, às condições climáticas foram distintos em cada safra estudada.

Safra 2007/08

As aplicações do tratamento baseado no monitoramento AURA iniciaram no dia 18/01/2008, O intervalo adotado entre as aplicações realizadas em cada tratamento foi de 18 a 21 dias.

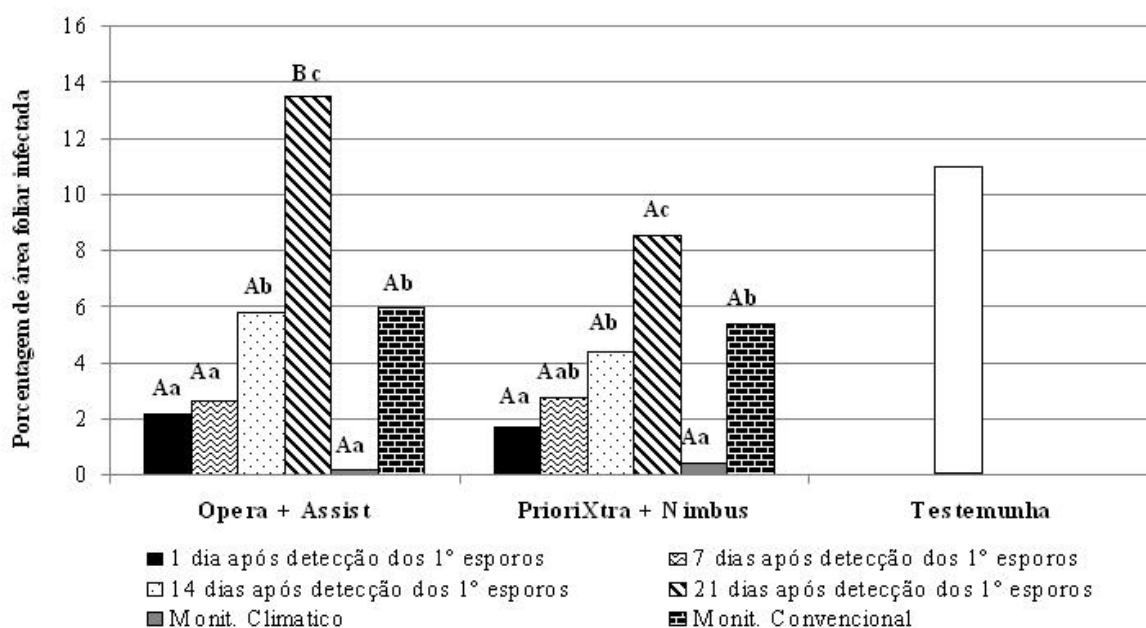
No tocante a flutuação de esporos da ferrugem da soja, nota-se que o surgimento dos primeiros esporos se deu no dia 30/1/2008, iniciando-se a partir desta data as aplicações de agrotóxicos nos demais tratamentos baseados na flutuação de esporos.

Anteriormente a constatação dos primeiros esporos de ferrugem, as condições climáticas encontravam-se favoráveis a infecção e, por conseguinte, ao desenvolvimento epidemiológico da doença sobre a cultura da soja. Tal fato foi comprovado ao verificarmos efetivamente os primeiros sintomas em torno de 15 a 20 dias a data de tal detecção, quando iniciamos o tratamento baseado no monitoramento convencional.

Quanto aos resultados inerentes aos níveis de severidade da ferrugem, a hipótese proposta inicialmente de que a ocorrência epidêmica da doença depende do inoculo primário associado às condições ambientais é evidenciada, visto que a avaliação de severidade no estágio fenológico de R5.5 demonstra significativamente maiores níveis de severidade a partir dos tratamentos aplicados aos 14 dias da detecção dos primeiros esporos da ferrugem. Os

tratamentos baseados no monitoramento climático (AURA) – aplicação anterior ao surgimento dos primeiros esporos - não diferiram daqueles que tiveram o início das aplicações à 1 e 7 dias, demonstrando que as aplicações neste momento foram caracterizada como preventivas e também estatisticamente iguais (Figura 1).

Figura 1 – Severidade da ferrugem asiática da soja, aos 104 dias após a semeadura (estádio R_{5.5}), em Londrina, PR, no campus da Universidade Estadual de Londrina, safra 2007/08.

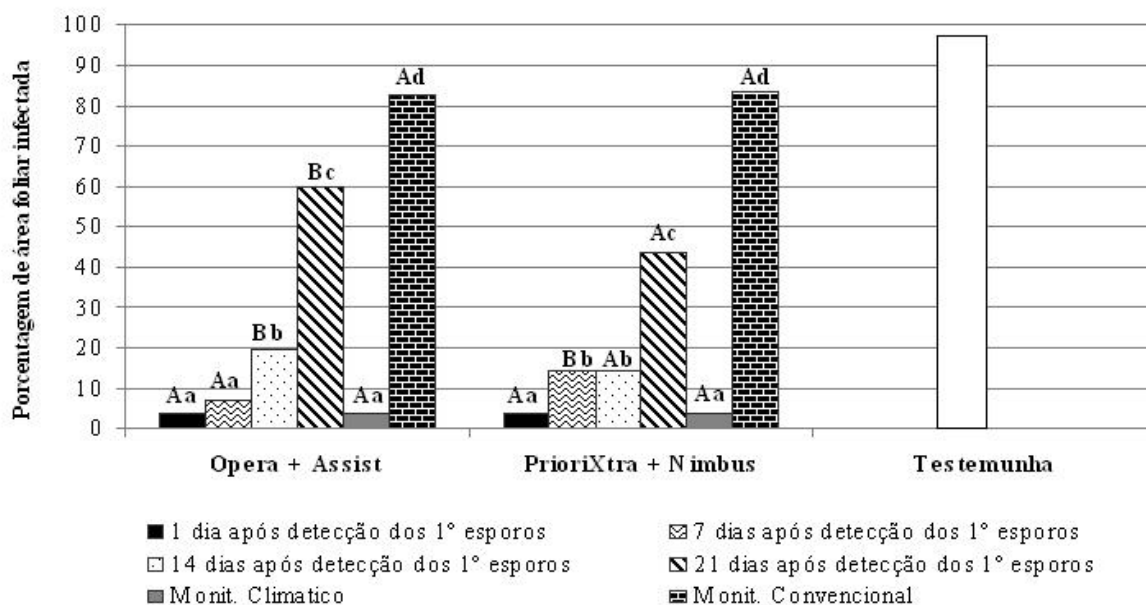


*Letras maiúsculas, comparação entre os produtos dentro do mesmo momento de aplicação. Letras minúsculas, comparação entre os momentos de aplicação dentro do mesmo produto.

Tal diferença entre os tratamentos aplicados anteriormente a infecção efetiva pode ser decorrente principalmente do aumento das precipitações pluviométricas neste intervalo, em torno de 10 dias da constatação dos esporos, o que gerou, contudo, um maior nível de molhamento foliar.

Os resultados desta avaliação – estágio R_{5.5} – indicam ainda diferença estatística entre os agrotóxicos somente nos tratamentos aplicados após 21 dias da constatação dos esporos, sendo o agrotóxico PrioriXtra mais eficiente para este momento de aplicação que o agrotóxico Opera (Figura 1).

Figura 2 – Severidade da ferrugem asiática da soja, aos 121 dias após a semeadura (estádio R_{8.2}), em Londrina, PR, no campus da Universidade Estadual de Londrina, safra 2007/08.



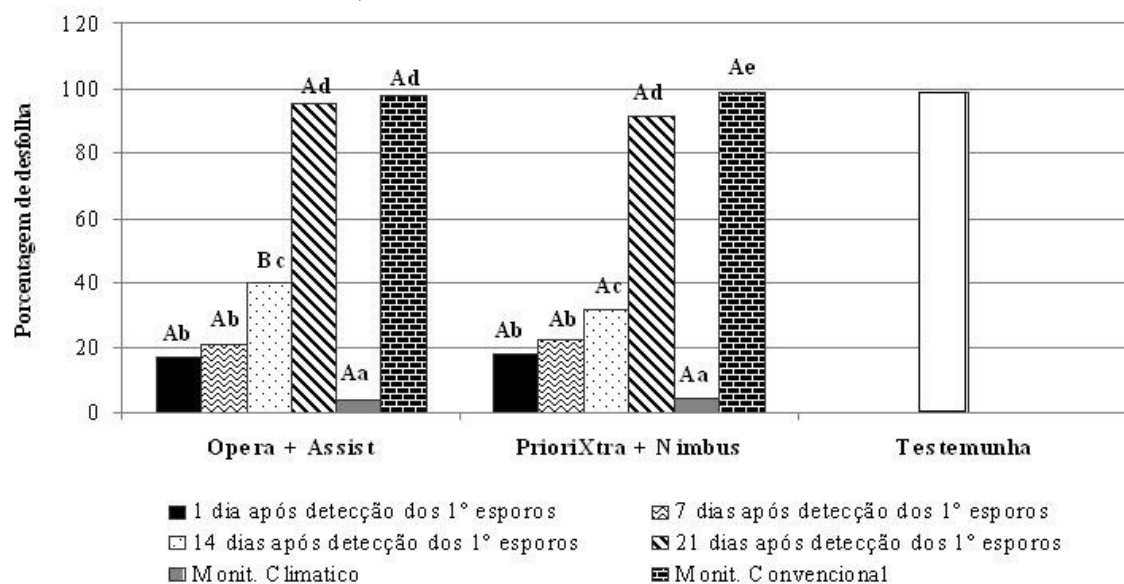
*Letras maiúsculas, comparação entre os produtos dentro do mesmo momento de aplicação. Letras minúsculas, comparação entre os momentos de aplicação dentro do mesmo produto.

Já na segunda avaliação (Figura 2), estágio fenológico de R_{8.2}, o mesmo comportamento entre os tratamentos praticamente se manteve, apresentando aumento nos níveis de severidade nas aplicações realizadas a partir dos 14 dias da detecção dos primeiros esporos, independente do agrotóxico utilizado.

Para os tratamentos aplicados tardiamente, 14 e 21 após detecção dos esporos, o agrotóxico PrioriXtra mostrou-se mais eficiente no controle da doença quando comparado ao agrotóxico Opera. Porém é notória a maior eficácia dos agrotóxicos, quando a aplicação é realizada preventivamente.

Com relação à avaliação da desfolha (Figura 3), evidencia-se claramente que o atraso na aplicação de agrotóxicos resulta em maior nível de desfolha, oriundo tanto da colonização do tecido foliar pela ferrugem da soja, como também de uma ação fisiológica dos agrotóxicos aplicados, uma vez que o tratamento baseado apenas no monitoramento climático - maior número de aplicações - apresentou o menor nível de desfolha perante aos demais.

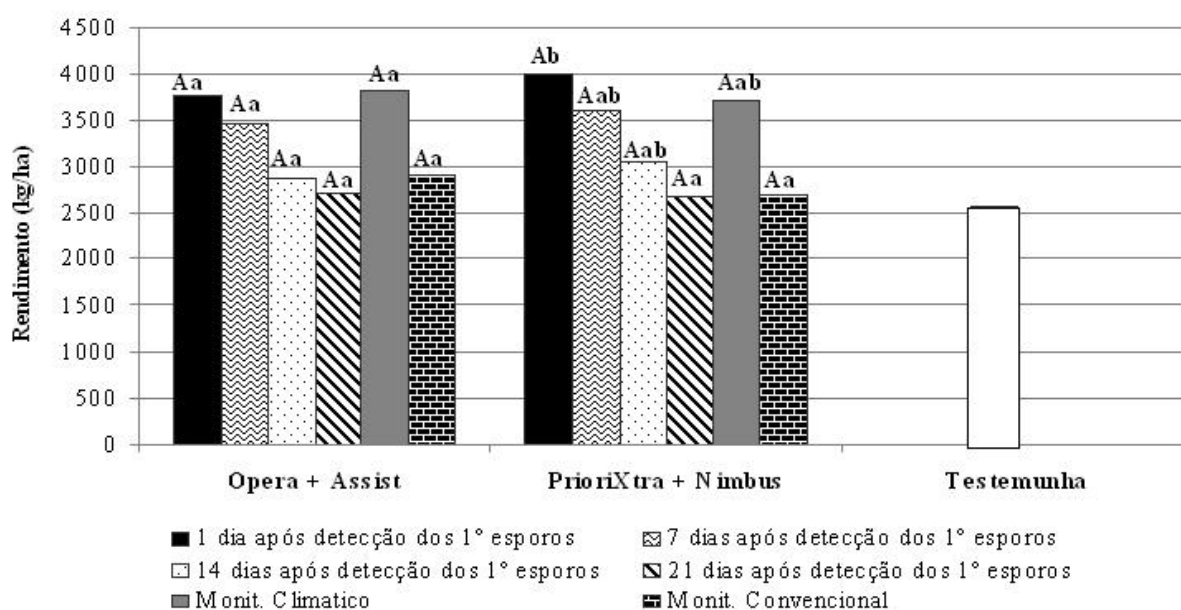
Figura 3 – Porcentagem de desfolha das plantas de soja causadas pela ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), aos 121 dias após a semeadura (estádio R8.2), em Londrina, PR, no campus da Universidade Estadual de Londrina, safra 2007/08.



*Letras maiúsculas, comparação entre os produtos dentro do mesmo momento de aplicação. Letras minúsculas, comparação entre os momentos de aplicação dentro do mesmo produto.

Para a variável produtividade (Figura 4) encontramos diferenças significativas quando comparamos os momentos da primeira aplicação do agrotóxico PrioriXtra. As aplicações baseadas no monitoramento climático (Aura) e 1 dia após a constatação dos esporos apresentaram maiores produtividades em comparação aos demais tratamentos aplicados posteriormente. Para o agrotóxico Opera, as produtividades nos diferentes momentos de aplicação não foram estatisticamente diferentes, porém apresentaram a mesma tendência de resultados do agrotóxico PrioriXtra.

Figura 4 – Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) das plantas de soja infectada por ferrugem asiática, em Londrina, PR, no campus da Universidade Estadual de Londrina, safra 2007/08.



*Letras maiúsculas, comparação entre os produtos dentro do mesmo momento de aplicação. Letras minúsculas, comparação entre os momentos de aplicação dentro do mesmo produto.

Vários fatores podem estar inclusos nas pequenas diferenças estatísticas existentes entre os momentos de aplicação de fungicida para a produtividade da cultura, como, por exemplo, o surgimento relativamente tardio dos primeiros esporos no tocante ao desenvolvimento da cultura, devido provavelmente aos altos índices de precipitação, que impediram uma maior dispersão dos esporos pelo ar.

Trabalhos deste gênero relacionados à ferrugem asiática da soja são raros ou mesmo inexistentes na literatura, por isso a dificuldade de se comparar com os resultados obtidos neste experimento. No entanto, existem trabalhos realizados com outras culturas e doenças, em que os autores obtiveram melhor controle e eficiência dos produtos aplicados, e em alguns casos foi possível até diminuir o número de aplicações como, por exemplo, quando utilizaram sistema de previsão para a requeima da batata (COSTA et al. 2002), severidade da doença e também o método de monitoramento para o controle da mancha preta e verrugose do amendoim (MORAES et al., 2001), em que se basearam na incidência de manchas foliares, associando com as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da doença.

Estudos sobre a utilização de métodos de monitoramento para indicar o melhor momento para o início das aplicações de agrotóxicos fazem-se necessários para o sucesso do controle da ferrugem, pois, segundo Zambolim (2006), a prática de monitoramento de inóculo presentes no ar, por meio de armadilhas do tipo caça esporos, também pode constituir-se uma ferramenta valiosa na decisão do controle químico da doença. Independentemente da fonte de origem, a presença de esporos no ar indica que, se as condições climáticas forem favoráveis, muito provavelmente haverá infecção da soja nos dias subsequentes, caso as variedades sejam suscetíveis.

No caso específico da realização desse trabalho, em que a evolução da ferrugem asiática as soja ocorreu tardiamente no ensaio, iniciando-se o contraste de severidade a partir de R5.4-5 chegando a testemunha sem controle a 97% de severidade já nos estádios de maturação fisiológica (R8), os resultados mostraram conclusões bastante pertinentes no tocante ao manejo químico da ferrugem asiática e principalmente ao momento da primeira aplicação de agrotóxico na cultura visando o controle dessa doença. Entretanto, há necessidade de mais estudos embasados nesses resultados, explorando diferentes condições de pressão de doença, bem como cultivares com diferentes níveis de tolerância e em condições climáticas diversas para confirmação e consolidação dessa nova tecnologia.

Safra 2009/10

O início das aplicações nos experimentos da safra 2009/10 foi dia 19/12/2009 (UEL) e 30/12/2009 (IAPAR) para o tratamento 1 (aplicação no florescimento). As detecções dos primeiros esporos deram-se dia 05/01/2010 (UEL) e 08/01/2010 (IAPAR), dando início aos demais tratamentos para ambos os locais a partir do dia 08/01/2010. Adotou-se intervalo de 21 dias entre as aplicações de cada tratamento. As condições climáticas registradas durante os ensaios foram favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem da soja, acordando com o descrito por Andrade (2002 apud ZAMBOLIM, 2006). Os primeiros sintomas da doença nas plantas de soja foram encontradas aos 14 dias após a detecção dos primeiros esporos, dando início ao tratamento baseado no monitoramento convencional.

Em ambos os experimentos, na UEL e no IAPAR, os resultados inerentes aos percentuais de severidade da ferrugem da soja, evidenciam,

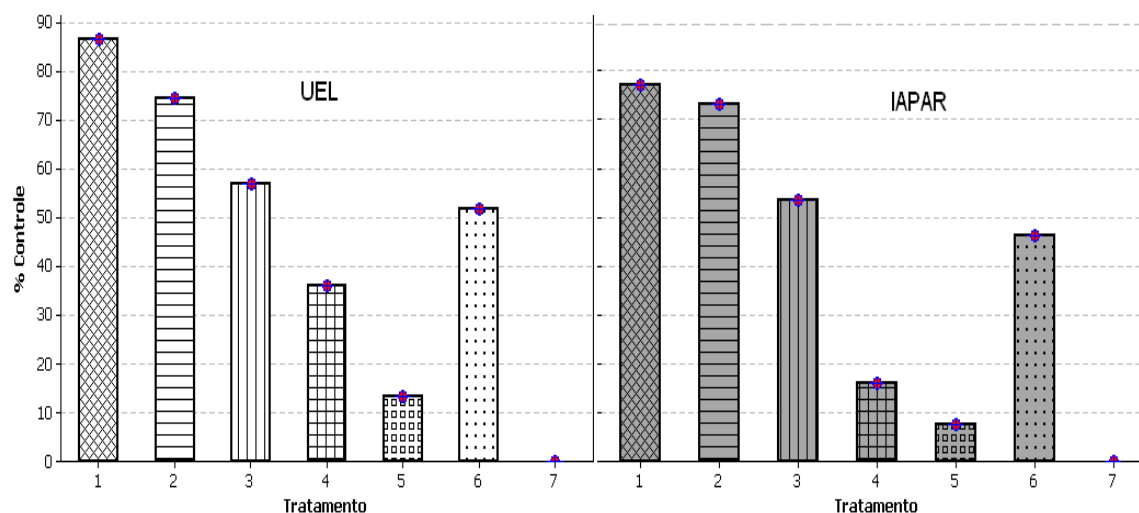
notoriamente, que o momento de aplicação de fungicida é essencial para um controle efetivo da ferrugem (Figura 5). Com o atraso das primeiras aplicações houve um aumento gradativo nos níveis de severidade, como mostra a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), obtida de um compilado de cinco avaliações de severidade para cada local (Tabela 3).

Tabela 3 – Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), calculada em função de 5 avaliações da % severidade em cada local, em Londrina, PR, no Campus da UEL e na Estação Experimental do IAPAR, safra 2009/10.

UEL		IAPAR	
Tratamentos	AACPD	Tratamentos	AACPD
1	325,06 f	1	681,75 g
2	618,37 e	2	794,50 f
3	1046,37 d	3	1379,12 e
4	1555,87 c	4	2489,12 c
5	2113,25 b	5	2742,50 b
6	1173,12 d	6	1595,12 d
7	2436,87 a	7	2966,87 a
CV (%)	6,66	CV (%)	3,85

Os experimentos realizados nessa safra apresentaram a mesma tendência dos resultados encontrados na safra 2007/08, com ênfase no controle da ferrugem asiática para os tratamentos que tiveram as aplicações de fungicida mais precocemente (Figura 5).

Figura 5 – Porcentagem de controle da ferrugem asiática, baseado na AACPD (compilado de 5 avaliações de % severidade para cada local), em Londrina, PR, no Campus da UEL e na Estação Experimental do IAPAR, safra 2009/10. ABBOTT (1925).



O mesmo resultado foi observado por Godoy e Canteri (2004), os quais afirmam que o efeito curativo dos fungicidas é reduzido à medida que se atrasa a aplicação deste produto. Hartman, Wang e Tchanz (1991), também verificaram o aumento na severidade da ferrugem durante o estágio fenológico de enchimento das vagens, o que torna ainda mais relevante o posicionamento antecipado de controle.

Silva et al. (2005) observaram que pulverizações seqüenciais proporcionaram menor severidade, quando comparada com aplicação única do mesmo produto. Quintana e Sasovsky (2006) também constataram que aplicações duplas apresentaram melhor controle, em comparação a tratamentos em que se realizou apenas uma aplicação.

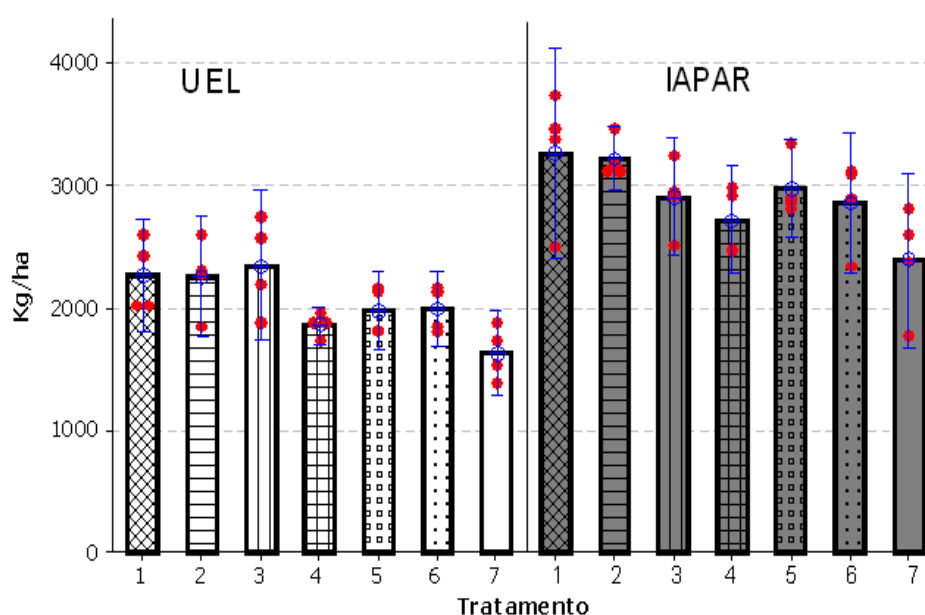
Trabalhos realizados em Zimbábue, na África, comprovaram a necessidade de três aplicações em condições de alta severidade da doença (LEVY, 2005). No entanto, resultados distintos foram obtidos por Godoy et al. (2009), os quais afirmam que, mesmo com aplicações iniciando após a constatação dos sintomas iniciais, tratamentos que foram submetidos a duas ou a apenas uma aplicação obtiveram resultados satisfatórios. Mostrando que não é a quantidade de aplicações de agrotóxicos que possibilitarão excelentes resultados, mas sim as aplicações empregadas no momento correto.

Quanto aos resultados referentes à produtividade (Tabela 4), houve diferença estatística entre os tratamentos aplicados no florescimento e os com base na detecção dos primeiros esporos para ambas as áreas estudadas na safra 2009/10, diferindo significativamente da testemunha pelo teste de Tukey a 5%. Mostrando que o mais importante não é o número de aplicações realizadas para alcançarmos maiores retornos econômicos, mas sim, as aplicações realizadas no momento correto, possibilitando, muitas vezes, economia no manejo, sem perder em produtividade (Figura 6).

Tabela 4 – Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) das plantas de soja infectada por ferrugem asiática, em Londrina, PR, no Campus da UEL e na Estação Experimental do IAPAR, safra 2009/10.

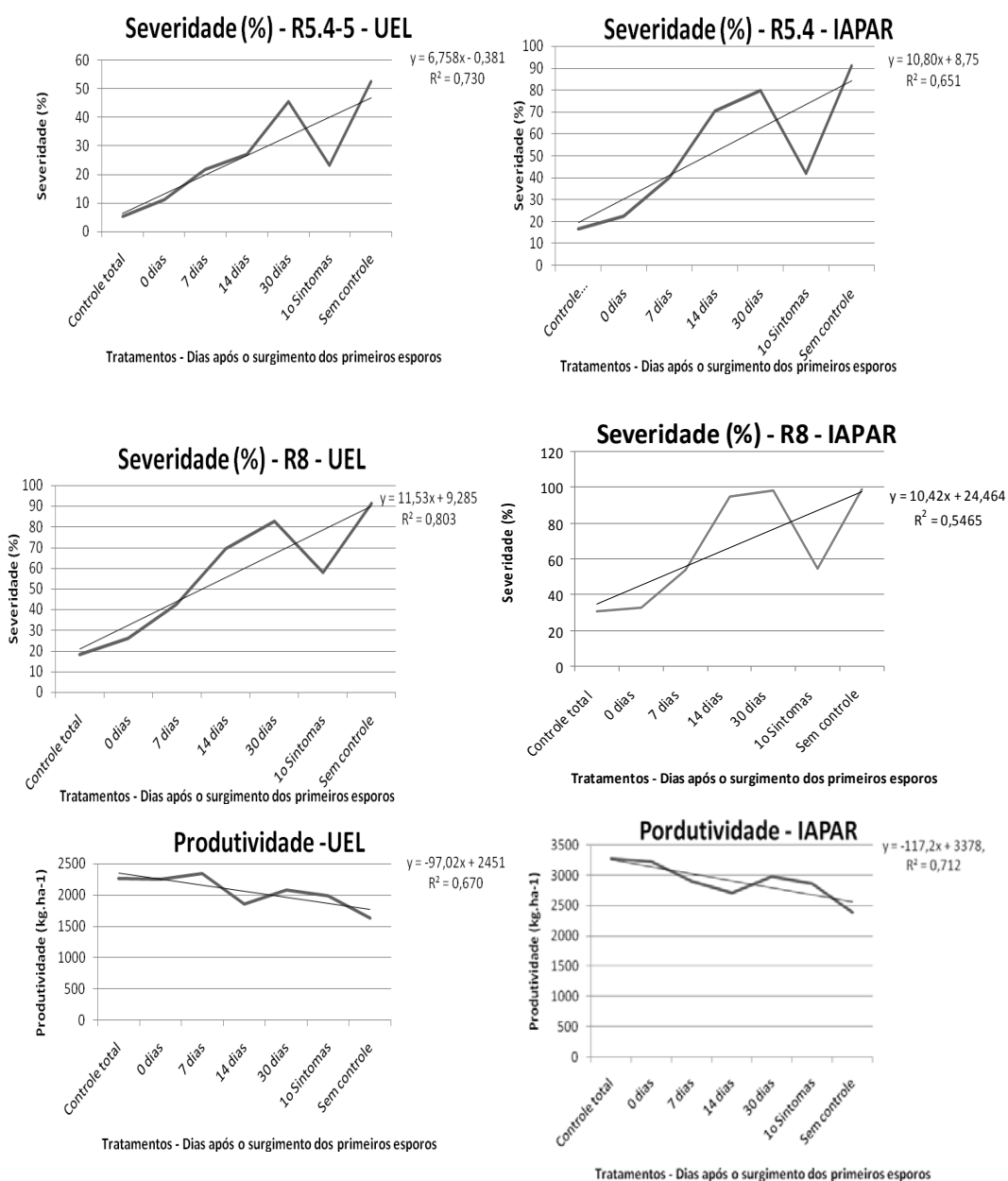
UEL		IAPAR	
Tratamentos	Kg/ha	Tratamentos	Kg/ha
1	2267,5a	1	3273,75a
2	2260,25a	2	3222,91a
3	2346,75a	3	2908,75ab
4	1862,75ab	4	2719,16ab
5	1981,5ab	5	2984,58ab
6	1989ab	6	2862,5ab
7	1631,75b	7	2394,16b
CV(%)	8,7	CV(%)	11,9

Figura 6 – Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) das plantas de soja infectada por ferrugem asiática, em Londrina, PR, no Campus da UEL e na Estação Experimental do IAPAR, safra 2009/10.



Fica evidente, nestes experimentos a tendência clara (Figura 7) acerca do aumento da severidade e, por conseguinte, das perdas de produtividade com o atraso nas aplicações de fungicida. Para a severidade da ferrugem da soja, avaliando o efeito de momento do início da primeira aplicação de agrotóxicos, verificamos que houve influência na curva de severidade da doença e na produtividade da cultura da soja. Apesar da aplicação preventiva de agrotóxicos ser preconizada, pela sua maior eficiência quando utilizada dessa maneira, isso não deve ser generalizado, realizando aplicações sem necessidade.

Figura 7 – Porcentagem de severidade nos estádios fenológicos R5.5 e R8 e produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) nos experimentos conduzidos na UEL e IAPAR.



Navarini et al. (2007), afirmam que uma análise geral de diversos agrotóxicos mostra uma tendência dos maiores ganhos no rendimento estarem relacionados a aplicações preventivas, entre os estádios R1 e R3. O mesmo autor ainda cita que no caso da ferrugem da soja, a necessidade de aplicações preventivas mostra-se ainda mais importante, conforme já havia sido observado por Bromfield, Melching e Kingsover (1980), em que o aumento nos danos da doença, a partir da floração, é mais acentuado.

Diferentemente do trabalho citado acima, neste ensaio constatou-se que altos níveis de produtividade podem ser alcançados com pulverizações realizadas em estágio fenológicos mais avançados, isto por que, as primeiras pulverizações neste experimento ocorreram após o estágio R5.1.

Já no caso de aplicações calendarizadas, assim como cita Navarini et al. (2007), existe a possibilidade de o efeito residual ser desperdiçado, devido a não presença do patógeno na área, ou seja, a aplicação realizada sem necessidade. Nesse trabalho os autores citam também que o maior período de proteção às plantas foi obtido com duas aplicações de agrotóxicos, resultando em maiores incrementos de produtividade. Santos et al. (2004), Moura et al. (2004) e Silva, Maia e Meyer (2004), também verificaram maior eficiência de controle, e conseqüente aumento na produtividade, quando realizadas duas aplicações de agrotóxicos.

A partir dos resultados destes experimentos podemos dizer que o incremento na produtividade não está relacionado ao maior número de aplicações de agrotóxicos. Porém, é inegável o fato de que aplicações preventivas baseadas em sistemas de monitoramento da doença, juntamente com o monitoramento climático são a alternativa mais racional para controlar com eficiência a ferrugem asiática da soja.

Temos exemplos da utilização de sistemas de previsão adaptados com sucesso, manejando doenças em algumas outras culturas com potencial de reduzir o número de aplicações de agrotóxicos e desta maneira reduzir custos, diminuir o risco de ocorrência de epidemias severas e reduzir a poluição ambiental (TRENTIN, 2006). A utilização de sistemas de previsão para gerenciar o manejo e controle de doenças foliares no tomateiro é uma prática moderna, que vem sendo utilizada com sucesso em diversos países (SANTOS, 2000), mostrando-se técnica e economicamente viável. Também não deve ser esquecido que a questão da preservação ambiental e da qualidade dos alimentos que consumimos está sendo

amplamente discutida e, é cada vez mais exigida pelos consumidores. Os trabalhos de Reis e Filho (2004), afirmam que os objetivos principais de um sistema de previsão de doenças, são de reduzir o número de aplicações de fungicidas, reduzindo o custo de produção e diminuindo o risco de perdas econômicas causadas pelas doenças.

Nas condições dos trabalhos desenvolvidos nas safras 2007/08 e 2009/10, verificamos que a melhor forma de controle é a prevenção. Através desses trabalhos pudemos confirmar a importância do momento da primeira aplicação de agrotóxicos no controle da ferrugem asiática da soja, validando ainda a utilização do coletor de esporos como ferramenta para auxiliar no monitoramento dessa doença. Dependendo das condições de cada lavoura é possível reduzir o número de aplicações, sem redução significativa da produção, proporcionando um melhor retorno econômico.

3.5 CONCLUSÕES

Nas condições desses experimentos, levando-se em consideração os parâmetros severidade de doença (%) e produtividade ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$):

SAFRA 07/08: Os agrotóxicos aplicados logo no início da detecção dos primeiros esporos, seguindo o monitoramento climático AURA apresentaram melhores desempenhos quando comparados com os demais tratamentos.

SAFRA 09/10: O agrotóxico aplicado preventivamente, no florescimento, e na detecção dos primeiros esporos apresentaram os melhores desempenhos em relação aos demais tratamentos.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Econom. Entomol.** 18, 256-267.
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. de L. e; ÁVILA, M. R.; SUZUKI, L. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Rev. Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 865-873, 2008.
- ALSTON, J. M.; PARDEY, P. G.; TAYLOR, M. J. **Agricultural science policy: changing global agendas.** Washington: IFPRI: Johns Hopkins University Press, 2001.
- ANDRADE, P.J.M.; ARARIPE ANDRADE, D.F. **Ferrugem asiática: uma ameaça a sojicultura brasileira.** Dourados: Embrapa, 2002. 11 p. (Circular técnica, n. 11.).
- AZEVEDO, L. A. S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas.** 1. ed. São Paulo: [s.n], 2001.
- BALARDIN, R. S. Situação, importância e perspectivas de evolução da ferrugem asiática nos principais países produtores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. p. 94-96.
- BALARDIN, R. Armas Contra a Ferrugem. **Revista Cultivar**, Pelotas, RS, v. 5, n. 55, p. 20-23, ago. 2003
- BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de fitopatologia.** princípios e conceitos. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1. 919 p.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1996. 289p.
- BROMFIELD, K.R. **Soybean Rust** – American Phytopathological Society, St Paul, MN, 1984. 64p. Monograph. N 11.
- BROMFIELD, K. R.; MELCHING, J. S.; KINGSOVER, C. H. Virulence and aggressiveness of *Phakopsora pachyrhizi* isolates causing soybean rust. **Phytopathology**, v. 70, p. 17-21, 1980.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L. **Introduction to plant disease epidemiology.** New York: Wiley, 1990.
- CAMPOS, H. D.; SILVA, L. H. C. P.; SILVA, J. R. C. Eficácia do fungicida pyraclostrobin + epoxiconazole em um programa de aplicação para o controle de ferrugem asiática e doenças de final de ciclo da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Cornélio Procópio, 2005. p. 262-263.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM – Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p.18-24, 2001.

CASEY, P. S. The epidemiology of soybean rust – *Phakospsora pachyrhizi* Sydow. 1979. Tese (Doutorado) – University of Sydney, 1979. apud Zambolim, L. Manejo integrado da ferrugem asiática da soja. In.: _____. **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 73-98.

CARVALHO JUNIOR, A. A. de; FIGUEIREDO, M. B. A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 26, p. 197-200, 2000.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/11_levantamento_ago2009.pdf>. Acesso em: 05 set. 2009.

COSTA, R. V. et al. Previsão da requeima da batateira. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, n. 27, p. 349-354, 2002.

COSTA, R. V.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. DO; MIZOBUTI, E. S. G. Previsão da requeima da batateira. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 349-354, 2002.

DALL'AGNOL, A. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Soja; Prefácio**. Londrina, 2006.

DUARTE, H. DA S. S.; ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C. de. Manejo da requeima do tomateiro industrial empregando sistema de previsão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, n. 4, p. 328-334, 2007.

DUARTE, R. N. **Eficácia de fungicidas no controle da ferrugem da soja**. 2004. Monografia (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2004.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária . Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Produtos registrados no MAPA para controle da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*)**. 2007b. Disponível em: <http://cnpso.embrapa.br/alerta/ver_alerta.php?cod_pagina_sa=180&cultura=1>. Acesso em: 01 jun. 2007

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja Paraná 2007**. 1 ed. Londrina: Embrapa Soja, 2006.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja Paraná 2003**. 1 ed. Londrina: Embrapa Soja, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1999.

FRY, W.E.; THURSTON, H.D. The relationship of plant pathology to integrated pest management. **BioScience**, v. 30, p. 665-669, 1980.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. 1. ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000.

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. **Trop. plant pathol.**, Brasília, v. 34, n. 1, feb. 2009.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; HENNING, A. A. **Histórico do vazio sanitário como medida de manejo da ferrugem asiática da soja**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2006.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 63-68, 2006.

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, feb. 2004.

GOMES, L. L. **Controle químico de doenças foliares: efeitos nas características agrônomicas de cultivares de soja**. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

GONÇALVES, G. Informativo Sementes Brejeiro. Morro Agudo-SP. Ano V-nº17. 15p. Fev/Março, 2004.

HARDWICK, N.V. Disease forecasting. In: JONES, D.G. (Ed.). **The epidemiology of plant diseases**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 1998.

HARTMAN, G. L.; WANG, T. C.; TCHANZ, A. T. Soybean rust development and the quantitative relationship between rust severity and soybean yield. **Plant Disease**, v. 75, p. 596-600, 1991.

IGARASHI, S.; BALAN, M. G. Ferrugem da soja. **Plantio direto do Vale**, Vale do Paranapanema, v.1, p. 1-8, 16 ago. 2004.

JACCOUD FILHO, D. S.; HIAR, C. P.; BONA, P. F.; GASPERINI, L. Ocorrência da ferrugem de Soja na Região do Campos Gerais do Paraná. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23., 2001, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa soja, 2001. p.109.

JULIATTI, F. C. Perdas causadas por doenças na cultura da soja, com ênfase na ferrugem asiática. In : WORKSHOP DE EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS DE PLANTAS, QUANTIFICAÇÃO DE PERDAS NO MANEJO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 1., 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2005. p.81-94.

JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C. **Manejo integrado de doenças na cultura da soja**. 1. ed. Uberlândia: [s.n], 2004.

JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C. **Manejo integrado de doenças na cultura da soja**. 1. ed. Uberlândia: [s.n], 2002.

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

MACKENZIE, D.R. Scheduling fungicide applications for potato late blight with BLITECAST. **Plant Disease**, v. 65, p. 394-399, 1981.

MORAES, S. A.; GODOY, I. J.; PEZZOPANE, J. R. M.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; SILVEIRA, L. C.P. Eficiência de fungicidas no controle da mancha preta e verrugose do amendoim por método de monitoramento. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 134-140, 2001.

MORSE, S.; BUHLER, W. **Integrated Pest Management**. Ideals and realities in developing countries. London, Lynne Rienner Publishers. 1997a.

MOURA, E. A. C.; JULIATTI, F. C.; SCHIAVETTO, J. M.; JULIATTI, F. C.; SOUSA, P. P. Efeito de sistemas de preparo de solo e aplicação de fungicidas no controle químico da ferrugem da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, Supl. p.111, 2004.

NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R. S.; MOREIRA, M, T.; MENEGHETTI, R. C.; MADALOSSO, M. G. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja. **Summa phytopathol.**, Botucatu, v. 33, n. 2, p.182-186, jun. 2007.

NECHET, K. DE L. **Manejo integrado de doenças de plantas**. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=338>>. Acesso em: 29 maio 2009.

NORTON, G. A.; MUMFORD, J.D. **Decision tools for pest management**. Wallingford, CAB International.1993.

PASSINI, F. B. **Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (*Glycines max.*) na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*)**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

QUINTANA, G. J. R.; SASOVSKY, C. A. **Control químico de roya asiática de la soja y enfermedades de fin de ciclo en la región sudoeste de la provincia del chaco**. Protección Vegetal, 2006.

REIS, E. F. **Controle químico da ferrugem asiática da soja na região sul do Paraná**. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

REIS, E. M.; TONELLO, L. S.; STOLTE, R.; BLUM, M. M. C. Sensibilidade de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* a alguns fungicidas. In: CONSELHO SYNGENTA DE FITOPATOLOGIA, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2005.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R. Fatores climáticos e doenças de plantas. In: _____. **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2004. p. 21- 44.

REIS, E. M. (Ed.). **Previsão de doenças de plantas**. Passo fundo, RS: Universidade de Passo Fundo, 2004.

REIS, E. M.; FILHO, J. A. W. Previsão de doenças de plantas. In: REIS, E. M. **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004. p. 65-99.

REIS, E.; FORCELINI, C. A. **Manual de fungicidas: guia para o controle de doenças de plantas**. Passo Fundo. Gráfica e Editora Pe. Berthier. 1994. 111 p.

ROESSIN, A. C.; MENEGHEL, D. G. Perspectiva de crescimento da produção de soja no Mato Grosso frente à política de subsídios dos Estados Unidos. In: EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001.

SAMPAIO, L. M. B.; SAMPAIO, Y.; COSTA, E. de F. Mudanças políticas recentes e competitividade no mercado internacional de soja. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 44, n. 3, 2006.

SANTOS, I.; SOUZA, R. N.; GIASSON, N. F.; FELLIPI, C. L. Eficiência de fungicidas aplicados em diferentes épocas no controle de ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, Supl. p.80, 2004.

SANTOS, J. R. M. dos. **Desenvolvimento do sistema de previsão e aviso “PAST” para requeima (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), pinta-preta (*Alternaria solani* (Ellis & Martin) L. R. Jones) e septoriose (*Septoria lycopersici* Speg.) em tomateiro e sua avaliação no controle da pinta-preta**. 2000. 129 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – UNB, Brasília, DF, 2000.
SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P.A. **Compendium of soybean diseases**. 3.ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1989.

SILVA JUNIOR, J. da; REZENDE, P. M. de; CARVALHO, E. de A.; ALVES, E.; POZZA, E. A. Efeito de fungicidas sistêmico e protetores aplicados em diferentes estádios fenológicos no controle da ferrugem asiática da soja. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 3, jun. 2009.

SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, H. D. Efeito de misturas de fungicidas no controle de doenças de soja. **Revista Cultivar**, Pelotas, 2005.

SILVA, A. J. da; CANTERI, M. G.; GASTALDI, L. F.; BALAN, M. G.; BRUSTOLIN, C. Haste verde e retenção foliar relacionadas a aplicação de fungicidas para controle

da ferrugem da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Cornélio Procópio, 2005. p. 173-174.

SILVA, J. C.; MAIA, G. L.; MEYER, M. C. Efeito do numero de aplicações de fungicidas no controle da ferrugem da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, Supl. p.115, 2004.

SILVA, L. H. C. P. Controle químico da ferrugem da soja. In: CONSELHO SYNGENTA DE FITOPATOLOGIA, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2003.

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

SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. Management of Soybean Rust. In: SOYBEAN RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings...** Urbana : College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences, 1995. p.6-10.

SIQUERI, F. V. Ocorrência da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) no Estado de Mato-Grosso – safra 2004/2005. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. **Coletânea**. Uberlândia, 2005.

SOARES, R.M.; RUBIN, S.S.L.; WIELEWICK, A.P.; OZELAME, J.G. Fungicidas no controle da ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.

UTIAMADA, C.A. Doenças da Cultura da Soja. **Correio Agrícola**, São Paulo, n. 2, p. 04-05, jul./dez. 2003.

TAZZO, I. F. **Variação de alguns elementos micrometeorológicos no dossel de plantas de batata**. 2005. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

TRENTIN, G. **Avaliação de sistemas de previsão da ocorrência de *Phytophthora infestans* em cultivo de batata**. 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

WINSTON, M.L. **Nature Wars**. Cambridge: Harvard University Press, 1997.

WORLD BANK. **Enhancing agricultural innovation: how to go beyond the strengthening of research systems**. Washington, 2006.

YAMADA, T. Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura? **Informações Agronômicas**. POTAFOS, n. 108, 2004.

YORINORI, J. T. **O que aprendemos sobre a ferrugem "asiática" da soja, de 2001 a 2006, e como aprimorar o seu controle no Brasil**. Disponível em:

<<http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php?id1=11062&publi=&idSec=11&id2=11070>>. Acesso em: 10 out. 2009.

YORINORI, J. T. Ferrugem “asiática” da soja: o desafio continua e como aprimorar o seu controle. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, IV, Londrina, PR. **Anais**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. p. 102-108.

YORINORI, J. T.; LAZZAROTTO, J. J. **Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 27 p. (Documentos, 236).

YORINORI, J.T. Soja: Ferrugem Asiática; Doença Recente e Preocupante. **Correio Agrícola**, São Paulo, SP, n. 01, p. 16-21, jan./jun. 2003.

YORINORI, J. T.; WILFRIDO, M. P. **Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow**. 1. ed. Londrina : Embrapa Soja, 2002. (Folder).

YORINORI, J. T.; MOREL, W.; FERNANDEZ, F. T. P. Epidemia de ferrugem de Soja no Paraguai e na Costa Oeste do Paraná, em 2001. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23., 2001, Londrina. **Resumos...** Londrina, 2001. p.117.

ZADOKS, J.C. A quarter century of disease warning, 1958-1983. **Plant Disease**, v. 68, p. 352-355, 1984a.

ZADOKS, J.C. EIPRE, a computer-based scheme for pest and disease control in wheat. In: GALLAGHER, E.J. (Ed.). **Cereal Production**. London, Butterworth. 1984b.

ZAMBOLIM, L. , VALE, F. X. ; COSTA, H. **Controle integrado de doenças de hortaliças**. Visconde do Rio Branco, Suprema Gráfica e Editora,1997.122 p.

ZAMBOLIM, L. Manejo Integrado de Doenças e Proteção Ambiental. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, supl., p. 268, 1995.

ZAMBOLIM, L. Manejo integrado da ferrugem asiática da soja. In:_____. **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 73-98.