UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

EFICIÊNCIA DO FLUTRIAFOL E DO FLUTRIAFOL + TIOFANATO METÍLICO APLICADOS COM GOTAS FINAS OU MÉDIAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA.

MARIA APARECIDA PERES DE OLIVEIRA BONELLI

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP
Junho – 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

EFICIÊNCIA DO FLUTRIAFOL E DO FLUTRIAFOL + TIOFANATO METÍLICO APLICADOS COM GOTAS FINAS OU MÉDIAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA.

MARIA APARECIDA PERES DE OLIVEIRA BONELLI
BIÓLOGA

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Rocha Antuniassi

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP
Junho – 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Bonelli, Maria Aparecida Peres de Oliveira,1982-
B712e Eficiência do flutriafol e do flutriafol + tiofanato metílico aplicados com gotas finas ou médias no controle da ferrugem asiática da soja / Maria Aparecida Peres de Oliveira Bonelli . - Botucatu : [s.n.], 2006.
xi, 64 f. : il., gráfs, tabs.

Dissertação (mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2006
Orientador: Ulisses Rocha Antuniassi
Inclui bibliografia.

1. Pesticidas - Aplicação. 2. Pulverização. 3. Fungicidas. 4. Soja - Doenças e pragas. 5. Fungos-da-ferrugem. I. Antuniassi,Ulisses Rocha. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **"EFICIÊNCIA DO FLUTRIAFOL E DO FLUTRIAFOL + TIOFANATO METÍLICO APLICADOS COM GOTAS FINAS OU MÉDIAS NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA"**

ALUNA: MARIA APARECIDA PERES DE OLIVEIRA BONELLI

ORIENTADOR: PROF. DR. ULISSES ROCHA ANTUNIASSI

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROF. DR. ULISSES ROCHA ANTUNIASSI

PROF. DR. MARCO ANTONIO GANDOLFO

PROF. DR. ANTONIO GABRIEL FILHO

Data da Realização: 14 de junho de 2006.

Encontros no caminho...

"Um rio nunca passa duas vezes pelo mesmo lugar" *diz um filósofo.* ***"A vida é como um rio"****, diz outro filósofo, e chegamos à conclusão que esta é a metáfora mais próxima do significado da vida....*

...As pedras precisam ser contornadas, *evidente que a água é mais forte que o granito, mas para isso é preciso tempo. Não adianta deixar-se dominar por obstáculos mais fortes, ou tentar bater-se contra eles; gastaremos energia a toa, o melhor é entender por onde se encontra a saída, e seguir adiante...*

...Somos únicos, *nascemos em um lugar destinado para nós, que nos manterá sempre alimentados o suficiente para que, diante de obstáculos, possamos ter a paciência e a força necessárias para seguir adiante. Começamos nosso curso de maneira suave, frágil, onde até mesmo uma simples folha pode nos parar... Como respeitamos o mistério da fonte que nos gerou e confiamos em sua Eterna sabedoria, aos poucos vamos ganhando tudo que nos é necessário para percorrer nosso caminho...*

...Embora sejamos únicos, em breve seremos muitos, *como diz a Bíblia, "todos os rios correm para o mar". Quando aceitamos o inevitável encontro com outras nascentes, terminamos por entender que isso nos faz muito mais fortes. Contornamos os obstáculos em muito menos tempo, e com muito mais facilidade...*

...Somos um meio de transporte, *de folhas, de barcos, de idéias. Que nossas águas sejam sempre generosas, que possamos sempre repassar todos os conhecimentos adquiridos.*

Adaptado de Paulo Coelho.

À minha mãe, Sebastiana Peres de Oliveira;
Ao meu pai, Luis Gonzaga de Oliveira...
...minhas fontes inspiradoras de vida,
pela educação, incentivo, confiança e amor incondicional;

Dedico!

Ao meu esposo, Emerson Alencar Bonelli,
Pelo amor e companheirismo;

Ofereço!

Agradecimentos

A Deus, pelo dom da vida e oportunidade de evoluir em mais essa etapa; pelo amparo e companheirismo em todos os meus momentos;

Ao Prof. Dr. Ulisses Rocha Antuniassi, pela orientação, dedicação, amizade e exemplo ético;

À Cheminova do Brasil, pela concessão da bolsa de estudos e financiamento do trabalho, nas pessoas dos Srs. Maurício Van Santem e Robert Noon;

À Fundação de estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF), gerenciamento do projeto junto a Cheminova;

Aos Professores Doutores Kléber Pereira Lanças, Antônio Gabriel Filho e Marco Antônio Gandolfo, pelas inúmeras contribuições;

À Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso (Fundação MT), na pessoa do seu Diretor Superintendente, Dario M. Hiromoto, pela colaboração em todas as etapas do trabalho;

Ao grupo Maggi, pela concessão da área para a realização do experimento e empréstimo de equipamentos, nas pessoas dos Srs. Gilson Dalmagro (coordenador de campo), Jocir Kasecker Junior (engenheiro agrônomo) e Armando Lowe (gerente);

À Montana, pela disponibilização do pulverizador Parruda MA 2025 – M;

Ao pesquisador Tiago Vieira Camargo, pela transmissão de conhecimentos, incentivo e amizade;

Aos amigos

Suzana M. Pimenta, pelo auxílio incondicional em todas as fases do curso e construção deste trabalho; José Roberto Silva, Caio A. Carbonari e Flávio C. Souza, pela valiosa e divertida colaboração no desenvolvimento do ensaio em campo; Marcelo R. Corrêa, pelas inúmeras contribuições durante a correção; Maria do Carmo Fernandes D'Auria, pelo acolhimento e carinho; Ramon J. Rodrigues, Michele Sato, Gerson H. Silva e Zoraide Basso, pelo convivência e auxílio durante os "períodos críticos"; Zulema N. Figueiredo, pela confiança; Elza A. Souza, pelas dicas de grande valor, Rafaela M. Pereira, pela grande ajuda nas inúmeras etapas durante este período; Eloneida Camili, Ana Paula Coutinho e Thalita Sampaio, pelo companheirismo;

A todos esses, pela atenção e preciosa amizade durante esta etapa da vida;

Aos professores da pós-graduação pela amizade e contribuição profissional;

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, da Biblioteca e da Seção de Pós-Graduação, pela dedicação e compreensão;

Ao setor de vigilância da FCA, que sempre foram prestativos durante os períodos de trabalhos na patrulha;

A autora é eternamente grata a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS VIII
LISTA DE FIGURAS IX
LISTA DE QUADROS XI
1. RESUMO 12
2. SUMMARY 14
3. INTRODUÇÃO 16
4. REVISÃO DE LITERATURA 18
4.1. A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merril]. 18
4.2. Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow). 20
4.2.1. Histórico 20
4.2.2. Sintomas e condições favoráveis 21
4.2.3. Perdas, controle e custos 24
4.3. Tecnologia de aplicação 27
5. MATÉRIAIS E MÉTODOS 33
4.4. Área 33
4.5. Fungicidas 34
4.6. Pulverização 34
4.7. Delineamento experimental 38
4.8. Avaliações 39
4.9. Incidência e severidade 40
4.10. Desfolha 40
4.11. Produção 41
6 RESULTADOS E DISCUSÃO 42
6.1 Avaliação prévia: incidência e severidade 43
6.2 Severidade no terço inferior 43
7 CONCLUSÕES 51
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 52
ANEXO 63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fungicidas utilizados para o controle da ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*), realizadas antes da instalação do experimento. Rondonópolis/MT, 2006.....34
Tabela 2 – Tratamentos, tipo de ponta, classe das gotas e fungicidas utilizados no experimento para controle da ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*). Rondonópolis/MT, 2006. 38
Tabela 3 – Condições ambientais em cada parcela durante a aplicação dos tratamentos. Rondonópolis/MT, 2006.....42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Lesão inicial de ferrugem. ---------- 22
Figura 2 – Início frutificação do fungo.---------- 23
Figura 3 – Área contaminada.---------- 23
Figura 4 – Uniport Jacto ---------- 35
Figura 5 – Parruda Montana---------- 35
Figura 6 – Twin Cap Hypro ---------- 36
Figura 7 – Componentes do bico ---------- 36
Figura 8 – Ponta VP ---------- 37
Figura 9 – Ponta LD---------- 37
Figura 10 – Croqui da área do ensaio na cultura da soja.---------- 39
Figura 11 – Porcentagem de redução de ferrugem asiática da soja, na comparação de cada tratamento com sua testemunha 9 dias após tratamento, posição inferior das plantas. ---------- 44
Figura 12 – Porcentagem de redução de ferrugem asiática da soja, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 9 dias após tratamento, posição superior das plantas. ------ 46

Figura 13 – Porcentagem de redução de ferrugem asiática da soja, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 13 dias após tratamento, posição superior das plantas. ----- 47
Figura 14 – Porcentagem de redução de ferrugem asiática da soja, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 20 dias após tratamento, posição superior das plantas. ----- 47
Figura 15 – Porcentagem de redução de ferrugem asiática da soja, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 27 dias após tratamento, posição superior das plantas. ----- 48
Figura 16 – Porcentagem de redução de desfolha, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 20 dias após tratamento, posição superior das plantas. ---------- 49
Figura 17 – Porcentagem de redução de desfolha, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 27 dias após tratamento, posição superior das plantas. ---------- 49
Figura 18 – Produtividade, em sacas por hectare, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 27 dias após tratamento, posição superior das plantas. ---------- 50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Área, produção e produtividade de soja no Brasil e no Estado de Mato Grosso na safra 2004/05 e estimativas para a safra 2005/06. ---------- 19
Quadro 2: Impacto de ferrugem da soja no Brasil – safras 2002/03 e 2003/04 (milhões de US$). 26

1. RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da tecnologia de aplicação no efeito residual dos fungicidas flutriafol e tiofanato metílico + flutriafol, em duas tecnologias de aplicação no controle da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow). O delineamento experimental adotado foi em esquema fatorial 2 x 2 com 6 repetições, resultando em 4 tratamentos nas seguintes interações: 2 classes de gotas e 2 fungicidas. A área experimental constituiu-se de 24 parcelas de aplicação (50 m x 21 m). Dentro de cada parcela foi posicionada uma área de avaliação central com 10 x 20 m. Para cada parcela de avaliação havia uma testemunha não tratada fora da área aplicada (com as mesmas dimensões), localizada em direção oposta ao deslocamento do vento no momento da aplicação. As avaliações da eficiência dos tratamentos no controle da doença foram feitas mediante cálculo da incidência (porcentagem de plantas com ferrugem), severidade (intensidade ou níveis de infecção), desfolha (porcentagem de queda de folhas) e produtividade (pesagem das sementes das parcelas). Para cada uma das análises, as médias dos resultados foram comparados pelo cálculo do intervalo de confiança à 90%. Com base nos dados de cada repetição e de suas respectivas testemunhas, foram calculados os percentuais de

redução da severidade da ferrugem. O ensaio foi realizado em condições de controle curativo sendo que a ferrugem estava presente na área com média de 68,6% de infestação, com severidade média de 35,9% no terço inferior e 4,57% no terço superior. Os resultados de severidade, desfolha e produtividade mostraram que não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Entretanto, observou-se de maneira geral que em todos os dados houve tendência de melhores resultados para as aplicações com flutriafol, em comparação às aplicações com flutriafol + tiofanato metílico. No que se refere à dose proposta do princípio ativo flutriafol, a diferença entre os dois produtos comerciais existe, porém é pequena (62,5 g/ha para o flutriafol e 60 g/ha para o tiofanato metílico + flutriafol). Não foram observadas diferenças significativas entre as aplicações com gotas finas e médias. Este fato pode ser explicado tanto pelas características de sistemicidade do flutriafol e como pelo tipo de controle realizado (curativo). O flutriafol, por ser um dos fungicidas mais sistêmicos, apresenta uma redistribuição dentro de cada folha mais efetiva, reduzindo o efeito de melhor cobertura gerado pelas gotas mais finas. No que se refere ao controle curativo, a quantidade de produto depositado pode se tornar mais importante do que a cobertura, principalmente nas folhas da parte superior das plantas. Estas folhas estão mais sadias do que as inferiores, que geralmente são as primeiras a ficaram totalmente comprometidas, perdendo assim a importância na manutenção do desenvolvimento da planta. Por este motivo, as gotas médias acabam oferecendo um desempenho semelhante, apesar de não oferecer vantagens na cobertura das folhas da parte inferior das plantas. Este fato se torna importante, pois, na prática, as gotas médias estendem o período de trabalho na propriedade, visto que as gotas finas e muito finas têm muitas limitações, dentre elas, problemas de deriva e evaporação.

Palavras-chave: pulverização, fungicida, ponta, gotas.

2. SUMMARY

EFFICIENCY OF THE FLUTRIAFOL AND FLUTRIAFOL + TIOFANATO METÍLICO SPRAYERS WITH MEDIUM OR FINE DROPLETS TO THE CONTROL OF ASIAN SOYBEAN RUST Botucatu, 2006. 43p. Dissertação (mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Maria Aparecida Peres de Oliveira Bonelli

Adviser: Ulisses Rocha Antuniassi

This study had the objective to evaluate the application technology influence in the residual effect of the flutriafol and methyl tiofanate + flutriafol fungicides, in two application technologies to control Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow). The experiment was design using a factorial scheme 2 x 2 with xi repeticions with six repetitions, resulting in four treatments in the following interactions: 2 size droplets and 2 fungicides. The experimental area was constituted of 24 application plots (50 x 21 m). In each portion was assessment a central area with 10 x 20 m. To the each assessment portion there was a no

treated portion out of applied area (with the same dimensions), placed in opposed direction to the wind dislocating in the application moment. The evaluations of the efficiency of the treatments in the control of the disease were made by of the calculation of incidence (percentage of plants with rust), severity (intensity or levels of infection), defoliations (percentage of fall of leves) and productivity (wheiting of the seeds of the plots). In all analyses, the average results were compared by confidence interval at the level of 90%. Based on the data of each repetition and its respective plot no treated, were calculated the rust severity reduction percentage. The study was realized in curative control conditions because the soybean rust was present in the area with average infestation of 68.6%, average severity in the inferior part was of 35.9% and 4.57% in the superior part. The results of severity, defoliation and productivity appeared doesn't have statistical difference among the treatments. However, it was observed that in general in all the data there was tendency of better results to the applications with flutriafol comparing with flutriafol + methyl tiofanate. With relationship to the dose proposed of the flutriafol active principle, exists the difference between two commercial products, but it is small (62.5 g/ha to the flutriafol and 60 g/ha to the tiofanato metílico + flutriafol). It was not observed statistical difference among the sprayers with fine and medium droplets. This fact can be explained by the characteristics of systemicity to the flutriafol and by the type of control made (curative). The flutriafol, by be a systemic fungicide, appear one distribution inside leafs more effective, reducing the effect the better than fine droplets. On the curative control, the amount of product deposited can became more import than coverage, mainly on the superior part of the leaves. These leaves are healthier than the inferior leaves that in general are the first to become completely compromised loosing your importance in the development maintenance of the plant. By this reason, medium droplets offers a performance similar even not offering advantages in the leaves coverage of the plant inferior part. This fact became important, because in the practical side the medium droplets increase the work period in the property because the fine droplets and very fine have a lot of limitations, like as derive and evaporation problems.

Key-words: Spray, fungicide, Nozzle, Droplets.

3. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L) Merril] é um grão de várias utilidades com uma grande demanda mundial de consumo. É a mais importante oleaginosa cultivada devido ao seu alto teor de proteínas e múltiplas utilizações, seus principais derivados são o óleo e o farelo residual. Nesse contexto, o Brasil figura como segundo maior produtor com 50 milhões de toneladas de soja (EMBRAPA, 2004).

Em muitos casos o rendimento da soja não é alcançado devido a problemas fitossanitários, principalmente causados por fungos. Nos últimos anos, a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow) vem aumentando em todo o mundo e merece atenção especial devido a sua agressividade e dificuldade de controle, por se desenvolver em toda a parte aérea da planta prejudicando sua fisiologia e reduzindo drasticamente a produção de grãos.

A presença de hospedeiros alternativos é um dos fatores que contribuem para o aumento da ferrugem asiática a cada ano. O controle da doença tem sido buscado através de várias técnicas que visam evitar, diminuir ou controlar a fonte de inóculo. A falta de informações a respeito das influências climáticas que cada região exerce sobre a

severidade da doença, bem como a ausência de cultivares resistentes, torna o controle químico a forma mais rápida de amenizar os danos e evitar a intensidade dos sintomas. Para um controle eficiente, as aplicações devem ser determinadas por um conjunto de fatores, como: momento ideal, condições climáticas, severidade da doença, equipamentos de pulverização e eficiência do fungicida. As aplicações preventivas têm se mostrado mais eficientes, pelo fato de alguns fungicidas apresentarem sua eficácia reduzida quando aplicados após o estabelecimento da ferrugem.

A cada ano, aumenta a participação de produtos fitossanitários no custo de produção agrícola. Desta forma, faz-se necessário o uso de técnicas de aplicação que visem reduzir a quantidade aplicada. Isto pode ser alcançado através de um levantamento criterioso dos produtos a serem utilizados e das técnicas para se aplicar esses produtos. O erro na aplicação resulta em prejuízos econômicos e ambientais, como a super dosagem, o desperdício, o aumento do inóculo e contaminações de áreas, além de diminuir a eficiência.

A tecnologia de aplicação com agrotóxicos proporciona uma correta aplicação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de maneira econômica e com o mínimo de contaminação ambiental, onde qualquer volume que não atinja o alvo estará representando uma forma de perda. Assim, não se pode levar em consideração somente às técnicas, mas também as condições meteorológicas durante e posterior às aplicações para que o produto tenha o efeito desejado. Uma vez que essas condições são alteradas, os resultados obtidos também se tornam diferentes.

O presente trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico das características de desempenho do flutriafol (Impact), comparado a tiofanato metílico + flutriafol (Impact Duo), em duas tecnologias de aplicação (gota média e gota fina) no controle da ferrugem asiática da soja (*P. pachyrhizi*).

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merril].

A primeira referência de produção comercial de soja [*Glycine max* (L) Merrill] no Brasil data de 1941 com aparição em estatísticas oficiais no Rio Grande do Sul, porém, o verdadeiro estímulo à produção em larga escala foi dado em meados da década de 1950 (EMBRAPA, 2001; VERNETTI, 1977).

A soja, no contexto das grandes culturas produtoras de grãos, foi a que mais cresceu em termos percentuais nos últimos 32 anos, tanto no Brasil, quanto em nível mundial. De 1970 a 2003, o crescimento da produção global foi da ordem de 333% (de 43,7 para 189,2 milhões toneladas), enquanto culturas como trigo, arroz, milho, feijão, cevada e girassol cresceram, respectivamente 79%, 86%, 140%, 52%, 19%, e 177% (EMBRAPA, 2004).

Em 2004, o Brasil figurou como segundo produtor mundial com produção de 50 milhões de toneladas (25% da safra mundial), montante menor que no ano de 2003, quando o País produziu 52 milhões de toneladas, participação de 27% da safra mundial (EMBRAPA, 2004). Estima-se que, aproximadamente 10 milhões de toneladas ou 20% da safra

brasileira de 2004 tenham sido perdidas. Na Região Sul, a perda ocorreu pela estiagem e na Região Centro-Oeste pelo excesso de chuvas e falta de controle da ferrugem asiática.

No Brasil a soja tem sido cultivada em uma área de 23,3 milhões de hectares (produção de 51 milhões de toneladas e produtividade de 2,1 toneladas/ha), sendo 6,1 milhões de hectares no Estado de Mato Grosso ou 38,16% da área de produção do país. Mato grosso é o principal estado produtor com 17,5 milhões de toneladas e produtividade de 2,8 toneladas/ha (Quadro 1). Para a safra 2005/06, a segunda estimativa de intenção de plantio indica uma redução da área cultivada entre 6,9 e 5,0% (de 1,5 milhões a 1,1 milhões de hectares), passando de 23,3 milhões hectares plantados em 2004/05 para um intervalo entre 21,7 milhões e 22,1 milhões de hectares, conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Área, produção e produtividade de soja no Brasil e no Estado de Mato Grosso na safra 2004/05 e estimativas para a safra 2005/06.

Região	Área (em milhões de ha)			Produção (em milhões de t)			Produtividade (em ton/ha)	
	Safra 04/05	Safra 05/06*		Safra 04/05	Safra 05/06*		Safra 04/05	Safra 05/06*
		Lim inf	Lim sup		Lim inf	Lim sup		
Brasil	23,3	21,7	22,1	51,0	57,3	58,5	2,1	2,6
MT	6,1	5,7	5,8	17,5	16,6	17,0	2,8	2,9

Fonte: CONAB, 2006a, b.

* Valor estimado.

A redução de área foi motivada pelos elevados custos de produção, aliados à desvalorização cambial, à descapitalização do produtor e à necessidade de rotação de culturas. Destes, a desvalorização cambial aliada às baixas cotações do produto constituem-se nos principais fatores negativos para a cultura. As maiores reduções foram observadas nos Estados de Mato Grosso (366,3 a 232,0 mil hectares), Goiás (372,7 a 292,8 mil hectares), Paraná (248,9 a 186,7 mil hectares) e Rio Grande do Sul (204,5 a 163,6 mil hectares) (CONAB, 2006b).

A crescente demanda por alimentos pressiona a produção necessitando constantes inovações tecnológicas, em face da contínua pressão de fatores adversos à produção, tanto de origem biota quanto abiota. As epidemias de fitopatógenos, a exemplo da recente ameaça da ferrugem asiática, possuem grande potencial de dano (GASSEN; BORGES, 2004).

Por tratar-se de um produto de alto teor protéico, a soja tornou-se a maior fonte de proteína vegetal no mundo e passou a fazer parte da importação de quase todos os países. É um produto que gera recursos a milhares de produtores brasileiros e tem sido responsável pelo superávit da balança comercial do Brasil (GALLASSINI, 2002). Como toda cultura exótica, a soja começou com excelente sanidade, porém, com poucos anos de cultivo comercial, as doenças começaram a aparecer, passando a representar um dos principais fatores limitantes ao aumento e à estabilidade do rendimento (YORINORI, 2002). As perdas anuais de produção por doenças de soja são estimadas em cerca de 15% a 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% (NUNES JÚNIOR, 2004).

O clima favorável, a suscetibilidade dos cultivares, o aumento da densidade populacional de plantas e, principalmente a monocultura da soja, têm contribuído para o aumento da intensidade da doença, o que resulta na redução de produtividade (REIS et al, 2004).

4.2. Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow).

4.2.1. Histórico

A ferrugem da soja pode ser causada por duas espécies do gênero *Phakopsora. Phakopsora meibomiae* Arthur (Arthur) e *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow pertencentes à ordem Uredinales e classe Basidiomicota. As espécies são diferenciadas por análise de DNA e morfologia dos teliósporos e télias (BEDENDO, 1995; ONO et al., 1992).

P. meibomiae (ferrugem americana) foi relatada pela primeira vez no Brasil por Deslandes (1979), em Minas Gerais, inicialmente classificada em função do hospedeiro como *P. pachyrhizi*. Carvalho Jr. e Figueredo (2000) constataram que até essa data a única espécie presente no Brasil era *P. meibomiae*, considerada menos agressiva e de ocorrência endêmica em regiões com temperaturas mais amenas (SINCLAIR; HARTMAN, 1999), média abaixo de 25 ºC e umidade relativa elevada (YORINORI et al., 2003). *P. pachyrhizi* ocorre no Hemisfério Norte desde 1902, é considerada altamente agressiva (SINCLAIR; HARTMAN, 1999).

A ferrugem causada por *P. pachyrhizi* (ferrugem asiática) foi relatada pela primeira vez no Japão (1902) e em 1914, surgiu em epidemia em vários países no sudoeste da Ásia. Em 1976, foi descrita em Porto Rico (VAKILI; BROMFIELD, 1976). No Brasil, foi constatada na safra de 2000/01 (YORINORI et al., 2002a), representando uma grande ameaça para os países do continente americano.

Segundo Yorinori e Paiva (2002), após a primeira constatação de ferrugem no Paraguai e posteriormente no Brasil (PR) em 2001, a doença espalhou-se rapidamente por todo o Brasil, Paraguai, Bolívia e partes da Argentina. Benchimol et al. (2004) enfatizaram a expansão da doença na safra 2002/03 até Balsas - MA, atingindo nesta época um total de mais de 90% da área de soja do Brasil. Nesse ano surge uma nova raça do fungo (provisoriamente raça 2003, diferente da raça 2001-2002) atingindo severamente desde Mato Grosso até a Bahia. Na safra 2003/04 foi detectada em todas as regiões produtoras de soja do Brasil, ao Sul da linha do Equador, inclusive em Paragominas e Ulianópolis, no Pará. Conforme relatado por Yorinori (2005), a única região de soja do Brasil onde não foi constatada a doença (até 04/2005) foi Boa Vista, em Roraima, no Hemisfério Norte. Navarro et al. (2004) detectaram a doença em 2003 na Bolívia em plantio de inverno, causando severas perdas em algumas lavouras não tratadas com fungicidas.

Além de rápida disseminação, *P. pachyrhizi* tem um número de plantas hospedeiras muito grande e varia de acordo com os autores: Yeh (1985) cita 80 plantas hospedeiras; Hennen (1996) menciona que a doença infectou naturalmente 31 espécies de 17 gêneros de leguminosas, infectando também 60 espécies de 26 gêneros de leguminosas em inoculações artificiais; Sinclair e Hartman (1999) mencionam que *P. pachyrhizi* infecta naturalmente 34 espécies de leguminosas e mais de 61 hospedeiros quando inoculadas artificialmente, em trabalhos realizados na Austrália, Ásia e Hawaii.

4.2.2. Sintomas e condições favoráveis

O fungo *P. pachyrhizi* atua como parasita obrigatório e não apresenta fase saprofítica em seu ciclo vital. É um parasita evoluído capaz de colonizar intercelularmente os tecidos vegetais e produzir haustórios intracelulares, que retiram diretamente os nutrientes do interior da célula viva (BEDENDO, 1995).

Os sintomas são verificados em toda a parte aérea da planta, sendo mais comum na face abaxial das folhas. Na face adaxial ocorre somente em condições de alta umidade (BALARDINI et al., 2005). Nas folhas são encontradas as lesões ou manchas com uma ou mais urédias (pústulas) que contêm as estruturas reprodutivas do fungo (uredósporos ou esporos), que após liberados, são carregados pelo vento (ANDRADE; ANDRADE, 2002; SUZUKI et al., 2005). Esses pequenos pontos (máximo 1 mm de diâmetro) são mais escuros que o tecido da folha (YORINORI et al., 2003). Começa com uma minúscula protuberância semelhante a uma bolha por escaldadura (Figura 1) que inicialmente é de coloração hialina, posteriormente bege, dando início à formação da estrutura de frutificação do fungo. Progressivamente esta adquire coloração castanho-clara a castanho-escura, abrindo-se um poro e expelindo os uredósporos (Figura 2).

Com o aumento do número de pústulas pode ocorrer amarelecimento, bronzeamento ou crestamento foliar (Figura 3), na medida em que se acentua, ocorre queda das folhas impedindo a plena formação dos grãos (BALARDINI et al., 2005; YORINORI et al., 2004; YANG et al., 1991).

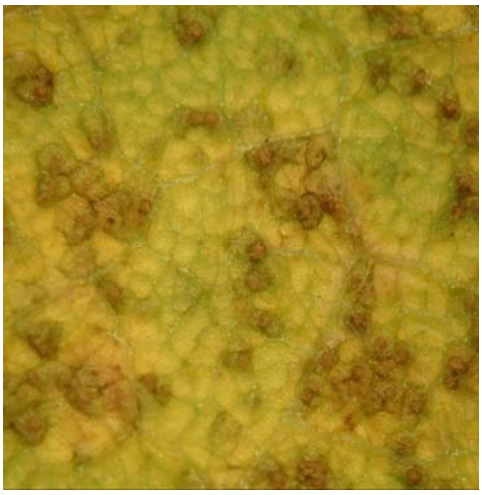


Figura 1 – Lesão inicial de ferrugem. *

*BONELLI, M. A. P. O. **Lesão inicial de ferrugem.** 04.03.2006. Fotografia de uma lesão inicial de ferrugem asiática da soja (Phakopsora pachyrhizi), em folhas de soja. (Micrsoscópio esteroscópio Leica MZ 12_5, aumento de 100x).

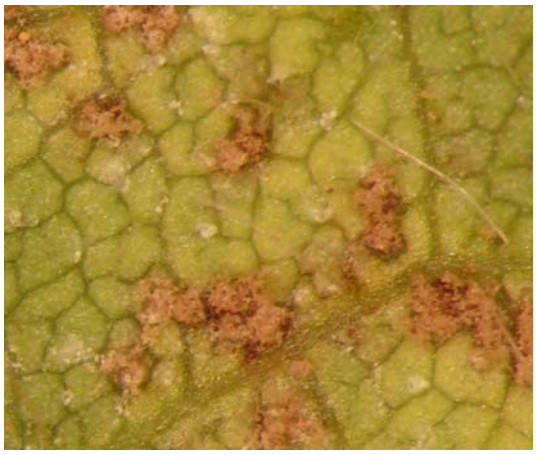


Figura 2 – Início frutificação do fungo.**



Figura 3 – Área contaminada.***

Os uredósporos germinam em uma hora, em temperatura ambiente de 25 a 27 ºC (YORINORI et al., 2004). A penetração no tecido da folha pode ocorrer à temperatura variando de 8 a 28 ºC (MARCHETTI et al., 1976; MELCHING et al., 1979; BONDE et al., 1997; SINCLAIR; HARTMAN, 1999).

BONELLI, M. A. P. O. **Início de frutificação do fungo. 04.03.2006. Fotografia de uma lesão com início de frutificação das leões de ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), em folhas de soja. (Micrsoscópio esteroscópio Leica MZ 12_5, aumento de 100x).

***BONELLI, M. A. P. O. **Área contaminada.** 04.03.2006. Fotografia de soja contaminada com ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), na área experimental.

Temperaturas diárias variando de 15º a 30º C e também períodos contínuos de molhamento das folhas acima de seis horas favoreceram o desenvolvimento da doença em ensaios realizados por Marchetti et al (1976); Melching et al. (1979) e Bonde et al. (1997). A doença ocorre com maior severidade em período de molhamento foliar prolongado e temperaturas médias abaixo de 28 ºC, sendo seu desenvolvimento reduzido em temperaturas acima desta.

A velocidade de aumento no número de lesões é determinada fundamentalmente por fatores climáticos reinantes na área, manejo cultural da lavoura e sob determinada instância da resistência parcial que determinadas espécies de hospedeiros apresentam (BALARDINI et al., 2005). Conforme Forcelini (2003) e Ivancovich et al. (2003), avaliações epidemiológicas mostram que a ferrugem pode se disseminar numa taxa superior a 3m/dia. A partir de uma infecção inicial e sob condições favoráveis, pode progredir rapidamente atingindo severidade elevada em menos de 20 dias.

4.2.3. Perdas, controle e custos

A ferrugem é atualmente a doença mais importante na cultura da soja, principalmente devido à antecipação da desfolha e conseqüente deficiência na granação. Em algumas regiões do Brasil, nas safras 2002/03 e 2004/05, as perdas chegaram a quase 100% devido à agressividade do patógeno, erro no momento de aplicação e deficiência nas pulverizações (CAMARGO, 2005). Quando a doença atinge a soja na fase de formação das vagens ou no início de granação, pode causar aborto e queda dessas vagens. Na Austrália e na Índia, respectivamente, perdas de até 80 e 90% de produção foram registradas por Ono et al. (1992). Bromfield (1984) observou queda de produtividade de 70 a 80% em Taiwan, enquanto que Hartman et al. (1991) observaram queda de 10 a 40% na Tailândia, 10 a 90% na Índia, 10 a 50% no sul da China, 23 a 90% em Taiwan e 40% no Japão (SINCLAIR; HARTMAN, 1999).

Dentre os fatores que agravam a ocorrência e agressividade da ferrugem da soja destaca-se o monocultivo, que fornece hospedeiros constantes para o patógeno e também proporciona condições mais favoráveis para o desenvolvimento de plantas daninhas, pragas e doenças (EMBRAPA, 2001). O monocultivo e o controle químico continuado por muitos anos, trarão conseqüências sérias ao ambiente, ao rendimento e,

eventualmente, resultarão no desenvolvimento de tolerância do fungo aos fungicidas utilizados (YORINORI et al., 2004).

A rotação de culturas é um método eficiente e de baixo custo para a redução de doenças. Em estudos, Hoffmann et al. (2004) concluíram que os efeitos da rotação de culturas para o controle de doenças de final de ciclo (DFC) e os maiores rendimentos de grãos foram detectados quando a soja foi cultivada em rotação com milho e também com aplicação de fungicidas.

A disponibilidade limitada de cultivares resistentes faz com que a aplicação de defensivos seja uma alternativa, mas esta deve ser feita de forma que não prejudique a cultura e não agrida o meio ambiente. Estudos realizados por pesquisadores da Embrapa Soja identificaram onze cultivares com resistência à ferrugem. No entanto, a maioria dos cultivares comerciais atualmente utilizadas foi classificada como suscetível (YORINORI et al., 2002b). Existem relatos de genes dominantes para resistência denominados Rpp1, Rpp2, Rpp3 e Rpp4 identificados em introduções de plantas e cultivares. Porém, a estabilidade dessa resistência é duvidosa, devido à grande variabilidade do patógeno (HARTMAN et al., 1994). Das quatro fontes de resistências já descritas na literatura, apenas àquelas com os genes Rpp2 e Rpp4 permanecem resistentes à ferrugem no Brasil (ARIAS et al., 2004).

No atual sistema de produção de culturas agrícolas, o uso de agrotóxicos é um dos principais pontos críticos, que, dentre outros fatores, elevam o custo de produção (CHAIN et al., 1999a, 1999b, 2000). De acordo com ANTUNIASSI (2004), nos últimos anos o mercado de defensivos no Brasil ultrapassou 3 bilhões de dólares na comercialização de produtos, sendo cerca de 40% desse total destinados à produção de soja. Após o aparecimento da ferrugem houve uma grande valorização da eficiência e da economia na tecnologia de aplicação de defensivos.

O fato de ser uma doença de ocorrência recente (2001-2005), a limitada disponibilidade de informações sobre as influências que as condições climáticas das distintas regiões de cultivo exercem sobre a severidade da doença, a cada ano, torna-se difícil fazer uma recomendação genérica de controle que satisfaça a todas as regiões, tendo em vista as variadas condições climáticas, cultivo de soja na entressafra sob irrigação, existência de plantas guaxas de soja ou plantas hospedeiras suscetíveis como o kudzu (*Pueraria lobata*) (YORINORI, 2005).

O controle químico com fungicidas, por ser o melhor método de controle da ferrugem, possui um custo que às vezes pode ser elevado. Esse custo é constituído de duas partes: custo da pulverização (custo operacional) e custo do fungicida. Segundo Melo Filho e Richetti (2004), o custo máquina/ha de uma pulverização foi estimado em R$ 7,78. Quanto aos fungicidas, variaram de R$ 46,00 a R$ 72,15/ha. Assim, no caso de apenas uma aplicação de fungicida, a participação do custo do controle da ferrugem no custo de produção varia de 3,37% a 4,92% e o custo do tratamento corresponde ao valor de 1,70 a 2,50 sacos/ha de soja.

No Brasil, nas safras 2002/03 e 2003/04, foram relatadas perdas de 3,4 e 4,6 milhões de toneladas de soja decorrentes da ferrugem (aumento de 35,2%). Em termos de prejuízos econômicos diretos na produção de grãos, eles foram, respectivamente, de US$ 0,7 e US$ 1,2 bilhões, nas safras 2002/03 e 2003/04 (aumento de 66%), conforme pode ser visto no Quadro 2.

Quadro 2: Impacto de ferrugem da soja no Brasil – safras 2002/03 e 2003/04 (milhões de US$).

Item	**2002/03**	**2003/04**
Prejuízos em grãos	737	1.225
Gastos com controle	427	860
Perdas de arrecadação	121	201
Total de prejuízos	**1.285**	**2.286**

Fonte: Economia Rural/Embrapa Soja (LAZZAROTTO, 2004).

As áreas brasileiras de soja afetadas com a ferrugem foram, respectivamente 80 e 70%, resultando em gastos adicionais de controle da ordem de US$ 427 e US$ 860 milhões (aumento de 102%). Tomando como base os prejuízos na produção, também foram estimados os impactos nas receitas tributárias. A partir dos cálculos, concluiu-se que as perdas de receitas tributárias foram de US$ 121 e US$ 201 milhões (aumento de 66%).

Uma vez que esse controle só é feito através de pulverizações com fungicida, as aplicações preferencialmente devem ser realizadas de forma preventiva com produtos a base de triazol, ou ainda, de forma curativa (YORINORI, 2005). O momento correto das aplicações é determinado pelas condições climáticas, presença e severidade da doença, idade da planta e eficiência dos fungicidas (YORINORI et al., 2004).

Os fungicidas pertencentes ao grupo dos triazóis apresentam a característica de penetração e translocação na planta, mas sua sistemicidade está, em 99% dos casos, condicionada ao movimento via xilema (AZEVEDO, 2003). A boa penetração de calda na massa foliar é fundamental para o controle de doenças fúngicas, principalmente aquelas que se iniciam no terço inferior das plantas, que é o caso da ferrugem da soja. A penetração através da cutícula e subseqüente translocação dentro do tecido da planta é também importante para as substâncias de ação sistêmica (WIRTH et al., 1991).

Os produtos sistêmicos, direcionados às folhas, poderiam ser aplicados com menor densidade de gotas, permitindo o uso de gotas maiores e facilitar a adoção de técnicas como a redução da deriva. Entretanto, no controle da ferrugem, o sucesso sempre tem sido vinculado a maior penetração de gotas na planta, mesmo para fungicidas de ação sistêmica, devendo assim, ser usadas gotas finas ou muito finas (ANTUNIASSI; BAIO, 2004).

Antuniassi (2005) chama a atenção para o controle em aplicações preventivas, as quais têm se mostrado mais eficiente e por esta razão é grande a demanda por sistemas de aplicação eficiente e de alto rendimento operacional, visando o momento mais adequado. O uso de diferentes tamanhos de gotas e volumes de calda pode resultar em situações de maior ou menor cobertura das folhas, com potencial influência no desempenho dos fungicidas no controle da doença. O tamanho adequado das gotas possui a importância fundamental para a deposição do defensivo sobre o alvo e minimização de perdas ou deriva.

4.3. Tecnologia de aplicação

Em muitos casos, prioriza-se o produto fitossanitário a ser aplicado e se dá pouca importância à técnica de aplicação. Não basta ter o conhecimento do produto, também é de fundamental importância conhecer a forma de aplicação. É preciso garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente e precisa, minimizando as perdas e contaminações. Para tanto, é necessário uma uniformidade de aplicação e espectro de gotas adequado.

Embora existam diversos métodos para manejo de doenças, o método mais comum é o controle químico com fungicidas. Seu uso é relativamente fácil se comparado

a outros métodos, e freqüentemente propicia resultados rápidos e efetivos, tornando-se prática comum em todo o mundo (PRESTES, 2003).

Zambolim e Conceição (2005) afirmam que, progressivamente, nos últimos doze anos o controle químico de doenças de plantas passou por grandes avanços tecnológicos, dentre eles, a diminuição de toxidade, especificidade de produtos, maior translocação das moléculas (sistêmicas) e menor persistência no ambiente. Nota-se também, evolução tecnológica das máquinas e pontas destinados à aplicação desses fungicidas, promovendo cobertura eficiente no alvo biológico e menor volume de calda por área de aplicação assistida para determinadas moléculas. Adicionalmente, Ghran-Bryce citado por Hall (1993) afirma que a eficiência dos produtos modernos ainda é desperdiçada durante o processo de aplicação.

A aplicação de fungicidas deve ser encarada como parte de um conjunto de medidas e não como a única forma de controlar doenças, só devendo ser adotada quando demais medidas não forem eficientes (KIMATI et al., 1997). Em função de seu espectro de ação, maior ou menor toxidade, tenacidade e fitotoxidade, os fungicidas devem ser recomendados e aplicados adequadamente.

O objetivo da tecnologia de aplicação é colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo desejado, com a máxima eficiência, da maneira mais econômica possível e sem afetar o ambiente (DURIGAN, 1989). A tecnologia de aplicação refere-se à qualidade com que se faz o defensivo agrícola atingir o alvo desejado relacionando o tipo de equipamento utilizado, a qualidade de água, o momento da aplicação, as condições ambientais, o tipo de ponta, etc. (SILVA, 2004).

Dentre as diferentes técnicas de aplicação de defensivos disponíveis, as que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas, graças à flexibilidade que oferecem em distintas aplicações (TEIXEIRA, 1997). Existem vários tipos de pulverizadores hidráulicos, que vão desde os mais simples, do tipo costal, utilizado em pequenas áreas, até os equipamentos mais sofisticados, como os pulverizadores de barra autopropelidos (TEWARI et al., 1998). Nesses equipamentos, as pontas de pulverização representam sem dúvida os principais componentes podendo garantir a qualidade e a segurança da aplicação.

Os bicos hidráulicos são os principais órgãos do pulverizador e tem por função formar gotas. Na maioria das vezes, a vazão do pulverizador é estabelecida pela vazão do bico; ou da somatória das vazões dos bicos, quando existirem vários. Em alguns casos, a vazão a vazão do pulverizador pode ser regulada por dispositivos específicos, assim, os bicos só ficam com a função formadora de gotas (MATUO, 1990). O que se chama genericamente de bico é o conjunto de peças colocadas no final do circuito hidráulico, através do qual a calda é emitida para fora da máquina. Esse conjunto é composto de várias partes, das quais a ponta de pulverização é a mais importante, regulando a vazão, o tamanho das gotas e a forma do jato emitido (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A pressão na ponta é basicamente função das dimensões do orifício e a vazão é proporcional à raiz quadrada da pressão. Também, o tamanho médio das gotas produzidas por uma dada ponta varia aproximadamente com o inverso da raiz quadrada da pressão. Assim, qualquer mudança na vazão necessariamente mudaria a pressão das pontas e o espectro das gotas (BODE et al, 1972).

Coutinho e Cordeiro (2004) reportam a importância da escolha do tipo de ponta no que se refere ao tamanho e uniformidade das gotas que deverão atingir o alvo. Mais importante do que jogar um determinado volume de calda por área é distribuir de maneira uniforme esta calda, certificando-se de que todas as partes receberam quantidades semelhantes do produto químico (RAMOS, 2000).

Antuniassi (2005) cita que uma característica importante para a definição das estratégias de controle da ferrugem quanto à tecnologia de aplicação é a maneira como os fungicidas sistêmicos se movimentam nas plantas da cultura após a aplicação e absorção. No mercado atual, a maioria dos fungicidas para ferrugem apresentam movimentação no sentido da base para topo de cada folha, com mínima chance de movimentação no sentido contrário e sem a possibilidade de translocação de uma folha para outra.

Para os produtos de contato ou de menor ação sistêmica, o uso de gotas menores e/ou maior volume de calda torna-se necessário, devido a maior dependência com relação à cobertura dos alvos. Os produtos sistêmicos podem ser aplicados com menor densidade de gotas permitindo o uso de gotas maiores, o que facilita a adoção de técnicas para a redução de deriva e melhora a segurança da aplicação aumentando a eficiência. Se usadas de

maneira correta, gotas grandes proporcionam bom nível de depósito, mas não proporcionam boas condições de cobertura e penetração (ANTUNIASSI, 2006).

Antuniassi et al. (2004a) obtiveram resultados que mostram a influência do tamanho de gotas com diferentes tipos de pontas, onde as gotas muito finas, obtidas com as pontas TX VK6 e TJ 60 11002 e finas, ponta XR 11002 proporcionaram melhores coberturas nas partes médias e baixas das plantas em comparação a gotas muito grossas produzidas por pontas de indução de ar.

Quando o alvo inclui a parte interna ou inferior das plantas, como no caso de aplicações de fungicidas para ferrugem da soja, é necessário uma boa penetração da nuvem de gotas e neste caso devem ser usadas gotas finas ou muito finas (ANTUNIASSI, 2006).

Bonelli et al. (2005) avaliaram diferentes equipamentos com relação ao tamanho de gotas (fina e muito fina) com e sem óleo em adição ao flutriafol. Todos os tratamentos mantiveram a doença abaixo ou próximo a 1% de severidade. Quanto à produtividade, só houve diferença significativa entre os equipamentos Stol 10 e Stol 20, ambos gotas finas, devido à baixa altura de vôo (menor e maior produtividade respectivamente). A análise residual do flutriafol mostrou que as folhas dos tratamentos com óleo apresentaram maior concentração do produto, o que deixa a aplicação mais tolerante a ocorrência de chuvas, os resíduos dos produtos foram semelhantes quanto a tecnologia de aplicação, sem diferenças marcantes entre os tratamentos.

Em estudos realizados por Antuniassi et al (2005) também foi observada maior concentração de produto nas folhas com tratamentos utilizando óleo. Não houve diferença no controle de ferrugem e produção nas aplicações com e sem óleo na calda. Quanto à eficiência, as gotas muito fina, fina e média foram satisfatórias na parte superior da planta, nas partes média e inferior o sistema Eletrostático ESP e Twin Cap (gotas finas e médias) tenderam a apresentar menor controle.

Wirth et al. (1991) constataram que, para se obter a máxima eficiência nas pulverizações, todas as operações devem ser feitas com a máxima precisão possível. O transporte de ingrediente ativo inicia-se com o preparo da solução, seguido pelo ato da pulverização e continua durante a trajetória e impacto das gotas na superfície da folha. Conforme Antuniassi (2005) e Antuniassi e Baio (2004), esta definição de parâmetros como o tamanho das gotas e volume de aplicação depende diretamente da relação alvo/defensivo.

Antuniassi et al. (2005) avaliaram do desempenho de pulverizações aéreas e terrestres para controle da ferrugem asiática e obtiveram bons resultados nos dois sistemas. A melhor produção foi alcançada tanto no tratamento aéreo 12 L/ha (gotas finas), quanto no tratamento terrestre com gotas muito finas a 120 L/ha.

O estudo das características dos alvos deve incluir a análise de movimentação das folhas, estágio de desenvolvimento, cerosidade, pilosidade, rugosidade, face da folha e arquitetura das plantas, fatores fundamentais para a definição da retenção das gotas nas folhas e na própria eficiência de penetração dos defensivos nos vegetais (ANTUNIASSI; BAIO, 2004).

A pulverização com intenção de molhar a folha ainda é muito praticada atualmente, mas a retenção de produto nas folhas é menor quando começa o escorrimento. Na prática, o usuário usa o mesmo volume para uma grande variedade de pragas e para vários estádios da cultura (MATTHEWS, 1982; CHAIN, 2004). Antuniassi et al. (2004a) mostram que, mesmo em volumes diferentes (100 L/ha e 150 L/ha) foi possível estabelecer uma boa cobertura na planta usando gotas finas.

Para Holloway (1970) são as propriedades físico-químicas da superfície cuticular que determinam essa molhabilidade e representam a primeira barreira para a penetração das substâncias aplicadas, influenciando, assim, na deposição, distribuição e retenção dos produtos. Holly (1976) afirma que as propriedades físicas da calda também afetam a molhabilidade. Byers et al. (1984) afirmam que, a deposição e a distribuição dependem da deriva, tamanho das gotas, velocidade e deslocamento do pulverizador, vento, tipo de equipamento utilizado, combinação de pontas no pulverizador, velocidade e distância do pulverizador até o alvo.

Zambolim e Conceição (2005) relatam que o uso adequado de defensivos requer ainda o reconhecimento de fatores, como o agente causal e seu potencial, espécie de planta, severidade de ataque do patógeno, importância econômica da cultura, tipo de equipamento, número de aplicações, mão-de-obra disponível, perdas com a doença e custo-benefício, além de outros fatores para não se colocar em risco o homem e o ambiente.

O uso indiscriminado de compostos químicos pode causar diversos problemas, dentre eles, desvios metabólicos nas plantas e redução dos componentes bióticos. O uso intensivo e o desconhecimento dos efeitos colaterais dos agrotóxicos geram maior necessidade

desses produtos devido aos desequilíbrios biológicos (KIMATI et al., 1997; TOKESHI, 2000; FRIGHETTO, 2000). Além de controlar os organismos alvo, muitos agrotóxicos atingem também organismos não alvos por ter como destino final o solo ou a água. A contaminação do solo tem provocado grande impacto aos organismos não-alvo, principalmente aqueles que degradam a matéria orgânica e melhoram a fertilidade do solo (CHAIN, 2004). Muitas vezes, causam desequilíbrios favoráveis à reincidência ou aparecimento de pragas e doenças (TOKESHI, 2000; FRIGHETTO, 2000). Desta forma, além das recomendações já existentes, devem ser também observadas a manipulação e aplicação desses produtos (KIMATI et al., 1997).

Prestes (2003) e Salyani et al (1987) relataram que o uso inadequado dos produtos fitossanitários torna-se um sério risco ao ambiente, à saúde humana e animal. Segundo Salyani et al. (1987), é importante reduzir as perdas nas aplicações, através do aumento na eficiência das operações de pulverizações. As perdas envolvidas entre o transporte e o impacto das gotas contribuem para a ineficácia das aplicações. As gotas pequenas derivam para além da área alvo, enquanto as grandes tendem a escorrer da superfície alvo e cair no solo.

5. MATÉRIAIS E MÉTODOS

4.4. Área

O presente trabalho foi conduzido em área comercial da fazenda Ponte de Pedra (grupo Maggi), localizada a 45 km de Rondonópolis, Estado de Mato Grosso, no período de 18 de fevereiro a 31 de março de 2006. A área está situada a uma altitude de 520 metros, com as seguintes coordenadas geográficas: 16º42'49'' de latitude Sul e 54º48'54'' de longitude Oeste.

A cultura da soja (cv. Tabarana, estádio R 5.1) ocupava um talhão de 300 ha, semeada no dia 14/11/2005 com 50 cm de espaçamento no sistema de plantio direto. A colheita foi realizada em 31/03/2006.

Antes do ensaio, foram feitas três aplicações de fungicidas para o controle da ferrugem asiática, as quais se encontram descritas na Tabela 1. O experimento foi instalado por ocasião da quarta aplicação em 18/02/2006.

Tabela 1 - Fungicidas utilizados para o controle da ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*), realizadas antes da instalação do experimento. Rondonópolis/MT, 2006.

Data	Nome comum	Dose ha		Vazão	Ponta
		g de i. a. [1]	L de pc/ha[2]		
4/1/2006	epoxiconazole + piraclostrobin (Ópera)	66,5 + 25	0,5	30	CP (aéreo)
22/1/2006	epoxiconazole + piraclostrobin (Ópera)	66,5 + 25	0,5	85	TJ 11003 (terrestre)
5/2/2006	Carbendazin (Derosal 500 SC)	250	0,5	30	Cone Teejet (aéreo)

1. g de i. a. – grama de ingrediente ativo;

2. L. de pc/ha – quantidade de produto comercial (litro ou quilo) por hectare.

O ensaio foi realizado durante o ciclo reprodutivo da cultura e dentro do período considerado crítico que a ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*) requer tratamento, para isto foi escolhida uma área uniforme.

4.5. Fungicidas

Para a realização do controle da doença utilizaram-se dois fungicidas: flutriafol 62,5 g i. a./ha (Impact 125 SC) e tiofanato metílico + flutriafol 300 + 60 g i. a./ha (Impact DUO), nas doses de 0,5 e 0,6 L/ha do produto comercial, respectivamente.

4.6. Pulverização

Foram utilizados dois pulverizadores terrestres para otimizar as aplicações, em virtude do uso de dois produtos (uma calda em cada pulverizador, para evitar a troca de calda e interromper a aplicação entre os blocos). Os pulverizadores foram:

Pulverizador automotriz 4 x 2 (Uniporte), marca Jacto, com tanque de fibra de vidro, capacidade de 2000 litros, barra de 21 metros (Figura 4); Pulverizador automotriz 4 x 2 (Parruda MA 2025 – M), marca Montana, com tanque de fibra de vidro, capacidade de 2200 litros, barra de 25 metros (Figura 5).

Cada pulverizador foi equipado com 43 conjuntos Twin Cap, com duas pontas cada (Figuras 6 e 7), de acordo com os tratamentos propostos. Para a pulverização com gotas finas, utilizou-se o modelo VP ("Variable Pressure"; Figura 8) e para as gotas médias o modelo LD ("Lo-Drift"; Figura 9), ambos da marca Hypro, com perfil de jato leque plano 110º, 0,5 m de espaçamento e com a barra posicionada a 0,5 m de altura da cultura. No pulverizador Parruda, em função do tamanho maior da barra, os 10 bicos excedentes foram bloqueados.



Figura 4 – Uniport Jacto



Figura 5 – Parruda Montana

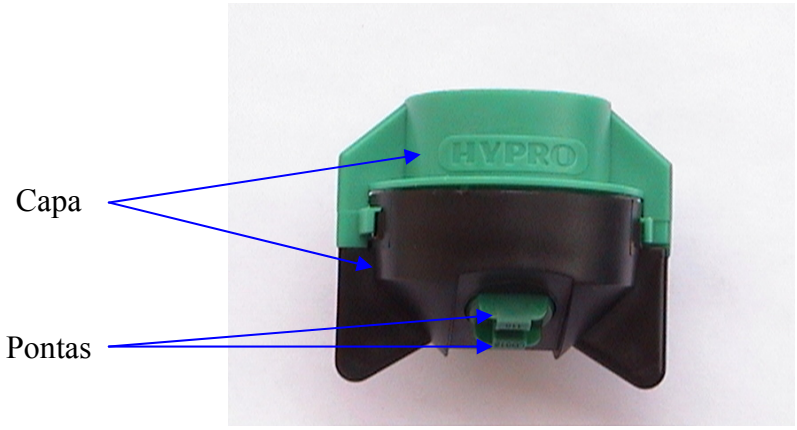


Figura 6 – Twin Cap Hypro

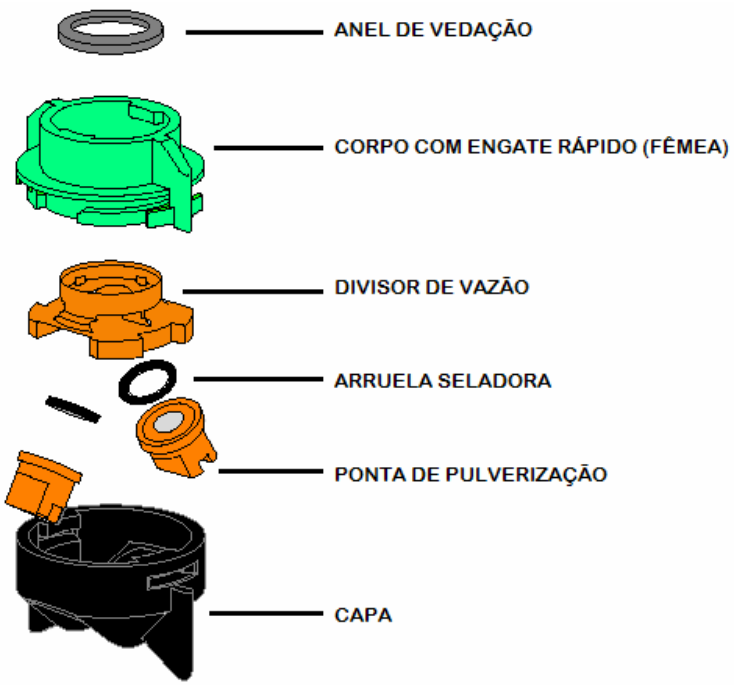


Figura 7 – Componentes do bico

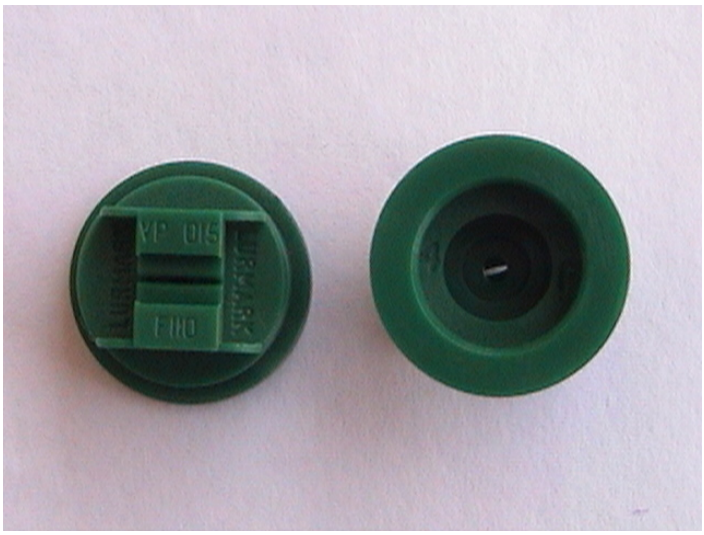


Figura 8 – Ponta VP

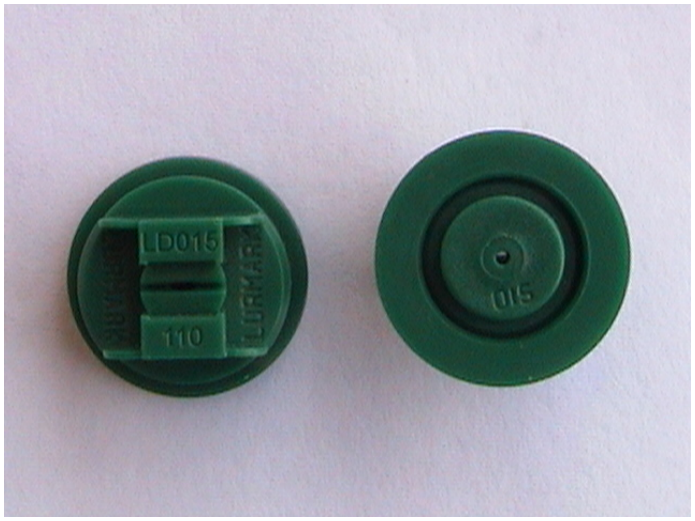


Figura 9 – Ponta LD

Em todas as aplicações, as condições foram monitoradas de modo que os tratamentos ocorressem de maneira mais uniforme possível. A velocidade durante a aplicação foi de 16 km/h, pressão de 3 bar e volume de calda de 90 L/ha. Antes da pulverização os pulverizadores foram calibrados e testados. As aplicações foram em superfície plana, sem obstáculos de maneira que eventuais oscilações de barra não oferecessem diferenças nos tratamentos. A descrição dos tratamentos pode ser visualizada na Tabela 2.

Tabela 2 – Tratamentos, tipo de ponta, classe das gotas e fungicidas utilizados no experimento para controle da ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*). Rondonópolis/MT, 2006.

Tratamentos	Pontas	Classe das gotas (ASAE S572)	Fungicidas
ID GM (Impact Duo Gota Média)	LD	Médias	tiofanato metílico + flutriafol
ID GF (Impact Duo Gota Fina)	VP	Finas	tiofanato metílico + flutriafol
IP GM (Impact Gota Média)	LD	Médias	flutriafol
IP GF (Impact Gota Fina)	VP	Finas	flutriafol

No monitoramento das condições ambientais foram utilizados: termohigrômetro (Lutron HT-3004), para verificar a temperatura e umidade relativa do ar e um e anemômetro de hélice (Extech 407445), para medir a velocidade do vento.

4.7. Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em esquema fatorial 2 x 2 com 6 repetições, resultando em 4 tratamentos nas seguintes interações: 2 classes de gotas e 2 fungicidas (Tabela 2).

A área experimental (Figura 10) constituiu-se de 24 parcelas de aplicação (50 m x 21 m). Dentro de cada parcela foi posicionada uma área de avaliação central com 10 x 20 m. Para cada parcela de avaliação havia uma testemunha não tratada fora da área aplicada (com as mesmas dimensões), localizada em direção oposta ao deslocamento do vento no momento da aplicação.

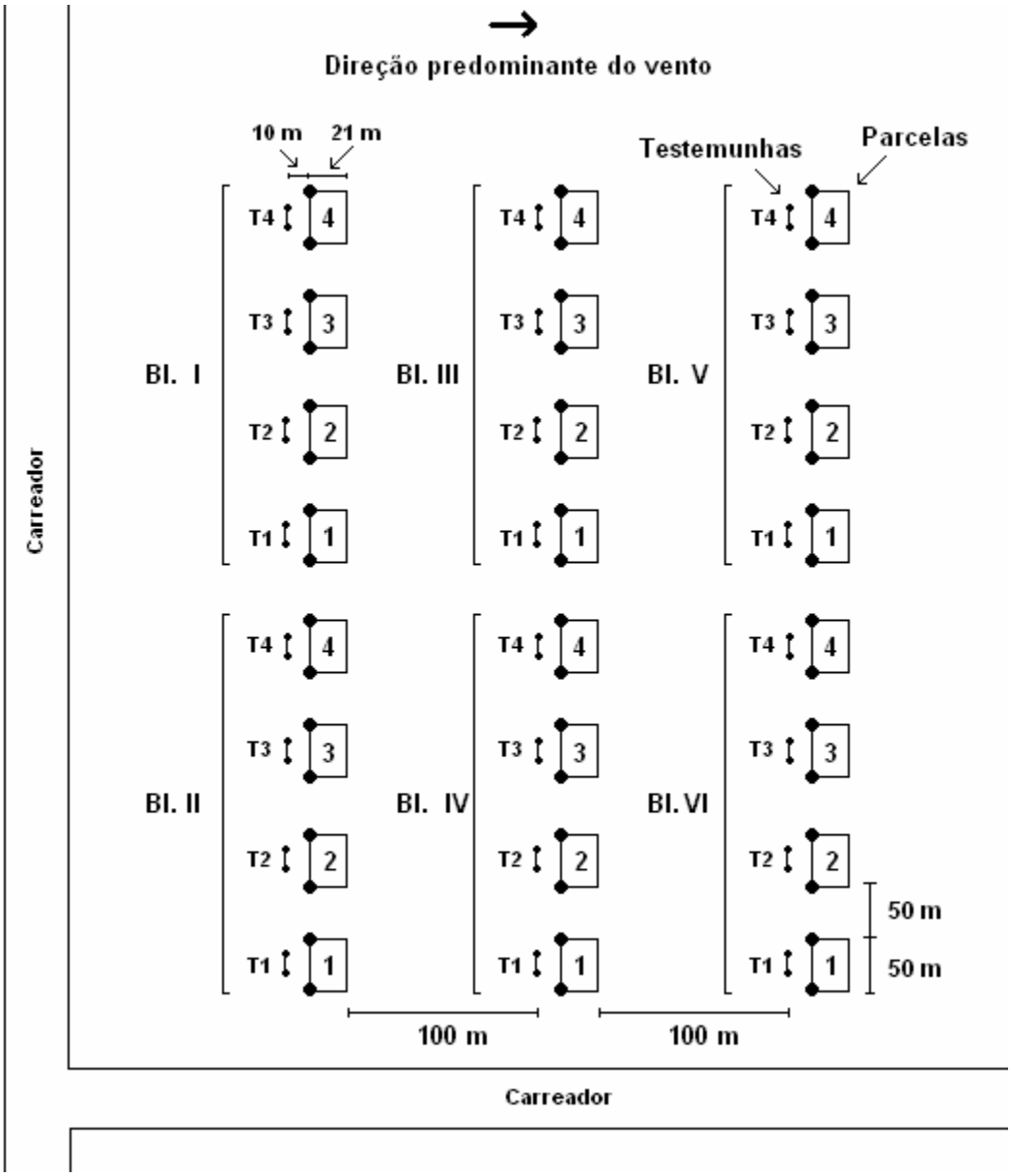


Figura 10 – Croqui da área do ensaio na cultura da soja.

4.8. Avaliações

As avaliações da eficiência dos tratamentos no controle da doença foram feitas mediante cálculo da incidência (porcentagem de plantas com ferrugem), severidade (intensidade ou níveis de infecção), desfolha (porcentagem de queda de folhas) e produtividade (pesagem das sementes das parcelas). Para cada uma das análises, as médias dos resultados foram comparados pelo cálculo do intervalo de confiança à 90%.

4.9. Incidência e severidade

Para a análise da incidência da doença foram consideradas no cálculo folhas que tinham a partir de uma pústula, independente da idade ou condição fisiológica. Na severidade, foi atribuída uma nota de acordo com a escala diagramática de severidade proposta por Godoy et al., (2006), onde as notas estão divididas em seis níveis de porcentagem de infestação.

As avaliações da evolução da ferrugem constaram de uma avaliação prévia um dia antes do tratamento (17/02/2006), onde foram analisadas incidência e severidade. Demais avaliações (severidade e desfolha – sendo a desfolha nas duas últimas avaliações) ocorreram em 9, 13, 20 e 27 dias após aplicação (27/02, 03, 10 e 17/03/2006).

Com base nos dados de cada repetição e de suas respectivas testemunhas, foram calculados os percentuais de redução da severidade da ferrugem.

4.10. Desfolha

Na desfolha, a análise constou do índice em porcentagem de folhas que caíram quando as testemunhas apresentaram em média 80% de desfolha. Em cada parcela foram amostradas 50 folhas em 2 alturas: porção superior e inferior da planta, totalizando 100 folhas por parcela. Essa amostragem foi realizada somente nas duas primeiras avaliações. Devido à severidade da doença, houve um aceleramento da desfolha, sendo possível avaliar somente o terço superior das plantas nas demais avaliações.

4.11. Produção

Após a colheita, foi avaliada a produção através da pesagem das sementes colhidas em duas linhas de cinco metros de cada parcela (valores corrigidos para 13% de umidade nos grãos). Os valores médios de produtividade nas parcelas tratadas e não tratadas foram usados para o cálculo do valor percentual de ganho em produtividade devido a quarta aplicação de fungicida. A seguir, os dados de produtividade nas 24 testemunhas não tratadas foram submetidos à análise estatística para cálculo dos valores médios, mínimos e máximos de produtividade (intervalo de confiança de 90%). A produtividade final foi estimada aplicando-se o percentual de ganho do tratamento aos valores médios, mínimos e máximos da área não tratada, obtendo-se assim, valores corrigidos de produtividade para cada tratamento. Este procedimento visou evitar a influência da variabilidade espacial da área, visto que o talhão correspondia a uma área de produção comercial.

6 RESULTADOS E DISCUSÃO

Durante as aplicações as condições climáticas foram as seguintes: umidade relativa entre 87,8 a 78,1%, temperatura entre 23,5 a 28,1 ºC e vento entre 1 a 4,1 m/s, no período de 10:37h a 12:31 h, conforme podem ser vistas na Tabela 3 (Anexo I).

Tabela 3 – Condições ambientais em cada parcela durante a aplicação dos tratamentos. Rondonópolis/MT, 2006.

Tratamentos	Umidade Relativa (%)		Temperatura (ºC)		Vento (m/s)	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
1	81,4	87,8	23,5	26,9	1,8	3,3
2	78,1	84,5	25,5	27,5	1,2	2,9
3	79,9	86,4	23,4	26,8	1,5	3,5
4	78,5	87,9	25,1	28,1	1,0	4,1

6.1 Avaliação prévia: incidência e severidade

O presente ensaio foi realizado em condições de controle curativo. Identificou-se através da avaliação da incidência um dia antes da aplicação que a ferrugem estava presente na área com média de 68,6% de infestação, variando entre 63,6 a 73,7%, considerando um intervalo de confiança (IC) de 90%, para 48 pontos de amostragem. Nesta mesma análise a severidade média no terço inferior foi de 35,9% (entre 28,9 e 42,8%) e 4,57% no terço superior (variando entre 2 e 7%), considerando IC de 90%. Considerando-se a característica de tratamento curativo tardio, esses valores se assemelham aos encontrados por Camargo et al. (2004), onde as plantas estavam com 55% de área foliar infectada quando os tratamentos foram realizados, e de Pereira et al. (2005a, b), com 50% e 30% no estádio R5.2. Por outro lado, estes valores contrastam com os de Ito et al. (2005), que realizaram as aplicações com apenas 2% de severidade (entre os estádios R3 e R5), o que pode ser considerado um tratamento curativo inicial.

Forcelini (2003) mostrou que os fungicidas têm sua eficácia muito reduzida quando aplicados após o estabelecimento da ferrugem. Andrade e Andrade (2002) obtiveram resultados que mostraram que no controle químico da ferrugem asiática um atraso de sete dias na aplicação do fungicida (após a detecção da doença), já foi suficiente para o aumento na desfolha em 82%, em relação às parcelas submetidas ao tratamento com fungicida efetuado após o aparecimento da doença. Com atraso de 14 dias, a desfolha aumentou em 155%.

No geral, observou-se que o desenvolvimento precoce da ferrugem, já presente na área antes das aplicações e com grande incidência e severidade, prejudicou a eficiência dos diferentes tratamentos.

6.2 Severidade no terço inferior

A severidade no terço inferior só foi avaliada 9 dias após tratamento (Figura 11). Devido à intensidade da doença houve uma antecipação da desfolha, o que foi ocasionada pela alta pressão de inóculo na área e agressividade do patógeno; uma vez que o

fungo se instala primeiro nas partes mais baixas da cultura. Mesmo ocorrendo uma antecipação de desfolha, não houve diferença significativa entre os tratamentos durante esta avaliação.

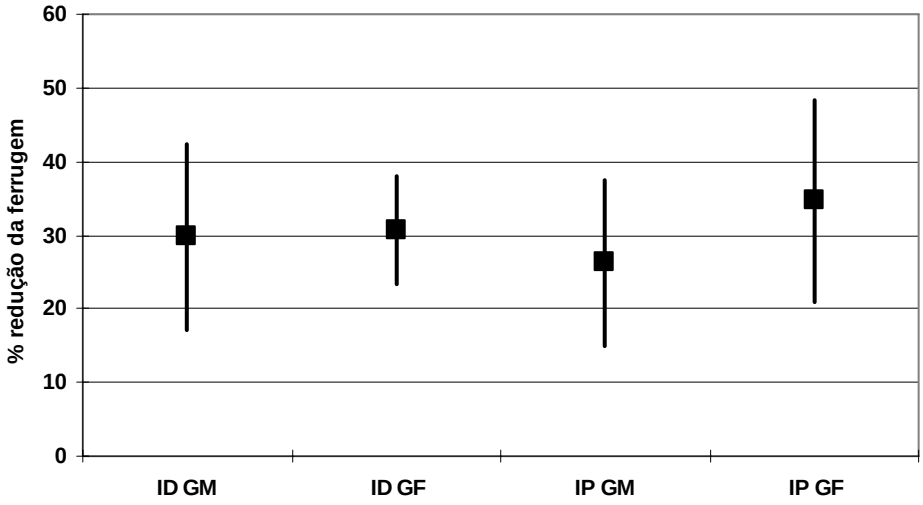


Figura 11 – Porcentagem de redução de ferrugem asiática da soja, na comparação de cada tratamento com sua testemunha 9 dias após tratamento, posição inferior das plantas. As barras verticais representam intervalo de confiança (IC = 90%, $\alpha = 0,1$).

Nas avaliações do terço superior em 9, 13, 20 e 27 dias após tratamento (Figuras 12 a 15) os resultados mostraram que não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Entretanto, observou-se de maneira geral que em todos os dados houve tendência de melhores resultados para as aplicações com flutriafol, em comparação às aplicações com flutriafol + tiofanato metílico. No que se refere à dose proposta do princípio ativo flutriafol, a diferença entre os dois produtos comerciais existe, porém é pequena (62,5 g/ha para o Impact e 60 g/ha para o Impact Duo). Outros fatores poderiam ser também considerados para referenciar estas tendências, como eventuais diferenças nas formulações ou interação entre os ativos. Estes fatores, entretanto, não foram avaliados neste trabalho e não foram citados diretamente em outros trabalhos com os mesmo ativos, prejudicando a discussão neste sentido.

Ito et al. (2005), utilizando os mesmos princípios ativos e as mesmas doses de produtos do presente trabalho, obtiveram resultados semelhantes entre o controle com flutriafol e tiofanato metílico + flutriafol; diferindo somente no nível de redução da doença. No trabalho citado, entretanto, estes resultados podem ser justificados em função do baixo índice de ferrugem (2%) que o autor encontrou no início das aplicações. As aplicações com flutriafol apresentaram uma tendência de menor área foliar afetada em R5 (1,46%) e diferiu estatisticamente de tiofanato metílico + flutriafol em R6 (12,69%).

Godoy e Canteri (2004), em avaliações de princípios ativos dos mesmos grupos químicos, obtiveram controle superior a 90% em relação a testemunha. Porém, os testes foram realizados em controle preventivo e curativo inicial, logo após inoculação em casa de vegetação.

Não foram observadas diferenças marcantes entre as aplicações com gotas finas e médias, contrastando com os resultados obtidos por Antuniassi et al (2004b). Este fato pode ser explicado pelas diferenças de características entre controle preventivo e curativo dos dois trabalhos. Em aplicações preventivas**,** os melhores resultados têm sido obtidos com o uso de gotas finas ou muito finas (ANTUNIASSI et al., 2004b), principalmente quando se trata de produtos de menor sistemicidade. Isso se justifica em função da ferrugem inicialmente se instalar nas folhas inferiores da cultura, sendo necessário que a massa de gotas penetre ao máximo na massa de folhas das plantas e proporcione uma maior cobertura, protegendo todas as folhas. Com efeito, Antuniassi et al. (2004a) obtiveram resultados de melhor cobertura das folhas em aplicações com gotas muito finas oriundas de pontas do tipo cone, quando comparadas a gotas muito grossas produzidas por pontas de indução de ar. Esta ausência de diferenças entre gotas maiores e menores pode ser explicada também pelas características de sistemicidade do flutriafol. Este fungicida, por ser um dos mais sistêmicos, apresenta uma redistribuição dentro de cada folha mais efetiva, reduzindo o efeito de melhor cobertura gerado pelas gotas mais finas.

Em condições de aplicações curativas tardias, com alta infestação e infecção (situação do presente trabalho), a quantidade de produto depositado pode se tornar mais importante do que a cobertura, principalmente nas folhas da parte superior das plantas. Estas folhas estão mais sadias do que as inferiores, que geralmente são as primeiras a ficaram totalmente comprometidas, perdendo a importância na manutenção do desenvolvimento da

planta. Neste sentido, um exemplo pode ser o trabalho de Antuniassi et al (2005), onde tratamentos curativos tardios com gotas muito finas, finas e médias não apresentaram diferenças no controle da ferrugem (terço superior da planta) e na produtividade da cultura.

Do ponto de vista prático, os resultados indicam que a preferência deve ser dada para as gotas médias quando do tratamento visando controle curativo da ferrugem envolvendo os produtos utilizados neste trabalho. Isto se explica pelo fato de que o uso de gotas médias pode facilitar o trabalho dos agricultores no campo, pois as mesmas estendem o período de trabalho na propriedade. Isto ocorre devido às limitações de uso das gotas finas e muito finas, principalmente em função dos problemas relacionados à deriva e a evaporação, onde as gotas médias representam uma escolha de menor risco.

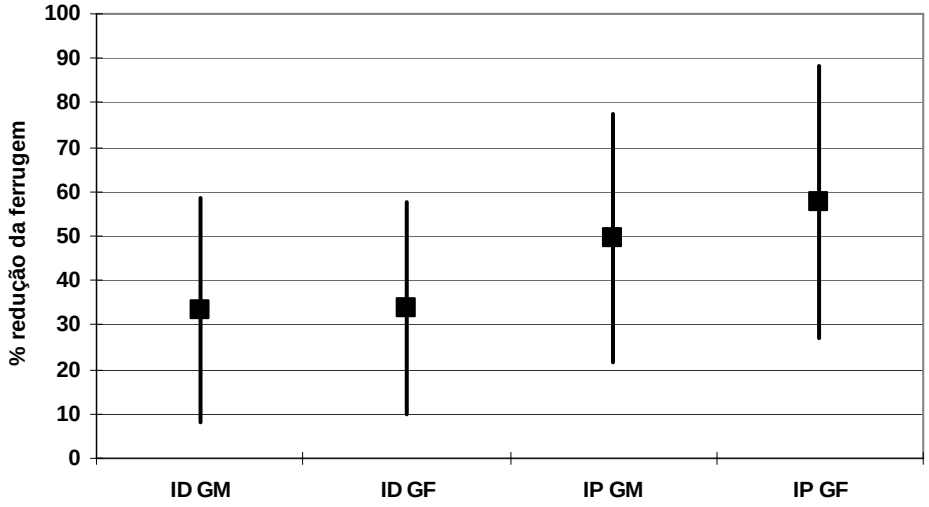


Figura 12 – Porcentagem de redução de ferrugem asiática da soja, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 9 dias após tratamento, posição superior das plantas. As barras verticais representam intervalo de confiança (IC = 90%, $\alpha = 0,1$).

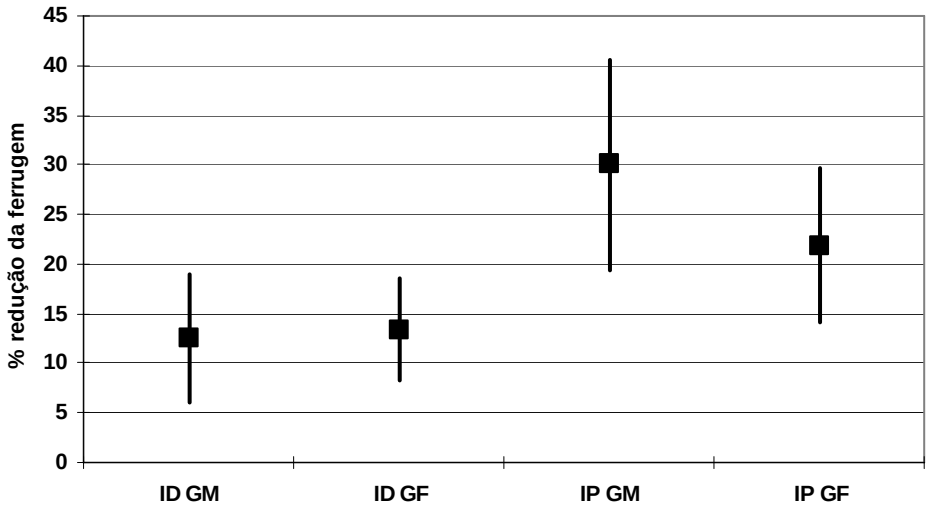


Figura 13 – Porcentagem de redução de ferrugem asiática da soja, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 13 dias após tratamento, posição superior das plantas. As barras verticais representam intervalo de confiança (IC = 90%, α = 0,1).

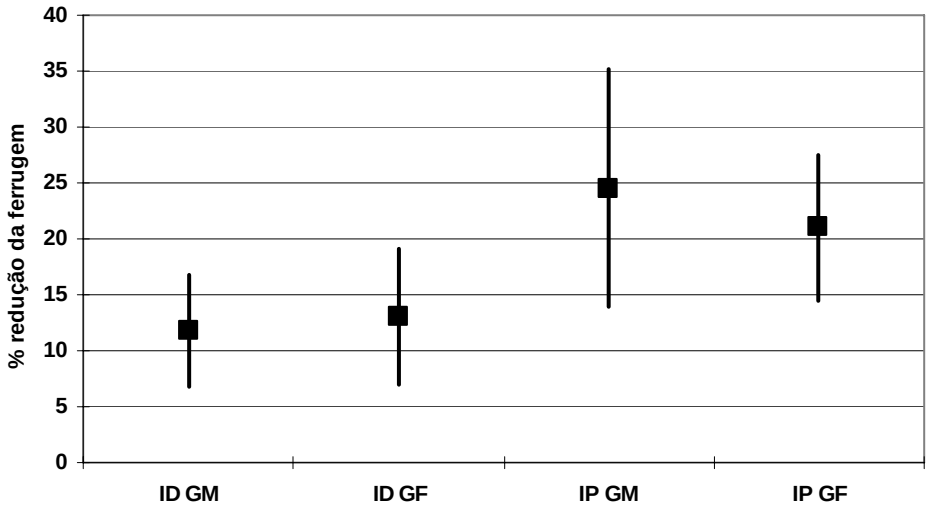


Figura 14 – Porcentagem de redução de ferrugem asiática da soja, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 20 dias após tratamento, posição superior das plantas. As barras verticais representam intervalo de confiança (IC = 90%, α = 0,1).

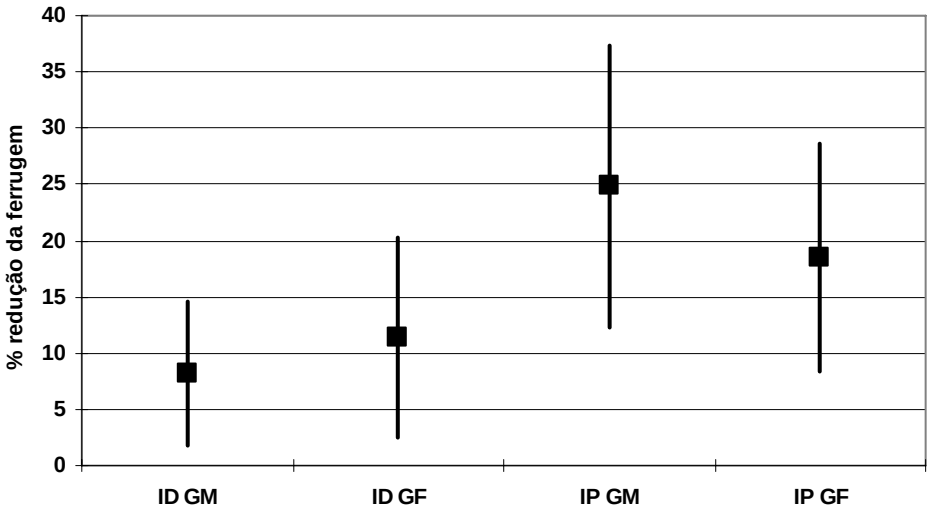


Figura 15 – Porcentagem de redução de ferrugem asiática da soja, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 27 dias após tratamento, posição superior das plantas. As barras verticais representam intervalo de confiança (IC = 90%, $\alpha = 0,1$).

A severidade observada durante as avaliações foi refletida no índice de desfolha; pois, aos 20 dias após tratamento, a porcentagem média variou conforme os tratamentos aplicados. As parcelas tratadas com flutriafol (tratamentos IP GM e IP GF) obtiveram um índice menor de desfolha, como ocorreu também aos 27 dias após tratamento (Figuras 16 e 17). Neste sentido, quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos de soja e maior será as perdas no rendimento da cultura (YORINORI et al., 2004).

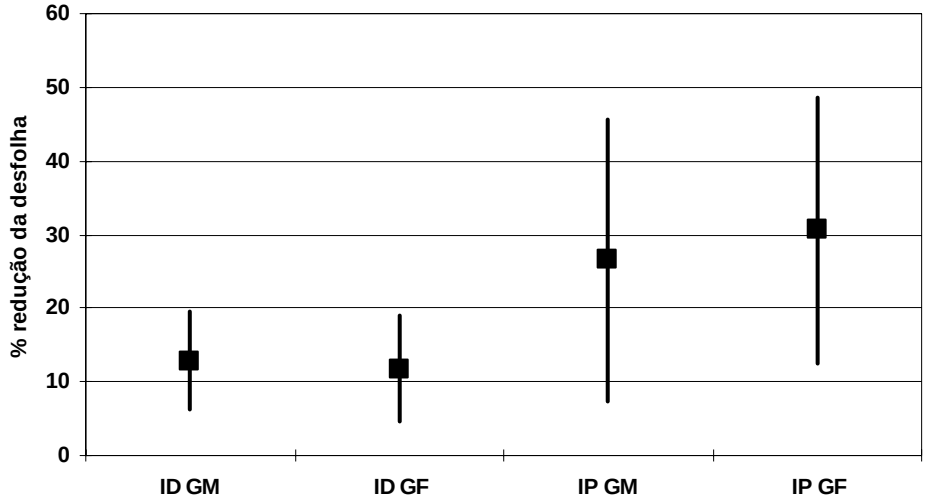


Figura 16 – Porcentagem de redução de desfolha, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 20 dias após tratamento, posição superior das plantas. As barras verticais representam intervalo de confiança (IC = 90%, α = 0,1).

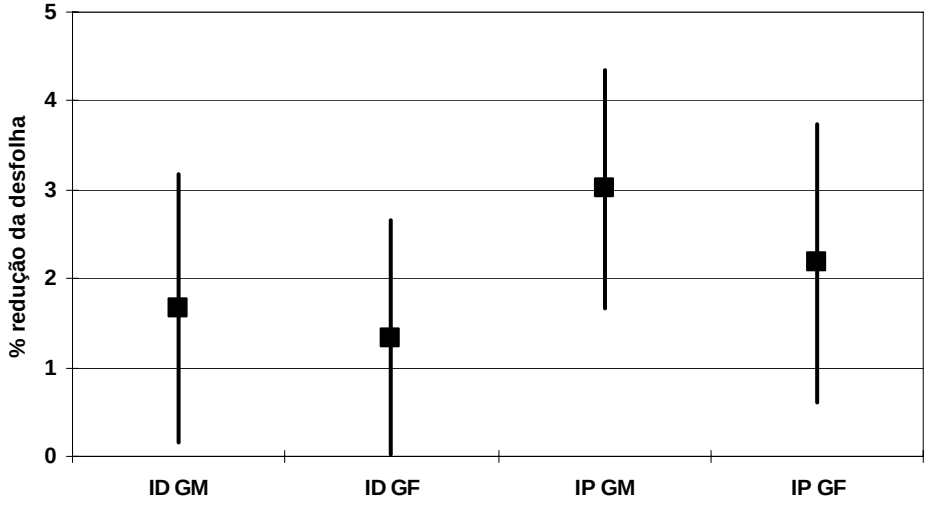


Figura 17 – Porcentagem de redução de desfolha, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 27 dias após tratamento, posição superior das plantas. Barras verticais representam intervalo de confiança (IC = 90%, α = 0,1).

A tendência de menor produtividade nos tratamento ID GM e ID GF (Figura 18) pode estar relacionada também à antecipação da desfolha que a doença causou nas plantas. A desfolha teve reflexos negativos na massa de sementes e, consequentemente, afetou a produtividade. Entretanto, é importante ressaltar que as diferenças observadas não foram significativas considerando-se o IC de 90%. Como exemplo, Martins et al. (2005) observaram que a desfolha causou a diminuição da produtividade na ausência de controle da ferrugem asiática.

Os resultados de produtividade do presente trabalho se assemelham aos encontrados por Ito et al. (2005), que obtiveram um maior peso de 100 grãos com flutriafol a 0,5 L/ha, diferindo estatisticamente de flutriafol + tiofanato metílico a 0,6 L/ha. Por outro lado, Martins et al. (2005), Oliveira e Escaloppi (2005), testaram tiofanato metílico + flutriafol com outros fungicidas e não obtiveram diferenças estatísticas em relação ao peso de mil sementes e severidade.

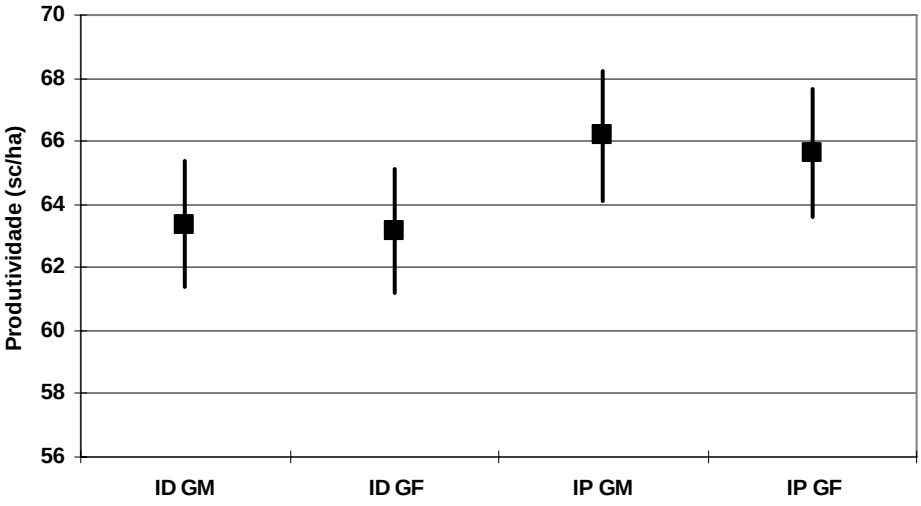


Figura 18 – Produtividade, em sacas por hectare, na comparação de cada tratamento com a sua testemunha 27 dias após tratamento, posição superior das plantas. As barras verticais representam intervalo de confiança (IC = 90%, $\alpha = 0,1$).

7 CONCLUSÕES

De acordo com as condições em que este estudo foi desenvolvido e na análise dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Os fungicidas utilizados (flutriafol e a mistura flutriafol + tiofanato metílico) foram eficazes no controle curativo da ferrugem asiática da soja; não havendo diferença entre os mesmos nas análises de severidade, desfolha e produtividade;

- Não houve diferenças significativas quanto ao uso de gotas finas e médias em todas as análises realizadas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, P. J. M.; ANDRADE, D. F. A. A. **Ferrugem asiática**: uma ameaça à sojicultura brasileira. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste**,** 2002. 11 p. (Série Circular Técnica, 11).

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem da soja**.** In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. **Coletânia**... Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 193-219.

ANTUNIASSI, U. R. et al. Desempenho de sistema de aplicação terrestre para controle da ferrugem de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA SOJA, 2005. p. 217-218.

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação de defensivos na cultura da soja**.** In: SUZUKI, S., YUYAMA, M. M., CAMACHO, S. A. **Boletim Técnico de Pesquisa Soja 2006**. Rondonópolis, MT: Fundação Mato Grosso, 2006.

ANTUNIASSI, U. R. Aplicação aérea no controle da ferrugem da soja. In: RAETANO, C. G.; ANTUNIASSI, U. R. (eds.). **Qualidade em tecnologia de aplicação.** Botucatu: FEPAF, 2004. p. 1-7.

ANTUNIASSI, U. R; BAIO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (eds). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2004. p. 145-184.

ANTUNIASSI, U. R. et al. Avaliação da cobertura de folhas em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004a. p. 48-51.

_____. Controle de ferrugem da soja através de aplicações aéreas e terrestres. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004b. p. 92-95.

ARIAS, C.A.A. et al. Inheritance of resistance of soybean to rust (*Phakospora pachyrhizi* Sidow). In: World soybean research conference, 7, 2004. Foz do Iguaçu. **Anais…**Foz do Iguaçu**:** 2004. p.100.

AZEVEDO, L. A. S. **Fungicidas protetores**: fundamentos para o uso racional**.** São Paulo, 2003. 319 p.

BONELLI, M. A. P. O. et al. Desempenho de sistemas de aplicação aérea para controle de ferrugem da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA SOJA, 2005. p. 119-120.

BYERS, R. E. et al. Effects of apple tree size and canopy density on spray chemical deposit. **HortScience**, Alexandria, v. 19, n. 1, p. 93-94, 1984.

BALARDINI, R. S. NAVARINI, L, DALLAGNOL, L. J. Epidemiologia da ferrugem da soja. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. **Coletânia...** Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 39-49.

BEDENDO, I. P. Ferrugens. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (eds.). **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p. 872-880.

BENCHIMOL, R. L. et al. Ferrugem asiática da soja chega ao Pará. In**:** REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26., 2004, Ribeirão Preto. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2004. p. 137. (Documentos, 234).

BODE, L. E.; LANGLEY, T. E.; BUTTLER, B. J. Performance characteristics of by-pass spray nozzles. *Trans* AMER. SOC. AGRIC. ENG. (**American Society Agricultural Engineering**)**,** v. 22, n. 5, p. 1016-1022, 1972.

BONDE, M. R; NESTER, S. E.; PETERSON, G. L. Temperature of efects on urediniospore germination and germ tube growth of *Phakopsora pachyrhizi* and ***P. meibomiae***. **Phytopathology**, St. Paul, v. 87, n. 6, p. S10, Jun. 1997.

BROMFIELD, K. R. **Soybean rust.** St. Paul: APS Press, 1984. 65 p. (Monography 11).

CAMARGO, T. V. Aplicação aérea e terrestre de fungicidas no controle da ferrugem da soja. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. **Coletânia**... Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 181-191.

CAMARGO et al. Controle da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) em aplicações tratorizadas com bicos hidráulico e centrífugo (Baixo Volume Oleoso). In: SIMPÓSIO

INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004a. p. 88-91.

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.

CHAIN, A. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos: fatores que afetam a eficiência e o impacto ambiental. In: SILVA, C. M. M. S.; FAY, E. F. (eds.). **Agrotóxicos e ambiente.** Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. p. 289-317.

CHAIN, A. et al. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 741-747, maio 1999a.

CHAIN, A. et al. Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1999b 29p. (Boletim de Pesquisa, 2).

CHAIN, A.; VALARINE, P. J.; PIO, L. C. Avaliação de perdas na pulverização de agrotóxicos na cultura do feijão. **Pesticida Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitibav. 10, p. 65-74, 2000.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle.** São Paulo: Teejet South América, 1999. 15 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO/MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra 2004/2005, sexto levantamento, ago. 2005**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/download/safra/6levant_de_safra.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2006a.

_____. **Segundo levantamento de intenção de plantio safra 2005/2006, nov. 2005**. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/download/safra/Segundo_Lev_%20Intencao_%20Plantio_nov_2005_2006.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2006b.

COUTINHO, P.; CORDEIRO, C. M. A ponta de pulverização: cuidados na escolha. In: CANAL, C. A. B. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas II**., 2004. p. 7-11

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

DURIGAN, J. C. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1989, Rio de Janeiro. **Anais**... Rio de Janeiro: SBS/ABRACAV/SIF, 1989. (paginação irregular).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPEUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil – 2005.** Londrina: EMBRAPA Soja; EMBRAPA Cerrados; EMBRAPA Agropecuária Oeste; Fundação Meridional, 2004. 239 p.

_____. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil – 2001/2002/Embrapa Soja.** Londrina: EMBRAPA Soja. 2001. 267 p.

FRIGHETTO, R. T. S. Influência do manejo de agrotóxicos no meio ambiente. **Fitopatologia Brasileira,** Brasília, v. 25, p. 271-274, 2000. Suplemento

FORCELINI, C. A. A ferrugem pode ser manejada. **Atualidades Agrícolas**, v. 3, p. 8-11, 2003.

GALLASSINI, J. A. Entraves à competitividade da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. **Resumos**... Foz do Iguaçu: EMBRAPA, 2002. p. 3-4.

GASSEN, F., BORGES, L. D. Importância econômica da soja. In: REIS, E. M. (ed.). **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. p. 11-19.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagramatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira,** Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. Efeito protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de cegetação. **Fitopatologia Brasileira,** Brasília, v. 29, n. 1, p. 97-101, 2004.

HALL, F. R. Application to plantation crops. In: MATTHEWS, G. A. HISLOP, E,. C. (ed.) **Application technology for crop protection**. Wallingford: CAB, 1993. p. 187-213.

HARTMAN, G.L., WANG, T.C.; SHANMUGASUNDARAM, S. Soybean rust research: progress and future prospects. In: NAPOMPETH, B. (Ed). In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 1994, Chang Mai. **Proceedings…** Chang Mai, 1994. p. 180-186.

HARTAMN, G. L.; WANG, T. C.; TSCHANZ, A. T. Soybean rust development and quantitative relationship between rust sererity and soybean yield. **Plant Disease**, St. Paul, v. 75, p. 596-600, 1991.

HENNEN, J. F. The taxonomy of the rusts. In: Rust Workshop, 1995, Urbana. **Proceeedings…**Urbana: College os Agricultural, Consumer, and Environmental Sciences: National Soybean Research Laboratoy, 1996. p. 29-32 (publication number 1) Editado por J. B. Sinclair, G. L. Hartman.

HOFFMANN, L L.; REIS, E. M.; FORCELINI, C.A. et al. Efeitos da rotação de cultura, de cultivares e da aplicação de fungicida sobre o rendimento de grãos e doenças foliares em soja. **Fitopatologia Brasileira,** Brasília, v. 29, n. 3, p. 245-251, 2004.

HOLLOWAY, P. YJ. Surface factors affecting the wetting of leaves. **Pesticy Science**, Kyoto, v.1. p. 56-63, 1970.

HOLLY, K. Selectivity in relation to formulation and application methods. In: AUDS, L. J. **Herbicides biochemistry, ecology**. 2. ed. London: Academic Press, 1976. v. 2 p. 251-77

IVANCOVICH, A. et al. **Roya de la soya en la Argentina**. INTA Ediciones, 2003. 4 p.

ITO, M. F. et al. Controle da ferrugem asiática da soja com o fungicida Celeiro/Impact Duo. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA SOJA, 2005. p. 197-198.

KIMATI, H. et al. **Guia de fungicidas agrícolas:** recomendações por culturas/Grupo Paulista de Fitopatologia. 2 ed. Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, 1997. v. 1 225 p.

LAZZAROTTO, J. J. Impacto econômico da doença. **Revista Plantio Direto,** Passo Fundo, p. 22-23, nov/dez. 2004.

MARCHETTI, M.A.; MELCHING, J. S.; BROMFIELD, K. R. The effects of temperature and dew period on germination and infection by uredospores of *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology** St. Paul, v. 66, p. 461-463, 1976.

MARTINS et al. Avaliação da eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem da soja no Oeste da Bahia – safra 2004/2005. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA SOJA, 2005. p. 203-204.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 2. ed. New York: Longman. 1982. 336 p.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensives agrícolas**. Jaboticabal. FUNEP, 1990. 139p.

MELCHING, J. S., BROMFIELD, K. R.; KINGSOLVER, C. H.. Infection, colonization and uredospore production on wayne soybean by four cultures of *Phakopsora pachyrhizi*, the cause of soybean rust. **Phytopathology,** St. Paul, v. 69, p. 1262-1265, 1979.

MELO FILHO, G. A.; RICHETTI, A. **Custo do controle químico da ferrugem asiática da soja.** 2. ed. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2004. (Comunicado Técnico, n. 93).

NAVARRO, J. C. et al. First report of "asian" soybean rust in Bolívia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2., 2004, Foz do Iguaçu. **Resumos…** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p. 85-86.

NUNES JÚNIOR, J. Evolução e perspectivas para a próxima safra. **Revista Plantio Direto,** Passo Fundo, p. 28-31, nov/dez. 2004.

OLIVEIRA, S. H. F; SCALOPPI, E. A. G. Avaliação da eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem da soja em Paulínia, SP. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA SOJA, 2005b. p. 215-216.

ONO, Y.; BURITICA, P.; HENNEN, J.F. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. **Mycological Research**, West Lafayette**,** n. 96, p. 825-850, 1992.

PEREIRA, R. H. A.; SCHERB, C. T; AZEVEDO, L. A. S. efeito de fungicidas aplicados curativamente no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi)* na cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA SOJA, 2005a. p. 205-206.

PEREIRA, R. H. A.; SCHERB, C. T; AZEVEDO, L. A. S. Eficiência de diferentes fungicidas aplicados curativamente no controle da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi)* na cultura da soja *Glycine max* (L.) Merril. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA SOJA, 2005b. p. 207-208.

PRESTES, A. (trad.) Fungicidas: mecanismos de ação e resistência. Parte I: fungicidas com mecanismos de ação não específica. In: LUZ, W. C. (ed.) **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: Revisão Anual de Patologia de Plantas, 2003. p. 43-69. (v. 11).

RAMOS, H. H. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 275-284, 2000. (Suplemento).

REIS, E. M. et al A. Ferrugem da soja: critério indicador do momento para o controle econômico com fungicidas. In: REIS, E. M. (ed.). **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. p. 85-96.

SALYANI, M.; HEDDEN, S. L.; EDWARDS, G. J. Deposition efficiency of different dropletslet sizes for citrus sprayng. **Trans. ASAE (American Society Agricultural Engineering)**, v.30, p. 1595-9, 1987.

SILVA, L. H. C. P. **Ferrugem se instala em Rio Verde**. Força ruralista. Rio Verde, p. 5, jan. 2004.

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

SUZUKI, S., YUYAMA, M. M., CAMACHO, S. A. **Boletim Técnico de Pesquisa Soja 2005**. Rondonópolis, MT: **EDITORA**, 2005.

TEIXEIRA, M. M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica**, 1997. 310 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrônomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

TEWARI, V. K.; MURALIKRISHNA, R. V. S.; PANDYA, A. C. **Performance evaluation and computer aided design of valve type hollow cone nozzles**. St. Joseph: ASAE, 1998. 15 p. (ASAE Paper n.98-1025).

TOKESHI, H. Doenças e pragas agrícolas geradas e multiplicadas pelos agrotóxicos. **Fitopatologia Brasileira,** Brasília, v. 25, p. 264-270, 2000. (Suplemento).

VAKILI, N. G.; BROMFIELD, K. R. *Phakopsora* rust on soybeans and other legumes in Puerto Rico. **Plant Disease Reptorter,** Maryland, v. 60, n. 12, p. 995-999, dez. 1976.

VERNETTI, F. de J. História e importância da soja no Brasil. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, n. 81, p. 21-24, nov./dez. 1977.

WIRTH, W., STORP, S., JACOBSEN, W. Mechanisms controlling leaf retention of agricultural spray solutions. **Pesticy Science**., Kyoto, v. 33, p 411-20, 1991.

YANG, X.B. et al. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 81, p. 1420-1426, 1991.

YEH, C. C. Differential reactions of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean in Taiwan. In: Symposium (on) soybean in tropical and subtropical cropping systems, 1983, Tsukuba. **Proceedings…**Shanhua: AVRDC, 1985. p. 247-250. Editado por S. Shanmugasundaram, E. W. Sulzberger.

YORINORI, J. T. A ferrugem asiática da soja no continente americano: evolução, importância econômica e estratégias de controle. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. **Coletânia...** Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 21-37.

YORINORI, J.T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: EMBRAPA, 2002. p.171- 186.

YORINORI, J. T; PAIVA, W. M. **Ferrugem da soja *Phakopsora pachyrhizi***. Londrina: EMBRAPA – CNPSo, 2002. 8 Folder.

YORINORI, J. T; JÚNIOR, J. N.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem "asiática" da soja no Brasil**: evolução, importância econômica e controle. Londrina: EMBRAPA Soja, 2004. 36 p. (documentos, 247).

YORINORI, J. T. et al. **Ferrugem da soja**: identificação e controle. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 25 p. (Documentos, 204).

YORINORI, J.T. et al. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu, 2002, p.94.

YORINORI, J.T. et al. Reações de cultivares de soja a ferrugem "asiática" (*Phakopsora pachyrhizi*). In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 24., 2002, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: EMBRAPA, 2002. p. 149.

ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇAO, M. Avanços tecnológicos no controle de doenças de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. S27, 2005. (Suplemento).

ANEXO

Condições ambientais e horários das aplicações de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). Rondonópolis/MT, 2006.

Tratamentos	**Tratamento 1**						**Tratamento 2**					
Parcelas	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Umidade Relativa (%)	87,8	79,9	84	81,4	82,5	81,5	82	83	81,8	84,5	83	78,1
Temperatura (ºC)	23,5	26,9	25,9	26,2	25,2	25,8	25,7	25,9	26,6	26,5	25,5	27,5
Vento (m/s)	1,8	2	2,5	2,8	2,3	3,3	1,5	2	1,2	2,8	2,9	1,4
Horário (h)	10:37	11:45	11:43	11:58	12:03	12:17	10:50	11:11	11:36	11:51	12:09	12:25
Tratamentos	**Tratamento 3**						**Tratamento 4**					
Parcelas	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Umidade Relativa (%)	80,2	79,9	86,4	84,4	81,5	80	78,5	80,6	87,9	83,7	81,9	82
Temperatura (ºC)	24,7	25,5	26,8	23,4	25,7	26,3	26	25,1	26,2	25,2	25,3	28,1
Vento (m/s)	3	2,8	1,5	2,5	3,5	3,3	1	3	2	2,5	4,1	3
Horário (h)	10:55	11:15	10:33	11:48	12:11	12:28	11:00	11:22	11:30	11:46	12:15	12:31