Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Ferrugem asiática da soja: relações entre o atraso do controle químico, rendimento, severidade e área foliar sadia de soja (*Glycine max* L. Merrill)

Helen Alves Calaça

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em
Agronomia. Área de concentração: Fitopatologia

Piracicaba
2007

Helen Alves Calaça
Engenheira Agrônoma

Ferrugem asiática da soja: relações entre o atraso do controle químico,
rendimento, severidade e área foliar sadia de soja (*Glycine max* L. Merrill)

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ OTÁVIO MACHADO MENTEN**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em
Agronomia. Área de concentração: Fitopatologia

Piracicaba

2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Calaça, Helen Alves

Ferrugem asiática da soja: relações entre o atraso do controle químico, rendimento, severidade e área foliar sadia de soja (*Glycine max* L. Merrill) / Helen Alves Calaça. - - Piracicaba, 2007.

80 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Controle químico 2. Ferrugem (doença de planta) 3. Folhas (plantas) 4. Soja – Rendimento – Dano I. Título

CDD 633.34

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus pais Eliana e Samuel

OFEREÇO

À minha querida irmã Elaine

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. **José Otávio M. Menten** pela orientação, amizade e principalmente pela confiança.

À **Arysta LifeScience** por fornecer **todos** os subsídios para realização destes experimentos e pela acolhida desde os primeiros dias do meu estágio curricular em 2004.

Ao amigo e coordenador do Centro de Pesquisa da Arysta LifeScience **Angelo Stasievski** por tudo que já me ensinou nestes anos de convivência, pela amizade, pelo incentivo, e por ter tornado possível a execução deste trabalho.

Aos amigos e técnicos agrícolas do Centro Pesquisa da Arysta LifeScience, **Alcindo Galvão e Dorival Boer Jr.**, pela amizade, pela disposição sempre presente de me ajudar no que fosse necessário e pelo apoio na execução deste trabalho.

Aos amigos e colaboradores de campo do Centro de Pesquisa da Arysta LifeScience, **João Leite, Mauro, João Campos, Kiko, Oséias, Mário e Hédio** por me auxiliarem em várias etapas na condução e avaliação dos experimentos, mas principalmente pela amizade e pelas boas lembranças que guardo do período em que convivemos.

Às minhas grandes amigas e colegas de mestrado **Érika, Renata e Raphaele** cuja amizade, apoio e carinho foram muitas vezes fundamentais para conclusão desta dissertação.

Ao Prof. Dr. **Ricardo Ferraz de Oliveira** por atender tão prontamente ao meu pedido para usar um equipamento do Departamento de Produção Vegetal.

Ao Prof. Dr. **Armando Bergamin Filho** pelas valiosas sugestões.

Ao Prof. Dr. **Carlos Tadeu Dias**, do departamento de Estatística pela paciência e pela boa vontade com que ensinou a fazer e interpretar as análises deste trabalho.

Ao Prof. **Décio Barbin**, do departamento de Estatística, por me auxiliar no cálculo das derivadas.

Aos professores do curso de pós-graduação em Fitopatologia pelos valiosos ensinamentos.

Aos secretários do Departamento de Fitopatologia **Jéferson Brajão e Lindomar Buck Santos** pela amizade e pela valiosa ajuda durante todo o curso.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 DESENVOLVIMENTO.....	16
2.1 Revisão Bibliográfica.....	16
2.1.1 A importância da soja.....	16
2.1.2 Desenvolvimento da planta de soja.....	18
2.1.3 Ferrugem asiática da soja: ocorrência e importância.....	19
2.1.4 Ferrugem asiática da soja: epidemiologia e sintomatologia.....	21
2.1.5 Controle da ferrugem asiática da soja.....	23
2.1.6 Quantificação de danos causados por fitopatógenos.....	25
2.2 Material e Métodos.....	29
2.2.1 Características dos cultivares.....	29
2.2.2 Preparo da área, instalação e condução dos experimentos.....	29
2.2.3 Características dos fungicidas.....	30
2.2.4 Delineamento experimental.....	31
2.2.5 Aplicação dos fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja.....	32
2.2.6 Parâmetros avaliados para quantificação da ferrugem asiática da soja.....	33
2.3 Resultados e Discussão.....	36
2.3.1 Efeito do atraso no controle da ferrugem sobre os componentes do rendimento e o rendimento de soja.....	42
2.3.2 Efeitos do atraso no controle da ferrugem asiática sobre a absorção da área foliar sadia (HAA) e duração da área foliar sadia (HAD) de soja.....	52
2.3.3 Efeitos do atraso no controle da ferrugem asiática da soja sobre a severidade da doença.....	53
2.3.4 Relações entre a área foliar sadia (HAA), duração da área foliar sadia (HAD), rendimento e a massa de 1000 grãos de soja.....	54

2.3.5 Relações entre severidade da ferrugem asiática, rendimento e massa de 1000 grãos de soja.....	58
3 CONCLUSÕES.....	64
REFERÊNCIAS.....	66
APÊNDICES.....	74

RESUMO

Ferrugem asiática da soja: relações entre o atraso do controle químico, rendimento, severidade e área foliar sadia de soja (*Glycine max* L. Merrill)

O controle da ferrugem asiática é altamente dependente do tratamento com fungicidas. A decisão do momento correto da aplicação é fundamental para a eficiência do tratamento, visto que atrasos na efetuação do controle podem torná-lo tão ineficaz quanto à ausência de aplicações. O dano provocado pela ferrugem asiática é decorrente da redução da área foliar, devido à destruição do tecido vegetal e desfolha precoce. Tendo em vista a influência que o atraso no controle tem sobre a ferrugem asiática, e esta sobre a folhagem das plantas de soja, o dano pode ser melhor compreendido com o uso de variáveis que captem modificações na área foliar do hospedeiro. Com os objetivos de avaliar o efeito do atraso no controle da ferrugem asiática sobre o rendimento e os componentes do rendimento, a duração (HAD), a absorção da área foliar sadia (HAA) de plantas de soja e sobre a severidade da doença e examinar as relações entre o rendimento de soja com a duração, absorção da área foliar sadia e severidade da ferrugem asiática, foram conduzidos cinco experimentos no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola da Arysta LifeScience, em Pereiras—SP. Os experimentos envolveram um tratamento preventivo e tratamentos que corresponderam a atrasos crescentes na efetuação do controle químico. As relações entre os parâmetros citados acima foram avaliadas por meio de testes de comparação de médias (LSD) e regressões lineares e não lineares ($p \leq 0,05$). Os resultados mostraram que nas situações em que o início da ferrugem asiática da soja ocorre próximo à fase reprodutiva, o rendimento cai à taxa de -31 kg ha^{-1} a -15 kg ha^{-1} por cada dia de atraso no controle, sendo o dano maior nos estádios mais jovens e menor nos estádios mais avançados. Na relação entre o atraso no controle da ferrugem asiática da soja e HAA, 10 MJ m^{-2} deixam de ser absorvidos por cada dia de atraso no controle. Na relação entre o atraso no controle da ferrugem asiática da soja e HAD, a duração da área foliar sadia diminui 2,4 a 1,4 dias por cada dia em que o controle é atrasado. Na relação entre o rendimento de soja e HAA, são ganhos 2 kg ha^{-1} para cada MJ m^{-2} absorvido pela área foliar sadia. Na relação entre o rendimento de soja e HAD, são ganhos de 13 a 9 kg ha^{-1} para cada dia de duração da área foliar sadia. A relação entre atraso no controle da ferrugem asiática da soja e severidade da doença é de 0,25% ponto percentual para cada dia de atraso no controle. A relação entre o rendimento de soja e severidade da ferrugem asiática é de -36 kg ha^{-1} por cada ponto percentual de severidade. A variável que melhor se relaciona com o rendimento de soja é a absorção da área foliar sadia (HAA). Tanto HAA quanto HAD são variáveis melhores do que a severidade para serem usadas na quantificação de danos provocados pela ferrugem asiática na soja. Nas situações em que o início da doença ocorre próximo à fase reprodutiva, atrasos no controle da ferrugem asiática superiores a 28 dias apresentam o mesmo resultado que a ausência de controle. Não há redução no rendimento de soja se o início da ferrugem asiática ocorrer a partir do estágio R₅.

Palavras chave: Ferrugem asiática da soja; *Phakopsora pachyrhizi*; Soja; Quantificação de dano; HAA; HAD; Severidade; Atraso no controle químico

ABSTRACT

Asian soybean rust: relationship between delay of chemical control, yield, severity and healthy leaf area of soybean (*Glycine max* L. Merrill)

The control of the asian soybean rust is highly dependent of fungicides treatment. The decision of the correct moment of application is critical for the efficiency of the treatment, since delays in the control can become it so inefficacious as the absence of applications. The damage caused by asian soybean rust is decurrent of the reduction of the leaf area, due to vegetal tissue destruction and early defoliation. In view, the influence that the control delay has on the asian rust, and this on the foliage of the soybean plants, the yield loss can be better understood with the use of variable that catch modifications in the leaf area of the host plant. With the objectives to evaluate the effect of the delay in the asian soybean control on the yield and the yield components, the duration (HAD) and absorption of the healthy leaf area (HAA) of soybean plants and on the disease severity, and to examine the relationship between the soybean yield with the healthy leaf area duration, healthy leaf area absorption and asian soybean rust severity, were conducted five field experiments in Agricultural Research and Development Center of the Arysta LifeScience, in Pereiras-SP. The experiments had involved a preventive treatment and treatments that had corresponded the increasing delays in the chemical control. The relationship between the cited parameters above had been evaluated by averages comparison test (LSD) and linear and non linear regressions ($p \leq 0,05$). The results had shown that in the situations where the beginning of the asian soybean rust occurs next to the reproductive phase, the yield fall -31 kg ha^{-1} to -15 kg ha^{-1} per each day of control delay, being the loss bigger in youngest stadiums and lesser in oldier stadiums. In the relationship between control delay of the asian soybean rust and HAA, 10 MJ m^{-2} does not absorbed per each day of control delay. In the relationship of the control delay of the asian soybean rust and HAD, the duration of the healthy leaf area reduced 2,4 to 1,4 days per each day where the control is delayed. In the relationship between soybean yield and HAA, were obtained 2 kg ha^{-1} for each MJ m^{-2} absorbed by the healthy leaf area. In the relationship between soybean yield and HAD, were obtained 9 to 13 kg ha^{-1} for each day of healthy leaf area duration. The relationship between control delay of the asian soybean rust and disease severity was of 0,25% percentile point for each day of delay in the control. The relationship between soybean yield and severity of the asian soybean rust were of -36 kg ha^{-1} for each percentile point of severity. The variable that better becomes related with the yield soybean was the healthy leaf area absorption (HAA). Even HAA as HAD are better variables than severity to be used in the yield losses quantification of the asian soybean rust. In the situations that the beginning of the disease occurs next to reproductive phase, control delay of asian soybean rust higher than 28 days show the same result that the control absence. It does not have reduction in the soybean yield if the beginning of the asian soybean rust occurs after the R5 stadium.

Keywords: Asian soybean rust; *Phakopsora pachyrhizi*; Soybean; Yield losses quantification; HAA; HAD; Severity; Chemical control delay.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Severidade (% de área foliar atacada) da ferrugem da asiática da soja nos tratamentos preventivo e testemunha em diferentes estádios fenológicos. Os números (1), 2), (3), (4) e (5) correspondem aos experimentos I, II, A, B e C, respectivamente.....37
- Figura 2 – Efeito do atraso no controle de ferrugem asiática da soja sobre o número de vagens planta⁻¹ e número de grãos planta⁻¹ nos experimentos I, II, A, B e C realizados em Pereiras, SP, safras 2005/06 e 2006/07. Barra de erro representa o erro padrão das médias42
- Figura 3 – Efeito do atraso no controle de ferrugem asiática da soja sobre o rendimento (kg ha⁻¹) e massa de 1000 grãos (g) nos experimentos I e II, e análise conjunta conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06. Barra de erro representa o erro padrão das médias.....44
- Figura 4 - Efeito do atraso no controle de ferrugem asiática da soja sobre o rendimento (kg ha⁻¹) e massa de 1000 grãos (g) no experimento A, realizado em Pereiras, SP, safra 2006/07. Barra de erro representa o erro padrão das médias.....47
- Figura 5 - Efeito do atraso no controle de ferrugem asiática da soja sobre o rendimento (kg ha⁻¹) e massa de 1000 grãos (g) no experimento B, realizado em Pereiras, SP, safra 2006/07. Barra de erro representa o erro padrão das médias.....47
- Figura 6 – Efeito do atraso no controle de ferrugem asiática da soja sobre o rendimento (kg ha⁻¹) e massa de 1000 grãos(g) no experimento C, realizado em Pereiras, SP, safra 2006/07. Barra de erro representa o erro padrão das médias.....48
- Figura 7 – Relação entre dias de atraso no controle DAC da ferrugem asiática e o rendimento (kg ha⁻¹) de soja nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06.....50
- Figura 8 – Relação entre dias de atraso no controle (DAC) da ferrugem asiática e a massa de

1000 grãos de soja nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos realizados em Pereiras, SP, safra 2005/0651

Figura 9 – Relação entre dias de atraso no controle (DAC) da ferrugem asiática, HAA (MJ m^{-2}) e HAD (dias) dos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos realizados em Pereiras, SP, safra 2005/0652

Figura 10 – Relação entre severidade média (%) da ferrugem asiática e o atraso no controle (DAC) nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06.....53

Figura 11 – Relação entre HAA (MJ m^{-2}), HAD (dias) e o rendimento (kg ha^{-1}) de soja nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06.....55

Figura 12 – Relação entre HAA (MJ m^{-2}), HAD (dias) e a massa de 1000 grãos (g) de soja nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06.....56

Figura 13 – Rendimento (kg ha^{-1}), massa de 1000 grãos (g) e severidade média (%) segundo diferentes atrasos no controle de ferrugem asiática da soja nos experimentos A, B e C, realizados em Pereiras, SP, safra 2006/07. Barra de erro representa o erro padrão da média59

Figura 14 – Rendimento (kg ha^{-1}), massa de 1000 grãos (g) e severidade média (%) segundo diferentes atrasos no controle de ferrugem asiática da soja nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2006/07. Barra de erro representa o erro padrão da média60

Figura 15 – Relação entre severidade média (%) da ferrugem asiática da soja e o rendimento (kg ha^{-1}) nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos,

realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06.....61

Figura 16 – Relação entre severidade média (%) da ferrugem asiática da soja e a massa de 1000 grãos (g) nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06.....62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Nome comercial, nome técnico, grupo químico, tipo de formulação, modo de ação e dose do produto comercial dos fungicidas Eminent 125 EW, Impact 125 SC, Folicur 200 SC, Priori Xtra e Celeiro.....	31
Tabela 2 – Tratamentos que representam atrasos de 1 a 105 dias, após a detecção de ferrugem asiática da soja, para início do controle pela aplicação de fungicidas.....	33
Tabela 3 – Descrição dos estádios fenológicos da soja.....	34
Tabela 4 – Valores médios de temperatura (°C), precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar e radiação incidente (MJ m^{-2}) nas safras 2005/06 e 2006/07, Pereiras – SP.....	38
Tabela 5 – Número de pulverizações, fungicidas aplicados, doses do produto comercial e estádios fenológicos em que foram realizadas as aplicações nos experimentos I e II realizados na safra 2005/06 e nos experimentos A, B, C, realizados na safra 2006/07 em Pereiras, SP.....	40

1 INTRODUÇÃO

A soja é comprovadamente um dos produtos agrícolas mais versáteis. A combinação incomparável de altos teores de proteína (cerca de 40%) e de óleo (cerca de 20%), juntamente com níveis adequados de rendimento de grãos (em média 3 t ha⁻¹), nos mais diversos tipos de ambientes, faz da soja uma das leguminosas mais importantes de todo o mundo, sendo atualmente a principal fonte de proteína vegetal disponível (VELLO; SILVA, 2006). Também desempenha um papel essencial nas indústrias de rações e de extração de óleo. Existe ainda a expectativa de que a soja forneça matéria-prima para a elaboração de produtos similares aos petroquímicos, tendo grande potencial tanto na produção de biodiesel quanto de produtos tradicionalmente extraídos do petróleo, como plásticos, tintas, adesivos e lubrificantes.

No Brasil, a produção de soja proporcionou uma revolução sócio-econômica e tecnológica sem precedentes. O binômio soja no verão e trigo no inverno foi o responsável pela atual escala comercial da agricultura brasileira e pela profissionalização de todo o segmento (KANTHACK, 2005). Hoje o Brasil produz cerca de 58 milhões de toneladas do grão (FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ – FAEP, 2007).

Como toda cultura exótica, a soja iniciou sua expansão com excelente sanidade nos principais países produtores do Cone Sul (Brasil, Argentina, Paraguai e Bolívia). Mundialmente mais de 100 doenças (HARTMAN et al., 1991) causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus, podendo afetar folhas, hastes, vagens, sementes e raízes, já foram relatadas na cultura. Atualmente a maior ameaça aos altos rendimentos é a doença de origem asiática conhecida como Ferrugem Asiática da Soja (FAS) causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*.

A ocorrência desta doença causou prejuízos da ordem de bilhões de dólares nas últimas cinco safras. Com isto, provocou mudanças definitivas na sojicultura mundial, elevando os custos de produção e mobilizando uma cadeia de pesquisa e extensão rural determinadas a encontrar um meio eficiente de controle e redução dos prejuízos.

As perdas em grãos provocadas pela ferrugem asiática da soja, somente no ano agrícola 2006/2007, somaram aproximadamente 4,5% da safra brasileira de soja, o que equivale a 2,67 milhões de toneladas. O custo total da ferrugem asiática nessa safra foi de US\$ 2,19 bilhões (EMBRAPA, 2007b).

A limitada fonte de resistência genética, associada à variabilidade do fungo e à possível presença contínua de inóculo em sojas “safrinha” ou guaxas na entressafra, tornam difícil a

solução por meio do melhoramento genético. No entanto, existem esforços no sentido de selecionar cultivares tolerantes, que, apresentem altas produtividades, enquanto nenhuma cultivar com resistência duradoura ao fungo é desenvolvida. Além disso, a partir da safra 2005/2006, um conjunto de instruções normativas foi adotado, visando, sobretudo o monitoramento de focos da doença e redução do inóculo inicial, até então multiplicado a cada safra, devido ao “efeito ponte verde”, provocando epidemias cada vez mais precoces e com severidades crescentes.

Uma vez constatada a presença da doença, a forma mais eficiente de controle é o tratamento químico das lavouras com fungicidas em aplicações preventivas ou com poucas lesões. Porém, devido às características da epidemia de ferrugem da soja, e a dificuldade de um diagnóstico precoce, o maior desafio do controle químico é encontrar o momento correto da aplicação. Atrasos no controle podem torná-lo tão ineficaz quanto à completa ausência de aplicações. Sabe-se que o potencial de dano da ferrugem até o momento é de cerca de 90% de redução no rendimento (SINCLAIR; HARTMAN, 1999), porém o dano provocado em cada situação de atraso na efetuação do controle, ainda não foi detalhado. O conhecimento destes dados é importante para evitar aplicações desnecessárias, quando o atraso torna o controle ineficaz ou os danos sejam tais que já não justificam gastos com a aplicação de fungicidas.

A essência do dano provocado pela ferrugem consiste no aumento da severidade e da desfolha intensa da planta, que diminuem a área fotossinteticamente ativa. De acordo com Waggoner e Berger (1987) existe alta correlação entre o rendimento e o índice de área foliar, ou ainda com a duração da área foliar, definida como a integral do IAF em função do tempo. Como a fotossíntese está mais diretamente relacionada com a absorção da radiação solar pelas folhas do que com a área foliar, uma variável que leve em conta a quantidade de luz absorvida pela folhagem deve estar ainda mais correlacionada com o rendimento.

Uma vez que o rendimento é uma função da área foliar, e mais ainda, de sua capacidade de absorção da radiação solar, naturalmente o atraso no controle influencia estes parâmetros de maneira que o dano seja maior ou menor. Daí a importância de se observar não só a redução do rendimento, mas também o efeito da doença sobre a folhagem do hospedeiro para uma melhor compreensão dos danos que decorrem do atraso no controle da ferrugem. Segundo Reis, Hoffmann e Blum, (2002), em face à ocorrência desta enfermidade há a necessidade de pesquisas urgentes relativas à avaliação da reação de cultivares, da eficiência de fungicidas para o controle e, principalmente, da quantificação de danos, de modo a permitir relacionar-se a intensidade da doença com a redução no rendimento dos grãos.

O presente trabalho teve como objetivos:

- Quantificar a redução no rendimento de soja para cada dia de atraso na efetuação do controle químico.

- Avaliar o efeito do atraso no controle da ferrugem asiática sobre o rendimento, os componentes do rendimento, a duração e absorção da área foliar sadia de plantas de soja e sobre a severidade da doença.

- Avaliar as relações entre as variáveis HAA, HAD e severidade com o rendimento no patossistema *Phakopsora pachyrhizi* – soja.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão de literatura

2.1.1 A importância da soja

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma espécie originária da Ásia, onde vem sendo cultivada há centenas de anos. Seu cultivo expandiu-se pela China antiga, a ponto de se tornar a base da alimentação do seu povo. Durante milênios não era conhecida fora desse país. A produção ficou localizada na China até o final da guerra entre a China e o Japão (1894-95). Em 1904, foi introduzida para cultivo na Rússia. A partir de 1908, a soja grão e produtos derivados foram enviados à Europa e, então, passaram a receber atenção mundial (EMBRAPA, 2007d). Graças às suas características nutricionais e industriais e à sua adaptabilidade a diferentes latitudes, solos e condições climáticas, o cultivo da soja se expandiu por todo o mundo.

Atualmente, a soja é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo. Da produção mundial total das sete principais oleaginosas: soja, algodão, amendoim, girassol, colza, copra - polpa de coco (*Cocus nucifera*) desidratada e palma, a participação da soja é maior do que 50% (ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA DO MATO GROSSO – APROSOJA, 2007).

O primeiro registro de cultivo de soja no Brasil data de 1914 no município de Santa Rosa, RS. Mas foi somente a partir dos anos 40 que ela adquiriu alguma importância econômica, merecendo o primeiro registro estatístico nacional em 1941, no Anuário Agrícola do RS: área cultivada de 640 ha, produção de 450 t e rendimento de 700 kg/ha. Nesse mesmo ano instalou-se a primeira indústria processadora de soja do País (Santa Rosa, RS) e, em 1949, com produção de 25.000 t, o Brasil figurou pela primeira vez como produtor de soja nas estatísticas internacionais. Somente a partir da década de 1960, impulsionada pela política de subsídios ao trigo, visando auto-suficiência, que a soja se estabeleceu como cultura economicamente importante para o Brasil. Nessa década, a sua produção multiplicou-se por cinco (passou de 206 mil toneladas, em 1960, para 1,056 milhões de toneladas, em 1969) e 98% desse volume era produzido nos três estados da Região Sul onde prevaleceu a dobradinha, trigo no inverno e soja no verão (EMBRAPA, 2007d). Nas duas últimas décadas, com a expansão da cultura em grandes áreas dos Cerrados, o processo produtivo agrícola com a soja ocorre predominantemente em regiões de climas tropical e subtropical. A adaptação da soja às condições de latitudes das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste foi um dos grandes desafios enfrentados pelos programas de

melhoramento. Atualmente, cerca de metade da produção brasileira é colhida nos estados compreendidos em latitudes menores que 20°. As regiões situadas em latitudes menores que 10° representam atualmente a área de expansão da soja, especialmente nos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Pará. Essa expansão foi muito facilitada pelo desenvolvimento de cultivares melhoradas e adaptadas inclusive para zonas equatoriais, com o lançamento de cultivares com características agronômicas de melhor adaptação às condições edafo-climáticas dos trópicos. Essa tecnologia genuinamente brasileira, representada pelas sementes de ‘cultivares tropicais’, tem permitido a exploração da soja em regiões antes consideradas inaptas para o seu cultivo econômico. O processo contínuo de recomendação de cultivares para as regiões de médias e baixas latitudes permitiu que extensas áreas da região tropical dos Cerrados fossem incorporadas ao processo produtivo agrícola, inclusive viabilizando a exploração econômica de outras espécies de culturas (EMBRAPA, 2007f).

O “Complexo Soja” tem importância significativa e cada vez maior para a agricultura brasileira: trata-se da principal cultura do País, em volume e geração de renda; são quase 250 mil produtores, entre pequenos, médios e grandes, distribuídos em cerca de 17 estados; a produção nacional tem crescido à taxa média de 11% nos últimos seis anos, e apresenta potencial para manter esse ritmo de desenvolvimento, nos próximos anos (PARRA, 2006).

O Brasil é o segundo maior produtor e exportador mundial de soja em grãos, farelo e óleo (PARRA, 2006) e responsável por 27% da produção mundial (AGÊNCIA BRASIL – Abr, 2007). Hoje o farelo de soja é o segundo componente em quantidade das rações animais representando cerca de 19,7% da sua constituição (LIMA, 1999). Outro segmento em que a soja ocupa papel de destaque é o de extração de óleo, tanto para alimentação quanto para elaboração de produtos similares aos petroquímicos. A exploração econômica do seu potencial de rendimento dificilmente é alcançada por outras culturas utilizadas como matéria-prima de produtos.

Vários fatores têm contribuído para o bom desempenho da soja brasileira: o desenvolvimento de tecnologias próprias à região tropical, incluindo as variedades adaptadas; novas técnicas de cultivo; o uso do manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas, com base na fisiologia das variedades e nas características edafoclimáticas; a adequação de técnicas de aplicação e utilização de produtos seletivos; a agricultura de precisão, conectada a técnicas de colheita, logística de armazenamento e transporte. Todos esses fatores somados – entre outros – fizeram do Brasil, em pouco mais de 30 anos, uma potência na área, permitindo vislumbrar a perspectiva de, em 2020, chegar a produzir perto de 105 milhões de toneladas, ocupando uma

área adicional de 8 milhões de hectares – resultado do avanço tecnológico da cultura de forma integrada à pecuária (PARRA, 2006).

A produtividade crescente é constantemente ameaçada pelo ataque de pragas e doenças. A importância das doenças varia de ano para ano, de uma região para outra, dependendo das condições climáticas, do surgimento de novas raças ou de novos patógenos, das estratégias e dos níveis de controle obtidos (EMBRAPA, 2007a). Atualmente, no Brasil, cerca de 50 doenças são listadas para cultura (YORINORI, 2002). Entre elas está a Ferrugem Asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, patógeno considerado causador da doença de maior severidade para a cultura no mundo.

2.1.2 Desenvolvimento da planta de soja

A soja é uma planta anual, herbácea, ereta, com caule ramificado, esverdeado e piloso. As folhas são alternas, compostas por três folíolos (JOLY; LEITÃO FILHO, 1979).

O crescimento e desenvolvimento da soja são medidos pela quantidade de matéria seca acumulada na planta. A taxa de incremento de matéria seca na planta de soja é pequena no início, porém aumenta gradativamente durante os estádios vegetativos de desenvolvimento até R_1 , quando aumentam o desenvolvimento das folhas e a cobertura do solo. Em torno de R_2 , a taxa diária de acúmulo de massa seca é constante, até decrescer no período de enchimento dos grãos (R_6 a $R_{6.5}$). A taxa de crescimento das folhas, pecíolos e hastes seguem o mesmo padrão da planta como um todo até o início da formação das vagens e grãos (R_4). As perdas de folhas e pecíolos começam entre os estádios V_4 e V_5 , nos nós vegetativos e pecíolos mais baixos e progride lentamente para o ápice da planta até o estágio R_8 , quando normalmente todas as folhas caem (HERMAN, 1997). O crescimento radicular começa com a emergência da raiz primária a partir da germinação da semente. Sob condições favoráveis as raízes podem atingir até 1,00 metro de profundidade no estágio V_6 . No florescimento, o sistema radicular atinge sua maior velocidade de crescimento, até R_6 , podendo atingir profundidades maiores que 1,80 metros. A partir deste estágio as raízes crescem muito lentamente, porém algumas crescem até a maturidade fisiológica. As linhagens e os cultivares diferem quanto ao desenvolvimento radicular, mas a capacidade produtiva e a assimilação de nutrientes não parecem relacionar-se com tais diferenças (MITCHEL; RUSSEL, 1971).

O florescimento inicia-se no estágio R_1 com a abertura da primeira flor entre o terceiro e sexto nó vegetativo da haste principal, progredindo para cima e para baixo. No estágio R_5 a planta completou a maior parte do seu florescimento. Sendo a soja uma planta autógama, a autopolinização ocorre quando as flores se abrem, ou pouco antes. A maioria das flores de soja se autofecunda no momento ou pouco antes de sua abertura (SHIBLES et al., 1975).

Três a quatro dias após a abertura das flores, sua pétalas murcham e a vagem começa a alongar-se. O desenvolvimento entre as vagens é rápido entre R_4 e R_5 , quando muitas atingem seu tamanho final, e quase todas estão completamente desenvolvidas no estágio R_6 . O rápido crescimento de todas as vagens começa a diminuir logo após o estágio $R_{6,5}$ e não é mais possível de ser mensurado no estágio R_7 (VERNETTI, 1983).

Na prática, o crescimento, desenvolvimento e rendimento da soja resultam da interação entre o potencial máximo de rendimento de um cultivar, que é geneticamente determinado, e o ambiente. Existe interação perfeita entre a planta e o ambiente, de maneira que quando o ambiente sofre mudanças, estas também ocorrem no desenvolvimento da planta. A ocorrência de estresse ambiental em qualquer estágio de desenvolvimento reduz o seu rendimento. Estresses tais como: deficiências nutricionais, umidade inadequada, danos por geada, granizo, acamamento, pragas e doenças, causam enormes reduções de rendimento quando ocorrem entre os estádios R_2 e logo após R_6 . Altos rendimentos somente são obtidos quando as condições ambientais são favoráveis durante todos os estádios de desenvolvimento da soja (HERMAN, 1997).

2.1.3 Ferrugem asiática da soja: ocorrência e importância

A doença é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, tendo sido relatada pela primeira vez no Japão em 1902 (BROMFIELD e HARTWIG, 1980). Em 1970 já era um sério problema na Austrália, China, Índia, Coréia e Rússia (LUCENA; CASELA; GASTAL, 1983).

No continente Americano, a ferrugem foi identificada pela primeira vez em março de 2001, no Paraguai. Posteriormente, levantamentos mostraram que a doença estava amplamente disseminada no Paraguai e norte do Paraná.

Na safra 2001/02, a ferrugem, antes restrita ao Paraná, foi constatada nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso, atingindo já

no segundo ano de ocorrência, cerca de 60% da área plantada brasileira de soja (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004), causando perdas no rendimento de 10% a 75%. Levantamentos de perdas e comparações com dados de área e de produção da CONAB mostraram que a ferrugem causou danos no rendimento de grãos estimados em 569,2 mil toneladas ou o equivalente a uma perda de U\$ 125,50 milhões. Nesta safra, os produtores estavam totalmente despreparados contra a ferrugem e a maioria das aplicações de fungicidas foi feita tardiamente (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004). Não havia produtos registrados para ferrugem da soja e 80% das aplicações para controle das doenças de final de ciclo eram feitas com produtos do grupo dos benzimidazóis, que não são eficientes no controle da ferrugem (EMBRAPA, 2007c).

Em 2002/03 o desenvolvimento do fungo foi prejudicado pelas altas temperaturas nas localidades onde a doença havia sido severa na safra anterior. Por outro lado, onde a ferrugem não havia sido registrada anteriormente, as condições climáticas e uma nova raça de *P. pachyrhizi* causaram grandes perdas. Apesar das intensas campanhas de alerta e orientações sobre métodos de identificação e controle, a assistência técnica e os produtores não estavam preparados para o controle da ferrugem. Havia somente cinco produtos registrados em caráter emergencial e se desconhecia a eficiência dos produtos em condições de alta pressão da doença. O volume relativo aos danos no rendimento foi estimado em 3,4 milhões de toneladas. Considerando a ocorrência da ferrugem em 80% da área brasileira cultivada com soja, a realização média de uma aplicação adicional de fungicida, o somatório com os gastos do controle químico, as perdas de grãos e a queda de arrecadação resultaram num custo de U\$ 1,29 bilhões (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004).

A safra 2003/04 teve como antecedentes uma safra com ocorrência severa de ferrugem em algumas regiões, causada pela nova raça do patógeno e pela presença contínua de inóculo nos Cerrados. Apesar disto, o início da safra caracterizou-se por chuvas irregulares e temperaturas elevadas o que, provavelmente, não favoreceu a explosão da ferrugem. Além disso, a experiência de perdas na safra anterior deixou os produtores de prontidão para o controle químico. Apesar de não haver muitos relatos de perdas severas, a disseminação da doença em escalas municipais progrediu nesta fase, tendo sido relatados novos focos quase que diariamente (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004). Nessa safra, o total de prejuízos causados pela ferrugem atingiu o montante de U\$ 2,08 bilhões. Em agosto de 2004, a Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil aprova pela primeira vez o ranqueamento dos produtos indicados, segundo o nível de eficiência sob alta pressão da doença (EMBRAPA, 2007c).

Em 2004/05 houve o primeiro relato da doença em estádios iniciais da cultura, na região de Primavera do Leste (MT). Nos demais Estados, a seca foi o fator mais significativo da safra. Em 2004, foi instituído o Consórcio Anti-Ferrugem (EMBRAPA, 2007c).

Na safra 2005/06, o fungo encontrou condições extremamente favoráveis para seu desenvolvimento. A severidade da doença e o número de aplicações aumentaram nas principais regiões produtoras e muitos usaram meia dose na expectativa de diminuir o custo, o que não é recomendado. Houve ainda aplicações tardias, e muitas falhas de controle decorreram da inobservância das recomendações de tecnologia de aplicação. Nesse ano foram totalizados cerca de 1058 focos (MT, PR, RS, MA, GO, MS, MG, SP, SC, DF, TO, RO, PA e BA) (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004). O “Custo Ferrugem” foi de US\$ 2,12 bilhões (EMBRAPA, 2007c).

Na última safra (2006/2007), o custo total de controle da ferrugem chegou à US\$ 2,19 bilhões (EMBRAPA, 2007b).

Contabilizando os prejuízos relativos à diminuição no rendimento de soja, gastos com o controle químico (fungicidas e despesas com aplicação) e o impacto na receitas tributárias, até a safra 2006/2007, a ferrugem representou perdas de US\$ 9,9 bilhões, número que coincide com as divisas arrecadadas pelo Brasil em exportações de soja no ano de 2006 (BRASIL, 2007).

2.1.4 Ferrugem asiática da soja: epidemiologia e sintomatologia

Phakopsora pachyrhizi é um parasita obrigatório que inicia sua infecção quando uredósporos germinam e emitem um tubo germinativo que cresce sobre da superfície da folha até que se forma um apressório. Esta ferrugem é única por ter a habilidade de penetrar diretamente através da epiderme, ao contrário das outras ferrugens que penetram através dos estômatos. Urédias podem se desenvolver de cinco a oito dias após a infecção e os esporos do fungo podem ser produzidos por até três semanas. De uma infecção inicial, estima-se que uma primeira geração de lesões pode manter a esporulação por até quinze semanas, mesmo sob condições de baixa umidade (HERBÁRIO VIRTUAL DE FITOPATOLOGIA, 2006).

Bromfield (1976) relatou que fungos causadores de ferrugens, dentro do mesófilo foliar, mudam, sob certas condições, da produção de urédias e uredósporos para télias e teliósporos. O papel dos teliósporos no ciclo de infecção de *Phakopsora pachyrhizi* é desconhecido. No entanto, na China, sabe-se que quando formados sob condições naturais foram incapazes de germinar e causar doença em um plantio subsequente (TAN-YUJUN et al., 2001).

O sucesso da infecção é dependente da disponibilidade de molhamento na superfície da folha. Pelo menos seis horas de água livre parecem ser necessárias para promover a infecção. O fungo pode infectar a planta em temperaturas variando de 15 e 28°C, com ótimo de 22 a 24°C. Chuvas abundantes e freqüentes durante o desenvolvimento da doença têm sido associadas com epidemias mais severas (HERBÁRIO VIRTUAL DE FITOPATOLOGIA, 2006). Del Ponte; Godoy; Li; Yang (2006) estudaram epidemias de ferrugem da soja no Brasil em 34 campos experimentais e correlacionaram temperatura e chuva com a severidade final da doença. A quantidade de chuva, ao contrário da temperatura, explicou parte da variação da severidade final da doença entre os campos envolvidos. Essa correlação pode ser explicada pela característica incomum de *P. pachyrhizi*, de possuir uredósporos que tendem a permanecer firmemente juntos, não sendo facilmente liberados pela ação do vento. No entanto, as gotas de chuva, exercem o papel de liberar os esporos, seja por efeito do *splash*, seja pelo impacto que causam nas folhas. Assim, a via anti-horária sempre supre a epidemia com urédias novas, independentemente da temperatura, e a chuva, quando cai, encarrega de disseminar os esporos produzidos (BERGAMIN FILHO, 2006).

Não há relatos da transmissão do patógeno por sementes, contudo uredósporos podem contaminar a superfície das sementes (LUCENA; CASELA; GASTAL, 1983).

Os sintomas surgem inicialmente com manchas cloróticas ou castanho-acinzentadas na face adaxial das folhas. Nessas manchas formam-se pústulas que se abrem expondo uma massa de esporos (uredósporos). Seis a oito ciclos de uredósporos podem ser produzidos em apenas um ciclo da soja (YORINORI, 1977). As lesões não são facilmente visíveis no início da infecção, pois, devido ao hábito biotrófico do fungo, as células infectadas morrem somente após ter ocorrido abundante esporulação. Progressivamente, as urédias adquirem cor castanho claro a castanho escuro, abrem-se em um minúsculo poro, expelindo os uredósporos. Os uredósporos, inicialmente de coloração hialina, tornam-se bege e acumulam-se ao redor dos poros. À medida que prossegue a esporulação, o tecido ao redor das primeiras urédias adquire coloração castanha clara (TAN) ou castanho avermelhada (RB). As lesões ficam facilmente visíveis em ambos os lados da folha (JULIATTI, 2005).

Plantas severamente atacadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento das vagens e o peso final dos grãos (YANG et al., 1991). Segundo Melching et al. (1989), mais de 40 lesões/cm² determinam a seca rápida dos folíolos com a sua conseqüente queda prematura.

2.1.5 Controle da ferrugem asiática da soja

A forma de controle mais desejável é a resistência incorporada às cultivares pelo melhoramento genético. Porém, a obtenção de uma cultivar resistente tem se mostrado um grande desafio para os programas de melhoramento de soja. Os genes *Rpp1*, *Rpp2*, *Rpp3* e *Rpp4* já foram identificados como fontes de resistência. No entanto, a estabilidade dessa resistência é duvidosa, devido à variabilidade genética do patógeno (OLIVEIRA; GODOY; MARTINS, 2005). De fato, até o momento, somente os materiais que contêm genes *Rpp2* e *Rpp4* conservam a resistência ao fungo da ferrugem no Brasil (ARIAS et al., 2004). Segundo Yorinori e Lazzarotto (2004), a alta severidade da doença nos Cerrados e o fato de as cultivares resistentes em 2002, terem se mostrado suscetíveis aos isolados de *P. pachyrhizi* dos Cerrados, são claras indicações da variabilidade genética do fungo.

Dezoito raças foram identificadas em amostras coletadas em plantas de soja e hospedeiros selvagens no Japão (YAMAOKA et al., 2002). Estudos realizados em Taiwan mostraram a existência de pelo menos uma raça com três genes de virulência (BROMFIELD, 1981). No Brasil, foram identificadas em 2002, 11 cultivares resistentes à ferrugem. No ano seguinte, todas se mostraram altamente suscetíveis, tendo a resistência rapidamente quebrada pelo isolado do fungo proveniente do Mato Grosso (OLIVEIRA; GODOY; MARTINS, 2005). Outra forma de resistência a ser explorada é a horizontal, que envolve redução na taxa de desenvolvimento da doença, sendo efetivas contra um maior número de raças do patógeno. Entretanto, a quantificação deste tipo de resistência é mais difícil, limitando seu uso (TCHANZ; WANG, 1985).

No momento, nem o programa de melhoramento da Embrapa Soja e, provavelmente, nem os programas de pesquisa dos países onde a ferrugem já é tradicional, possuem germoplasma com suficiente resistência genética que permita o desenvolvimento de cultivares que dispensem o uso de fungicidas para o controle da doença. No entanto, por meio de seleção e de cruzamentos entre germoplasmas que apresentam graus de tolerância, espera-se obter cultivares que permitam reduzir o número de aplicações de fungicidas (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004). Tolerância pode ser definida como a capacidade da planta suportar o desenvolvimento do patógeno sem apresentar redução significativa no rendimento e qualidade do produto (SCHAFER, 1970). Várias instituições de pesquisa têm dispensado atenção especial e investido na obtenção de cultivares tolerantes à ferrugem, sendo este o esforço mais promissor até o momento de combater a doença por meio do melhoramento genético.

Atualmente o método de controle mais eficiente é o tratamento químico com fungicidas de ação protetora e curativa. Porém, a dificuldade na identificação precoce dos sintomas, que podem facilmente ser confundidos com os de outras doenças como mancha parda (*Septoria glycines*) e o crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*), e muitas vezes, uma técnica de aplicação inadequada, reduzem significativamente a eficiência deste tipo de controle. Segundo Godoy (2007), por mais eficientes que sejam os produtos usados no controle das doenças da soja, ainda existem alguns pontos críticos, como o momento ideal para início da aplicação, o que pode comprometer os resultados.

O controle químico deve fazer parte do manejo integrado da cultura e seu planejamento deve ser iniciado antes da semeadura da soja. Para um controle eficiente da doença, é necessário implementar medidas que envolvam o treinamento e capacitação dos inspetores de campo na correta identificação da ferrugem, vistoria freqüente da lavoura para identificação precoce da ferrugem, acompanhar as informações sobre a evolução e os locais de ocorrência da doença a cada safra, acompanhar permanentemente as condições climáticas e a previsão do tempo para a região envolvida, adequar o tamanho da área cultivada com a capacidade de pulverização e seguir, criteriosamente, as recomendações técnicas de aplicação, desde a escolha do fungicida, dose e momento correto de aplicação (YORINORI, 2007). Segundo Balardin (2007), outro ponto importante do manejo integrado é usar o tratamento de sementes como uma ferramenta para ter mais residual de controle, ainda no início do período vegetativo e poder retardar a aplicação da parte aérea.

Difícilmente a curto e médio prazo as aplicações de fungicidas serão uma medida dispensável dentro do controle da ferrugem. Portanto, o treinamento e a capacitação contínua dos técnicos de campo, além de uma quantificação segura dos danos, são de suma importância para que a decisão no sentido do controle químico seja tomada no momento correto, consciente dos danos que o atraso na efetuação do controle pode provocar.

A experiência adquirida nas últimas cinco safras tem mostrado que a convivência com a doença, sem que ocorram danos significativos a cada safra e custos desnecessários com controle químico, exige a combinação de várias estratégias e o uso de medidas gerais de controle como: a semeadura de cultivares precoces e no início da época de semeadura recomendada para cada região (semeaduras tardias sofrerão danos maiores devido à multiplicação do fungo nos primeiros cultivos), com o objetivo de escapar do período de maior potencial do inóculo do fungo; evitar plantios adensados, pois dificultam que o fungicida atinja o terço inferior e médio das plantas;

monitorar a lavoura desde o início do crescimento da soja, e ao primeiro sinal da doença, buscar orientação para a escolha correta do fungicida diante da situação; estar atento à tecnologia de aplicação empregada, usar pontas do tipo cone ou duplo leque e seguir as orientações técnicas de aplicação (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004).

O avanço da doença e a ocorrência de epidemias cada vez mais precoces e severas obrigaram a adoção de medidas em grande escala, de maneira que, em 2005 o MAPA publicou uma recomendação de um período de noventa dias entre a colheita de inverno e a semeadura de soja no verão. No ano seguinte, os estados do Mato Grosso, Tocantins e Goiás instituíram o Vazio Sanitário através de instruções normativas e portarias (SEIXAS, 2007).

O vazio sanitário é o período de ausência total de plantas vivas de soja, excluindo-se as áreas de pesquisa científica e de produção de semente genética, devidamente monitorada e controlada. A regra geral para todos esses estados é a proibição de cultivo da soja num dado período, que segue um calendário definido para cada região (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS – EPAMIG, 2007), com o objetivo de eliminar o “efeito ponte verde”, fenômeno decorrente do cultivo de soja, irrigada ou não, e as plantas guaxas que permanecem no campo na entressafra, que favorecem a sobrevivência do fungo da ferrugem, servindo de elo (“ponte verde”) entre uma safra e outra. Além disso, em cada momento que a soja é colhida e transportada da lavoura para os silos, para a indústria ou para a exportação, ocorrem quedas de grãos, ao longo das estradas. Esses grãos germinam nas primeiras chuvas e, eventualmente as plantas são infectadas, tornando-se fontes do fungo da ferrugem (YORINORI, 2006). Em 2007, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Maranhão e Minas Gerais também instituíram o vazio sanitário (SEIXAS, 2007).

A expectativa é que haja uma redução significativa da severidade e um atraso na ocorrência dos primeiros focos, fazendo com que o número de aplicações seja diminuído.

2.1.6 Quantificação de danos causados por fitopatógenos

Um fator essencial no manejo de doenças é o conhecimento de quanto se reduz o rendimento em determinada área ou, em outras palavras, a quantificação dos danos e, conseqüentemente, das perdas que estas doenças causam (LOPES; BERGER; BERGAMIN FILHO, 1994). Dano, definido como “qualquer redução na qualidade e/ou quantidade do

rendimento” (ZADOKS, 1985), tem sido tradicionalmente relacionado com a intensidade de doença, que pode ser medida em severidade ou incidência (KRANZ, 1988).

Segundo Bergamin Filho e Amorim (1995), estimativas confiáveis dos danos causados pelos patógenos constituem-se num pré-requisito para o desenvolvimento de qualquer programa bem sucedido de controle de doenças.

Na avaliação de danos causados por doenças, tem sido bastante difícil relacionar os danos e severidade da doença, principalmente porque o máximo rendimento possível (conseguido na ausência de doenças, de insetos, plantas daninhas etc.) é diferente para cada campo, região ou estação de cultivo, devido a fatores edafoclimáticas.

A lógica da relação entre severidade da doença e rendimento é incerta porque a severidade considerada isoladamente tem efeito diferente, caso ocorra precoce ou tardiamente numa plantação, ou porque a área foliar das plantas é ignorada ou, ainda, porque a fisiologia ensina que a produção depende da área sadia, verde, fotossintetizante das folhas e não da área necrosada, depauperada, ocupada pelo patógeno (MONTEITH, 1981 apud BERGAMIN FILHO et al., 1995). Várias publicações na área de fisiologia vegetal demonstraram que a produção de uma cultura está intimamente relacionada com a porção de radiação que as plantas conseguem aproveitar. Essa radiação capturada pela planta não está necessariamente relacionada com a severidade da doença (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

Lim e Gaunt (1981) chamaram a atenção para a importância da avaliação da área foliar em trabalhos de quantificação de danos, uma vez que a simples avaliação da severidade ignora o efeito do tamanho da planta e, portanto, do efeito total da doença sobre o crescimento da planta e o rendimento.

Waggoner e Berger (1987) afirmaram que parece lógico subtrair a duração da área foliar doente da duração da área foliar total, o que resulta na duração da área foliar sadia. Esses mesmos autores propuseram ainda que o rendimento seria melhor correlacionado a uma variável que considera a quantidade de luz absorvida pela folhagem, a absorção da área foliar sadia. No contexto fitopatológico, esses autores adaptaram os conceitos de Watson (1947) e de Monteith (1977) à avaliação de danos causados por doenças, e assim definiram duração de área foliar sadia (HAD) e absorção da área foliar sadia (HAA), calculadas pelas seguintes equações respectivamente:

$$HAD = \Sigma ((LAI_i (1-X_i) + LAI_{i+1} (1-X_{i+1}))/2) / (t_{i+1} - t_i) \quad (1)$$

onde $LAI_i = LAI(t_i)$ é o índice de área foliar e X é a severidade média da doença (porcentagem).

$$HAA = \sum (I_i (((1-X_i)(1 - \exp(-kLAI_i)) + (1-X_{i+1})(1 - \exp(-kLAI_{i+1}))/2) / (t_{i+1} - t_i)) \quad (2)$$

onde $LAI_i = LAI(t_i)$ é o índice de área foliar, X é a severidade média da doença (porcentagem), I é a radiação média incidente ($MJ\ m^{-2}dia^{-1}$) e k é o coeficiente de extinção (valor próximo da unidade para plantas com folhas horizontais e ao redor de 0,3 para plantas com folhas eretas). Existem vários pontos importantes que ficam implícitos nos componentes destas equações, como: considerando que $(1-x)$ não está multiplicado por $(-kLAI)$, a sombra causada pelas folhas doentes é levada em conta; considerando que $(1-x)$ está à direita do sinal de integração, sua variação durante a estação e seu impacto variável, dependendo da insolação e da área foliar é levado em conta; LAI e $(1-x)$ são os parâmetros que afetam a fotossíntese, portanto, o impacto da desfolha está logicamente considerado; ao mesmo tempo em que a desfolha causada pela doença illogicamente diminui o valor de x (intensidade da doença), ela logicamente diminui o valor de $[(1-x)(1 - \exp(-kLAI))]$ (absorção da insolação pelas folhas saudáveis) e, assim, da fotossíntese. Considerando-se que qualquer doença ou praga pode reduzir a área foliar, não há nenhum inconveniente em se considerar patossistemas múltiplos (LOPES; BERGER; BERGAMIN FILHO, 1994).

Embora recente e trabalhosa, esta nova abordagem tem trazido o desenvolvimento de vários artigos científicos, que relacionaram as variáveis duração da área foliar sadia ou absorção da área foliar sadia com o rendimento.

Trabalhos como os de Ferrandino e Elmer (1992) (tomateiro – *Septoria lycopersici*); Rossing et al. (1992) (batata – *Phytophthora infestans*); Iamauti (1995) (feijão – *Uromyces appendiculatus*); Nunes; Bergamin Filho (1996) (feijão – *Colletotrichum lindemuthianum*); Canteri (1998) (feijão – *Phaeoisariopsis griseola*); Aquino et al. (1992) (amendoim – *Cercosporidium personatum*); Madeira, Clark e Rossal (1988) (*Vicia faba* – *Ascochyta fabae*); Jonhson e Teng (1990) (batata – *Aternaria solani*); Godoy (1995) (feijão – *Phaeoisariopsis griseola*); Gianasi (1999) (feijão – *Colletotrichum lindemuthianum*); Diaz (2000) (feijão – *Xantomonas axonopodis* f.sp. *phaseoli*), Buzzerio (2001) (*Uromyces appendiculatus* e *Phaeoisariopsis griseola*), Leite (2002) (girassol – *Alternaria helianthi*), Martins (2003) (soja – *Septoria glycines/Cercospora kikuchii*), Yang et al. (1992) (patossistema soja – *Phakopsora pachyrizi*) dentre outros.

A quantificação de danos também envolve o conhecimento do potencial de dano que uma determinada doença provoca, ou seja, o rendimento máximo que pode ser perdido na pior situação de ocorrência da doença. As medidas de controle mais adequadas para situação são determinadas com base nesse potencial. Segundo Lopes, Berger e Bergamin Filho (1994), [...] sem a estimativa confiável da redução de rendimento acarretada pelos patógenos, torna-se difícil, ou mesmo impossível decidir quanto investir em controle, julgar a conveniência do emprego de um fungicida, ou investir no desenvolvimento de variedades resistentes. Além disto, os modelos de quantificação de danos poderiam subsidiar o manejo das doenças. Um modelo que capture a essência do efeito da doença sobre o rendimento permite, por exemplo, a determinação do limiar de dano econômico para o controle (TENG, 1987).

Danos de 10 a 90% no rendimento têm sido registrados em vários países que já convivem com a doença há mais tempo (SINCLAIR; HARTMAN, 1999). No Brasil, os danos mais severos foram observados em Goiás (Chapadão do Céu) e no Mato Grosso do Sul (Chapadão do Sul) onde houve redução de rendimentos de até 75%, de uma safra para outra (EMBRAPA, 2007e).

Sendo o controle da ferrugem altamente dependente do controle químico, a quantificação dos danos provocados pelo atraso no controle torna-se também um dado importante para tomada decisão de quanto investir neste tipo de controle. Segundo Dall'Agnol¹, a ferrugem da soja é uma doença nova para o Brasil e, portanto, desconhecida em muitos aspectos. Uma das várias demandas de pesquisa, identificadas junto ao setor produtivo é identificar a porcentagem de perdas por cada dia de atraso no tratamento, após o aparecimento da ferrugem (informação pessoal).

¹ DALL'AGNOL, A. Mensagem recebida por <hacalaca@yahoo.com.br> em 12 novembro 2005

2.2 Material e Métodos

Foram instalados cinco experimentos no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola da Arysta LifeScience do Brasil Indústria Química e Agropecuária Ltda., situada no município de Pereiras, São Paulo, localizada a 23° de latitude sul, 60° de longitude oeste e 479 metros de altitude. Dos cinco experimentos, dois foram instalados na safra 2005/2006 sendo identificados como Experimento I e Experimento II. Os três experimentos restantes foram instalados na safra 2006/2007 e foram identificados como Experimento A, Experimento B e Experimento C. As datas de semeadura dos experimentos foram 24/11/2005 (I), 16/12/ 2005 (II), 13/12/2006 (A e B) e 17/12/2007 (C).

2.2.1 Características dos cultivares

Os cultivares utilizados foram BRMG 46 Conquista (experimento I), CD 204 (experimento II), BRS 133 (experimento A), MSOY 7901 (experimento B) e BRS245 rr (experimento C) cujas principais características estão descritas nos apêndices A, B, C, D e E. Todos os cultivares utilizados estão registradas no Catálogo de Cultivares Protegidas de Soja do MAPA, e recomendados para o estado de São Paulo, segundo o zoneamento agrícola de cultivares de soja.

2.2.2 Preparo da área, instalação e condução dos experimentos

O preparo pré-plantio das áreas experimentais consistiu em uma subsolagem a 40 cm de profundidade e duas gradagens para destorroamento e nivelamento do solo.

Após o preparo da área procedeu-se a semeadura por meio de semeadora de arrasto tracionada por um trator. O espaçamento adotado nos dois anos experimentais foi de 50 centímetros entre linhas e 12 sementes por metro, com estande final de 10,5 plantas por metro no experimento I, 10 plantas por metro no experimento II, 8,6 plantas por metro no experimento A, 9,0 plantas por metro no experimento B e 11,3 plantas por metro no experimento C.

As sementes foram previamente tratadas com Vitavax Thiran 200 SC na dose 250 ml 100 kg⁻¹ de sementes e inoculadas com o inoculante líquido Biorhizo na dose de 100 ml 50 kg⁻¹ de sementes.

Após a semeadura, as áreas experimentais foram irrigadas com uma lâmina d'água de 20mm.

O controle em pós-emergência de plantas daninhas foi feito por meio de três aplicações do herbicida Select ($0,35 \text{ l ha}^{-1}$) + Lanza (0,5% v/v) para controle de gramíneas e uma aplicação do herbicida Flex ($0,5 \text{ l ha}^{-1}$) na safra 2005/06 e com uma aplicação do herbicida Flumyzin (80 g ha^{-1}) e uma aplicação de Classic (40 g ha^{-1}), na safra 2006/2007.

Os experimentos da safra 2005/06 receberam ao todo duas aplicações do inseticida Orthene 750 BR, na dose $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$, uma aplicação do inseticida Hamidop 600 na dose 1 l ha^{-1} , uma aplicação de Methomex na dose de 1 l ha^{-1} . Os experimentos da safra 2006/07 receberam uma aplicação do inseticida Orthene 750 BR, na dose $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$, 1 aplicação do bioinseticida Xentari na dose $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ e uma aplicação de Engeo Pleno na dose de $0,20 \text{ l ha}^{-1}$. O controle de insetos visava principalmente lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*), vaquinha verde-e-amarela (*Diabrotica speciosa*), percevejo verde-pequeno-da-soja (*Piezodorus guildinii*) e percejo-verde-da-soja (*Nezara viridula*).

Nos dois anos experimentais, a área total utilizada foi de dois hectares e meio onde, posteriormente, foram demarcadas as parcelas experimentais.

Em estádios que variaram de V_3 a V_5 , todos os experimentos foram previamente estaquiados para receberem 18 tratamentos por experimento. O número real de tratamentos para cada experimento foi dependente da época de ocorrência da doença.

2.2.3 Características dos fungicidas

Os produtos usados nas pulverizações fazem parte da lista de fungicidas aprovados para o controle de ferrugem da soja pela Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, realizada em Cornélio Procopio, PR no ano de 2005. Os fungicidas utilizados foram: Eminent 125 EW, Folicur 200 EC, Impact 125 SC, Piori Xtra e Celeiro. As características dos fungicidas e doses recomendadas pelo fabricante estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Nome comercial, nome técnico, grupo químico, tipo de formulação, modo de ação e dose do produto comercial dos fungicidas Eminent 125 EW, Impact 125 SC, Folicur 200 EC, Priori Xtra e Celeiro

Nome comercial	Nome técnico	Grupo Químico	Formulação	Modo de ação	Dose (p.c.)
Eminent 125 EW	Tetraconazole	Triazol	EW – emulsão óleo em água	Sistêmico	0,4 l ha ⁻¹
Impact 125 SC	Flutriafol	Triazol	SC – suspensão concentrada	Sistêmico	0,5 l ha ⁻¹
Folicur 200 EC	Tebuconazole Azoxystrobin	Triazol Triazol	CE – concentrado emulsionável	Sistêmico	0,5 l ha ⁻¹
Priori Xtra	+ Ciproconazole Tiofanato metílico	+ Estrobilurina Benzimidazol	SC – suspensão concentrada	Sistêmico	0,3 l ha ⁻¹
Celeiro	+ Flutriafol	+ Triazol	SC – suspensão concentrada	Sistêmico	0,6 l ha ⁻¹

Fonte: Sistema de agrotóxicos fitossanitários - AGROFIT

2.2.4 Delineamento experimental

Cada parcela foi constituída por oito linhas de 6 metros de comprimento nos experimentos I e II (safra 2005/06), dez linhas de 6 metros de comprimento nos experimentos A e B e dez linhas de 10 metros de comprimento no experimento C (safra 2006/07). Em todos os experimentos as duas linhas externas e 0,50 metros nas extremidades de cada linha foram consideradas bordaduras. Da área útil de cada parcela, metade foi destinada à quantificação de severidade e área foliar, a outra metade foi destinada à determinação do rendimento (kg ha⁻¹) e componentes do rendimento.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições.

Os valores de severidade, HAA, HAD, rendimento (kg ha⁻¹), número de vagens planta⁻¹, número de grãos planta⁻¹ e massa de 1000 grãos (g) foram submetidos à análise de variância e as diferenças estatisticamente significativas foram analisados pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade.

Foram realizadas análises de regressão linear e não linear entre o rendimento, massa de 1000 grãos, as variáveis integrais HAA e HAD e o número de dias de atraso no controle, nos cinco experimentos. As análises de comparação de médias e regressões lineares foram obtidas a partir do programa estatístico SAS versão 9.1. As análises de regressão com modelos não lineares foram obtidas por meio do programa STATISTICA versão 6.0 (Statsoft, Tulsa, EUA).

Com o objetivo de visualizar um efeito genérico do atraso no controle sobre o rendimento da cultura, procedeu-se a análise conjunta dos experimentos I e II, tanto para análise de variâncias quanto para análises de regressão. As conclusões finais foram baseadas na análise conjunta dos experimentos I e II.

2.2.5 Aplicação dos fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja

Os fungicidas foram pulverizados com pulverizador costal do tipo “back pack” pressurizado por CO₂. Foram utilizadas as pontas de pulverização do tipo jato plano com injeção de ar modelo AVI 11002 e a ponta do tipo cone vazio ConeJet TX, alternadamente conforme as condições de temperatura e vento no momento da aplicação.

Todas as doses utilizadas (Tabela 1) são recomendadas comercialmente pelo fabricante. O volume de calda utilizado foi de 200 l ha⁻¹ até o estágio R2 e, posteriormente de 300 l ha⁻¹, até as últimas aplicações.

As aplicações foram realizadas sempre ao final da tarde e na ausência de chuva. Durante a aplicação de cada parcela, dois anteparos plásticos eram segurados ao longo da parcela pulverizada, formando uma parede de contenção da deriva, com o objetivo de evitar a deposição de gotas de calda do fungicida em parcelas ainda não tratadas. Uma nova aplicação era realizada em um intervalo de 15 a 20 dias.

Os tratamentos foram aplicados de maneira que o controle fosse efetuado com atrasos crescentes. Desta forma, o primeiro tratamento efetuado foi o controle preventivo, com 0% de incidência da doença, que correspondeu a 0 dias de atraso no controle. O próximo tratamento foi aplicado um dia após a detecção das primeiras lesões, correspondendo a um dia de atraso no controle. Sete dias após a detecção dos primeiros sintomas, foi efetuado o terceiro tratamento, que correspondeu a sete dias de atraso no controle. Da mesma forma, quatorze dias após a detecção dos primeiros sintomas, foi realizada a aplicação no quarto tratamento, correspondendo a 14 dias de atraso na efetuação do controle, e assim por diante. A descrição dos tratamentos está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Tratamentos que representam atrasos de um 1 a 105 dias após a detecção da ferrugem asiática da soja, para início do controle da ferrugem asiática da soja pela aplicação de fungicidas

<i>Tratamentos</i>	<i>Descrição</i>
T1	Sem aplicação de fungicidas (testemunha)
T2	Aplicação preventiva (0 dias de atraso)
T3	Aplicação 1 dia após detecção da doença (1 dia de atraso)
T4	Aplicação 7 dias após detecção da doença (7 dias de atraso)
T5	Aplicação 14 dias após detecção da doença (14 dias de atraso)
T6	Aplicação 21 dias após detecção da doença (21 dias de atraso)
T7	Aplicação 28 dias após detecção da doença (28 dias de atraso)
T8	Aplicação 35 dias após detecção da doença (35 dias de atraso)
T9	Aplicação 42 dias após detecção da doença (42 dias de atraso)
T10	Aplicação 49 dias após detecção da doença (49 dias de atraso)
T11	Aplicação 56 dias após detecção da doença (56 dias de atraso)
T12	Aplicação 63 dias após detecção da doença (63 dias de atraso)
T13	Aplicação 70 dias após detecção da doença (70 dias de atraso)
T14	Aplicação 77 dias após detecção da doença (77 dias de atraso)
T15	Aplicação 84 dias após detecção da doença (84 dias de atraso)
T16	Aplicação 91 dias após detecção da doença (91 dias de atraso)
T17	Aplicação 98 dias após detecção da doença (98 dias de atraso)
T18	Aplicação 105 dias após detecção da doença (105 dias de atraso)

A Tabela 2 mostra o número máximo de tratamentos, porém o número real de tratamentos era dependente da entrada da doença, portanto os experimentos que tiveram ocorrência em estádios vegetativos mais jovens apresentaram um número maior de tratamentos.

2.2.6 Parâmetros avaliados para quantificação da ferrugem asiática da soja

Próxima à área experimental, com quinze dias de antecedência, foi semeada uma faixa de 10 linhas com aproximadamente 100 metros de comprimento. Esta faixa, usada como “alerta”, foi monitorada periodicamente através de uma amostra de 20 plantas colhidas aleatoriamente.

Após a detecção dos primeiros sintomas na armadilha, realizou-se o monitoramento em toda área correspondente aos experimentos para certificação de que a área experimental

permanecia isenta da doença. Comprovada a ausência da doença, o tratamento correspondente a 0 dias de atraso no controle foi efetuado. Após a constatação dos primeiros sintomas as parcelas foram pulverizadas conforme os tratamentos descritos na Tabela 2. As fases de desenvolvimento da cultura foram acompanhadas através da escala proposta por Ritchie, Hanway e Thompson (1982) e adaptada por Yorinori et al. (1993), apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Descrição dos estádios fenológicos da soja

Estádios	Descrição
I. Fase Vegetativa	
V _C	Da emergência a cotilédones abertos
V ₁	Primeiro nó, folhas unifolioladas abertas
V ₂	Segundo nó, primeira folha trifoliolada aberta
V ₃	Terceiro nó, segunda folha trifoliolada aberta
V _n	Enésimo nó (último) com folha trifoliolada aberta, antes do início da floração
II. Fase Reprodutiva	
R ₁	Início da floração: até 50% das plantas com uma flor
R ₂	Floração plena: maioria dos racemos com flores abertas
R ₃	Final da floração: vagens com até 1,5 cm
R ₄	Maioria de vagens do terço superior com 2,0 a 4,0 cm
R _{5.1}	Grãos com início de formação (perceptíveis ao tato) a 10% da granação
R _{5.2}	Maioria das vagens com granação de 10 - 25%
R _{5.3}	Maioria das vagens entre 25 e 50% de granação
R _{5.4}	Maioria das vagens entre 50 e 75% de granação
R _{5.5}	Maioria das vagens entre 75 e 100% de granação
R ₆	Maioria das vagens com granação de 100% e folhas verdes
R _{7.1}	Início a 50% de amarelecimento de folhas e vagens
R _{7.2}	Entre 51 e 75% de folhas e vagens amarelas
R _{7.3}	Mais de 75% de folhas e vagens amarelas
R _{8.1}	Início a 50% de desfolha.
R _{8.2}	Mais de 50% de desfolha à pré-colheita.
R ₉	Maturidade de campo (Ponto de colheita).

Fonte: Ritchie, Hanway e Thompson (1982), adaptada por Yorinori et al. (1993).

A quantificação da área foliar teve início no estágio V₅ no primeiro ano experimental e V₄ no segundo ano experimental. Semanalmente, cinco plantas da área útil da parcela destinada às avaliações eram arrancadas, tendo todas as folhas trifolioladas destacadas. A severidade nos folíolos centrais era avaliada utilizando-se a escala diagramática desenvolvida por Godoy, Koga e Canteri (2006).

Na safra 2005/06, a área foliar foi quantificada medindo-se com uma régua a largura e comprimento de todos os folíolos centrais das cinco plantas coletadas. A área foliar foi calculada através da equação $A = C * L * 0,6965$ (REIS; BLUM; CAMARA, 2006), sendo A, a área foliar, C o comprimento em centímetros e L a largura em centímetros. Na safra 2006/07, a área foliar dos folíolos foi quantificada através de um medidor de área foliar modelo LICOR LI-3000, localizado no Departamento de Produção Vegetal/ Fisiologia de plantas na Esalq/USP. O índice de área foliar (IAF) foi calculado multiplicando-se a área foliar média de um folíolo pelo número de folíolos por planta, e esse valor multiplicado pelo número de plantas por metro quadrado, considerando espaçamento entre linhas de 0,50 metros. Calculou-se, assim, a área foliar por metro quadrado. Dividindo-se esse valor por 10 mil centímetros quadrados contidos em um metro quadrado, obteve-se o índice de área foliar.

Os dados de radiação incidente e outros parâmetros climáticos foram obtidos a partir de uma estação meteorológica situada na própria fazenda experimental do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Arysta.

Os valores de severidade, índice de área foliar e radiação incidente foram integrados às equações (1) e (2) para obtenção dos respectivos valores de HAA e HAD.

Para obtenção dos resultados de rendimento (kg ha^{-1}) das parcelas, foram colhidas áreas de 6 m² no experimento I, 7,5 m² nos experimentos II e C e 8 m² nos experimentos A e B. Os grãos provenientes de cada parcela foram pesados em balança com capacidade para 15 kg, e os valores obtidos foram transformados em kg ha^{-1} . Cinco plantas de cada parcela foram separadas para contagem de vagens por planta e grãos por planta, na safra 2005/06. Na safra seguinte foram separadas quatro plantas de cada parcela colhida. O peso dos grãos dessas plantas foi somado ao da parcela para obtenção do rendimento real naquela área. As vagens foram contadas manualmente e os grãos contados através de um contador de furos, nos dois anos experimentais.

A massa de 1000 grãos foi obtida segundo prescrições das Regras de Análise de Sementes (RAS) (Brasil – Ministério da Agricultura, 1992), separando-se oito subamostras de 100 grãos cada, que foram pesados em balança analítica com 0,001g de precisão.

2.3 Resultados e Discussão

Devido aos diferentes momentos de aplicação, os tratamentos tiveram diferentes números de aplicações e combinações de fungicidas. Sendo a aplicação dos tratamentos dependentes da época de ocorrência da doença, o número total de tratamentos foi: dez no experimento I, onze no experimento II, quatro no experimento A e cinco nos experimentos B e C.

As aplicações foram encerradas quando as plantas apresentaram mais ou menos 70% de desfolha. As avaliações de severidade e área foliar foram estendidas até 7 dias após a última aplicação. Contabilizando o período desde os primeiros sintomas até o encerramento das avaliações, observa-se que a doença esteve presente durante 62 dias no experimento I, 63 dias no experimento II, dez dias no experimento A, 20 dias no experimento B e 24 dias no experimento C. Estes períodos foram correspondentes à testemunha dos experimentos, sobre a qual não houve qualquer aplicação de fungicida, e que foram considerados como o máximo atraso no controle.

O menor atraso no controle foi o do tratamento preventivo. Neste caso, no momento em o primeiro propágulo do fungo se depositou sobre as folhas, estas já se encontravam previamente protegidas, portanto este foi o tratamento de 0 dia de atraso no controle. A expectativa para este tratamento era a de que permanecesse totalmente livre da doença, de forma a simular uma situação de produção *sensu* (LOPES; BERGER; BERGAMIN FILHO, 1994), entretanto pode-se notar na Figura 1 que o tratamento preventivo apresentou alguma severidade em todos os experimentos.

Figura 1 – Severidade (% de área foliar atacada) da ferrugem da soja nos tratamentos preventivo e testemunha em diferentes estádios fenológicos. Os números (1), (2), (3), (4) e (5) correspondem aos experimentos I, II, A, B e C, respectivamente

Os primeiros sintomas da ferrugem foram observados, na safra 2005/06, no estágio V₁₀, em ambos os experimentos. Na safra 2006/07, o excesso de chuvas durante os estádios vegetativos mais jovens (V₃ a V₇), provocou um atraso no desenvolvimento e morte de várias plantas.

A Tabela 4 mostra que no mês de janeiro de 2007, a quantidade de chuva foi 338,1 mm maior do que a média dos dois anos anteriores, no mesmo período.

Tabela 4 – Valores médios de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar e radiação incidente ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) nas safras 2005/06 e 2006/07, Pereiras – São Paulo

Mês/ano	T ($^{\circ}\text{C}$) Média	Chuva (mm) Acumulado	UR (%) Média	Rad. Incid. ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) Média
2005				
Janeiro	23,6	234,8	91,6	16,65
Fevereiro	24,7	23,0	77,9	19,65
Novembro	22,9	40,4	86,1	21,13
Dezembro	21,9	175,0	89,0	21,38
2006				
Janeiro	24,9	143,6	87,8	20,0
Fevereiro	24,3	123,0	91,4	18,93
Março	21,3	199,8	89,2	18,93
Abril	20,9	33,4	89,7	20,83
Dezembro	21,9	182,5	88,0	16,26
2007				
Janeiro	23,0	527,3	90,8	10,43
Fevereiro	24,4	39,9	87,2	17,12
Março	22,6	33,6	84,6	18,72
Abril	22,9	26,2	87,5	14,93

Em condições normais, o enfolhamento nos estádios R_2/R_3 é suficiente para causar condições de alta umidade no interior do dossel, que favorecem a ferrugem a tal ponto, que é possível observar um crescimento explosivo da severidade. Porém, com o desenvolvimento prejudicado, o auge do desenvolvimento foliar só foi atingido bem mais tarde e numerosas falhas dentro da área dos experimentos serviram para aumentar a aeração no dossel. Estes fatores, mas principalmente, o baixo inóculo inicial do fungo, fizeram com que a ocorrência da doença fosse excepcionalmente tardia naquele ano. Os primeiros sintomas só foram observados nos estádios $R_{5,4}$, $R_{5,1}$ e R_4 nos experimentos A, B e C, respectivamente.

A temperatura média nas duas safras se manteve dentro dos limites considerados favoráveis à doença (15°C a 28°C).

Tabela 5 – Número de pulverizações, fungicidas aplicados, doses do produto comercial e estádios fenológicos em que foram realizadas as aplicações nos experimentos I e II realizados na safra 2005/06 e nos experimentos A, B, C, realizados na safra 2006/07 em Pereiras, SP

(continua)

Tratamentos	Nº aplicações	Fungicidas e doses (L ha ⁻¹)	Estádios
Experimento I			
T1	0	..	..
T2	4	Eminent 125 EW (0,4); Priori Xtra (0,3); Folicur 200 EC (0,5); Celeiro (0,6)	V ₈ ; R ₂ ; R ₄ ; R _{5.5}
T3	4	Eminent 125 EW (0,4); Priori Xtra (0,3); Folicur 200 EC (0,5); Celeiro (0,6)	V ₁₀ ; R ₂ ; R _{5.1} ; R ₆
T4	4	Eminent 125 EW (0,4); Priori Xtra (0,3); Folicur 200 EC (0,5); Celeiro (0,6)	V ₁₂ ; R ₃ ; R _{5.4} ; R ₆ /R ₇
T5	3	Priori Xtra (0,3); Folicur 200 EC (0,5); Celeiro (0,6)	R ₂ ; R ₄ ; R _{5.5}
T6	3	Priori Xtra (0,3); Folicur 200 EC (0,5); Celeiro (0,6)	R ₃ ; R _{5.4} ; R ₆
T7	2	Priori Xtra (0,3); Celeiro (0,6)	R ₄ ; R _{5.4}
T8	2	Priori Xtra (0,3); Celeiro (0,6)	R ₄ /R _{5.1} ; R ₆ /R ₇
T9	1	Priori Xtra (0,3)	R _{5.4}
T10	1	Priori Xtra (0,3)	R ₆

Tabela 5 – Número de pulverizações, fungicidas aplicados, doses do produto comercial e estádios fenológicos em que foram realizadas as aplicações nos experimentos I e II realizados na safra 2005/06 e nos experimentos A, B, C, realizados na safra 2006/07 em Pereiras, SP

(continuação)			
Tratamentos	Nº aplicações	Fungicidas e doses (L ha ⁻¹)	Estádios
Experimento II			
T1	0	..	..
T2	6	Eminent 125 EW (0,4); Priori Xtra (0,3); Priori Xtra (0,3); Folicur 200 EC (0,5); Priori Xtra (0,3); Celeiro (0,6)	V ₆ ; V ₈ ; R ₂ ; R ₄ ; R _{5.3} ; R ₆
T3	5	Eminent 125 EW (0,4); Priori Xtra (0,3); Folicur 200 EC (0,5); Priori Xtra (0,3); Celeiro (0,6)	V ₁₀ ; R ₂ ; R ₄ ; R _{5.4} ; R ₆
T4	4	Eminent 125 EW (0,4); Priori Xtra (0,3); Folicur 200 EC (0,5); Celeiro (0,6)	V ₁₂ ; R ₃ ; R _{5.1} ; R ₆
T5	4	Eminent 125 EW (0,4); Priori Xtra (0,3); Folicur 200 EC (0,5); Celeiro (0,6)	R ₂ ; R ₄ ; R _{5.3} ; R ₆
T6	3	Priori Xtra (0,3); Folicur 200 EC (0,5); Celeiro (0,6)	R ₃ ; R _{5.1} ; R ₆
T7	3	Priori Xtra (0,3); Folicur 200 EC (0,5); Celeiro (0,6)	R ₄ ; R _{5.3} ; R ₆
T8	2	Priori Xtra (0,3); Celeiro (0,6)	R ₄ /R _{5.1} ; R ₆
T9	2	Priori Xtra (0,3); Celeiro (0,6)	R _{5.3} ; R ₆
T10	1	Priori Xtra (0,3)	R _{5.5}
T11	1	Priori Xtra (0,3)	R ₆

Tabela 5 – Número de pulverizações, fungicidas aplicados, doses do produto comercial e estádios fenológicos em que foram realizadas as aplicações nos experimentos I e II realizados na safra 2005/06 e nos experimentos A, B, C, realizados na safra 2006/07 em Pereiras, SP

(conclusão)			
Tratamentos	Nº aplicações	Fungicidas e doses (L ha ⁻¹)	Estádios
Experimento A			
T1	0	..	..
T2	1	Priori Xtra (0,3)	R5.1
T3	1	Folicur 200 EC (0,5)	R5.4
T4	1	Priori Xtra (0,3)	R6
Experimento B			
T1	0	..	..
T2	2	Impact 125 SC (0,5); Priori Xtra (0,3)	R4/R5.1; R6
T3	2	Impact 125 SC (0,5); Priori Xtra (0,3)	R5.3; R6
T4	1	Priori Xtra (0,3)	R5.5
T5	1	Priori Xtra (0,3)	R6
Experimento C			
T1	0	..	..
T2	3	Impact 125 SC (0,5); Priori Xtra (0,3); Folicur 200 EC (0,5);	R4; R5.3; R6
T3	2	Impact 125 SC (0,5); Priori Xtra (0,3)	R5.1; R6
T4	2	Impact 125 SC (0,5); Priori Xtra (0,3)	R5.4; R7.1
T5	1	Priori Xtra (0,3)	R6

Nota: .. Não se aplica dado numérico.

2.3.1 Efeito do atraso no controle da ferrugem sobre os componentes do rendimento e o rendimento de soja

Os componentes do rendimento definem o rendimento de uma planta. São eles: número de vagens por planta, número de grãos dentro de cada vagem ou por planta e massa de 1000 grãos. Ponderando-se esses componentes com a população de plantas por unidade de área obtêm-se o rendimento da cultura. A Figura 2 apresenta os resultados de número de vagens e de grãos por planta nos experimentos I, II, A, B e C.

Figura 2 – Efeito do atraso no controle de ferrugem asiática da soja sobre o número de vagens planta⁻¹ e número de grãos planta⁻¹ nos experimentos I, II, A, B e C realizados em Pereiras, SP, safras 2005/06 e 2006/07. Barra de erro representa o erro padrão das médias

No experimento I, o número de vagens por planta não foi influenciado pelo atraso no controle, porém o número de grãos dos tratamentos com 49 (aplicação em R₆) e 62 (testemunha) dias de atraso diferiu dos demais tratamentos, indicando que somente nesta fase houve aborto significativo de grãos.

No experimento II, o número de vagens por planta dos tratamentos com 56 (aplicação em R₆) e 63 (testemunha) dias de atraso foram afetados. Quanto ao número de grãos por planta neste experimento, o tratamento com 1 dia de atraso se sobressaiu em relação aos demais, com um maior número de grãos por planta. O tratamento com 0 dia de atraso apresentou número de grãos significativamente menor do que o tratamento com 1 dia de atraso. Isto provavelmente foi causado por um efeito fitotóxico sofrido pelas plantas que compunham este tratamento, devido ao grande número de aplicações. Os tratamentos com 49, 56 e 63 dias tiveram o número de grãos significativamente reduzido, diferindo de todos os outros tratamentos.

Os diferentes atrasos não influenciaram o número de vagens e de grãos das plantas que compunham os tratamentos nos experimentos A, B e C.

O efeito do atraso no controle sobre o rendimento e massa de 1000 grãos foi determinado através do teste de comparação de médias e também por regressões lineares e não lineares. Para uma melhor compreensão do efeito do atraso no controle da ferrugem sobre o rendimento, foi calculada a razão entre os valores de quadrados médios do resíduo de todas as variáveis estudadas nos experimentos I e II. O resultado comprovou ser possível realizar a análise conjunta destes dois experimentos.

Devido ao maior número de tratamentos e ocorrência da doença a partir de estádios vegetativos mais jovens, os resultados dos experimentos I e II forneceram maior número de informações.

Os resultados da análise de variâncias dos rendimentos e massa de 1000 grãos dos experimentos I e II, bem como sua análise conjunta, estão apresentados na Figura 3.

Experimento I

Experimento II

Análise Conjunta

Dias de atraso no controle (DAC)

Figura 3 – Efeito do atraso no controle de ferrugem asiática da soja sobre o rendimento (kg ha⁻¹) e massa de 1000 grãos (g) nos experimentos I e II, e análise conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06. Barra de erro representa o erro padrão das médias

Na análise do rendimento no experimento I, formaram-se quatro grupos de tratamentos. Os tratamentos com 0, 1 e 7 dias de atraso no controle não diferiram entre si. O tratamento de 7 dias de atraso também não diferiu dos 14 e 21 dias de atraso. O terceiro grupo de tratamentos

correspondeu aos tratamentos de 28 e 35 dias de atraso. O último grupo, com os menores rendimentos compreendeu os tratamentos de 42, 49 e 62 dias de atraso.

Na análise de massa de 1000 grãos, até os 14 dias de atraso, não foram observadas diferenças significativas. Os tratamentos de 21 e 28 dias de atraso foram semelhantes aos 7 e 14 dias de atraso. O tratamento com atraso de 35 dias foi semelhante aos 21, 28 e 42 dias. Os tratamentos com maior redução significativa na massa de 1000 sementes foram os de 49 e 62 dias de atraso, que não diferiram entre si.

No experimento II, os tratamentos com 0, 1 e 7 dias de atraso não apresentaram diferenças significativas. O tratamento com 14 dias de atraso foi semelhante à este primeiro grupo de tratamentos e ao tratamento com 21 dias de atraso. A partir dos 28 dias até o último atraso de 63 dias, não houve diferenças significativas entre os rendimentos. Analisando a Figura 3, observou-se que o tratamento com 0 dias de atraso obteve menor rendimento do que o tratamento de 1 dia de atraso, também devido ao efeito fitotóxico, já mencionado acima, provocado pelo alto número de aplicações.

Para a massa de 1000 grãos, o tratamento com 1 dia de atraso foi estatisticamente semelhante aos tratamentos com 0 e 7 dias, e ao tratamento com 14 dias de atraso, que por sua vez, também não diferiu do tratamento de 21 dias de atraso. Semelhante às médias do rendimento, a massa de 1000 grãos não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos com 0, 1 e 7 dias de atraso e a partir dos 28 dias de atraso. Os tratamentos com 14 e 21 dias de atraso foram semelhantes.

A análise conjunta forneceu os seguintes resultados: não existem diferenças de rendimento entre 0 e 1 dia de atraso no controle. O atraso de 7 dias foi semelhante ao 0 e 1 dia de atraso e também aos tratamentos com 14 e 21 dias de atraso. Os tratamentos com 28 e 35 dias de atraso foram semelhantes entre si e aos 56 e 63 dias de atraso. A partir dos 42 dias de atraso os rendimentos foram semelhantes ao da testemunha (62 e 63 dias de atraso).

Os resultados da análise conjunta dos experimentos I e II mostraram a formação de uma faixa crítica de dano, que vai do 0 aos 21 dias de atraso no controle, na qual a redução do rendimento e massa de 1000 grãos pode ser evitada ou minimizada. Em atrasos superiores a esses, o rendimento não é preservado.

Baseado na análise conjunta pode-se concluir que o tratamento preventivo tem a mesma eficiência que o tratamento com infecção inicial. Andrade e Andrade (2002), estudando a aplicação de fungicidas para controle da soja com diferentes severidades, concluíram que a

aplicação dos fungicidas para o controle da ferrugem, diferente do que ocorre para o controle de DFC, deve ser efetuado no início da infecção e não de forma preventiva. Para Hoffmann (2003), a aplicação preventiva deve ser adotada, caso ocorra ferrugem na região e as condições climáticas estejam favoráveis ao desenvolvimento da doença. Porém, o mais importante é monitorar a lavoura para diagnosticar a ferrugem precocemente e obter o controle satisfatório.

Pode-se afirmar, também, que em condições semelhantes a estas, o controle pode ser atrasado por no máximo sete dias. Este atraso máximo de sete dias deve ser visto com algumas ressalvas, pois a primeira aplicação no tratamento correspondente a 1 dia de atraso no controle, foi realizada um dia após a constatação dos primeiros sintomas, através de um monitoramento diário, o que fez com que a severidade inicial nesta aplicação fosse de 0,33% e 0,22% nos experimentos I e II respectivamente. Se os primeiros sintomas, eventualmente, fossem observados mais tardiamente, com uma severidade inicial maior, possivelmente um atraso de 7 dias teria implicações no rendimento. Resultados obtidos por Andrade e Andrade (2002) no controle químico da ferrugem asiática da soja mostraram que um atraso de sete dias na aplicação do fungicida, após a detecção da doença, já foi suficiente para um aumento na desfolha de 82% e uma redução no rendimento de grãos de 16% em relação às parcelas submetidas ao tratamento fungicida efetuado quando do aparecimento da doença. Quando esse atraso foi de 14 dias, a desfolha aumentou em 155% e a redução no rendimento foi de 37%. O trabalho não esclarece qual a severidade com que a primeira aplicação foi realizada.

Dos 14 até 21 dias de atraso, ocorrem reduções significativas de rendimento, porém o controle ainda se justifica. Os rendimentos dos tratamentos correspondentes aos 42, 49 e 56 dias de atraso são idênticos aos rendimentos das testemunhas (62 e 63 dias de atraso) devido ao estágio no qual a primeira aplicação foi realizada ($R_{5.1}$ a R_6). Nesta fase, o enchimento de grãos está quase completo; portanto, no momento da primeira aplicação, a maior parte do dano já havia sido sofrido, daí a impossibilidade dessas aplicações preservarem o rendimento de forma significativa. Segundo Hoffmann (2003), as aplicações de fungicidas a partir dos estádios $R_{5.5}$ e R_6 não têm originado incremento de rendimento, apesar de trazer benefícios à qualidade das sementes (germinação, vigor e menor incidência de outros fungos). Porém, a análise também mostrou que, mesmo nos atrasos de 28 e 35 dias, quando as plantas se encontravam no estágio R_4 , e, portanto o controle ainda poderia atuar preservando parte do rendimento, as aplicações foram tão ineficazes quanto à ausência do tratamento químico. Neste ponto, o tratamento químico é ineficiente não só devido ao estágio mais avançado, como devido à intensa desfolha e

disponibilidade reduzida de tecido sadio, tanto para realizar fotossíntese e reagir favoravelmente ao controle, quanto para absorver o produto aplicado. Portanto, a partir de 28 dias de atraso, o controle é ineficaz.

Os resultados do teste de comparação de médias LSD ($p \leq 0,05\%$) nos experimentos A e B são apresentados nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Efeito do atraso no controle de ferrugem asiática da soja sobre o rendimento (kg ha⁻¹) e massa de 1000 grãos (g) no experimento A, realizado em Pereiras, SP, safra 2006/07. Barra de erro representa o erro padrão das médias

Figura 5 - Efeito do atraso no controle de ferrugem asiática da soja sobre o rendimento (kg ha⁻¹) e massa de 1000 grãos (g) no experimento B, realizado em Pereiras, SP, safra 2006/07. Barra de erro representa o erro padrão das médias

A análise de variância no experimento A mostrou não haver diferenças significativas nos valores de rendimento e massa de 1000 grãos, mesmo na testemunha, ou seja, no tratamento com um atraso máximo de dez dias no controle. O mesmo foi observado no experimento B, cujo máximo atraso no controle foi de 20 dias. Isto foi devido à ocorrência da doença somente nos estádios R_{5,4} e R_{5,1}, respectivamente, momento em que o enchimento de grãos está bastante adiantado. Desta forma, a severidade inicial, muito baixa, não foi suficiente para causar redução no rendimento, e o aumento significativo dos níveis de severidade só foi verificado no estágio R₇, quando as plantas já estão entrando em senescência.

Estes resultados indicam que a entrada da ferrugem a partir do estágio R₅, não causa danos, e, portanto o controle químico pode ser dispensado.

No experimento C, no qual os primeiros sintomas foram observados no estágio R₄, houve diferença significativa no rendimento somente entre o tratamento com aplicação preventiva, ou seja, correspondente ao 0 dia de atraso no controle, o tratamento com 1 dia de atraso e a testemunha, que representa o atraso máximo de 24 dias. Os tratamentos com 7 e 14 dias não diferiram do tratamento preventivo e com 1 dia de atraso, nem da testemunha. A massa de 1000 grãos não diferiu estatisticamente entre os tratamentos.

A Figura 6 mostra os resultados da análise de variâncias do rendimento e massa de 1000 sementes no experimento C.

Figura 6 - Efeito do atraso no controle de ferrugem asiática da soja sobre o rendimento (kg ha⁻¹) e massa de 1000 grãos (g) no experimento C, realizado em Pereiras, SP, safra 2006/07. Barra de erro representa o erro padrão das médias

A constatação de dano no experimento C, provocado pela presença da ferrugem a partir do estágio R₄, pode ser devido à semeadura deste experimento numa época fora da recomendada, o que fez com que este estágio coincidissem com um período em que o inóculo inicial tivesse se multiplicado em cultivos anteriores. De fato, a severidade no estágio R₆ observada na testemunha foi de 34,10 %, bastante superior aos dois experimentos realizados na mesma safra, cuja severidade nesse mesmo estágio foi de 3,80% no experimento A e 12,24% no experimento B. Em semeaduras dentro da época recomendada, provavelmente não haveria dano caso a doença tivesse apresentado seus primeiros sintomas nesse estágio, pois os tratamentos com 7 e 14 dias de atraso, que receberam aplicações de fungicida foram semelhantes à testemunha.

O comportamento do rendimento (kg ha⁻¹) e massa de 1000 grãos (g), segundo os diferentes atrasos no controle, também foi estudado por meio de análises de regressão ($p \leq 0,05\%$). O rendimento e massa de 1000 grãos nos experimentos A e B se relacionaram linearmente com dias de atraso no controle (DAC), porém com baixos coeficientes de determinação ($R^2 = 0,04$ e $0,14$ para o rendimento e $R^2 = 0,03$ e $0,15$ para a massa de 1000 grãos nos experimentos A e B respectivamente), e, portanto estas análises não serão descritas.

No experimento C a relação entre dias de atraso no controle e rendimento seguiu o modelo linear com coeficiente de determinação $R^2 = 0,40$ (Rendimento = $-12,22 \cdot \text{DAC} + 2583,90$). A massa de 1000 grãos seguiu o mesmo modelo, com $R^2 = 0,15$ (Rendimento = $-0,4114 \cdot \text{DAC} + 158,96$). Estes coeficientes podem ser considerados baixos se comparados aos dos experimentos I e II. Isto se deve ao dano reduzido, sofrido somente no rendimento da testemunha. Portanto, por não fornecer muitas informações sobre a relação entre dias de atraso no controle da ferrugem asiática e o rendimento e soja, este experimento também não será pormenorizado.

A análise de regressão do experimento I, entre os dias de atraso no controle e o rendimento, seguiu o modelo linear, com elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,84$) (Rendimento = $-27,59 \cdot \text{DAC} + 2782,3$).

O experimento II foi melhor descrito pelo modelo exponencial, com $R^2 = 0,80$ (Rendimento = $2658,85 \cdot e^{(-0,009061 \cdot \text{DAC})}$). Realizou-se, então, uma análise conjunta dos dados desses dois experimentos, de forma a obter uma única equação que fornecesse informações gerais sobre a relação entre dias de atraso no controle da ferrugem asiática e o rendimento de soja.

A análise conjunta apresentou relação exponencial entre o rendimento e dias de atraso, também com alto coeficiente de determinação $R^2 = 0,85$ (Rendimento = $2752,27 \cdot e^{(-0,011228 \cdot \text{DAC})}$).

A Figura 7 mostra a relação entre dias de atraso no controle e o rendimento nos experimentos I e II e a análise conjunta desses experimentos.

Figura 7 – Relação entre dias de atraso no controle (DAC) da ferrugem asiática e o rendimento (kg ha⁻¹) de soja nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06

A partir do coeficiente linear foi possível chegar a uma relação de redução do rendimento de 27 kg ha⁻¹ por dia de atraso no controle, no experimento I.

A derivada da equação que descreve a relação entre dias de atraso e rendimento no experimento II, forneceu taxas de decréscimo no rendimento de 24 a 13 kg ha⁻¹ por dia de atraso no controle.

A partir da derivada da equação $\text{Rendimento} = 2752,27 * e^{(-0,011228 * \text{DAC})}$, proveniente da análise conjunta dos experimentos I e II, calcularam-se as taxas com que o rendimento decaiu. A relação entre atraso no controle e o rendimento mostrou que se pode perder de 31 a 15 kg ha⁻¹ para cada dia de atraso no controle. A tendência exponencial encontrada nessa relação mostrou que apesar da menor severidade, a taxa com a qual o rendimento decresce foi maior (31 kg ha⁻¹) onde ocorreram os menores atrasos (1, 7 e 14 dias de atraso), devido ao estágio em que as plantas se encontravam no momento da aplicação. A primeira aplicação nesses tratamentos só foi realizada entre os estádios V₁₀ e R₃, fases de metabolismo intenso, em que parte significativa da energia da planta está canalizada para a reprodução, e conseqüentemente, para o rendimento; portanto, nesta fase, até os menores atrasos implicam em reduções no rendimento. Assim que o controle foi efetuado o dano foi interrompido, explicando os maiores rendimentos nos tratamentos com pouco atraso, apesar da alta taxa de queda no rendimento. À medida que a cultura avança no seu desenvolvimento, a taxa com que o rendimento cai diminui, pois, devido a

fatores relativos ao hospedeiro e à própria epidemia, a capacidade da doença em causar dano é reduzida. Como nos tratamentos com os maiores atrasos, o processo de dano só é interrompido tardiamente, existe um acúmulo da taxa de redução do rendimento de 31 kg ha^{-1} por dia de atraso nos estádios mais jovens (próximos à fase reprodutiva) e da taxa de 15 kg ha^{-1} observadas nos estádios mais avançados, daí o menor rendimento observado nesses tratamentos.

Portanto, estando o dano provocado pelo atraso no controle, intimamente ligado ao estágio fenológico da cultura no momento da realização do tratamento químico, o mesmo atraso pode ser mais ou menos danoso conforme o estágio em que a cultura se encontra. Desta forma, pode-se dizer que as taxas de decréscimo encontradas, só são válidas nas situações em a entrada da doença se der próximo aos estádios reprodutivos. Nas situações mais graves, em que a doença aparece em estádios mais jovens, a taxa de redução do rendimento provavelmente será maior do que esta.

De modo geral, estes resultados confirmam o que as constatações das últimas safras já vem demonstrando: o sucesso do controle da ferrugem na soja está em controlar a doença logo que ela apareça. No entanto, o grande desafio continua sendo determinar, com segurança, o momento do “aparecimento” da doença, visto que a dificuldade de uma detecção precoce pode tornar o que se acredita ser uma aplicação preventiva, ser na verdade um atraso de alguns dias, o que já compromete a eficácia da aplicação.

De forma semelhante ao rendimento, procedeu-se a análise de regressão entre os dias de atraso no controle e a massa de 1000 grãos dos experimentos I e II e sua análise conjunta. A Figura 8 mostra os resultados obtidos.

Figura 8 – Relação entre dias de atraso no controle (DAC) da ferrugem asiática e a massa de 1000 grãos de soja nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06

De forma geral, a massa de 1000 grãos seguiu o mesmo comportamento do rendimento. Através da análise conjunta foi possível chegar à relação de redução de 1,29g na massa de 1000 grãos por cada dia de atraso no controle.

2.3.2 Efeito do atraso no controle da ferrugem asiática sobre a absorção da área foliar sadia (HAA) e duração da área foliar sadia (HAD) de soja

Da mesma forma que o atraso no controle afeta o rendimento e alguns componentes do rendimento, a absorção e a duração da área foliar sadia também são afetadas pelo aumento da severidade e a desfolha, que se intensificam conforme o controle é atrasado. A Figura 9 apresenta a influência do atraso no controle sobre a HAA (MJ m^{-2}) e HAD (dias).

Figura 9 – Relação entre dias de atraso no controle (DAC) da ferrugem asiática, HAA (MJ m^{-2}) e HAD (dias) dos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06

Estas variáveis mostraram ser fortemente influenciadas pelo atraso no controle. De forma geral, a HAA e HAD diminuem exponencialmente conforme aumenta o atraso. As relações entre HAA e DAC nos experimentos I e II apresentaram $R^2=0,89$ e $R^2=0,87$, respectivamente. A

derivada da equação $HAA=1165,7*e^{(-0,015*DAC)}$ do experimento I forneceu taxas de decréscimo que vão de 17 a 6 unidades de HAA ($MJ\ m^{-2}$), por dia de atraso no controle. No experimento II a derivada da equação $HAA=1120,7*e^{(-0,0102*DAC)}$ forneceu taxas de queda de 10 a 6 unidades de HAA ($MJ\ m^{-2}$) por dia de atraso no controle.

A análise conjunta, descrita pelo modelo linear ($R^2=0,88$) forneceu a taxa de $10\ MJ\ m^{-2}$ que deixam de ser absorvidos por cada dia de atraso no controle.

A relação entre HAD e dias de atraso no controle foi melhor descrita pelo modelo exponencial no experimento I ($R^2=0,84$) ($HAD=297,20*e^{(-0,00907*DAC)}$), experimento II ($R^2=0,88$) ($HAD=262,77*e^{(-0,0088*DAC)}$) e na análise conjunta ($R^2=0,82$) ($HAD=279,33*e^{(-0,0089*DAC)}$). Derivando-se essas equações obtêm-se as seguintes taxas de decréscimo de HAD para cada dia de atraso no controle: 2,69 a 1,53 unidades de HAD (dias) no experimento I, 2,30 a 1,30 unidades de HAD (dias) no experimento II e 2,36 a 1,42 unidades de HAD (dias) na análise conjunta.

2.3.3 Efeito do atraso no controle da ferrugem asiática sobre a severidade da doença

O efeito do atraso no controle sobre a severidade foi analisado através de regressão entre essas variáveis ($p\leq 0,05$). A análise mostrou haver uma relação linear positiva entre a severidade e o atraso crescente no controle, com coeficientes de determinação satisfatórios, sendo $R^2=0,50$ ($Severidade=0,273*DAC + 8,9877$) no experimento I, $R^2=0,36$ ($Severidade=0,231*DAC + 10,749$) no experimento II e $R^2=0,42$ ($Severidade=0,250*DAC + 9,883$) na análise conjunta. A Figura 10 ilustra os ajustes do modelo nos experimentos I, II e na análise conjunta.

Figura 10 – Relação entre severidade média (%) da ferrugem asiática e o atraso no controle nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06

Esta análise mostrou haver relação de crescimento de 0,25% da severidade pra cada dia de atraso no controle.

2.3.4 Relações entre absorção da área foliar sadia (HAA), duração da área foliar sadia, o rendimento e massa de 1000 grãos de soja

A influência da absorção da área foliar sadia e duração da área foliar sadia sobre o rendimento e a massa de 1000 grãos nos experimentos I e II são apresentadas nas Figuras 11 e 12, respectivamente.

Experimento I

Experimento II

Figura 11 – Relação entre HAA (MJ m⁻²), HAD (dias) e o rendimento (kg ha⁻¹) de soja nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos experimentos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06

Análise Conjunta

Figura 11 – Relação entre HAA (MJ m⁻²), HAD (dias) e o rendimento (kg ha⁻¹) de soja nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos experimentos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06

Experimento I

Experimento II

Figura 12 – Relação entre HAA (MJ m⁻²), HAD (dias) e a massa de 1000 grãos (g) de soja nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06

Figura 12 – Relação entre HAA (MJ m^{-2}), HAD (dias) e a massa de 1000 grãos (g) de soja nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06

As relações entre HAA e o rendimento e a massa de 1000 grãos de soja seguiram o modelo linear nos dois experimentos e em sua análise conjunta. No experimento I, com $R^2=0,77$, é possível observar relação de incremento no rendimento de $2,1 \text{ kg ha}^{-1}$ para cada unidade de HAA absorvida. Na massa de 1000 grãos ($R^2=0,62$), neste mesmo experimento, existiu um acréscimo de $0,09 \text{ g}$ para cada unidade de HAA absorvida. No experimento II, o rendimento ($R^2=0,71$) aumentou em $1,9 \text{ kg ha}^{-1}$ em função da HAA, e a massa de 1000 grãos ($R^2=0,76$) aumentou em $0,14 \text{ g}$ para cada unidade de HAA que foi absorvida. A análise conjunta mostrou haver relação de aumento de 2 kg ha^{-1} no rendimento ($R^2=0,78$) e $0,10 \text{ g}$ na massa de 1000 grãos ($R^2=0,65$) para cada unidade de HAA, ou seja, para cada MJ m^{-2} que foi absorvido pela área foliar sadia.

A HAD também apresentou relação satisfatória com o rendimento e massa de 1000 grãos de soja. De modo geral, esta relação foi melhor explicada pelo modelo exponencial. As derivadas das equações forneceram as seguintes taxas: no experimento I, o rendimento aumentou de $10 \text{ a } 8 \text{ kg ha}^{-1}$ ($R^2=0,62$) e a massa de 1000 grãos aumentou de $7,5 \text{ a } 0,58 \text{ g}$ ($R^2=0,50$) para cada unidade de HAD. No experimento II, o rendimento aumentou de $8,6 \text{ kg ha}^{-1}$ ($R^2=0,62$) e a massa de 1000 grãos cresceu à taxa de $0,63 \text{ g}$ ($R^2=0,76$) para cada unidade de HAD, sendo que neste caso, o modelo linear foi adotado. Na análise conjunta, pode-se chegar aos valores de aumento no rendimento de $13 \text{ a } 9 \text{ kg ha}^{-1}$ ($R^2=0,75$) e de $3 \text{ a } 0,6 \text{ g}$ na massa de 1000 sementes ($R^2=0,63$) para cada unidade de HAD, ou seja, para cada dia de duração da área foliar sadia.

Muitos pesquisadores trabalhando com diversos patossistemas demonstraram que HAD é uma variável de avaliação que apresenta relações significativas com o rendimento. Porém, vários outros autores concluem que nem sempre a HAD é a variável que melhor se relaciona com o rendimento.

Buzzerio (2001), estudando as relações entre área foliar, área sob a curva de progresso da doença (AUDPC), duração da área foliar sadia (HAD), absorção da área foliar sadia (HAA) e o rendimento de feijão, concluiu que, de modo geral, os melhores ajustes para os dados do rendimento nos patossistemas ferrugem e mancha angular do feijoeiro foram obtidos com a variável HAA (MJ m^{-2}).

Leite (2000), em um estudo sobre as relações de variáveis de doença e de área foliar com componentes do rendimento para o patossistema *Alternaria helianthi* – girassol, concluiu que dentre as variáveis integrais estudadas, a melhor relação com o rendimento foi verificada para HAA (MJ m^{-2}), descrita pelo modelo exponencial.

Segundo Martins (2003), para a soja, mais importante que a HAD, talvez seja a quantidade de luz realmente absorvida, tendo em vista que em seu estudo sobre o patossistema soja – doenças de final de ciclo (DFC), a HAA (MJ m^{-2}) foi a variável que melhor expressou a relação entre doença e rendimento.

Melhores ajustes entre HAA (MJ m^{-2}) e o rendimento também foram encontrados por Nunes (1994), Carneiro (1995), Godoy (1995) e Iamauti (1995) nos patossistemas ferrugem e mancha angular do feijoeiro.

Neste trabalho, a HAA (MJ m^{-2}) se mostrou ser a variável que melhor se relaciona com o rendimento e a massa de 1000 grãos, seguindo o modelo linear, confirmando os resultados obtidos por Martins (2003).

Porém, a HAD se relacionou com estes parâmetros quase tão bem quanto a HAA, indicando que a duração da área foliar também tem grande influência sobre a produção dos grãos de soja. Yang et al. (1992), estudando o patossistema *Phakopsora pachyrhizi*-soja, verificaram que a regressão entre a o rendimento e a duração da área foliar verde (GLAD), durante o florescimento da soja (R_1) até o tamanho máximo das sementes (R_6), foi altamente significativa ($p < 0,001$).

Segundo Gianasi (1999) a relação entre HAA e rendimento usualmente é linear, ao contrário da relação rendimento e HAD, que não é linear. Em seu trabalho sobre a quantificação de danos no patossistema *Colletotrichum lindemuthianum* – feijoeiro, o autor encontrou relação

linear entre o rendimento de feijão e HAD, que segundo ele, pode ser explicada pelo hábito de crescimento indeterminado da cultivar estudada. Assim, quanto mais cresce a planta mais vagens são formadas (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996). A não linearidade da relação rendimento, massa de 1000 grãos e HAD, presente trabalho, provavelmente é devido ao hábito de crescimento determinado nas cultivares utilizadas.

Considerando-se a relação encontrada na análise conjunta de que cada unidade de HAA absorvida promove ganho de 2 kg ha^{-1} , e a relação encontrada no item 3.2, na qual são perdidas 10 unidades de HAA por dia de atraso no controle, chegou-se a relação lógica de que, devido à influência do atraso no controle da ferrugem asiática da soja sobre HAA, e desta sobre o rendimento, então são perdidos 20 kg ha^{-1} por dia de atraso no controle.

Na relação entre HAD e rendimento encontrada neste item, são ganhos de 13 a 9 kg ha^{-1} , e o atraso no controle reduz a duração da área foliar sadia em 2,36 a 1,42 dias (item 3.2), então são perdidos de 31 a 13 kg ha^{-1} por dia de atraso no controle. Estes valores estão de acordo com aqueles obtidos no item 3.1, no qual foi encontrada a relação de queda no rendimento de 31 a 15 kg ha^{-1} por dia de atraso no controle.

2.3.5 Relações entre severidade da ferrugem asiática sobre o rendimento e massa de 1000 grãos de soja

O efeito da severidade da ferrugem sobre o rendimento e massa de 1000 grãos nos experimentos I, II, A, B, C e análise conjunta são mostrados nas Figuras 13 e 14.

Experimento I

Experimento II

Análise Conjunta

Dias de atraso no controle (DAC)

Figura 13 – Rendimento (kg ha⁻¹), massa de 1000 grãos (g) e severidade média (%) segundo diferentes atrasos no controle de ferrugem asiática da soja nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2006/07. Barra de erro representa o erro padrão da média

Experimento A

Experimento B

Experimento C

Dias de atraso no controle (DAC)

Figura 14 – Rendimento (kg ha⁻¹), massa de 1000 grãos (g) e severidade média (%) segundo diferentes atrasos no controle de ferrugem asiática da soja nos experimentos A, B e C, realizados em Pereiras, SP, safra 2006/07. Barra de erro representa o erro padrão da média

Os valores médios de severidade nestes experimentos chegaram a quase 30% na testemunha, mas nas últimas avaliações foram observados folíolos com até 75% de área foliar atacada.

As Figuras 13 e 14 mostraram que em várias situações tratamentos com alto rendimento apresentaram também alta severidade média, e em contraposição, alguns tratamentos com baixo rendimento apresentaram baixos valores de severidade média. Este fato mostra a baixa relação entre a severidade e o rendimento, como já mencionado por vários autores em diferentes culturas. A variável severidade, apesar disto, se relacionou com o rendimento e massa de 1000 grãos nos experimentos I e II, porém com coeficientes de determinação relativamente baixos. As análises de regressão mostraram haver uma relação linear entre severidade e rendimento, tanto no experimento I, com $R^2=0,40$ (Rendimento= $-49,571x + 2863,8$), como no experimento II, com $R^2=0,24$ (Rendimento= $-27,085x + 2558,5$). A análise conjunta destes experimentos também foi descrita pelo modelo linear, com $R^2=0,31$ (Rendimento= $-36,17x + 2684,1$). A Figura 15 ilustra os ajustes do modelo. Segundo esta relação, perde-se 36 kg ha^{-1} para cada unidade de severidade, ou seja, para cada um ponto percentual de área foliar atacada.

Figura 15 – Relação entre severidade média (%) da ferrugem asiática da soja e o rendimento (kg ha⁻¹) nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos experimentos dois experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06

A relação entre massa de 1000 grãos e severidade, como no rendimento, seguiu o modelo linear com $R^2=0,28$ (Rendimento= $-2,3297 \cdot \text{severidade} + 172,32$) no experimento I, $R^2=0,19$ (Rendimento= $-2,0765 \cdot \text{severidade} + 164,65$) no experimento II e $R^2=0,31$ (Rendimento= $-2,2082 \cdot \text{severidade} + 168,57$) na análise conjunta. Nesta relação são perdidos 2,2 g na massa de

1000 grãos para cada um por cento de área foliar atacada. Os resultados são apresentados na Figura 16.

Figura 16 – Relação entre severidade média (%) da ferrugem asiática da soja e a massa de 1000 grãos (g) nos experimentos I e II, e a análise conjunta dos experimentos, realizados em Pereiras, SP, safra 2005/06

Embora, neste trabalho, tenha sido encontrada relação significativa entre a severidade da ferrugem asiática e o rendimento e massa de 1000 grãos de soja, a severidade já vem sendo relatada em muitos trabalhos como sendo inadequada para quantificação de dano. Segundo Monteith (1981 apud BERGAMIN FILHO et al., 1995), a lógica da relação entre severidade da doença e rendimento é incerta porque a severidade considerada isoladamente, tem efeito diferente, caso ocorra precoce ou tardiamente numa plantação.

Martins (2003) e Guerzoni (2001) não encontraram relação entre severidade e rendimento e massa de 1000 grãos no patossistema *Cercospora kikuchii/Septoria glycydes* – soja. Vários outros autores relataram não haver relação entre a severidade das doenças e os rendimentos das culturas estudadas. Diaz (2000), trabalhando com feijão e *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* também demonstrou que a severidade não representou um bom preditor do rendimento. Resultado semelhante foi concluído por Godoy (1995) no patossistema *Phaeoisariopsis griseola* – feijoeiro, onde a severidade da doença não se correlacionou com a massa de 1000 grãos de feijão e não explicou a redução no rendimento. Bissonnette, D’Arcy e Pedersen (1994) em aveia – *Puccinia coronata* f.sp. *avenae*, Pataky et al. (1988) em milho – *Puccinia sorghi*, Iamauti (1995) em feijão – *Uromyces appendiculatus*. Outros autores obtiveram resultados semelhantes e concluíram não haver relação entre severidade da doença e o rendimento.

Andrade e Andrade (2002), em um trabalho sobre o controle químico da ferrugem asiática na soja com diferentes períodos de atraso no controle, relataram haver correlação significativa entre os diferentes níveis de severidade da doença, expressa em índice de doença, a desfolha e número de folhas trifolioladas na haste principal, rendimento e o peso de 100 grãos. Estes três últimos parâmetros decresceram com o aumento dos níveis de severidade e desfolha.

Porém, mesmo em patossistemas com forte relação entre severidade de doença e rendimento, o método baseado em HAD e HAA tem fornecido melhores resultados, além de ser considerada por muitos autores como ideal, ou a única capaz de produzir interpretações reproduzíveis de danos às culturas, induzidos por um complexo de múltiplas doenças ou pragas (NUTTER JUNIOR; LITTRELL, 1996).

Bergamin Filho et al. (1995), tomando como exemplo a equação $P = 9,3 - 0,04X$ ($R^2 = 0,85$), onde P é o rendimento de milho em toneladas por hectare, e X, a severidade da queima foliar aos 73 dias da cultura (AYERS et al., 1976), comentou que, a despeito de o coeficiente de determinação do modelo ser relativamente alto e significativo ao nível de 1% de severidade, é necessária boa dose de otimismo para acreditar que essa relação descreverá, com precisão, os prejuízos causados pelo patógeno à cultura do milho, em ambientes, condições de cultura e epidemias diferentes.

Considerando-se a relação encontrada na análise conjunta deste item, em que cada unidade de severidade promove redução de 36 kg ha^{-1} , e a relação encontrada no item 3.3, na qual existe um aumento de 0,25% da severidade para cada dia de atraso no controle, chega-se a relação de que são perdidos 9 kg ha^{-1} por dia de atraso no controle. Este valor está abaixo das taxas de redução apresentadas no item 3.1, indicando que, caso a predição do dano decorrente do atraso no controle da ferrugem fosse baseada na relação entre severidade e rendimento, o dano estaria sendo subestimado. Portanto HAA e HAD são variáveis mais adequadas que a severidade para a quantificação do dano provocado pelo atraso no controle da ferrugem asiática na soja.

3 CONCLUSÕES

- Nas situações em que o início da ferrugem asiática da soja ocorre próximo à fase reprodutiva, o rendimento cai à taxa de -31 kg ha^{-1} a -15 kg ha^{-1} por cada dia de atraso no controle, sendo o dano maior nos estádios mais jovens e menor nos estádios mais avançados.

- A relação entre o atraso no controle da ferrugem asiática da soja e HAA é de -10 MJ m^{-2} para cada dia de atraso no controle, ou seja, 10 MJ m^{-2} deixam de ser absorvidos por cada dia de atraso no controle.

- A relação entre o atraso no controle da ferrugem asiática da soja e HAD é de $-2,4$ a $-1,4$ dias para cada dia de atraso no controle, ou seja, a duração da área foliar sadia diminui $2,4$ a $1,4$ dias, por cada dia em que o controle é atrasado.

- A relação entre o rendimento de soja e HAA é de 2 kg ha^{-1} para cada unidade de HAA, ou seja, são ganhos 2 kg ha^{-1} para cada MJ m^{-2} absorvido pela área foliar sadia.

- A relação entre o rendimento de soja e HAD é de 13 a 9 kg ha^{-1} para cada unidade de HAD, ou seja, são ganhos de 13 a 9 kg ha^{-1} para cada dia de duração da área foliar sadia.

- A relação entre atraso no controle da ferrugem asiática da soja e severidade da doença é de $0,25\%$ ponto percentual para cada dia de atraso no controle.

- A relação entre o rendimento de soja e severidade da ferrugem asiática é de -36 kg ha^{-1} por cada ponto percentual de severidade.

- A variável que melhor se relaciona com o rendimento de soja é a absorção da área foliar sadia (HAA).

- Tanto HAA quanto HAD são variáveis melhores do que a severidade para serem usadas na quantificação de danos provocados pela ferrugem asiática na soja.

- Nas situações em que o início da ferrugem asiática da soja ocorre a partir do estágio R₅, não há redução no rendimento nem à massa de 1000 grãos de soja.

- Nas situações em que o início da doença ocorre próximo à fase reprodutiva, atrasos no controle superiores aos 28 dias apresentam o mesmo resultado que não realizar nenhum controle.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Brasil assumirá liderança na produção mundial de soja, prevê Ministério da Agricultura**. Brasília.

Disponível em: <<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2006/12/23/materia.2006-12-23.htm>>.

Acesso em: 17 jan. 2007.

ANDRADE, P. J. M; ANDRADE, D. F. A. A. Ferrugem asiática - uma ameaça à sojicultura brasileira. **Circular Técnica**. Dourados, n.11, p. 1-12, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Zoneamento agrícola**. Brasília.

Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/zoneamento/cultivares/05_soja/soja.pdf>. Acesso

em: 16 nov. 2005.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA DO MATO GROSSO. **A soja no mundo**.

Cuiabá. Disponível em: <<http://www.aprosoja.com.br/site/canal/viewCanal.htm>>. Acesso em: 02 ago. 2007.

AQUINO, V.M.; SHOKES, F.M.; BERGER, R.D.; GORBET, D.W.; KUCHARAK. Relationships among late leaf spot, health leaf area duration, canopy reflectance and pod yield of peanut. **Phytopathology**, St Paul, v.82, n. 5, p. 546-552, 1992.

ARIAS, C.A.A., RIBEIRO, A.S., YORINORI, J.T., BROGIN, R.L., OLIVEIRA, M.F. & TOLEDO, J.F.F. Inheritance of resistance of soybean to rust (*Phakospora pachyrhizi* Sidow). In: VII WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Embrapa, 2004, p.100.

AYERS, J.E. NELSON, R.R.; CASTOR, L.L. & BLANCO, M.H. Yield losses in corn caused by *Helminthosporium maydis* race T. **Plant Disease**, New York, v.60, p. 331-335, 1976.

BALARDIN, R.S. Ricardo Silveiro Balardin, pesquisador e professor da UFSM. [Entrevista].

Disponível em: <<http://www.paginarural.com.br/entrevistas.htm>> . Acesso em: 19 nov. 2007.

BERGAMIN FILHO, A. Epidemiologia comparativa: ferrugem da soja e outras doenças. In: ZAMBOLIM, L. **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa: UFV, 2006. cap. 2, p.15-32.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças das plantas tropicais**: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Ceres, 1996. 299p.

BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de Danos e Perdas. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**: princípios e conceitos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, cap.33, p.672 – 690.

BERGAMIN FILHO, A.; LOPES, D.B.; AMORIM, L.; GODOY, C.V. Avaliação de danos causados por doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.3, p. 133-177, 1995.

BISSONNETTE, S.M.; D'ARCY, C.J.; PEDERSEN, W.L. Yield loss in two spring oat cultivars due to *Puccinia coronata* f.sp. *avenae* in the presence or absence of barley dwarf virus. **Phytopathology**, St Paul, v.84, n.4, p.363-371, 1994.

BROMFIELD, K.R. Differential reaction of some soybean accessions to *Phakopsora pachyrhizi*. **Soybean Rust News**, Local, v.4, p.2, 1981. Abstract.

BROMFIELD, K.R.; HARTWIG, E.E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. **Crop Science**, Madinson, v.20, p.254-255, 1980.

BROMFIELD, K.R. World soybean rust situation. In: HILL, L. D. **World Soybean Research**: proceedings of the world Soybean Research Conference. Danville: The Interstate Printers and Publishers, 1976. p.491-500.

BUZZERIO, N.F. **Ferrugem e mancha angular do feijoeiro: efeito de fungicidas no desenvolvimento do hospedeiro e no progresso das doenças**. 2001. 115p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

CANTERI, M.G. **Uso de medidas de área foliar sadia e refletância no manejo da mancha angular do feijoeiro**. 1998. 83p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

CARNEIRO, S.M.T.P.G. **Quantificação de danos causados por *Phaeoisariopsis griseola* em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) no município de Londrina – PR**. 1995. 102p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

DEL PONTE, E.M.; GODOY, C.V.; LI, X; YANG, X.B. Predicting severity of asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. **Phytopathology**, St Paul, v. 96, n.7, p.797-803, 2006.

DIAZ, C.G. **Avaliação de danos causados por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)** 2000. 78p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004 – Doenças e medidas de controle**. Londrina.

Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 01 ago. 2007a.

EMBRAPA. **Prejuízo com ferrugem da soja se mantém estável nesta safra**. Londrina. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/noticia/ver_noticia.php?cod_noticia=380>. Acesso em: 01 ago. 2007b.

EMBRAPA. **Tabela de custos da ferrugem asiática da soja.** Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/doenca.htm>>. Acesso em: 21 ago. 2007c.

EMBRAPA. **A soja no Brasil.** Londrina. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br>>. Acesso em: 23 mar. 2007d.

EMBRAPA. **SP, MG, GO e MS concentram focos de ferrugem.** Londrina. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br>>. Acesso em: 23 mar. 2007e.

EMBRAPA. **Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes.** Londrina. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/servicos/livrorg/sojamelhoramento.doc>> Acesso em: 19 nov. 2007f.

EPAMIG. **Vazio sanitário da soja.** Disponível em: <<http://www.epamig.br/index.htm>> . Acesso em: 14 ago. 2007

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ. **Produção mundial reavaliada para 233,5 milhões de toneladas.** Disponível em: <http://www2.fae.org.br/noticias/exibe_noticia.php?id=1011>. Acesso em: 20 mai. 2007.

FERRANDINO, F.J.; ELMER, W.H. Reduction in tomato yield due to septoria leaf spot. **Plant Disease**, St Paul, v.76, p.208-211, 1992.

GIANASI, L. **Antracnose do feijoeiro: quantificação de danos e efeito do trifenil acetato de estanho no crescimento do hospedeiro e no progresso da doença.** 1999. 120p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

GODOY, C.V. Prejuízo com ferrugem da soja: estável nesta safra. [Entrevista]. Disponível em : <<http://agrolink.com.br/artigostecnicos.htm>> . Acesso em: 30 jul. 2007.

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

GODOY, C.V. **Avaliação de danos causados pela mancha angular do feijoeiro.** 1995. 72p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior e Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

GUERZONI, R.A. **Efeito das doenças foliares de final ciclo (*Septoria glycines* Hemmi e *Cercospora kikuchii* (Matsu & Tomoyasu) Gardner) na duração da área foliar sadia da soja.** 2001. 49p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior e Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

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

HERBÁRIO VIRTUAL DE FITOPATOLOGIA. **Ferrugem Asiática**. Disponível em: <<http://www.ufpel.tche.br/faem/dfs/herbario/sobre.php>> Acesso em: 05 maio 2006.

HERMAN, J.C. (Ed.) **Como a planta de soja se desenvolve**. Tradução de G.M. de Souza Câmara. Piraciaba: Potafós, 1997. 22p. (Special Report, 53)

HOFFMANN, L.L. A incidência de fungos associados com doenças de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Cascavel, n.24, 2003. 290 p. Suplemento.

IAMAUTI, M.T. **Avaliação de danos causados por *Uromyces appendiculatus* no feijoeiro**. 1995. 81p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior e Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

JOHNSON, K.B.; TENG, P.S. Coupling a disease progress model for early blight to a model of potato growth. **Phytopathology**, St Paul, v.77, p.1495-1497, 1992.

JOLY, A.B.; LEITÃO FILHO, H.F. **Botânica econômica: principais culturas brasileiras**. São Paulo: HUCITEC-EDUSP, 1979, 114p.

JULIATTI, F.C. Ferrugem da Soja: epidemiologia e manejo para uma doença emergente. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.13, p.133 -171, 2005.

KANTHACK, R.A.D. **Ferrugem asiática: uma praga para os produtores de soja**. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/artigo.php?id_artigo=92>. Acesso em: 19 set. 2005.

KRANZ, J. Measuring plant disease. In: KRANZ, J.; ROTEM, J. (Eds.) **Experimental Techniques in Plant Epidemiology**. Berlin: Springer-Verlag, 1988, 299p.

LEITE, R.M.V.B.C. **Avaliação de danos e efeito de variáveis ambientais na mancha de alternaria (*Alternaria helianthi*) em girassol**. 2002. 107p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

LIM, L.G.; GAUNT, R.E. Leaf area as factor in disease assessment. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge, v.97, p.481-483, 1981.

LIMA, G.M.M. Importância da qualidade nutricional da soja e de seus subprodutos no mercado de rações: situação atual e perspectivas futuras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999. Londrina. **Anais...** Londrina: Fund. CARGILL, 1999. p.165.

LOPES, D.B.; BERGER, R.D.; BERGAMIN FILHO, A. Absorção da área foliar sadia (HAA): uma nova abordagem para a quantificação de dano e para o manejo integrado de doença. **Summa Phytopathologica**. Jaboticabal, v.20, n.3-4, p.143-151, 1994.

LUCENA, J.A.M; CASELA, C. R.; GASTAL, M.F.C. Doenças da soja. In: VERNETI, F.J., (Coord). **Soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1983, v.1, p. 339-463.

MADEIRA, A.C.; CLARK, J.A.; ROSSAL, S. Growth, light interception and disease in field bean (*Vicia faba*): the effect of late infection by *Ascochyta fabae*. **Annual Applied of Biology**, Washington, v.112, p. 585-595, 1988.

MAPA. **Soja Brasil**: série histórica de área cultivada, produção e produtividade. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 23 jul. 2007.

MAPA. **Agrofit – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 14 fev. 2006.

MAPA. **Catálogo de cultivares protegidas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 30 out. 2006.

MARTINS, M.C. **Produtividade de soja sob influência de ocorrência natural *Septoria glycines* Hemmi e *Cercospora kikuchii* (Matsu & Tomoyasu) Gardner com e sem controle químico**. 2003. 103 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MELCHING, J.S.; DOWLER, W. M.; KOOGLE, D.L.; ROYER, M.H. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease**, New York v.73, p.117-172, 1989.

MITCHELL, R.L; RUSSEL, W.J. Root development and rooting patterns of soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill] evaluated under field conditions. **Agronomy journal**, Madison, v.63, p.313-316, 1971.

MONTEITH, J.L. Climate and the efficiency of crop production in Britain. In: **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v. 281, n. 3, p. 277-294, 1977.

NUNES, W.M.C.; BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de danos causados pela antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.436-442, 1996.

NUNES, W.M.C. **Avaliação dos danos causados pela antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) Scribner) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1994. 74p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

NUTTER JUNIOR, F.W.; LITRELL, R.H. Relationships between defoliation, canopy reflectance and pod yield in peanut late leaf spot pathosystem. **Crop Protection**, Great Britain, v.15, n.2, p.135-142, 1996.

OLIVERIA, A.C.B.; GODOY, C.V.; MARTINS, M.C. Avaliação da tolerância de cultivares de soja à ferrugem asiática no oeste da Bahia. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v.30, p.658-662, 2005.

PARRA, J.R.P. Editorial. **Visão Agrícola**: soja. Piracicaba, v.5, p.60-62, jan. 2006.

PATAKY, J.K.; HEADRICK, J.M. Classification of sweet corn hybrid reactions to common rust, northern leaf blight. Stewart's wilt and Goss' wilt and associated yield reductions. **Phytopathology**, St Paul, v.78, p.172-178, 1988.

REIS, E.M.; HOFFMANN, L.L.; BLUM, M.M.C. Modelo de ponto crítico para estimar os danos causados pelo oídio em cevada. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, p.644-646, 2002.

REIS, E.M.; BLUM, M.M.C.; CAMARA, R.K. Escala diagramática para estimar a severidade da ferrugem da soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, 10 p., 2006. No prelo.

RITCHIE, S.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E. **How a soybean plants develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1982. 20p. (Special Report, 53).

ROSSING, W.A.H.; VAN OIJEN, M.; VAN DER WERF, W.; BASTIAANS, L.; RABBINGE, R. Modeling the effects of foliar pests and pathogens on light interception, photosynthesis, growth rate and yield of field crops. In: AYRES, P.G. (Ed.) **Pests and pathogens: plant responses to foliar attack**, Oxford: Bios Scientific Publishers. 1992. p. 161-180.

SCHAFER, J.F. Tolerance to plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.8, p.235-252, 1970.

SEIXAS, C.D.S. **Vazio Sanitário**: panorama nacional e medidas de monitoramento. Disponível em:

<<http://garoupa.cnpso.embrapa.br/download/consorcio/simposio2007/PalestrasCAFeSimposio/VazioSanitarioCAF.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2007

SHIBLES, R. et al. Soybean. In: EVANS, L.T. **Crop Physiology – some case histories**. Londres: Cambrigde University Press, 1975, cap.6, p.151-189.

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

TAN-YUJUN; FEI-FUHUA; SHAN-ZHIHUI; ZHOU-LECONG; SHEN-MIGZHEN; LI-SONG; TAN-YJ; FEI-FH; SHAN-ZH; ZHOU-LC; SHEN-MZ; LI-S. Study on teliospore formation of *Phakopsora pachyrhizi* Sydow. **Chinese Journal of Oil Crop Sciences**, Wuhan, v.23, n.1, p.57-59, 2001.

TENG, P.S. Quantifying the relationship between disease intensity and yield loss. In: TENG, P.S. (Ed.) **Crop loss assessment and pest management**, St Paul: The American Phytopathological Society, 1987, p. 105-113.

TSCHANZ, A.T.; WANG, T.C. Interrelationship between soybean development resistance, and *Phakopsora pachyrhizi*. In: FIFTH INTERNATIONAL CONGRESS OF THE SOCIETY FOR THE ADVANCED OF BREEDING RESEARCH IN ASIA AND OCEANIA, 1985. Bangkok. **Anais...** Bangkok: SABRAO, 1985, p. 14-20.

VELLO, N.A.; SILVA, L.A.S. Genética busca atender o consumo humano crescente. **Visão Agrícola**: soja. Piracicaba, v.5, p.60-62, jan. 2006.

VERNETTI, F.J. Genética da soja – caracteres qualitativos. In: VERNETTI, F.J. (Org.). **Soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1983, v.2, cap.7, p. 466-724.

WAGGONER, P.; BERGER, R. D. Defoliation, disease and growth. **Phytopathology**. St Paul, v.77, p. 393-398, 1987.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. In: Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, London, v. 11, n. 41, p. 41-76, 1947.

YAMAOKA, Y., FUJIWARA, Y., KAKISHIMA, M., KATSUYA, K., YAMADA, K. & HAGIWARA, H. Pathogenic races of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean and wild host plants collected in Japan. **Plant Pathology**, Harpenden, v.68, p.52-56, 2002.

YANG, X.B.; TSCHANZ, A.T.; DOWLER, W.M.; WANG, T.C. 1991. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybean infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, St Paul, v.81, n.11, p.1420-1426, 1991.

YANG, X.B.; TSCHANZ, A.T.; DOWLER, W.M.; WANG, T.C. Comparing the effects of rust on plot yield, plant yield, yield components, and vegetative parts of soybean. **Journal of Phytopathology**, Hamburg, v.136, n.1, p. 46-56, 1992.

YORINORI, J.T. **Controle da ferrugem “asiática” da soja na safra 2006/07**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/Tadashi_set_2006.doc> Acesso em: 21 ago. 2007.

YORINORI, J.T. **Controle da ferrugem "asiática" da soja na safra 2006/07**. Disponível em: <<http://www.aprosoja.com.br/site/artigo/viewArtigo.php?idArtigo=2991>>. Acesso em: 16 jan. 2007.

YORINORI, J.T; LAZZAROTTO, J.J. **Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul**.

Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/alerta/documentos236.pdf>> Acesso em: 07 mar. 2005.

YORINORI, J.T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. In: Congresso Brasileiro de Soja, II. 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2002. P. 171-187.

YORINORI, J.T.; CHARCHAR, M.J.A.; NASSER, L.C.B.; HENNING, A.A. Doenças da soja e seu controle. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. **Cultura da soja nos cerrados**, Piracicaba: POTAFÓS, 1993, p.333-397.

YORINORI, J.T. Doenças da soja. In: _____. **A soja no Brasil Central**. Campinas: Fundação Cargill. 1977, p. 158– 215.

ZADOKS, J.C. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory: **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.23, p. 455-473, 1985.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Características da cultivar de soja CD 204

CD 204Obtentor :**COODETEC****Descritores Fisiológicos**

Ciclo vegetativo (emergência à floração)	Médio
Ciclo total.....	Médio
Dias da emergência à floração.....	57
Dias da emergência à maturação.....	131
Altura das plantas (na maturação).....	Média
Altura de inserção vagens inferiores (cm).....	15 – 16
Resistência ao acamamento.....	Regular
Resistência à deiscência das vagens.....	Boa
Hábito decrescimento.....	Determinado

Características da Flor

Cor da flor.....	Branca
------------------	--------

Características da Vagem

Cor da vagem (sem pubescência).....	Marrom clara
Cor da vagem (com pubescência).....	Cinza escura

Características da Semente

Forma	Esférica
Cor do tegumento.....	Amarela
Brilho do tegumento.....	Fosco
Cor do hilo.....	Marrom clara

Reação a patógenos/doenças

Pústula bacteriana.....	Resistente
Crestamento bacteriano	Não informado
Cancro da haste	Resistente
Podridão vermelha da raiz.....	Não informado
Podridão parda da haste.....	Suscetível
Mosaico comum.....	Não informado
Nematóide de galha.....	Suscetível
Nematóide do cisto.....	Suscetível
Mancha olho de rã.....	Resistente

Potencial produtivo.....	3164 kg ha ⁻¹
--------------------------	--------------------------

Fonte: Catálogo de Cultivares Protegidas de Soja – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
 Zoneamento Agrícola – Associação Brasileira de Sementes e Mudanças

APÊNDICE B - Características da cultivar de soja BRS 133

BRS 133Obtentor :**EMBRAPA****Descritores Fisiológicos**

Ciclo vegetativo(emergência à floração)	Médio
Ciclo total.....	Médio/tardio
Dias da emergência à floração.....	52
Dias da emergência à maturação.....	121
Altura das plantas (na maturação).....	Alta
Altura de inserção vagens inferiores (cm).....	15 – 16
Resistência ao acamamento.....	Boa
Resistência à deiscência das vagens.....	Muito Boa
Hábito decrescimento.....	Determinado

Características da Flor

Cor da flor.....	Branca
------------------	--------

Características da Vagem

Cor da vagem (sem pubescência).....	Marrom clara
Cor da vagem (com pubescência).....	Marrom

Características da Semente

Forma	Esférica
Cor do tegumento.....	Amarela
Brilho do tegumento.....	Fosco
Cor do hilo.....	Marrom

Reação a patógenos/doenças

Pústula bacteriana.....	Resistente
Crestamento bacteriano	Resistente
Cancro da haste	Resistente
Podridão vermelha da raiz.....	Suscetível
Podridão parda da haste.....	Não informado
Mosaico comum.....	Resistente
Nematóide de galha.....	Suscetível
Nematóide do cisto.....	Suscetível
Mancha olho de rã.....	Resistente

Potencial produtivo.....	3600 kg ha ⁻¹
--------------------------	--------------------------

Fonte: Catálogo de Cultivares Protegidas de Soja – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
 Zoneamento Agrícola – Associação Brasileira de Sementes e Mudanças

APÊNDICE C - Características da cultivar de soja MSOY 7901

MSOY 7901Obtentor :**MONSOY LTDA****Descritores Fisiológicos**

Ciclo vegetativo (emergência à floração)	Precoce
Ciclo total.....	Precoce
Dias da emergência à floração.....	68
Dias da emergência à maturação.....	138
Altura das plantas (na maturação).....	Média
Altura de inserção vagens inferiores (cm).....	11 – 12
Resistência ao acamamento.....	Boa
Resistência à deiscência das vagens.....	Boa
Hábito decrescimento.....	Determinado

Características da Flor

Cor da flor.....	Roxa
------------------	------

Características da Vagem

Cor da vagem (sem pubescência).....	Marrom clara
Cor da vagem(com pubescência).....	Marrom

Características da Semente

Forma	Esférica
Cor do tegumento.....	Amarela
Brilho do tegumento.....	Brilhante
Cor do hilo.....	Preta

Reação a patógenos/doenças

Pústula bacteriana.....	Resistente
Crestamento bacteriano	Suscetível
Cancro da haste	Resistente
Podridão vermelha da raiz.....	Não informado
Podridão parda da haste.....	Não informado
Mosaico comum.....	Não informado
Nematóide de galha.....	Não informado
Nematóide do cisto.....	Resistente
Mancha olho de rã.....	Resistente

Potencial produtivo.....	3500 kg ha ⁻¹
--------------------------	--------------------------

Fonte: Catálogo de Cultivares Protegidas de Soja – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
 Zoneamento Agrícola – Associação Brasileira de Sementes e Mudanças

APÊNDICE D – Características da cultivar de soja MG/BR 46 Conquista

MG/BR 46 ConquistaObtentor....**EMBRAPA/EPAMIG****Descritores Fisiológicos**

Ciclo vegetativo (emergência à floração)	Médio
Ciclo total.....	Médio
Dias da emergência à floração.....	52
Dias da emergência à maturação.....	128
Altura das plantas (na maturação).....	Média
Altura de inserção vagens inferiores (cm).....	15
Resistência ao acamamento.....	Resistente
Resistência à deiscência das vagens.....	Boa
Hábito decrescimento.....	Determinado

Características da Flor

Cor da flor.....	Roxa
------------------	------

Características da Vagem

Cor da vagem (sem pubescência).....	Marrom clara
Cor da vagem (com pubescência).....	Marrom

Características da Semente

Forma	Esférica
Cor do tegumento.....	Amarela
Brilho do tegumento.....	Fosco
Cor do hilo.....	Preto

Reação a patógenos/doenças

Pústula bacteriana.....	Resistente
Crestamento bacteriano	Não informado
Cancro da haste	Resistente
Podridão vermelha da raiz.....	Não informado
Podridão parda da haste.....	Não informado
Mosaico comum.....	Suscetível
Nematóide de galha.....	Tolerante
Nematóide do cisto.....	Suscetível
Mancha olho de rã.....	Resistente

Potencial produtivo.....	2.749 kg ha ⁻¹
--------------------------	---------------------------

Fonte: Catálogo de Cultivares Protegidas de Soja – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
 Zoneamento Agrícola – Associação Brasileira de Sementes e Mudanças

APÊNDICE E – Características da cultivar de soja BRS 245 rr

BRS 245 rrObtentor....**EMBRAPA****Descritores Fisiológicos**

Ciclo vegetativo (emergência à floração)	Médio
Ciclo total.....	Médio
Dias da emergência à floração.....	52
Dias da emergência à maturação.....	123
Altura das plantas (na maturação).....	Média
Altura de inserção vagens inferiores(cm).....	15-16
Resistência ao acamamento.....	Resistente
Resistência à deiscência das vagens.....	Resistente
Hábito decrescimento.....	Determinado

Características da Flor

Cor da flor.....	Branca
------------------	--------

Características da Vagem

Cor da vagem (sem pubescência).....	Marrom clara
Cor da vagem (com pubescência).....	Marrom

Características da Semente

Forma	Esférica
Cor do tegumento.....	Amarela
Brilho do tegumento.....	Fosco
Cor do hilo.....	Marrom

Reação a patógenos/doenças

Pústula bacteriana.....	Resistente
Crestamento bacteriano	Não informado
Cancro da haste	Resistente
Podridão vermelha da raiz.....	Mod. resistente
Podridão parda da haste.....	Suscetível
Mosaico comum.....	Não informado
Nematóide de galha.....	Suscetível
Nematóide do cisto.....	Suscetível
Mancha olho de rã.....	Resistente

Potencial produtivo.....	3.130 kg ha ⁻¹
--------------------------	---------------------------

Fonte: Catálogo de Cultivares Protegidas de Soja – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
 Zoneamento Agrícola – Associação Brasileira de Sementes e Mudas

APÊNDICE F - Escala diagramática para avaliação da severidade de ferrugem asiática da soja, desenvolvida por GODOY, KOGA e CANTERI (2006).