



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**MOMENTOS E NÚMERO DE APLICAÇÕES DE
FUNGICIDAS E SEU EFEITO SOBRE A DURAÇÃO
DA ÁREA FOLIAR SÁDIA E O RENDIMENTO DE
GRÃOS EM SOJA**

DIEGO ALESSIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Fitopatologia.

Passo Fundo, abril de 2008.

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MOMENTOS E NÚMERO DE APLICAÇÕES DE
FUNGICIDAS E SEU EFEITO SOBRE A DURAÇÃO
DA ÁREA FOLIAR SADA E O RENDIMENTO DE
GRÃOS EM SOJA**

DIEGO ALESSIO

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Forcelini

Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Fitopatologia.

Passo Fundo, abril de 2008.

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOPATOLOGIA

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a dissertação.

“Momentos e número de aplicações de fungicidas e seu efeito sobre a duração da área foliar e o rendimento de grãos em soja”

DIEGO ALESSIO

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Agronomia – Área de Concentração em Fitopatologia

Aprovada pela Comissão Examinadora em:

Dr. Carlos Alberto Forcelini
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador

Dr. Mauro Rizzardi
Diretor da FAMV

Dr. Vilson Antonio Klein
Coordenador do PPGA

Dr. Erlei Melo Reis
1º Examinador

Dr. Ricardo Silveiro Balardin
2º Examinador

AGRADECIMENTOS

A DEUS, fonte de vida e esperança;

Em especial, aos meus pais, CARLOS e ORIDES pela oportunidade e incentivo aos estudos;

A minha namorada CRHIS e meu filho RICARDO, pela paciência nas muitas vezes em que estive ausente e atenção nos momentos que precisei de conforto;

Aos meus irmãos, RODRIGO e TAISA, pelo apoio e confiança que sempre depositaram em mim;

Ao Dr. CARLOS ALBERTO FORCELLINI, pela valiosa orientação nesta dissertação;

Aos colegas e funcionários do Curso de pós-graduação em Agronomia – Fitopatologia da Universidade de Passo Fundo pela amizade;

À UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO, pela disponibilidade de recursos para realizar esta pesquisa científica;

À CAPES, pelo auxílio financeiro.

Muito obrigado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

DIEGO ALESSIO, filho de Carlos Roberto Alessio e Orides Alessio, nasceu em Faxinal dos Guedes, Santa Catarina, em 02 de abril de 1983. Em 2000, ingressou no curso de Agronomia da Universidade de Federal de Santa Catarina (UFSC), graduando-se em 2005. Em março de 2006, ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Fitopatologia da Universidade de Passo Fundo, sob orientação do Professor Doutor Carlos Alberto Forcelini.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	07
LISTA DE FIGURAS.....	09
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. Aspectos econômicos da cultura da soja	16
2.2. Principais doenças foliares da soja.....	17
2.3. Fungicidas utilizados no controle de doença foliares.....	21
2.4. Duração da área foliar sadia (DAFS).....	23
2.5. Rendimento de grãos e a DAFS.....	26
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4. RESULTADOS.....	33
5. DISCUSSÃO.....	66
6. CONCLUSÃO.....	72
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
8. APÊNDICE.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
01	Descrição das equações dos valores estimados do rendimento de grãos (RG) de três cultivares de soja em funções da duração da área foliar (DAF) e duração da área foliar sadia (DAFS). Passo Fundo, Safra 2006/07.....	40
02	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) do cultivar 6001 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	43
03	Duração da área foliar sadia (DAFS) do cultivar 6001 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	44
04	Rendimento de grãos (kg/ha^{-1}) do cultivar 6001 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	45
05	Peso de mil grãos (gramas) do cultivar 6001 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	46
06	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) do cultivar Anta RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	49
07	Duração da área foliar sadia (DAFS) do cultivar Anta RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	50

08	Rendimento de grãos (kg/ha^{-1}) do cultivar Anta RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	51
09	Peso de mil grãos (gramas) do cultivar Anta RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	52
10	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) do cultivar CD 219 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	55
11	Duração da área foliar sadia (DAFS) do cultivar CD 219 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	56
12	Rendimento de grãos (kg/ha^{-1}) do cultivar CD 219 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	57
13	Peso de mil grãos (gramas) do cultivar CD 219 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	58
14	Descrição das equações do valores estimados do rendimento de grãos (RG) de três cultivares de soja em função do peso de grãos (PG). Passo Fundo, Safra 2006/07.....	61
15	Retorno econômico médio em função do número de aplicações de fungicidas visando o controle de doenças foliares em três cultivares com diferentes grupos de maturação. Passo Fundo. Safra 2006/07.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1	33
Precipitação pluviométrica (mm) (colunas) e temperatura média (°C) do ar (linha); entre 01/12/2006 a 30/04/2007 em Passo Fundo/RS.....	
2	34
Duração em dias do ciclo de três cultivares de soja, por estágio de desenvolvimento. Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	
3	37
Evolução do índice de área foliar (IAF) e do índice de área foliar sadia (IAFS). Duração da área foliar (DAF) e duração da área foliar sadia (DAFS) de três cultivares de soja: 6001 RR (a-b); Anta RR (c-d) e CD 219 RR (e-f) submetidos a uma (R5.1) e duas (R1 + R5.1) aplicações triazol + estrobilurina e sem fungicida. Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	
4	39
Relação entre o rendimento de grãos e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), duração da área foliar (DAF) e duração da área foliar sadia (DFS), em três cultivares de soja: 6001 RR (a-c), Anta RR (d-f) e CD 219 RR (g-i). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	
5	42
Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), duração da área foliar sadia (DAFS), rendimento de grãos e peso de mil grãos (PMG) do cultivar 6001 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazol + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	
6	48
Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), duração da área foliar sadia (DAFS), rendimento de grãos e peso de mil grãos (PMG) do cultivar Anta RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazol + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.....	

- 7 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), duração da área foliar sadia (DAFS), rendimento de grãos e peso de mil grãos (PMG) do cultivar CD 219 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazol + estrubilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07..... 54
- 8 Relação entre rendimento médio de grãos de três cultivares de soja e o peso médio de mil grãos em três cultivares: (a) 6001 RR, (b) Anta RR e (c) CD 219 RR. Passo Fundo/RS, Safra 2006/07..... 60
- 9 Duração da área foliar sadia (DAFS) e rendimento de grãos (kg/ha) em três cultivares de soja: 6001 RR (a-b); Anta RR (c-d) e CD 219 RR (e-f), submetidos a duas aplicações (R1 + R5.1) de diferentes fungicidas. Passo Fundo/RS, Safra 2006/07..... 65

**MOMENTO E NÚMERO DE APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS
E SEU EFEITO SOBRE A DURAÇÃO DA ÁREA FOLIAR
SADIA E O RENDIMENTO DE GRÃOS EM SOJA**

DIEGO ALESSIO E CARLOS ALBERTO FORCELINI

RESUMO – Em estudos feitos com o objetivo de avaliar os efeitos do controle químico sobre as doenças foliares da cultura da soja são utilizadas variáveis que levam em consideração a área foliar lesionada ou removida e não a área foliar remanescente da planta. No entanto, o rendimento de grãos na cultura da soja tem relação significativa com a duração da área foliar sadia (DAFS) durante o seu período reprodutivo. Programas de aplicações de fungicidas visando ao controle de doenças foliares que permitam maior DAFS devem proporcionar melhores rendimentos ao produtor. Com esse objetivo, experimentos foram realizados na FAMV/UPF, utilizando diferentes cultivares e programas de aplicação. Na safra 2006/07, foram avaliados três cultivares de ciclo precoce, médio e longo, semeados em 05/12/2006 e submetidos ao tratamento com fungicidas, em uma aplicação (R1, R3, ou R5.1) ou duas aplicações (R1 + R5.1). Os ingredientes ativos (i.a) utilizados foram às misturas pré-formuladas de epoxiconazole 25 g i.a/ha⁻¹ + piraclostrobina 66,5 g i.a/ha⁻¹, ciproconazole 24 g i.a/ha⁻¹ + azoxistrobina 60 g i.a/ha⁻¹ mais 0,5% do adjuvante Nimbus e ciproconazole 24 g i.a/ha⁻¹ + trifloxistrobina 56,25 g i.a/ha⁻¹ mais 0,5% do adjuvante Attach. Avaliações de doenças e quantificações de área foliar foram feitas simultaneamente em três momentos dentro período reprodutivo (R1, R5.1 e R6), coletando cinco plantas por parcela. Foram quantificadas a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), a duração da área foliar (DAF), a duração da área foliar sadia (DAFS) e o rendimento e peso de grãos. As condições climáticas, caracterizadas por temperaturas

elevadas e chuvas bem distribuídas, foram favoráveis ao desenvolvimento da ferrugem, a qual foi observada aos 95 dias após a emergência para os três cultivares, conseqüentemente, sendo o de ciclo tardio foi o mais afetado. Uma aplicação de fungicida, independente do estágio reprodutivo e da mistura utilizada, não foi suficiente para a manutenção da área foliar durante todo o período reprodutivo. De maneira geral, duas aplicações foram significativamente superiores para os três cultivares, proporcionando incrementos entre 15 a 26% na duração da área foliar sadia durante o período reprodutivo, refletindo em aumentos de 25 a 42% no rendimento de grãos.

Palavras-chave: Oídio, ferrugem asiática, doenças de final de ciclo.

**TIMING AND NUMBER OF FUNGICIDAL SPRAYS AND
THEIR EFFECTS ON HEALTH LEAF AREA DURATION
AND GRAIN YIELD OF SOYBEANS.**

ABSTRACT – Studies carried out to evaluate chemical control of soybean diseases usually consider the diseased or removed but not the remaining leaf area. However, grain yield has shown to be more related to the health leaf area duration (DAFS) during the reproductive stages of soybeans. Programs of fungicidal sprays that allow for higher DAFS are expected to provide increased grain yields. With this hypothesis field trials were conducted at the FAMV/UPF in the summer season of 2006/07 using three soybeans cultivars of short, medium, and long crop cycles, and fungicidal spray programs with one application at R1, R3, or R5.1 and two applications at R1 and R5.1. The following fungicides were used: epoxiconazol 25 g a.i./ha⁻¹ + pyraclostrobin 66.5 g a.i./ha⁻¹,

cyproconazol 24 g a.i./ha⁻¹ + azoxystrobin 60 g a.i./ha⁻¹ + 0.5% of the adjuvant Nimbus, and cyproconazol 24 g a.i./ha⁻¹ + tryfloxistrobin 56.25 g a.i./ha⁻¹ + 0.5% of the adjuvant Attach. Assessments of disease severity and leaf area were carried out collecting five plants per plot at the plant stages R1, R5.1, and R6. Later the area under the disease progress curves, the leaf area duration (DAF), the healthy leaf area duration (DAFS), and the grain yield were determined. The summer temperatures and rain amount in 2006/07 favored soybean rust, which occurred from 95 days after plant emergence for all cultivars. Therefore the long cycle cultivar was the most affected by rust. One application of fungicide, no matter the plant stage or the active ingredient, was not enough to maintain the leaf area along the reproductive period for three cultivars. Overall, two applications resulted in DAFS 15 to 26% superior to the other treatments, with increases in grain yield of 25 to 42%.

Key words: Powdery mildew, asian rust, late season diseases.

INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a cultura de maior representatividade em área cultivada no Brasil, com 21,3 milhões de hectares na safra 2006/07 (Conab, 2008). A importância dessa cultura para o agronegócio brasileiro é bem conhecida; na safra de 2006/07 foram 59,3 milhões de toneladas produzidas. A produção nacional poderia ter sido 4,5% superior, não fosse o prejuízo causado pela ferrugem naquela safra (Yorinori *et al*, 2007), representando uma perda de US\$ 615,7 milhões.

A ocorrência de outras doenças foliares, como o oídio e o complexo de doenças de final de ciclo (DFCs), concomitantes a ferrugem, têm sido fator limitante a expressão do potencial de cultivo da soja nas mais diversas situações de cultivo a campo. Há muito tempo várias medidas de controle são objetos de estudo a fim de otimizar o combate dessas doenças na cultura, entre elas, o uso de cultivares com algum grau de resistência, rotação de culturas, plantios no início da época recomendada para cada cultivar e aplicação de fungicidas na parte aérea (REIS, 2004).

O uso de fungicidas em soja foi intensificado por ser a única ferramenta que evita reduções de produtividade na presença dessas doenças foliares (FORCELINI, 2002). Contudo, em muitos casos essa ferramenta tem sido mal empregada, sem a utilização de critérios que priorizem a planta, sua área foliar e os componentes do seu rendimento. As recomendações pela pesquisa para controle das doenças foliares da soja são feitas com base na área foliar comprometida pelas doenças foliares, ao invés de considerar a área

foliar sadia que permaneceu na planta contribuindo para a formação e enchimento dos grãos (Bergamin *et al.*, 1996).

Trabalhos preliminares de estudos sobre perdas e manejo de doenças (Waggoner & Berger, 1987; Lopes et al., 1994; Bergamin Filho & Amorim, 1996) demonstram que variáveis integrais como a duração da área foliar sadia (DAFS) e a absorção de radiação solar pela área foliar sadia (ARSAS) apresentam correlação significativa com o rendimento de grãos. Isso se deve ao fato de que, a produção de uma cultura está intimamente relacionada com a porção de radiação que as plantas conseguem aproveitar e essa radiação pode não estar necessariamente associada à severidade de doença.

Embora, em alguns casos exista relação entre doença e produtividade em soja, mas, essa relação é bastante questionável, principalmente porque o máximo potencial produtivo possível é diferente para cada campo, região ou estação de cultivo, devido a fatores edafo-climáticos (Monteih & Elston, 1983; Squire, 1990).

O retorno em rendimento de grãos ao controle das doenças foliares em soja depende de vários fatores, entre os quais o cultivar plantado, o potencial da lavoura, o clima, a intensidade das doenças em cada estágio de crescimento da planta e as condições de aplicação, envolvendo o próprio fungicida, o posicionamento da aplicação e a tecnologia utilizada.

A proteção da área foliar e o manejo adequado de fungicidas de acordo com as características de reação de cada grupo de cultivares são essenciais para garantir o enchimento de grãos e rendimentos elevados. Porém, poucas informações são disponíveis a esse respeito, razão pela qual este trabalho foi proposto.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos econômicos da cultura da soja

A soja (*Glycine Max* L.) faz parte da dieta alimentar dos povos asiáticos a mais de cinco mil anos. O seu cultivo ficou restrito ao oriente até a segunda década do século XX. Introduzida em 1882, (com materiais vindos dos EUA) na Bahia, a exploração da cultura da soja no Brasil só começou quando ela foi levada para o extremo sul do País (BONATO,1987). Até 1960, a soja permaneceu no sul do Brasil como cultivo marginal, sendo cultivada em pequena escala e consumida nas pequenas propriedades (Arantes & Souza, 1993). A partir dos anos 80, a produção de soja o caminho do meio oeste brasileiro (Cerrados), graças aos avanços tecnológicos conseguidos pelos cientistas brasileiros, destacadamente o desenvolvimento de variedades adaptadas a regiões de baixas latitudes e outras tecnologias vinculadas à correção de deficiências nutricionais dos solos tropicais. Hoje, as regiões Centro-oeste e Sul do país são responsáveis por 85% da soja produzida no Brasil (CONAB,2008).

No início da década de 70 eram cultivados no Brasil 1.318,000 ha⁻¹ (Bonato & Bonato, 1987), e, 28 anos depois, na safra 2007/08 o Brasil cultivou cerca de 22.417,000 ha⁻¹ (CONAB, 2008).

A produção mundial de soja no período de 2006/07 chegou a 221,3 milhões de toneladas. O Brasil segue como o segundo maior produtor mundial atrás apenas dos Estados Unidos (USDA, 2008). A metade da soja produzida no Brasil é exportada, sendo que 30% dela é destinada a China, principal mercado consumidor, gerando 6,37 bilhões de dólares em divisas externas para a economia brasileira.

O complexo agroindustrial da soja no Brasil movimentava aproximadamente US\$ 32 bilhões anualmente e emprega cerca de 4,5 a 5 milhões de pessoas (EMBRAPA, 2004).

O crescimento da demanda pelo grão por países como a China, a existência de poucos países produtores de soja, programas governamentais estimulando o uso de combustíveis renováveis (bicomustível) e as constantes instabilidades climáticas, são fatores que colaboram para uma tendência na elevação dos preços no mercado internacional, produzindo um cenário favorável para o Brasil nos próximos anos, que tudo indica será o país maior produtor de soja dentro de pouco tempo, em função do seu clima e terras férteis ainda por explorar (CONAB, 2008).

2.2 Principais doenças da cultura da soja

As doenças que atacam a parte aérea, em especial as folhas, interferindo no processo de fotossíntese (Grupo V de McNew), são as que vêm causando maiores danos à cultura da soja (Yorinori *et al*, 2005). A ocorrência de duas ou mais doenças em uma mesma planta ao mesmo tempo é frequente, especialmente em culturas tropicais (WALLER, 1976). O oídio, as doenças de final de ciclo e mais recentemente a ferrugem da soja formam o complexo de doenças foliares, sendo as mais importantes, em função de sua maior frequência nas lavouras brasileiras e seu elevado potencial de danos à cultura (Yorinori *et al*, 2005).

O oídio da soja, causado pelo fungo *Microsphaera diffusa* (Cooke & Peck), foi considerada uma doença sem importância

econômica no Brasil até meados da década passada. A partir de 1996/1997, desde a região Sul até as regiões Sudeste e Centro Oeste do Brasil, foram relatados diversos surtos epidêmicos desta doença (Reis *et al.*, 1997; Sawada & Azevedo, 1997; Michel *et al.*, 1998). A doença causa perdas médias em cultivares suscetíveis estimadas entre 15 e 20%, com extremos variando de 50 a 60% (Yorinori *et al.* 1998, Silva *et al.* 1999). O agente causal do oídio é um parasita biotrófico, o qual sobrevive em plantas voluntárias e hospedeiros secundários (SINCLAIR, 1999). A infecção é mais visível por ocasião do início do período reprodutivo, sendo mais comum em regiões com temperaturas entre 18° e 24°C (MCGEE, 1992) e em anos caracterizados por baixa precipitação pluvial, já que o molhamento foliar é um fator inibidor do estabelecimento do fungo (BALARDIN, 2002). Cultivares resistentes e uso de fungicidas quando a severidade atingir 20% da área foliar são as medidas de controle preferenciais dessa doença (RECOMENDAÇÕES, 2006).

Segundo Reis (2004), entre as doenças de final de ciclo (DFCs) que causam maiores danos na área foliar da soja no Estado do Rio Grande do Sul destacam-se as doenças causadas pelos fungos necrotróficos *Cercospora kikchiii* (Matsu & Tomayasu), *Septoria glycines* Hemmi e *Colletotrichum dematium* (Schwein) Andrus & W. D: Moore.

A antracnose da soja (*C. dematium*) pode causar danos de até 100% na cultura (Manandhar & Hartman, 1999, Balardin, 2002). A ocorrência de no mínimo 12 horas de molhamento foliar associados a temperatura entre 18 e 25°C favorecem o desenvolvimento da doença nas lavouras. A mancha parda ou septoriose (*S. glycines*) pode

causar um dano de 8 a 15% em condições de naturais de infecção (Lim, 1980; Reis, 2004). Esta doença está adaptada as diferentes temperaturas existentes tanto no clima temperado como tropical, por isso da sua ampla distribuição no Brasil. O crestamento foliar de *Cercospora* ou Mancha Púrpura da Semente (*C. kikuchii*) é uma doença capaz de causar danos entre 15 e 30% dependendo do local de cultivo (SCHUH, 1999). Condições de elevada precipitação pluvial durante o ciclo da cultura e temperaturas entre 23 e 30°C favorecem o desenvolvimento dessa doença. A infecção do patógeno na semente facilita a sua disseminação entre as lavouras de cultivo.

A intensidade dessas doenças foliares é maior quando a cultura da soja é conduzida em semeadura direta, se comparado com o sistema convencional, já que eles se fazem presente nos restos culturais da soja (Zambolim *et al.*, 2000).

As DFCs são potencialmente controláveis pela rotação de culturas e pulverização de fungicidas na parte aérea. O controle das DFCs é realizado preventivamente sem nenhum critério baseado na patometria, seja incidência ou severidade, estando ligado a fenologia da planta para a qual é recomendada a aplicação de fungicidas entre os estádios R3 e R5 (Zambolim *et al.*, 2000). Experimentos conduzidos visando o controle de DFC mostraram um incremento entre 200 a 800 kg/ha, dependendo do cultivar, para as aplicações em R3 quando comparados a aplicações em R5 (Kantolic & Carmona, 2006). Segundo dados de Forcelini (2004), a diferença média no rendimento de grãos de soja atribuída a uma aplicação de fungicida, no estágio R2, foi de 415 kg/ha para cultivares suscetíveis às doenças de final de ciclo e de 629 kg/ha para aquelas também suscetíveis ao oídio.

A ferrugem da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow, é a doença mais agressiva que incide na cultura, sendo relatados danos de 10% a 90% (Sinclair & Hartman, 1999). A sua chegada a partir da safra de 2001/02, perdas de 6,42 bilhões de dólares já foram atribuídas a esta doença (Yorinori *et al.*, 2008). Plantas severamente infetadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento de grãos (Yang *et al.*, 1991). O fungo pode causar severos danos em todas as regiões onde ocorram períodos de molhamento da folha entre 6 a 10 horas com temperaturas que variam de 15°C a mais de 30 °C durante este período, caracterizado como período crítico (Marchetti *et al.* 1976; Melching *et al.*; 1989; Alves *et al.*; 2006). A doença pode infectar pelo menos 95 espécies de plantas da sub-família Faboidae (BRONFIELD, 1984). O período latente é muito afetado pela temperatura (Alves *et al.*, 2006).

A ausência de cultivares resistentes faz com que o controle da ferrugem seja feito por meio de plantios no início da época recomendada para cada cultivar e aplicação de fungicidas na parte aérea (Balardin, 2002; Reis & Bresolin, 2004; Yorinori, 2004). Resultados obtidos por Andrade & Andrade (2002), no controle químico da ferrugem da soja, demonstraram que aplicações sete dias após o aparecimento da doença resultaram em um aumento de 82% de desfolha quando comparadas as aplicações realizadas quando do aparecimento da doença. Os fungicidas têm sua eficácia muito reduzida quando aplicados após o estabelecimento da ferrugem (FORCELINI, 2003). Atualmente, os fungicidas recomendados para

controle da ferrugem envolvem compostos com ação preventiva, curativa e erradicativa. (RECOMENDAÇÕES, 2006).

A eficiência de controle da ferrugem também está relacionada ao grupo de maturação dos cultivares e a época de semeadura. Danos dessa doença podem ser menores em cultivares de ciclo precoce quando comparados aos de ciclo tardio. Além disso, os plantios efetuados no início da época de recomendação tendem a apresentar menor intensidade da doença, em função de que a disponibilidade do inoculo é menor (Reis *et al.*, 2006). No campo, a tendência é o aumento do plantio de cultivares precoces pelos produtores como medida de controle da ferrugem da soja (Godoy *et al.*, 2007). O reflexo é o número crescente de cultivares precoces licenciados pelas empresas de pesquisa a cada ano. No Brasil, tradicionalmente a área ocupada por cultivares precoces era de no máximo 10%, sendo que a partir da ocorrência da ferrugem na safra 2001/2002, a proporção de área planta com esses cultivares cresceu para 35 a 45% nos principais estados produtores (DERAL, 2007).

2.3 Fungicidas utilizados no controle de doenças foliares

Entre os fungicidas disponíveis no mercado brasileiro para o controle de doenças da soja (RECOMENDAÇÕES, 2006), os sistêmicos, do grupo dos inibidores da síntese dos esteróis (componente estrutural das membranas dos fungos) – ISE (Tsuda *et al.*, 2004), conhecidos como popularmente como triazóis, e do grupo das estrobilurinas, que agem no processo de respiração mitocondrial, são os mais utilizados isoladamente ou em misturas pré-fabricadas. As

estrobilurinas interferem na germinação dos esporos e no desenvolvimento do tubo germinativo (Koehle *et al*, 2002). Evidenciando também a ação preventiva no controle de doenças desse grupo químico. Assim como algumas estrobilurinas, os triazóis possuem ação translaminar na folha (Tsuda *et al*; 2004).

Na safra 2003/04 e 2004/05 em experimentos conduzidos por Miles *et al* (2007), esquemas de tratamento compostos por duas aplicações de fungicidas (misturas) no estágio de floração (R2) proporcionaram em média um incremento de 33% no rendimento comparado a parcelas testemunhas. Ainda esses autores, constataram que parcelas tratadas com fungicidas do grupo das estrobilurinas apresentaram incrementos na produtividade em função dos efeitos fisiológicos ocasionados.

Os efeitos fisiológicos são considerados efeitos adicionais na fisiologia da planta que geram incrementos no rendimento de grãos. Segundo Venâncio, (2004) o surgimento de novas perspectivas no manejo de doenças se dá através de vantagens obtidas pela ação de efeitos fisiológicos. De acordo com Dourado Neto *et al*, (2005), os ganhos adicionais são conseguidos com o aumento da fotossíntese líquida, através da diminuição da taxa de respiração da planta, e atividade da enzima nitrato-redutase na folha combinado com a redução da síntese do hormônio etileno, proporcionando acúmulo de energia e maior duração da área foliar, o chamado “efeito verde”. Incrementos de cerca de 30% na fotossíntese líquida foram relatados na cultura da soja após a aplicação de pyraclostrobina (Dourado Neto *et al.*, 2005). Sendo que o maior efeito no desenvolvimento é atingido

quando a estrobilurina é aplicada na fase de máxima demanda de nitrogênio. (Köehle *et al.*, 2003).

A utilização de misturas com fungicidas de modo de ação diferentes aumentam o espectro de controle de fungos e o período residual das aplicações e reduz o risco do aparecimento de fungos resistentes a fungicidas (Reis *et al.*; 2007). No entanto, mesmo as misturas triazol + estrobilurina apresentam pouco ou nenhum efeito no controle de doenças como o cretamento bacteriano e o míldio, as quais vêm ganhando importância pelo aumento da intensidade nas últimas safras (Reis *et al.*, 2007).

2.4 Duração da Área Foliar Sadia (DAFS)

O uso de fungicidas foi intensificado por ser a única ferramenta que evita reduções de produtividade na presença da doença (FORCELINI, 2003). No entanto, a proteção química tem sido mal empregada na maioria das vezes, sem a utilização de critérios que priorizem a planta, a sua área foliar e os componentes do rendimento.

O desenvolvimento de sistemas de manejo de doenças requer informações precisas e acuradas sobre os danos causados por patógenos. Tradicionalmente, para avaliar os efeitos proporcionados pelo controle químico, relaciona-se produção com área foliar doente (severidade) ou área foliar removida (desfolha) (Vanderplank, 1963, Bergamim *et al.*, 1997). Entretanto, tem se verificado a falta de transportabilidade desses modelos para o campo que, entre outras causas, é atribuída à fraca e indireta relação entre rendimento e doença (Bergamim Filho *et al.*, 1997). Isso deve-se ao fato, de que o

rendimento potencial das lavouras varia para cada local e estação de cultivo, o efeito da doença sobre o rendimento varia em função da sua ocorrência precoce ou tardia na cultura e por que o rendimento está mais relacionado à área foliar sadia, verde, fotossintetizante e não com a área doente (Monteih e Elston, 1983; Squire, 1990).

O rendimento é função em parte da fotossíntese que ocorre nas folhas. Pensando nisso, Watson (1947) propôs o conceito de índice de área foliar, IAF, que nada mais é que área foliar existente por metro quadrado de solo. Mais tarde, o mesmo Watson, verificou que o tempo em que esta área foliar permanece na planta tem ainda mais relação com o rendimento, propondo a sua integral, duração da área foliar, DAF. Waggoner & Berger (1987) adaptaram esses conceitos para o contexto da Fitopatologia, propondo o índice de área foliar sadia, IAFS, sua integral, duração da área foliar sadia, DAFS. A DAFS é a soma do IAFS em função do tempo, levando em consideração apenas a permanência da quantidade de tecido sadio que realmente é capaz de realizar a fotossíntese, representando mais aproximadamente a quantidade de fotossíntese que ocorre durante o ciclo de uma cultura. Os autores destacam, também, a importância de mensurar e relacionar outros fatores envolvidos na fotossíntese, tais como a absorção da radiação solar pela área foliar sadia e a eficiência no uso da radiação.

No entanto, há situações, como no caso dos cereais em que o número de folhas é fixo, onde as áreas foliares sadia e doente são altamente relacionadas, razão pela qual, a função de dano baseada na intensidade de doença tem sido utilizadas com sucesso (Richardson *et al.*, 1976). Vários trabalhos utilizando esta relação em diferentes

patossistemas foram publicados, cevada - *Puccini hordei* (Griffey *et al.*; 1994) e aveia-*Puccinia coronata* (Bissonnete *et al.*, 1994) são alguns exemplos.

Em culturas como o feijão e a soja, onde se utilizam cultivares com hábitos de crescimento indeterminado, a relação doença-dano é muito baixa, devido o rendimento depender da área absoluta de tecido verde e a proporção de área lesionada torna-se pouco-relevante (Jesus Junior *et al.*, 2003). Assim, utilizando a variável duração da área foliar sadia, tem-se estimado melhor o rendimento, conseqüentemente o dano e a eficácia do controle químico, em comparação a severidade da doença (Waggoner e Berger, 1987). Ou seja, uma planta com elevado IAF e muito doente pode produzir mais que uma planta com IAF menor e área foliar mais sadia.

Essa metodologia, utilizada em trabalhos prévios para patossistemas do feijoeiro, tem demonstrado maior eficiência do que aqueles que se baseiam em severidade de doença (Bergamim Filho *et al.*, 1997; Canteri *et al.*, 1998). Tais trabalhos não consideraram que a desfolha promovida pelo patógeno no hospedeiro, e conseqüentemente acredita-se que a doença tenha sido subestimada (Bergamim Filho *et al.*, 1997). Tal fato pode explicar a falta de relação entre doença e produção.

Outro fator importante na utilização de variáveis ligadas a área foliar sadia em trabalhos, é a possibilidade em se trabalhar tanto com plantas infectadas por um ou mais patógenos, evidenciando a sua aplicabilidade para patossistemas múltiplos (Jesus Junior *et al.*, 2001), cenários típicos nas lavouras de soja do Brasil (WALLER, 1984). Esta

condição permite um direcionamento mais preciso das aplicações de fungicidas visando à otimização do complexo de doenças da soja.

A ausência de métodos mais rápidos para a determinação dessas variáveis ligadas a área foliar é o principal motivo da baixa proliferação de trabalhos nesta linha de pesquisa (Campbell & Madden, 1990), uma vez que a intensidade da doença é mais facilmente obtida, por ser uma medida relativa. No campo, esta dificuldade de quantificação de área foliar é ainda maior, limitando o seu uso a pesquisa (Lopes *et al.*, 1994).

2.5 Rendimento de grãos e a DAFS

A variabilidade do rendimento das culturas que se observa em diferentes anos, locais e manejos, é determinada em função da disponibilidade de radiação, água e nutrientes para as plantas em cada situação e a existência de fatores limitantes (plantas daninhas, pragas, doenças, etc) que podem restringir o uso desses recursos pelas plantas (Kantolic & Carmona *et al.*, 2006).

O processo de geração do rendimento de grãos pode ser demonstrado por um modelo funcional simples, $R = R_d \times e_i \times e_c \times IC$. O rendimento depende da radiação disponível (R_d), a qual é determinada pelo local de cultivo (latitude) e época de semeadura, da eficiência de interceptação (e_i) dessa luz, que esta relacionada com o índice de área foliar (IAF) do cultivo, da eficiência em converter (e_c) a luz interceptada em biomassa e quanto dessa biomassa é destinada a produção de grãos [índice de colheita (IC)]. A e_i , e_c e IC são

influenciadas pelas condições climáticas, disponibilidade de nutrientes e sanidade do cultivo.

A identificação de períodos que tem estreita relação com a definição do rendimento ao longo do ciclo da cultura da soja (períodos críticos) se faz necessário para otimizar o rendimento, visto que, é praticamente impossível manter o nível de recursos e a eficiência com que a planta utiliza esses recursos durante todo o ciclo da cultura (Kantolic & Carmona *et al.*, 2006).

O rendimento é uma variável muito complexa, mas pode ser subdividido em dois componentes, o número e o peso dos grãos definidos dentro do período reprodutivo compreendido entre R1 a R6 (ANEXO 01). O número de grãos depende de três sub-componentes número de nós, legumes/nó e de grãos/legume (Jiang & Egli, 1993). Reduções significativas ocasionadas pelas doenças no número de grãos são através da diminuição do número de legumes/planta durante os estádios de R4 a R6, sendo mais acentuado entre os estádios R3 e R5. O peso dos grãos, por sua vez é definido dentro do período de R5 a R6. Naeve *et al* 2006, simulando o efeito de desfolha proporcionado pela ferrugem da soja através de desfolha manual, constatou redução mais significativa quando as folhas foram removidas entre os estádios R3-R4 e R5-R6. Igualmente ao número de grãos, o peso esta limitado pela disponibilidade de recursos (Egli & Bruening, 2001). No entanto, restrições em períodos anteriores ao enchimento de grãos que possam afetar o número de grãos, pode indiretamente aumentar o peso dos grãos, em função de maior disponibilidade de recursos por unidade de semente. Porém, à medida que se aproxima de R5 esse efeito tende a diminuir (Kantolic *et al.*, 2003).

Considerando os estádios fenológicos da cultura, Floss (2004) correlaciona a DAFS com o rendimento de grãos durante a fase reprodutiva. A aplicação de esquemas de pulverização de fungicidas que proporcionarem o aumento da DASF durante os períodos críticos da cultura da soja, através do controle de doenças e de possíveis efeitos fisiológicos, permitira incrementos no rendimento de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da FAMV/UPF, em Passo Fundo, RS, em uma época de semeadura (05/12/06), para os três cultivares de soja, sobre palha de trigo. Utilizaram-se três cultivares com ciclos distintos, precoce (6001 RR), médio (Anta 82 RR) e tardio (CD 219 RR), tendo como critério de escolha, sua representatividade em área de cultivo no estado do Rio Grande do Sul.

A população final de plantas por metro quadrado de solo, medida 30 dias após a emergência, foi a seguinte para os cultivares semeados: Precoce (18 plantas/m²), Médio (23 plantas/m²) e Tardio (19 plantas/m²).

As parcelas mediram 18,9 m², sendo constituídas por sete linhas de 6 m de comprimento, com espaçamento de 0,45m. O delineamento experimental foi o de parcelas casualizadas em blocos, com quatro repetições. O manejo adotado para a condução dos experimentos seguiu as recomendações para a cultura da soja (RECOMENDAÇÕES, 2006).

Os fungicidas utilizados corresponderam a três misturas de triazol + estrobilurina. Os ingredientes ativos (i.a) utilizados foram: epoxiconazole 25 g i.a/ha⁻¹ + piraclostrobina 66,5 g i.a/ha⁻¹ (Opera®), ciproconazole 24 g i.a/ha⁻¹ + azoxistrobina 60 g i.a/ha⁻¹ (Priori Xtra®) mais 0,5% do adjuvante Nimbus e ciproconazole 24 g i.a/ha⁻¹ + trifloxistrobina 56,25 g i.a/ha⁻¹ (Sphere®) mais 0,5% do adjuvante Attach (RECOMENDAÇÕES, 2006). Os fungicidas foram aplicados uma vez nos estádios R1 (início da floração), R3 (final da floração) ou R5.1

(10% de granação), ou duas vezes, nos estádios R1 e R5.1. O fungicida ciproconazole + trifloxistrobina não foi aplicado em R3 e R5.1. Um tratamento foi mantido sem fungicidas (testemunha). Em todas as pulverizações utilizou-se um volume de calda de 200 L/ha, com pulverizador costal, pressurizado com CO₂, barra com largura de 3 m e pontas de pulverização do tipo DTJ – 60 11002 VS.

As avaliações de severidade das doenças foram realizadas simultaneamente as avaliações de área foliar, mais uma avaliação em R3. O programa de computador *Distrain* (TOMELIN & HOWELL, 1988) auxiliou nas avaliações visuais de severidade de todas as doenças, a fim da obtenção da área total lesionada pelas doenças em (%). Obteve-se a média da severidade de todas as doenças presentes nos trifólios da haste principal, os quais representavam os terços inferior, médio e superior, das cinco plantas coletadas ao acaso nas linhas 2 e 6 de cada parcela em cada avaliação. Os valores de severidade das doenças foram integralizados na área abaixo da curva de progresso das doenças (AACPD) calculado pela fórmula (1), onde y_i e y_{i+1} são duas avaliações de severidade realizadas nos tempos t_i e t_{i+1} , respectivamente

$$^{(1)} AACPD = \sum_{i=1}^n [(y_i + y_{i+1})/2]x(t_{i+1} - t_i)$$

As avaliações do índice de área foliar (IAF) foram realizadas durante o período reprodutivo em intervalos variáveis conforme os estádios das plantas, sendo a primeira no estádio R1, a segunda no estádio R5.1 e a última em R6. Em cada avaliação, cinco plantas foram coletadas ao acaso por parcela, sendo as folhas

destacadas para determinação da área foliar através de um integralizador digital marca LICOR (LINCON, 2000). O IAF para cada avaliação foi calculado multiplicando-se a área foliar (a) em m^2 , obtida através da média das cinco plantas, pelo número de plantas (N) por m^2 (Fórmula,2). Com os valores de IAF, calculou-se a duração da área foliar (DAF), variável que integraliza todas as avaliações através da Fórmula (3), onde IAF_i e IAF_{i+1} são duas avaliações realizadas nos tempos t_i e t_{i+1} , respectivamente.

$$(2) \quad IAF = a \times N \qquad (3) \quad DAF = \sum_{i=1}^n [(((IAF_i + IAF_{i+1}))/2) * (t_i - t_{i+1})]$$

O índice de área foliar sadio (IAFS) foi calculado para cada avaliação utilizando a fórmula (4), onde a y é a severidade de todas as doenças (%). A partir dos valores de IAFS, calculou-se a duração da área foliar (DAFS), variável que integraliza todas as avaliações através da fórmula (5), onde $IAFS_i$ e $IAFS_{i+1}$ são duas avaliações realizadas nos tempos t_i e t_{i+1} , respectivamente.

$$(4) \quad IAFS = IAF * (1-y) \qquad (5) \quad DAFS = \sum_{i=1}^n [(((IAFS_i + IAFS_{i+1}))/2) * (t_i - t_{i+1})]$$

A colheita das três linhas centrais de cada parcela ocorreu em 13/04/07 (ciclo precoce), 19/04/07 (ciclo médio) e 28/05/07 (ciclo tardio). Os grãos foram separados das impurezas, padronizado a umidade de 13% e pesados para determinação do rendimento por hectare e do peso de mil grãos (PMG).

Os dados de temperatura e precipitação pluvial foram obtidos junto ao Centro Nacional de Pesquisa de Trigo – Embrapa Trigo.

Os dados AACPD, DAF, DAFS e rendimento de grãos e peso de mil grãos (PMG) foram submetidos à análise de variância, com comparação de médias pelo teste de Tukey ($< 0,05$) e o rendimento de grãos (variável independente) foi relacionado com (AACPD, DAF, DAFS e PMG) através da análise regressão utilizando o programa SAS. Não houve necessidade de transformar os dados para se proceder as análises estatísticas. Cada cultivar foi analisada como um experimento único, dentro dos quais foram comparados os fungicidas e as aplicações em diferentes estádios de crescimento das plantas.

RESULTADOS

As condições climáticas durante a safra 2006/2007 foram favoráveis para o desenvolvimento da cultura e da principal doença, a ferrugem asiática. A precipitação pluvial ao longo do ciclo da cultura foi considerada 30% acima da média normal. Os cultivares de ciclo curto, médio e longo acumularam respectivamente 883, 887 e 957 mm de chuva durante o seu ciclo.

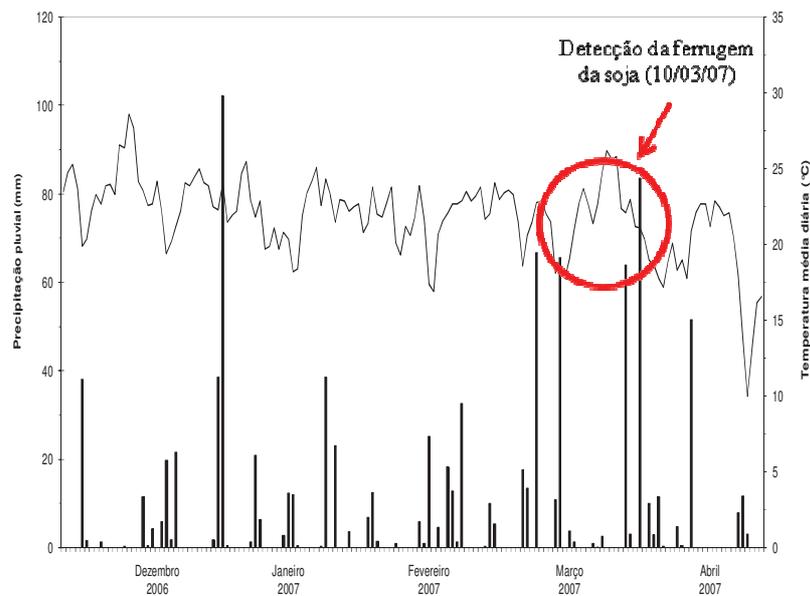


Figura 1 - Precipitação pluvial (mm) (colunas) e temperatura média (°C) do ar (linha); entre 01/12/2006 a 30/04/2007 em Passo Fundo, RS. Fonte: modificado de www.cnpt.embrapa/agromet/.

As temperaturas ocorridas entre dezembro/06 a abril/07 (Figura 01) caracterizaram o período como sendo uma safra de clima quente, onde temperaturas médias diárias de 20°C a 25°C foram constantemente registradas.

A duração do ciclo em dias dos cultivares (Figura 2) foi de 118 (ciclo curto), 127 (ciclo médio) e 138 dias (ciclo longo). Os três cultivares apresentaram pequena redução no tamanho do período vegetativo, acarretando na antecipação da conclusão do ciclo da cultura no campo.

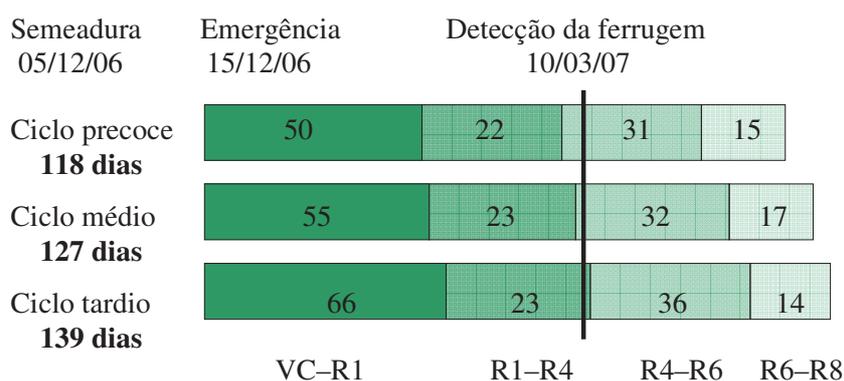


Figura 2 - Duração em dias do ciclo de três cultivares de soja, por estágio de desenvolvimento. Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Doenças como o crestamento bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv. *glycine*), míldio (*Peronospora manshurica*), oídio (*Microsphaera diffusa*) e DFCs (*Cercospora kikchiii*, *Septoria glycines* e *Colletotrichum dematium*.) foram identificadas durante o ciclo da cultura, porém, em níveis de severidade de no máximo 15%

de área total lesionada pelo complexo dessas doenças em plantas não tratadas durante todo o período reprodutivo. Nenhuma delas, no entanto, foi responsável por provocar desfolha significativa na cultura durante seu ciclo.

A detecção da ferrugem da soja, doença de maior relevância para a cultura nesta safra, foi feita em estádios iniciais da doença (2% severidade), no dia 10 de março, 95 dias após a emergência das plântulas, quando os cultivares apresentavam-se nos seguintes estádios: cultivar de ciclo curto em R5.3 (25% de granação), cultivar de ciclo médio em R5.2 (10% de granação) e cultivar de ciclo longo em R4 (legumes do terço superior com 2 cm). A doença evoluiu rapidamente nas plantas onde não receberam nenhuma aplicação de fungicida, ocasionando desfolha total em todos os cultivares antes que eles completassem o seu ciclo. Os tratamentos compostos por duas aplicações de fungicidas apresentaram redução do complexo de doenças em torno de 60%, em relação às parcelas testemunhas.

No acompanhamento da evolução do índice de área foliar (IAF) durante o período reprodutivo da soja (R1 - R6) (Figura 03) dos três cultivares, as plantas submetidas a duas aplicações de fungicida mantiveram em média 93,2 a 94,2% mais área foliar ao final do enchimento de grãos se comparado a testemunha, e 37,7 a 58% se comparado a média dos tratamentos com uma aplicação, proporcionando cerca de 5,4 a 11,4% mais tempo de permanência dessas folhas na planta, representada pela duração da área foliar (DAF) na planta durante o período reprodutivo (Figura 03). O índice de área foliar sadia (IAFS), resultante da diferença entre o IAF e a área lesionada pelas doenças, teve seu comportamento parecido com o

IAF para os tratamentos, onde manteve cerca de 89,3 a 99,6% mais de área foliar sadia na média em R6 quando se procedeu duas aplicações comparados a plantas testemunhas e 39,9 a 56,5% se comparados a uma aplicação, garantindo, assim, 6,1 a 13% mais DAFS.

O comportamento da área foliar na planta foi semelhante nos cultivares de ciclo curto e médio. Não houve desfolha significativa no período compreendido entre R1 e R5.1. No caso do cultivar de ciclo médio houve um acréscimo de 20% na área foliar durante este período, em função do hábito de crescimento do cultivar (semi-determinado). A redução da área foliar começou após a detecção da ferrugem da soja que coincidiu com fases iniciais do período de enchimento de grãos nos dois cultivares.

Diferentemente dos demais cultivares, o cultivar de ciclo tardio sofreu uma desfolha média de 15% antes do início de enchimento de grãos, também coincidindo com o momento em que a ferrugem se instalou no cultivar (R4). Após a ocorrência da ferrugem, houve uma desfolha total das plantas não tratadas com fungicida.

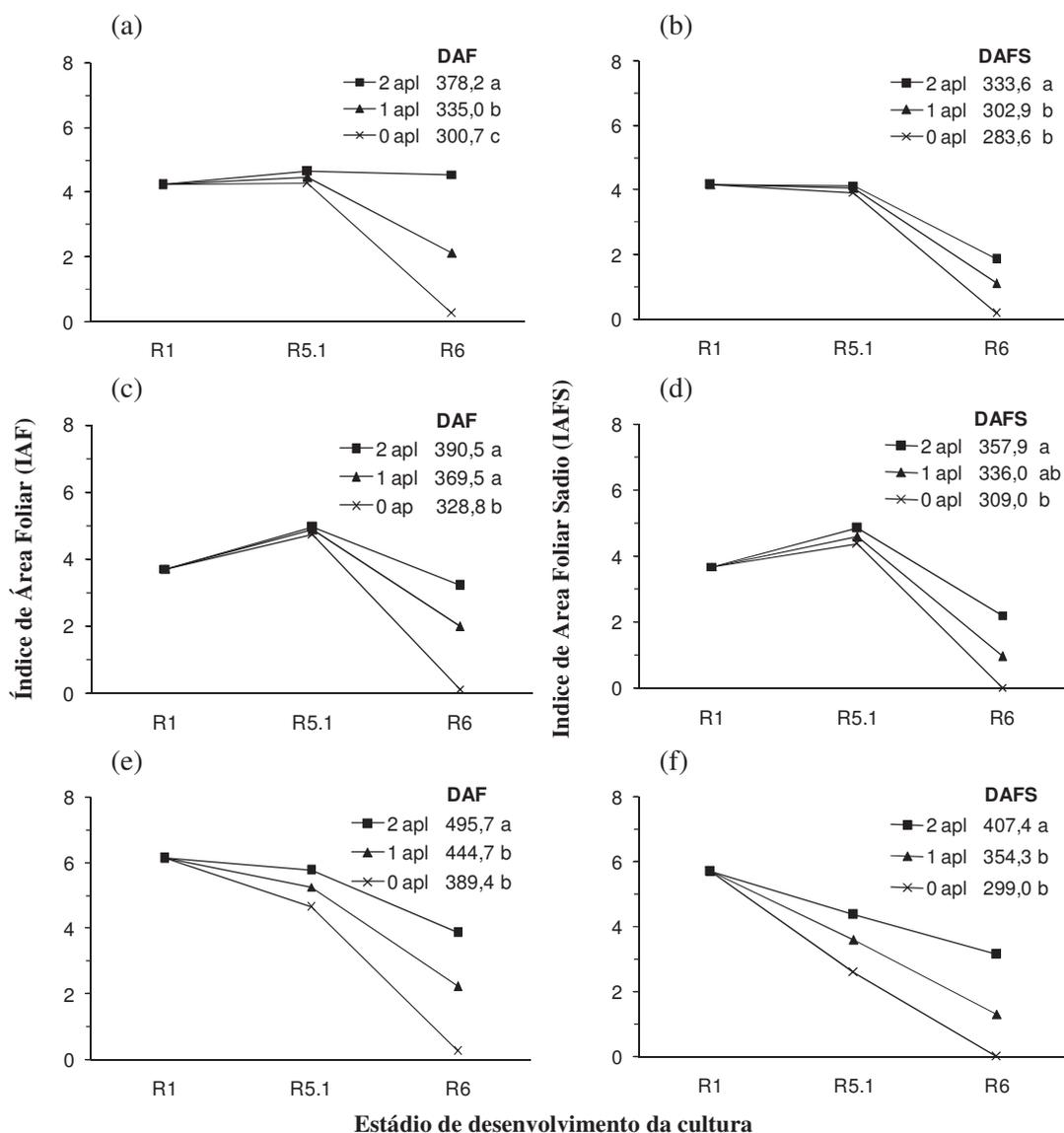


Figura 3 - Evolução do índice de área foliar (IAF) e do índice de área foliar sadia (IAFS). Duração da área foliar (DAF) e duração da área foliar sadia (DAFS) de três cultivares de soja: 6001 RR (a-b); Anta RR (c-d) e CD 219 RR (e-f) submetidos a uma (R5.1) e duas (R1 + R5.1) aplicações triazol + estrobilurina e sem fungicida. Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

A relação entre a área abaixo da curva de progresso das doenças (AACPD), duração da área foliar (DAF) e duração da área foliar sadia (DAFS) durante o período reprodutivo (X) e o rendimento de grãos (Y) (Figura 4) foi representada por modelos lineares de primeiro grau ($Y=a + bX$), cujos coeficientes de determinação variaram (R^2) de 0,79 a 0,99 para AACPD, de 0,71 a 0,75 para DAF e de 0,77 a 0,93 para DAFS. Entre as variáveis analisadas, a duração da área foliar sadia foi a que apresentou relação mais significativa com o rendimento nas três situações, só sendo menor que AACPD no cultivar de ciclo tardio (Tabela 01).

Entre os cultivares, houve comportamento semelhante entre o de ciclo curto e médio em relação à dependência de sua área foliar sadia, pois em ambos, respostas maiores no rendimento de grãos se deram quando pequenos incrementos área foliar sadia aconteceram (Figura 4). Diferentemente do que aconteceu com o cultivar de ciclo longo, onde, a resposta ao aumento da área foliar sadia exerceu menor influência no retorno em rendimento de grãos.

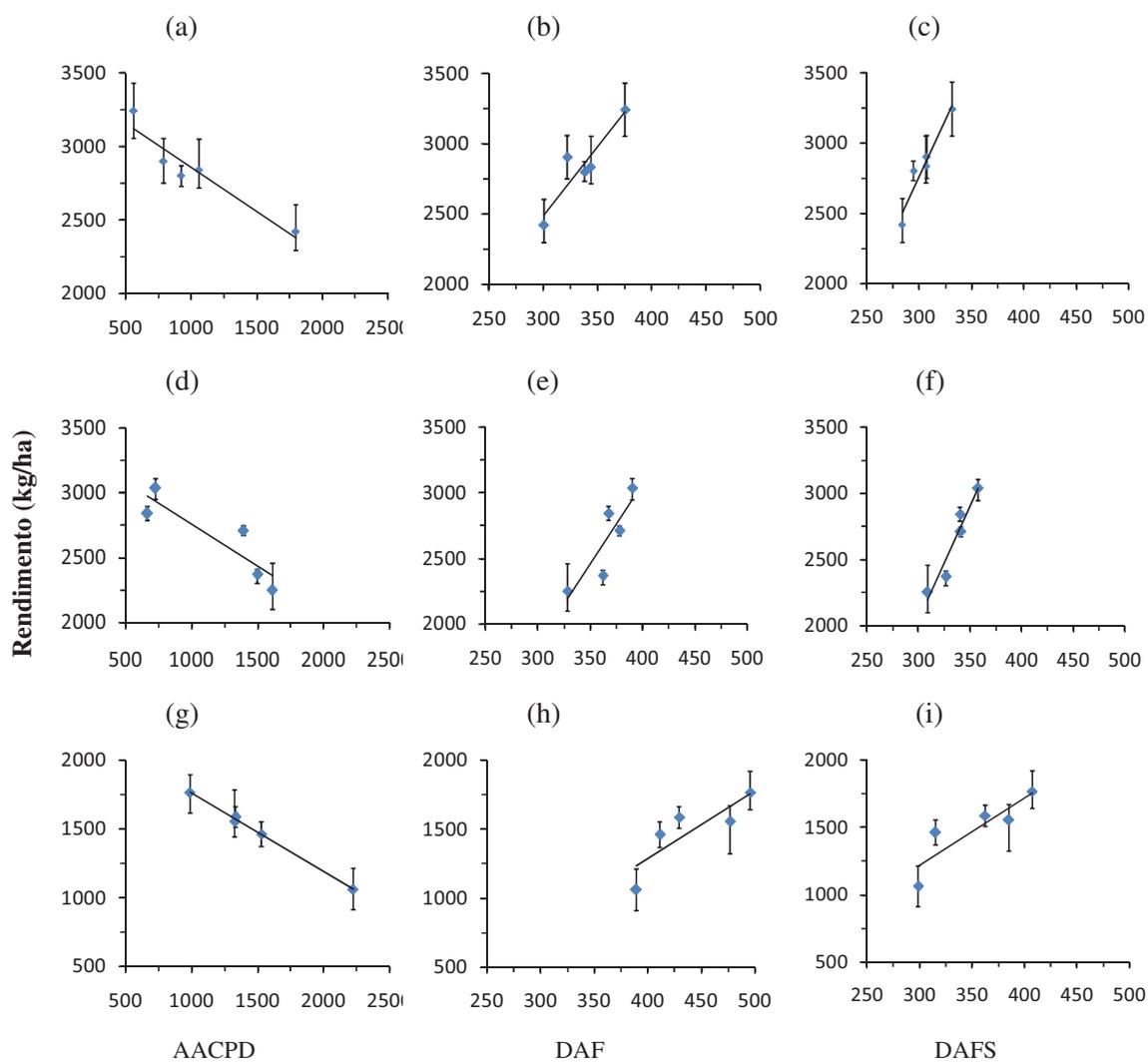


Figura 4 - Relação entre o rendimento de grãos e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), duração da área foliar (DAF) e duração da área foliar sadia (DFS), em três cultivares de soja: 6001 RR (a-c), Anta RR (d-f) e CD 219 RR (g-i). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

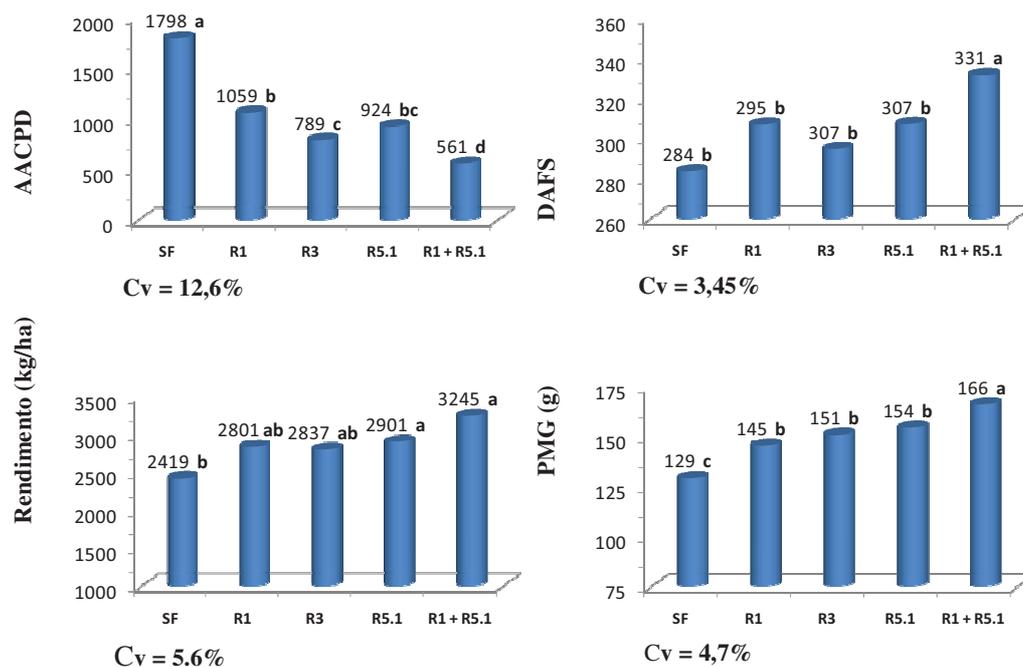
Tabela 01 - Descrição das equações dos valores estimados do rendimento de grãos (RG) de três cultivares de soja em funções da duração da área foliar (DAF) e duração da área foliar sadia (DAFS). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07

Cv.	Equações	R²	Probabilidade
A	$RG = -0,595AACPD + 3451$	0,90	P = 0,01
B	$RG = 9,77DAF - 444,8$	0,84	P = 0,02
C	$RG = 15,93DAFS - 2014$	0,93	P = 0,008
D	$RG = -0,65AACPD + 3410$	0,79	P = 0,04
E	$RG = 12,23DAF - 1831$	0,75	P = 0,05
F	$RG = 17,17DAFS - 3110$	0,92	P = 0,009
G	$RG = -0,570AACPD + 2332$	0,99	P = 0,0005
H	$RG = 4,95DAF - 692,5$	0,71	P = 0,07
I	$RG = 5,03DAFS - 290,8$	0,77	P = 0,05

cv. 6001 RR (a-c); Anta RR (d-f); CD 219 RR (g-i).

O controle do complexo de doenças que incidiram no cultivar precoce, representado pela área abaixo da curva de progresso das doenças (AACPD) (Figura 05), foi cerca de 29% superior quando duas aplicações de fungicida foram realizadas, se comparado ao controle proporcionado pelo segundo melhor tratamento. Em consequência disso, a DAFS também foi 7,2% superior, acarretando em um aumento de um pouco mais que 10,6% no rendimento de grãos, através do peso de mil grãos (PMG). Aplicações mais próximas do início de enchimento de grãos, que coincidiram com a ocorrência da ferrugem, propiciaram maior PMG, embora as diferenças para os tratamentos com aplicações anteriores não foram significativas. O PMG também foi influenciado pelas aplicações anteriores aos estádios de enchimento de grãos.

Cultivar 6001 RR



Estádio de desenvolvimento da cultura quando o fungicida foi aplicado

Figura 5 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), duração da área foliar sadia (DAFS), rendimento de grãos e peso de mil grãos (PMG) do cultivar 6001 RR, submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazol + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

- Colunas seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 02 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) do cultivar 6001 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Fungicida	Estádio*	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
SF	---	1825,2	1758,0	1823,2	1785,5	1798,0
A	R1	1266,3	1121,9	980,0	1106,1	1118,6
	R3	822,3	745,9	821,7	780,0	792,5
	R5.1	734,1	933,4	942,3	853,3	865,8
	R1+R5.1	479,9	503,1	645,7	526,2	538,7
B	R1	1120,1	980,8	1066,5	1039,2	1051,7
	R3	602,9	943,8	821,3	772,7	785,2
	R5.1	949,5	772,0	1237,4	969,5	982,0
	R1+R5.1	522,4	635,4	576,4	561,4	573,9
C	R1	926,3	1060,4	1048,8	995,2	1007,7
	R1+R5.1	500,9	625,4	598,1	558,2	570,7

A = Azoxistrobina + Ciproconazole;

B = Piraclostrobina + Epoxiconazole;

C = Trifloxistrobina + Ciproconazole;

* Estádio de desenvolvimento quando o fungicida foi aplicado.

Tabela 03 – Duração da área foliar sadia (DAFS) do cultivar 6001 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazol + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Fungicida	Estádio*	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
SF	---	270,4	295,6	291,5	277,5	284,0
A	R1	283,0	295,4	289,4	297,9	291,4
	R3	325,0	325,9	322,4	315,8	322,3
	R5.1	280,9	299,7	302,8	303,2	296,7
	R1+R5.1	309,4	330,9	318,4	310,9	317,4
B	R1	330,1	308,7	314,7	326,5	320,0
	R3	308,6	296,1	277,8	285,5	292,0
	R5.1	283,8	286,4	301,7	299,3	292,8
	R1+R5.1	354,5	339,1	329,9	332,4	339,0
C	R1	299,7	320,5	313,3	315,5	309,0
	R1+R5.1	329,6	357,0	333,8	337,8	344,3

A = Azoxistrobina + Ciproconazole;

B = Piraclostrobina + Epoxiconazole;

C = Trifloxistrobina + Ciproconazole;

* Estádio de desenvolvimento quando o fungicida foi aplicado.

Tabela 04 – Rendimento de grãos (kg/ha^{-1}) do cultivar 6001 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Fungicida	Estádio*	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
SF	---	2602,8	2380,0	2292,8	2400,5	2419,0
A	R1	3108,6	3101,1	2963,7	3070,1	3051,6
	R3	2808,3	2970,0	2853,1	2853,5	2872,0
	R5.1	2821,3	3149,6	3178,5	3074,5	3056,0
	R1+R5.1	3450,0	3137,1	3176,7	3230,0	3248,5
B	R1	3143,7	2179,2	2805,6	2734,2	2715,7
	R3	2554,4	2571,6	3084,4	2712,2	2730,7
	R5.1	2918,2	2585,3	2720,0	2765,9	2747,4
	R1+R5.1	3198,5	3356,9	3760,6	3414,0	3432,5
C	R1	3074,5	2681,6	2457,3	2762,5	2744,0
	R1+R5.1	2866,4	3063,1	3248,8	3034,8	3053,3

A = Azoxistrobina + Ciproconazole;

B = Piraclostrobina + Epoxiconazole;

C = Trifloxistrobina + Ciproconazole;

* Estádio de desenvolvimento quando o fungicida foi aplicado.

Tabela 05 – Peso de mil grãos (gramas) do cultivar 6001 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Fungicida	Estádio*	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
SF	---	130,5	127,9	127,1	127,5	129,0
A	R1	144,0	149,6	141,0	146,9	145,4
	R3	146,5	155,7	148,3	152,2	150,7
	R5.1	151,3	154,6	150,1	150,0	151,5
	R1+R5.1	169,6	164,0	164,5	168,1	166,6
B	R1	151,3	134,2	154,7	144,8	146,3
	R3	141,9	146,1	163,0	152,3	150,8
	R5.1	157,6	159,5	156,0	155,7	157,2
	R1+R5.1	171,2	167,4	174,2	169,9	171,4
C	R1	153,3	140,5	134,5	146,1	144,6
	R1+R5.1	152,8	166,1	162,0	158,3	159,8

A = Azoxistrobina + Ciproconazole;

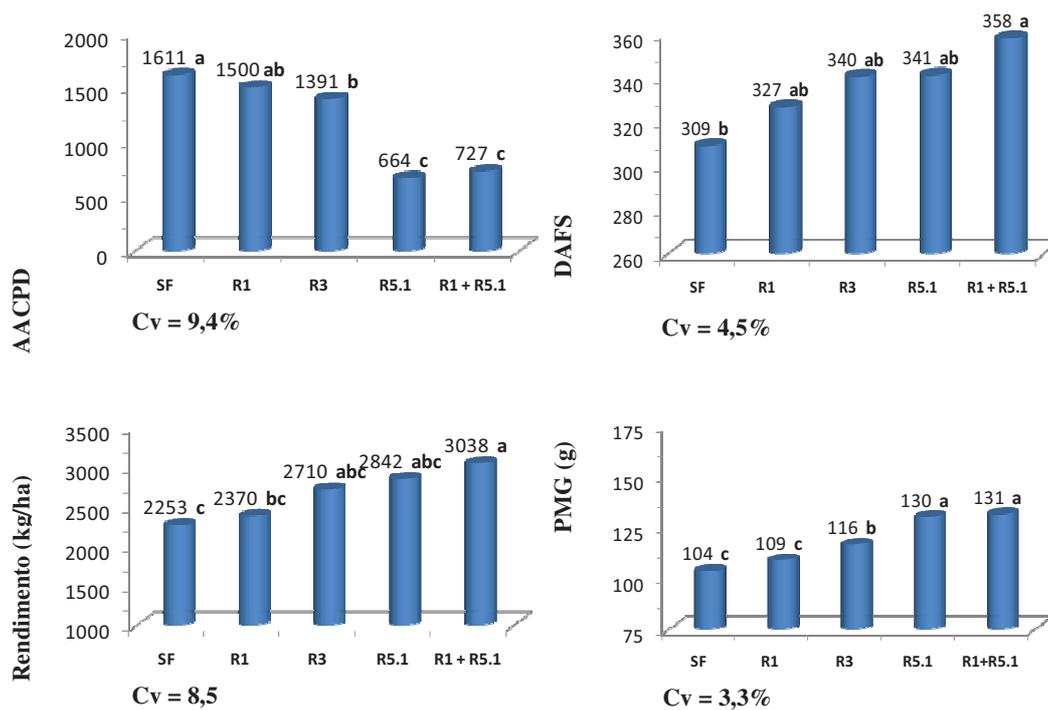
B = Piraclostrobina + Epoxiconazole;

C = Trifloxistrobina + Ciproconazole;

* Estádio de desenvolvimento quando o fungicida foi aplicado.

A AACPD foi em média 73% inferior para os tratamentos com uma aplicação em R5.1, quando comparados aos outros dois tratamentos com uma aplicação. Porém, os resultados obtidos com o cultivar de ciclo médio seguiram praticamente o mesmo comportamento do cultivar precoce (Figura 06). Duas aplicações de fungicida propiciaram 4,7% a mais na duração da área foliar sadia e um incremento em torno de 6,5% no rendimento de grãos que o segundo melhor tratamento. Com o estabelecimento do fungo no período de enchimento de grãos, supõe-se que a infecção tenha ocorrido em períodos anteriores que R5.2, por isso observou-se que que mais próximo a aplicação de fungicida do início de enchimento de grãos (R5.1) maiores influências sobre o PMG foram observadas, porém não diferindo estatisticamente no rendimento de grãos das aplicações feitas anteriormente em R1 e R3.

Cultivar Anta RR



Estádio de desenvolvimento da cultura quando o fungicida foi aplicado

Figura 6 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), duração da área foliar sadia (DAFS), rendimento de grãos e peso de mil grãos (PMG) do cultivar Anta RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazol + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

- Colunas seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 06 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) do cultivar Anta RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Fungicida	Estádio*	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
SF	---	1736,7	1487,6	1653,2	1566,1	1610,9
A	R1	1490,4	1588,9	1332,1	1425,9	1459,3
	R3	1399,9	1284,4	1333,2	1281,0	1324,6
	R5.1	720,1	680,1	657,0	616,0	670,8
	R1+R5.1	1011,5	510,0	373,3	587,0	620,5
B	R1	1569,8	1620,4	1331,4	1475,2	1499,2
	R3	1602,9	1327,1	1484,2	1415,3	1457,4
	R5.1	614,7	613,8	791,8	611,8	658,0
	R1+R5.1	994,3	689,7	829,9	806,0	830,0
C	R1	1551,5	1525,8	1535,8	1557,1	1542,6
	R1+R5.1	829,0	630,5	719,8	745,8	731,3

A = Azoxistrobina + Ciproconazole;

B = Piraclostrobina + Epoxiconazole;

C = Trifloxistrobina + Ciproconazole;

* Estádio de desenvolvimento quando o fungicida foi aplicado.

Tabela 07 – Duração da área foliar sadia (DAFS) do cultivar Anta RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Fungicida	Estádio*	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
SF	---	311,4	323,9	298,8	301,8	309,0
A	R1	318,7	316,3	379,9	333,6	337,1
	R3	327,6	325,9	384,2	336,2	343,5
	R5.1	334,4	357,2	336,3	332,2	340,0
	R1+R5.1	341,5	362,0	413,3	367,4	371,1
B	R1	330,0	341,1	348,8	344,5	341,1
	R3	315,2	342,7	367,7	328,8	338,6
	R5.1	345,3	352,2	332,4	333,9	340,7
	R1+R5.1	356,6	380,9	374,6	375,6	371,9
C	R1	289,8	303,4	319,2	293,8	301,5
	R1+R5.1	315,4	331,2	352,3	323,7	330,7

A = Azoxistrobina + Ciproconazole;

B = Piraclostrobina + Epoxiconazole;

C = Trifloxistrobina + Ciproconazole;

* Estádio de desenvolvimento quando o fungicida foi aplicado.

Tabela 08 – Rendimento de grãos (kg/ha^{-1}) do cultivar Anta RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Fungicida	Estádio*	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
Testemunha	---	2617,2	2407,4	2049,3	1938,2	2253,0
A	R1	1962,9	2467,9	2061,7	2703,7	2299,0
	R3	2777,7	2345,6	3061,7	2802,4	2746,9
	R5.1	3061,7	3148,1	2641,9	2728,4	2895,0
	R1+R5.1	3074,0	3283,9	2666,6	3209,8	3058,6
B	R1	2333,3	1888,8	2938,2	2444,4	2401,2
	R3	2543,2	2641,9	2456,7	3049,3	2672,8
	R5.1	2481,4	2728,4	2938,2	3012,3	2790,1
	R1+R5.1	3481,4	3271,6	2518,5	3160,5	3108,0
C	R1	2185,2	2271,6	2481,5	2703,7	2410,5
	R1+R5.1	2814,8	2864,2	3185,2	2925,9	2947,5

A = Azoxistrobina + Ciproconazole;

B = Piraclostrobina + Epoxiconazole;

C = Trifloxistrobina + Ciproconazole;

* Estádio de desenvolvimento quando o fungicida foi aplicado.

Tabela 09 – Peso de mil grãos (gramas) do cultivar Anta RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Fungicida	Estádio*	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
SF	---	103,9	100,8	105,8	104	103,6
A	R1	107,2	100,2	110,1	113,5	107,7
	R3	116,5	121,2	114,5	117,4	117,4
	R5.1	135,4	127,1	129,0	135,6	131,8
	R1+R5.1	140,6	134,5	129,0	141,6	136,4
B	R1	110,3	109,4	103,0	109,1	107,9
	R3	111,9	113,6	115,1	121,5	115,5
	R5.1	129,4	120,0	135,0	128,7	128,3
	R1+R5.1	132,7	125,5	130,7	131,9	130,2
C	R1	109,0	114,3	110,5	109,4	110,8
	R1+R5.1	129,2	132,2	121,9	128,7	128,0

A = Azoxistrobina + Ciproconazole;

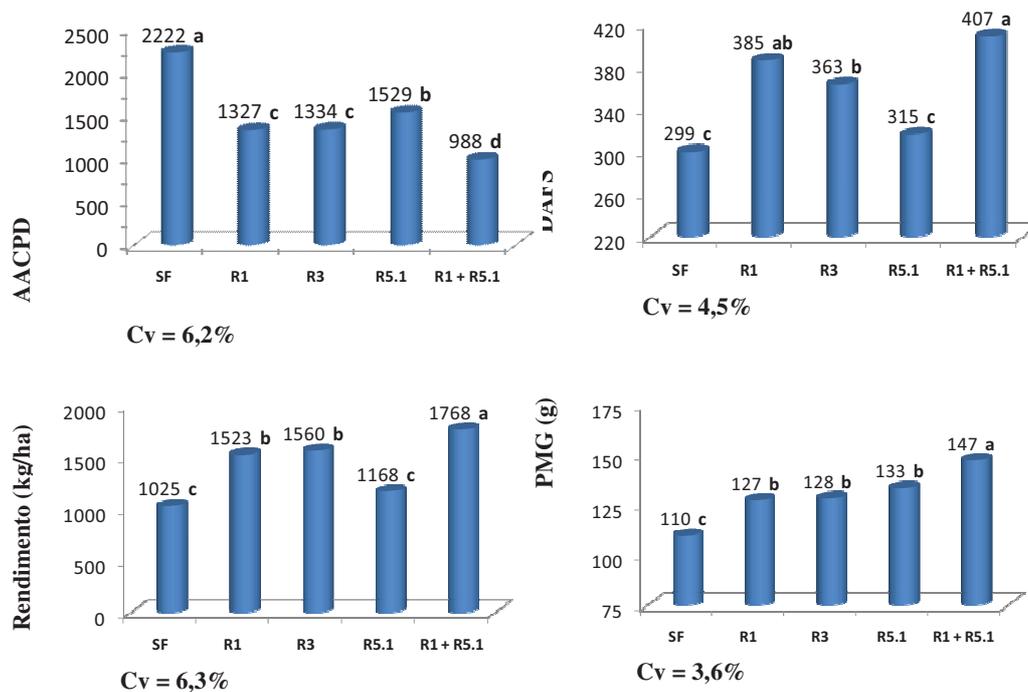
B = Piraclostrobina + Epoxiconazole;

C = Trifloxistrobina + Ciproconazole;

* Estádio de desenvolvimento quando o fungicida foi aplicado.

Entre os cultivares, o de ciclo longo foi o mais afetado pela ocorrência da ferrugem da soja, onde parcelas testemunhas produziram cerca de 1025 kg/ha^{-1} . Duas aplicações de fungicida resultaram em mais 10,8% na duração da área foliar sadia e 11,7% no rendimento de grãos quando comparado ao tratamento em R3. Contudo, duas aplicações não foram suficientes para evitar danos elevados ocasionados pela ferrugem neste cultivar. Aplicações nos estádios R1 e R3 para este cultivar, surtiram melhores resultados que uma aplicação no início de enchimento de grãos. O PMG foi influenciado também por aplicações entre R1 e R5.1.

Cultivar CD 219 RR



Estádio de desenvolvimento da cultura quando o fungicida foi aplicado

Figura 7 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), duração da área foliar sadia (DAFS), rendimento de grãos e peso de mil grãos (PMG) em um cultivar de ciclo tardio submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazol + estrubilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

- Colunas seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 10 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) do cultivar CD 219 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Fungicida	Estádio*	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
SF	---	2266,6	2216,7	2196,8	2210,0	2222,5
A	R1	1371,5	1475,5	1590,7	1496,0	1483,5
	R3	1090,9	921,1	901,6	987,9	975,4
	R5.1	1519,0	1428,9	1556,6	1484,8	1497,3
	R1+R5.1	1087,2	933,1	1040,7	1037,0	1024,5
B	R1	1337,6	1120,1	1245,7	1217,8	1230,3
	R3	1824,3	1513,6	1728,0	1705,3	1692,8
	R5.1	1513,3	1656,1	1525,9	1548,4	1560,9
	R1+R5.1	1187,4	880,4	1033,8	1050,5	1038,0
C	R1	1264,2	1238,4	1312,5	1245,1	1257,6
	R1+R5.1	929,6	819,2	943,7	913,8	901,3

A = Azoxistrobina + Ciproconazole;

B = Piraclostrobina + Epoxiconazole;

C = Trifloxistrobina + Ciproconazole;

* Estádio de desenvolvimento quando o fungicida foi aplicado.

Tabela 11 – Duração da área foliar sadia (DAFS) do cultivar CD 219 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Fungicida	Estádio*	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
SF	---	306,2	296,2	301,7	292,5	299,0
A	R1	396,2	355,8	377,5	385,1	378,6
	R3	443,5	404,2	420,0	413,9	420,4
	R5.1	325,0	306,1	314,1	323,8	317,3
	R1+R5.1	406,0	420,2	400,6	400,2	406,7
B	R1	373,9	415,3	393,2	402,8	396,3
	R3	304,9	309,1	307,0	298,3	304,8
	R5.1	319,5	298,0	316,1	319,8	313,3
	R1+R5.1	385,9	452,4	408,8	407,1	413,6
C	R1	389,6	361,5	383,2	386,8	380,3
	R1+R5.1	412,7	399,5	400,5	395,5	402,0

A = Azoxistrobina + Ciproconazole;

B = Piraclostrobina + Epoxiconazole;

C = Trifloxistrobina + Ciproconazole;

* Estádio de desenvolvimento quando o fungicida foi aplicado.

Tabela 12 – Rendimento de grãos (kg/ha^{-1}) do cultivar CD 219 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Fungicida	Estádio*	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
SF	---	911,2	1213,0	921,7	1053,2	1024,8
A	R1	1461,4	1183,4	1146,9	1348,8	1285,2
	R3	2157,2	2175,5	2290,8	1815,4	2109,8
	R5.1	1204,5	1536,6	1197,6	1364,2	1325,8
	R1+R5.1	2207,1	1905,5	1961,0	1770,5	1961,1
B	R1	1322,3	1558,9	1807,6	1657,7	1586,7
	R3	959,8	1060,0	1037,7	987,2	1011,2
	R5.1	1672,7	1436,9	1252,2	1186,6	1387,1
	R1+R5.1	1486,4	1566,3	1642,9	1666,5	1590,6
C	R1	1846,3	1961,5	1477,2	1503,3	1697,1
	R1+R5.1	1923,4	1876,5	1687,9	1829,3	1791,0

A = Azoxistrobina + Ciproconazole;

B = Piraclostrobina + Epoxiconazole;

C = Trifloxistrobina + Ciproconazole;

* Estádio de desenvolvimento quando o fungicida foi aplicado.

Tabela 13 – Peso de mil grãos (gramas) do cultivar CD 219 RR submetido a uma ou duas aplicações de fungicida triazól + estrobilurina e sem aplicação de fungicida (SF). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Fungicida	Estádio*	Repetições				Média
		I	II	III	IV	
SF	---	110,0	112,5	104,5	112,5	110,0
A	R1	125,9	123,0	126,0	119,0	123,5
	R3	144,5	149,6	155,1	119,6	142,2
	R5.1	126,1	139,5	149,6	135,0	137,5
	R1+R5.1	146,1	157,8	148,5	147,2	149,9
B	R1	122,6	118,0	138,1	124,5	125,8
	R3	106,5	113,0	122,4	116,2	114,5
	R5.1	125,5	122,6	135,5	134,1	129,4
	R1+R5.1	152,0	143,6	147,5	147,9	147,7
C	R1	135,0	143,5	132,0	121,7	133,1
	R1+R5.1	146,1	157,8	148,5	147,2	144,2

A = Azoxistrobina + Ciproconazole;

B = Piraclostrobina + Epoxiconazole;

C = Trifloxistrobina + Ciproconazole;

* Estádio de desenvolvimento quando o fungicida foi aplicado.

O peso de mil grãos (PMG) foi o componente do rendimento afetado pelo aumento da DAFS durante o período reprodutivo. A relação entre o PMG (variável X) e o rendimento de grãos (variável Y) (Figura 8), esta representada por modelos lineares de primeiro grau ($Y=a + bX$), cujos coeficientes de determinação foram (R^2) de 0,95 para cv. ciclo precoce, de 0,93 para médio e de 0,60 para o tardio. (Tabela 14). Cada grama a mais ou a menos no PMG representou uma variação de 21,26, 25,37 e 17,95 kg/ha no rendimento dos cultivares de ciclo curto, médio e longo respectivamente. O PMG teve menor participação como componente do rendimento no cultivar de ciclo longo. Com a ocorrência da ferrugem mais precocemente no cultivar tardio, pressupõe-se que outros componentes do rendimento foram afetados.

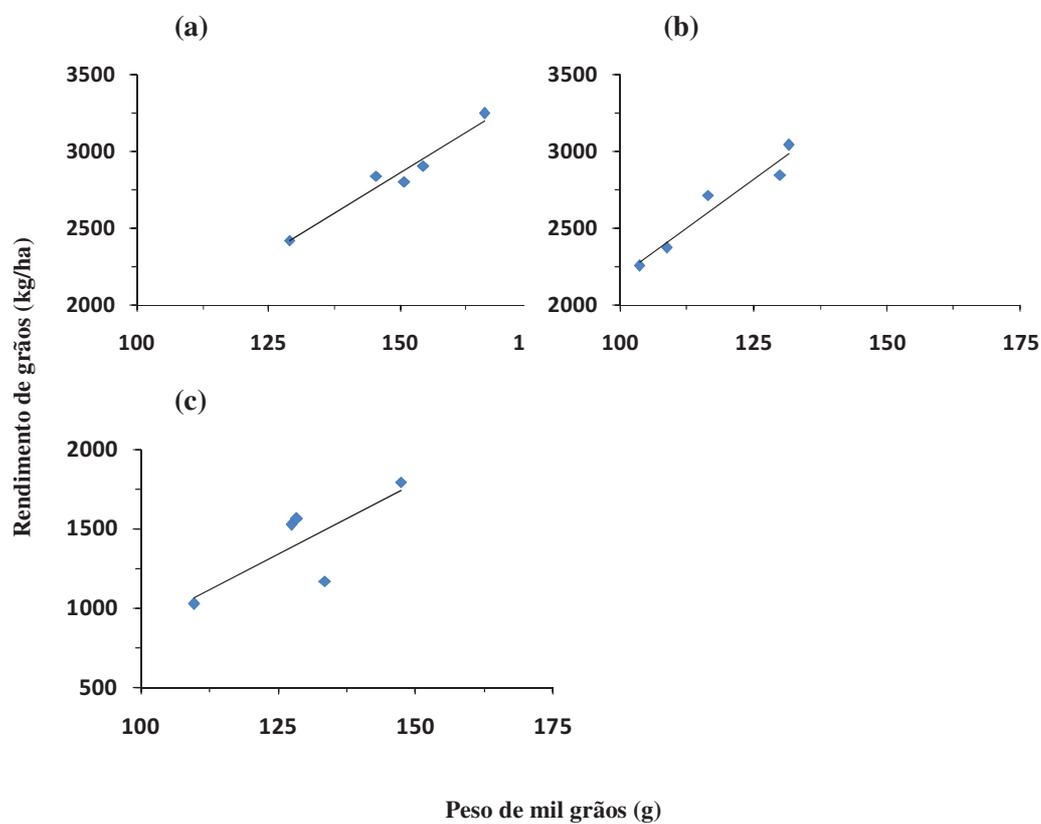


Figura 8 - Relação entre rendimento médio de grãos de três cultivares de soja e o peso médio de mil grãos em três cultivares: (a) 6001 RR, (b) Anta RR e (c) CD 219 RR. Passo Fundo/RS, Safra 2006/07.

Tabela 14 - Descrição das equações dos valores estimados do

rendimento de grãos (RG) de três cultivares de soja em função do peso de grãos (PG). Passo Fundo/RS, Safra 2006/07

Cv.	Equações	R ²	Probabilidade
a	$RG = 21,26PG - 330,5$	0.95	P = 0.004
b	$RG = 25,37PG - 353,8$	0.93	P = 0.006
c	$RG = 17,95PG - 907,6$	0.60	P = 0.12

a = 6001 RR; b = Anta RR; c = CD 219 RR.

O programa de aplicação de fungicida com duas aplicações, início da floração (R1) e início do enchimento de grãos

(R5.1), para o controle das doenças foliares proporcionou um ganho médio de 13,1 sacas/ha⁻¹, representando um retorno de 6,36 sacas/ha⁻¹ a mais que o melhor tratamento com uma aplicação (Tabela 15). Até mesmo para o cultivar de ciclo precoce, que tradicionalmente recebe apenas uma aplicação de fungicida no campo pelos produtores, houve resposta equivalente aos demais cultivares a uma segunda aplicação. Isso se deve ao fato de que houve uma necessidade de defesa sanitária maior dos cultivares em relação a ferrugem da soja nessa safra que foi conduzido o experimento.

Os resultados demonstram que uma aplicação de fungicida na safra 2006/07, o retorno médio foi de 7,5 sacas/ha⁻¹, representando um ganho líquido de 5,9 sacas/ha⁻¹. Ou seja, para cada R\$ 1,00 investido com o controle químico obteve-se retorno de R\$ 3,68, resultando em uma de resposta de 72,8% ao dinheiro investido.

Tabela 15 - Retorno econômico médio em função do número de aplicações de fungicidas visando o controle de doenças

foliares em três cultivares com diferentes grupos de maturação. Passo Fundo/RS. Safra 2006/07

Cultivares	6001 RR		Anta RR		CD 219 RR	
Tratamentos						
Testemunha (sacas 60 kg/ha)	40,3		37,5		17,0	
Aplicações (n°)	1x	2x	1x	2x	1x	2x
Momento aplicação	R5	R1+R5	R5	R1+R5	R3	R1+R5
Produção(sc 60kg/ha)						
Rendimento	47,4	54,0	44,0	50,6	26,0	29,5
Diferença/ test.	7,1	13,7	6,5	13,1	9,0	12,5
Custos (sc 60kg/ha)¹						
Fungicida ²	1,33	2,66	1,33	2,66	1,33	2,66
Operação ³	0,26	0,52	0,26	0,52	0,26	0,52
Total	1,59	3,18	1,59	3,18	1,59	3,18
Rentabilidade						
Retorno líquido (sc 60kg/ha)	5,51	10,5	4,91	9,92	7,41	9,32
Retorno líquido (R\$/ha)	180	343,5	160,3	323,8	242	304,3

¹ R\$ 32,65 = Preço médio da saca de 60 kg em Passo Fundo-RS entre fevereiro e abril de 2007 (Fonte: Cepea-Esalq, 2007). ² R\$ 87,20 /L = Preço médio entre fevereiro e abril de 2007 do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (dose: 0,5 L p.c./ha) (Fonte: IEA, 2007). ³ R\$ 8.60/ha = Custos fixos e variáveis de uma operação utilizando um trator de 86 cv com tanque de 2000 litros na safra 2006/07. (Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007).

Como os tratamentos com duas aplicações foram superiores estatisticamente se comparado a qualquer tratamento

composto por uma aplicação somente, então, foram comparados os resultados dos fungicidas dentro desse esquema de aplicação.

Os resultados demonstraram que o fungicida piraclostrobina + epoxiconazole permitiu as plantas uma maior duração da área foliar sadia que os demais fungicidas, embora não diferiu estatisticamente. Incrementos de 5% e 2,35% a mais de DAFS foram observados no cultivar precoce, refletindo em rendimentos de 5,36% e 11,04% superiores quando comparados as misturas ciproconazole + azoxistrobina e ciproconazole + trifloxistrobina respectivamente (Figura 9).

No caso do cv. ciclo médio, os rendimentos foram superiores para a mistura epoxiconazole + piraclostrobina, porém, menores diferenças entre os fungicidas foram verificadas.

A mistura ciproconazole + azoxistrobina apresentou 14,7% e 5,5% mais rendimento de grãos que ciproconazole + azoxistrobina e ciproconazole + trifloxistrobina no cv. de ciclo tardio.

De maneira geral, o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina apresentou melhores resultados em situações de baixa intensidade de doença e em aplicações preventivas. Já a mistura ciproconazole + azoxistrobina, demonstrou mais eficácia em situações de elevada intensidade de doença, embora, tenha apresentado resultados semelhantes à mistura epoxiconazole + piraclostrobina nos cultivares precoce e tardio.

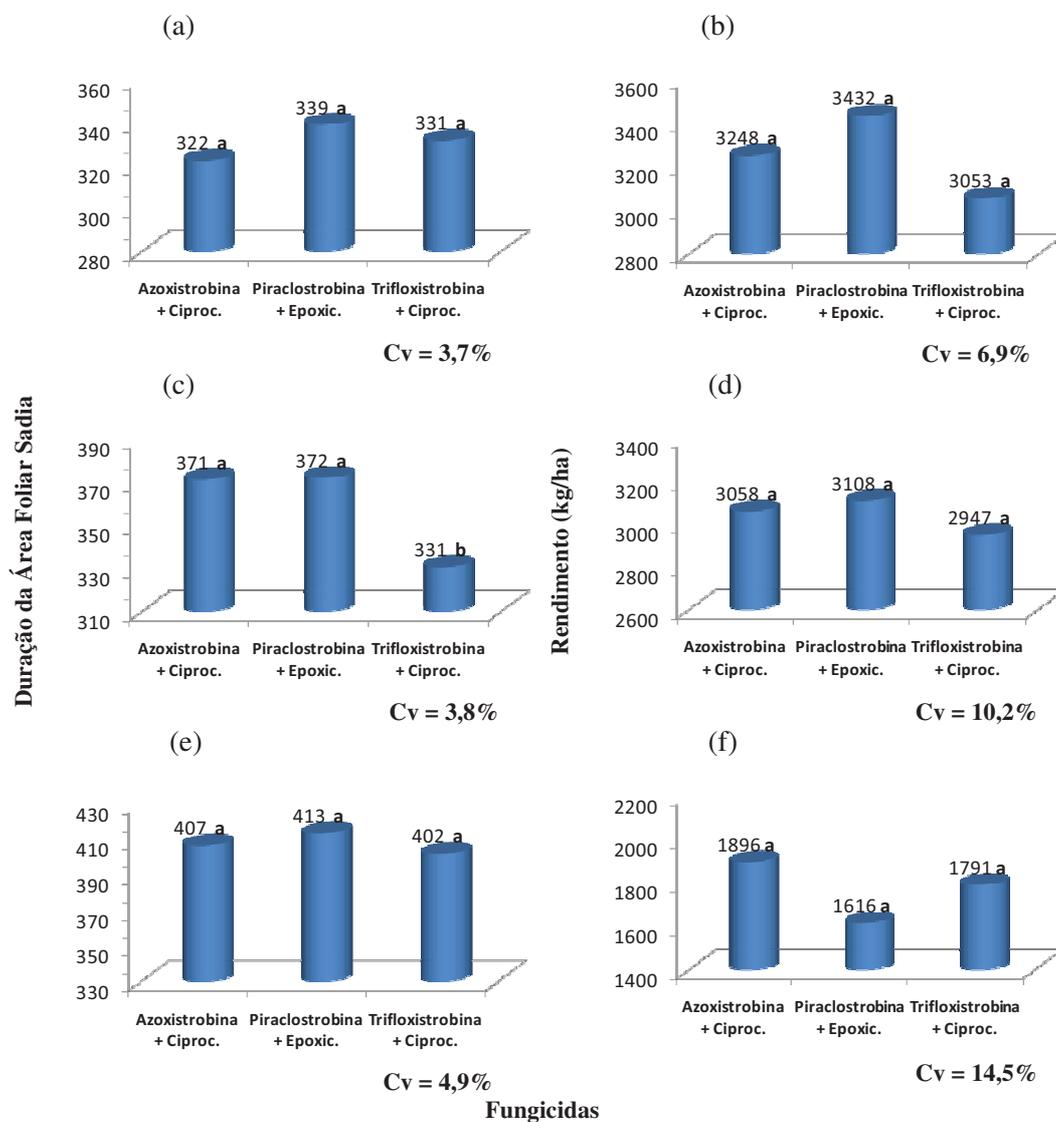


Figura 9 – Duração da área foliar sadia (DAFS) e rendimento de grãos (kg/ha) em três cultivares de soja: 6001 RR (a-b); Anta RR (c-d) e CD 219 RR (e-f), submetidos a duas aplicações (R1 + R5.1) de diferentes fungicidas. Passo Fundo, Safra 2006/07.

- Colunas seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

A safra de 2006/2007, na região de Passo Fundo/RS, se caracterizou pelo excedente hídrico, com média de precipitação pluvial acima da normal (EMBRAPA-Trigo, 2007), e chuvas bem distribuídas durante todo o ciclo da cultura da soja no campo. A exigência média de água pela cultura da soja plantada no início de dezembro em Passo Fundo foi suprida (Matzenauer *et al.*, 2003), portanto, não sendo um fator importante de interferência negativa nos níveis de rendimentos dos cultivares neste trabalho (Cunha *et al.*, 1998). As temperaturas e o fotoperíodo prevaletentes, em função da época de semeadura, induziram os cultivares a redução da fase vegetativa no campo (Major *et al.*, 1975; Jones & Laing, 1978; Hodges & French, 1985; Wilkerson *et al.*, 1989). A diferença na duração do período vegetativo entre os cultivares é em função do número de dias curtos mínimos para a indução da floração (Steinberg & Gardner, 1936). Tal fato que interfere no número de nós que as plantas produziram, e conseqüentemente no rendimento de grãos (Carmona *et al.*, 2006).

A quantidade e a distribuição das chuvas ocorridas favoreceram o rápido desenvolvimento da ferrugem da soja (Del Ponte *et al.*, 2006) durante o período reprodutivo, atingindo severidade de 95% no final de enchimento de grãos em plantas não tratadas (Sinclair & Hartman, 1999). Isso se deve ao fato de que, segundo Bergamim Filho (2006), a chuva fornece água líquida e temperaturas próximas da ideal para o estabelecimento do fungo, além de proteger os esporos da radiação solar (Isard *et al.*; 2006). No entanto, o molhamento foliar, é um fator inibidor para o oídio (BALARDIN,

2002). Para as DFCs, a área de cultivo sob rotação de culturas (Zambolin *et al.*, 2000) e a elevada severidade (25 a 98%) de ferrugem (infecção de um maior número de sítios sadios da folha) contribuíram para a manutenção de baixos de níveis de severidade dessas doenças durante o ciclo da cultura.

A desfolha ocasionada pela ferrugem da soja foi o principal fator na redução do índice de área foliar das plantas, ocasionando redução de 98 a 100% no IAF em plantas não tratadas antes do término do ciclo da cultura no campo. O cultivar tardio foi o mais afetado, em função do patógeno se instalar na cultura ainda antes do período de enchimento de grãos (R3 a R4), causando desfolha antecipada e rendimento de grãos de 1025 kg/ha em parcelas testemunhas (Yang *et al.*, 1991). O tempo maior para a finalização do período de enchimento de grãos em relação aos outros cultivares e principalmente a realização da segunda aplicação quando a plantas apresentavam 18% de severidade de ferrugem, permitiram a redução no IAFS em 22,5% entre R3 a R5.1 e de 30,5% entre R5.1 a R6, justificando que o melhor desempenho dos fungicidas se dá na ausência da doença ou em baixos níveis dela (FORCELINI, 2003), que não foi o caso nessa situação. A época de semeadura, a suscetibilidade ao acamamento das plantas e o atraso na colheita em função das chuvas ocorridas em pré-colheita foram também fatores que contribuíram para a redução do rendimento do cultivar tardio. O acamamento, também dificultou as avaliações de área foliar, onde o objetivo era isolar o fator doença na redução de área foliar.

O cultivar de ciclo longo teve 4 a 5 dias a mais para o enchimento de grãos, o que é uma característica que pode explicar sua

menor dependência pela duração da área foliar sadia (DAFS) perante aos demais cultivares. Explicado por valores menores da variável (*b*) nas equações $Y = a + bx$ de regressão entre rendimento, DAF e DAFS. Os dados aqui obtidos confirmam os resultados de Bortolim (2005). Assim como no trabalho de Diaz *et al* (2005), onde cultivares com ciclos menores apresentaram maior dependência pela DAFS.

As diferenças em rendimento foram fortemente associadas a variações em DAF confirmando a proposta de Watson (1947). Bortolim (2005), trabalhando também com cultivares de soja de distintos grupos de maturação observou estreita relação entre DAF e rendimento de grãos, achando valores de coeficientes de determinação entre 0,89 a 0,94. Contudo, quem explicou melhor a produção em ambos os cultivares foi à duração da área foliar sadia (DAFS). Isso se deve ao fato da DAFS simular melhor a real fotossíntese que ocorre durante o período reprodutivo que tem uma estreita relação com o rendimento da cultura (Waggoner & Berger, 1987; Bergamim filho *et al*, 1995). Resultados parecidos Godoy & Canteri (2004) obtiveram utilizando a DAFS para explicar danos de oídio e das doenças de final de ciclo em soja. Trabalhando com os mesmos patossistemas, Guerzoni (2001) também constatou relação significativa entre DAFS e rendimento.

A AACPD teve relação com o rendimento de grãos, porém essa relação é bastante questionável, principalmente por que o potencial de rendimento varia em cada campo e cultivar (Godoy & Canteri, 2004). Confirmando isso, a relação menos significativa do rendimento com a AACPD foi cultivar de ciclo médio, justamente pelo seu hábito de crescimento indeterminado, reforçando a teoria a

idéia de que, em plantas com o número de folhas não é fixa, a relação doença-dano é muito baixa, devido o rendimento depender da área absoluta de tecido verde e a proporção de área lesionada torna-se pouco-relevante (Jesus Junior *et al.*, 2003).

As diferenças no rendimento de grãos tiveram uma relação positiva altamente significativa com o peso dos grãos para os cultivares de ciclo curto ($R^2 = 0,95$) e médio ($R^2 = 0,96$), evidenciando a importância de se proteger o período de enchimento de grãos e a ausência de desfolha nos estádios anteriores (R1 – R5). Diferentemente dos demais, no cultivar de ciclo longo, o peso dos grãos teve uma participação menor ($R = 0,60$), porém significativa para a determinação do rendimento. A tendência é que com a ocorrência precoce da ferrugem (R3 a R4) afetasse outros componentes do rendimento de grãos, como a viabilidade de legumes/planta, afetando o número de grãos (Carmona *et al.*, 2006).

Em ambos os cultivares, esquemas compostos por duas aplicações de fungicida (R1 + R5.1) proporcionaram em média 18,8% e 9,6% mais duração da área foliar sadia durante o período reprodutivo (R1 – R6), o que refletiu em rendimentos de 31% e 15% superiores a testemunha e a uma aplicação apenas, respectivamente. Esse incremento significativo no tempo de permanência das folhas nas plantas e como consequência no rendimento de grãos, está relacionada também às aplicações realizadas no início da floração. Aplicações de forma preventiva ou curativas são estratégicas sob o ponto de vista epidemiológico das doenças, pois permite o controle de doenças já presentes na planta, mas assintomáticas (doença virtual) e previne a ocorrência de outras (FORCELINI, 2004), além de, potencializar

efeitos fisiológicos de alguns fungicidas (Koehle *et al*, 2003). O período maior de enchimento de grãos aliado ao menor período residual dos fungicidas no cultivar de ciclo tardio evidenciaram a necessidade de um maior número de aplicações para o controle da ferrugem, com o propósito de garantir um maior peso dos grãos na safra 2006/07.

Embora a severidade das doenças tenha sido significativamente menor quando se procedeu às aplicações de fungicidas mais próximas da ocorrência da doença, não houve diferença significativa na DAFS e no rendimento quando comparadas as aplicações no início da floração. Explicando assim, também a falta de relação entre a AACPD e a produção. Já no cultivar de ciclo tardio, as aplicações realizadas anteriores ao surgimento da doença (R1 e R3) resultaram em valores de DAFS e rendimentos significativamente superiores a aplicação feita em R5.1, justificando o melhor controle obtido com aplicação na ausência de doença ou com baixos níveis dela (Andrade & Andrade, 2002).

A intenção de diminuir custos no combate as doenças da soja leva os produtores a procura de cultivares precoces aliados a plantios no início da época recomendada, a fim de reduzir o número de aplicações de fungicidas (Godoy *et al.*,2007). No entanto, neste trabalho, a adição de mais uma aplicação de forma preventiva a ferrugem da soja no início da floração proporcionou em média retorno líquido de 5 sacas de 60 kg/ha⁻¹, quando comparado apenas a uma aplicação em R5.1 no cultivar precoce. Contudo, as diferenças entre os ganhos no rendimento variaram em função do fungicida utilizado.

Na avaliação entre os fungicidas, esquemas de aplicação com duas aplicações de fungicidas para o controle da ferrugem da soja (cv. ciclo precoce e médio), embora não tenha resultado em diferença significativa para DAFS, os fungicidas ciproconazole + azoxistrobina e epoxiconazole + piraclostrobina resultaram rendimentos superiores quando comparadas a mistura ciproconazole + trifloxistrobina. Tal fato pode ser explicado pelos possíveis efeitos fisiológicos dos fungicidas, sendo mais pronunciado pela piraclostrobina (5% a mais no rendimento) (Kohele *et al*, 2003). Tais efeitos também foram observados em trabalhos de Bortolin, 2004; Dourado Neto *et al*, 2005; Milles *et al*; 2007 e Godoy *et al*; 2007. No entanto, onde a segunda aplicação foi feita de forma erradicativa, com intensidade de ferrugem de 18% (cv. CD 219 RR), azoxistrobina + ciproconazole e trifloxistrobina + ciproconazole apresentaram em média rendimentos de 11,6% superiores quando comparados a mistura piraclostrobina + epoxiconazole, que por sua vez, apresentou IAFS em R6, 12,8% menor. Godoy *et al*. (2007), trabalhando com essas misturas de fungicidas obteve resultados semelhantes.

CONCLUSÃO

Nas condições em que a pesquisa foi desenvolvida, os resultados obtidos permitem concluir que:

1. A duração da área foliar sadia (DAFS) durante o período reprodutivo apresenta relação com rendimento de grãos em soja, a qual pode ser influenciada pelo cultivar, pela doença, pelo grupo químico de fungicida e pela época de sua aplicação;
2. Uma aplicação de fungicida independente da mistura e do momento de aplicação não é suficiente para manter área foliar até o final do período de enchimento de grãos nos três cultivares utilizados na pesquisa;
3. Duas aplicações de fungicidas, independentes do grupo de maturação dos cultivares e da mistura utilizada, resultaram em aumentos significativos na DAFS e no rendimento de grãos também para o cultivar 6001 RR;
4. Programas com duas aplicações (R1 + R5.1) podem ser semelhantes em termos de controle de doenças para os cultivares precoce e médio quando do surgimento da ferrugem na fase de enchimento de grãos;
5. Para cultivares do grupo de maturação tardio, duas aplicações de fungicida em condições de elevada incidência de ferrugem,

independente da mistura utilizada podem não ser suficientes para proteção da área foliar até o final do enchimento de grãos;

6. Aplicações de fungicidas de forma preventiva são estratégicas para o melhor controle das doenças foliares e manter a área foliar sadia, contribuindo para maior peso dos grãos;
7. Aplicações de misturas triazol + estrobilurinas, em especial, ciproconazole + azoxistrobina e epoxiconazole + piraclostrobina, influem positivamente na fisiologia das plantas;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A. Doenças da Soja. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; RESENDE, A. A. M. Manual de Fitopatologia – Doenças das Plantas Cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995 -1997. p. 642 – 664.

ALVES, S.A.M.; FURTADO, G.Q.; BERGAMIM FILHO, A. Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja. In: Zambolim, L. (Org.). Ferrugem asiática da soja. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2006. p. 37-59.

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

ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. de. Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba: Potafos, 1993.

BALARDIN, R. S. Controle de doenças na parte aérea da cultura da soja. Santa Maria: UFSM, 1999.

BALARDIN, R. S. Doenças da Soja. São Paulo: Syngenta, 2002.

BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1996. 289 p.

BERGAMIN FILHO, A.; CARNEIRO, S.M.T.P.G.; GODOY, C.V.; AMORIM, L.; BERGER, R.D.; HAU, B. Angular leaf spot of *Phaseolus* Beans: relationships between disease, healthy leaf area, and yield. *Phytopathology*, St. Paul, v.87, n.5, p.506-515, 1997.

BIOSONNETTE, S.M.; DARCY, C.J. Yield loss in two spring oat cultivars due to *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* in the presence or absence of barley yellow dwarf virus. *Phytopathology*, v.84, p-363-371, 1994.

BROMFIELD, K.R. Soybean rust. Monograph 11. St. Paul. *American Phytopathological Society*. 1984.

BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. A soja no Brasil: história e estatística. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1987. 61p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 21).

BORTOLIN, J.; FORCELINI, C. A.; FLOSS, E. L. *Variações em índices de área foliar e componentes do rendimento de grãos associadas à época de aplicação de fungicidas em soja*. 2006. UPF, Passo Fundo, 2006.

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

CANTERI, M.G.; DALLA PRIA, M.; SCHIEBELBEIN, L.M.; SILVA, O.C.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Relações entre área foliar sadia, produtividade, refletância e severidade da mancha angular do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.23, n.4, p.498-501, 1998.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2008.

DEL PONTE, E.M., GODOY, C.V., LI, X., YANG, X.B. Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. *Phytopathology* 96:797-803. 2006.

DERAL – Departamento de Economia Rural do Paraná. Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2008.

DÍAZ, C. G., L. D. PLOPER, M. R. GALVEZ, V. GONZALVEZ, M. A. ZAMORANO, H. E. JALDO, C. LOPEZ y J. C. RAMALLO. Effect of late season diseases on the growth of different soybean genotypes in relation to planting date. *Agriscientia* XXII (1): 1-7, 2005.

DOURADO NETO, D.; OLIVEIRA, R. F.; BEGLIOMINI, E.; RODRIGUES, M. A. T. F500 em soja e milho: efeitos fisiológicos comprovados. *Atualidades Agrícolas*, n. 5. 2005. pp. 12-16

EGLI, D. B. Seed physiology and the yield of grain crops. CAB International, UK. 1998. 178 pp.

EGLI, D. B. & BRUENING, W. P. Source-sink relationships, seed sucrose level and seed growth rates in soybean. *Annals of Botany* 2001. 88: 235-242.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 09 de fevereiro de 2008.

ISAR, S. A., DUFAULT, N. S., MILES, M. R., HARTMAN, G. L., RUSSO, J. M., DE WOLF, E. D., MOREL, W. The effect of solar irradiance on the mortality of *Phakopsora pachyrhizi* uredinospores. *Plant Disease* 90:941-945. 2006.

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

FLOSS, E. L. *Fisiologia das Plantas Cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê*. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2004.

GODOY, C. V. & CANTERI, M. C. *Efeitos Protetor, Curativo e Erradicante de Fungicidas no Controle da Ferrugem da Soja, causado por Phakopsora pachyrhizi em Casa de Vegetação*. UEL, Londrina, 2003.

GODOY, C.V.; CANTERI, M.G. Efeito da severidade de oídio e crestamento foliar de cercospora na produtividade da cultura da soja. *Fitopatologia Brasileira* 29:526-531. 2004.

GODOY, C.V.; DEL PONTE, E.; CANTERI, M.G. Epidemiologia da ferrugem da soja. II Workshop de epidemiologia de doenças de plantas. USP-Esalq, P. 77-81, 2007.

KANTOLIC, A.G & CARMONA, M. A. Bases ecofisiológicas de la generación del rendimiento: Relación con el efecto de las enfermedades foliares y el uso de fungicidas en el cultivo de soja. 2006

KANTOLIC, A.G.; GIMENEZ, P.I. E DE LA FUENTE. Ciclo ontogenico, dinamica del desarrollo e generación del rendimiento e la

calidad en soja. Em: E.H. Storre, R.L. Benech A., G. A. Slafer, E. B. delaFuente, D. J. Miralles, M. E. Otegui, R. Sacin (Eds): *Producción de Cultivos de Granos: Bases Funcionales para su Manejo*. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires. 2003.

KOEHLE, H., GROSSMANN, K., JABS, T., STIERL, R., GERHARD, M., KAISER, W., GLAAB, J., CONRATH, U., SEEHAUS, K., HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. p. 61-74 In: *Fungicides and Antifungal Compounds*, v.3. 2002.

JESUS JUNIOR, W. C.; VALE, F.X.R. ET AL. Relationships between angular leaf spot, healthy leaf area, effective leaf area and yield of *Phaseolus vulgaris*. *European Journal of Plant Pathology*, v. 109, p. 625-632, 2003.

LINCON, NE. LAI-2000 plant canopy analyzer operating manual. LICOR. 1992.

LOPES, D.B.; BERGER, R. D. et al. Absorção da área foliar sadia (HAA): uma nova abordagem para a quantificação de dano e para o manejo integrado de doença. *Summa Phytopathologica*, v.20, p.143-451, 1994.

MATZENAUER, R.; BARNI, N. A.; TAVARES, J. R. M. Estimativa de consumo relativo de água para a cultura da soja no estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33 pp.1013-1019, 2003.

McGEE, D.C. Soybean diseases: a reference source for seed technologists. St. Paul, *APS Press*, 1992.

MICHEL, C.A., REIS, E.M. & VIEIRA, R. Controle químico do oídio na cultura da soja. *Fitopatologia Brasileira*, 23:259. 1998.

MILLES, M.R., LEVY, C., MOREL, W., MUELLER, T. STEINLAGE, T., VAN RIJ, N., FREDERICK, R.D., HARTAM, G.L. International fungicide efficacy trials for the management of soybean rust. *Plant Diseases*. 2007. 91: p -1450-1458.

NAEVE, S., NAFZIGER, E., THELEN, K., CONLEY, S., POTTER, B. and BREITENBACH, F. Simulated soybean rust infections through manual defoliation: Yield and Quality Effects. University of Minnesota. 2007.

REIS, E. M.; FORCELLINI, C. A.; REIS, A. C. *Manual de Fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas*. 4^o ed. Florianópolis: Insular, 2001

REIS, E.M.; REIS, A.C.; CARMONA, M. *Doenças da soja I: Ferrugem asiática*. Passo Fundo: Passo Fundo Ed, 2006.

REIS, E. M. Doenças na cultura da soja. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL (34:2006: Pelotas). *Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2006/2007*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 237 p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E.; BENSON, G. O. *How a soybean plant develops*. Ames: Iowa State University of Science and Thechnology, Cooperative Extension Service, 1994. 20p. (Special Report, 53).

ROESSING, A. C., LAZZAROTTTO, J. J. Criação de empregos pelo complexo agroindustrial da soja. (Documentos/Embrapa Soja, n, 233) Londrina: Embrapa Soja, 2004.

SAS USER"s GUIDE: Statistics. 6" ed. Cary. SAS Institute 1990.

SILVA, O. C.; SEGANFREDO, R. 1999. Quantificação de danos ocasionados por doenças de final de ciclo e Oídio, em dois cultivares de soja. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Soja*, Londrina: Brasil. p. 460 (resumo 299)

SINCLAIR, J.B. Target spot. In:Hartman, G.L., Sinclair, J.B. & Rupe, J.C. *Compendium of soybean diseases*. 4. ed. St. Paul: APS Press, 1999

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.

SQUIRE, G. R. *The physiology of tropical crop production*. Wallingford: CAB International, 1990.

STEINBERG, R. A.; GARDNER, W. W. Response of certain plants to length of day and temperature under controlled conditions. *Journal of Agricultural Research*, Washington, v. 52, p. 943-960, 1936.

TOMERLIN, J.R. & HOWELL, T.A. Distrain: a computer program for training people to estimate disease severity on cereal leaves. *Plant Disease* 72:455-459. 1988.

TSUDA, M., ITOH, H. KATO, S. Evaluation of the systemic activity of simeconazole in comparison with that of other DMI fungicides, *Pest Manage. Sci.* 2004.60: p 875-880

USDA - United States Department of agriculture. Disponível em: <http://www.usda.gov>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2008.

ZAMBOLIM, L., CASA, R.T. & REIS, E. M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. Passo Fundo. *Fitopatologia Brasileira* 25:585-595. 2000.

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

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

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.E.; GODOY, C.V. ; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust

(*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. Londrina. *Plant Disease*, v.89, p. 675-677, 2005.

WALLER, J.M. 1976. The influence of climate on the incidence and a severity of some diseases of tropical crops. *Review of Plant Pathology* 55:185-194

WATSON, D. J. *The physiological basis of variation in yield*. Advances in Agronomy, San Diego, v. 4, p. 101- 144, 1952.

WAGGONER, P.E.; BERGER, R.D. *Defoliation, disease and growth*. *Phytopathology*, St. Paul, v.77, n.3, p.393-398, 1987.

WILKERSON, G. G.; JONES, J. W.; BOOTE, K. J.; BUOL, G. S. Photoperiodically sensitive interval in time to flower of soybean. *Crop Science*, Madison, v. 29, p. 721-726, 1989.

APÊNDICE

APÊNDICE 01 - Estádios fenológicos da soja.

Estádio	Descrição
I. Fase vegetativa	
VC	Da emergência a cotilédones abertos.
VI	Primeiro nó; folhas unifolioladas abertas.
V2	Segundo nó; primeiro trifólio aberto.
V3	Terceiro nó; segundo trifólio aberto.
Vn	Enésimo (último) nó com trifólio aberto, antes da floração.
II. Fase reprodutiva (observação na haste principal)	
R1	Início da floração até 50% das plantas com uma flor.
R2	Floração plena. Maioria dos racemos com flores abertas.
R3	Final da floração. Vagens com até 1,5 cm de comprimento.
R4	Maioria das vagens no terço superior com 2-4 cm, sem grãos perceptíveis.
R5.1	Grãos perceptíveis ao tato a 10% da granação.
R5.2	Maioria das vagens com granação de 10%-25%.
R5.3	Maioria das vagens entre 25% e 50% de granação.
R5.4	Maioria das vagens entre 50% e 75% de granação.
R5.5	Maioria das vagens entre 75% e 100% de granação.
R6	Vagens com granação de 100% e folhas verdes.
R7.1	Início a 50% de amarelecimento de folhas e vagens.
R7.2	Entre 51% e 75% de folhas e vagens amarelas.
R7.3	Mais de 76% de folhas e vagens amarelas.
R8.1	Início a 50% de desfolha.
R8.2	Mais de 50% de desfolha à pré-colheita.
R9	Ponto de maturação de colheita.

Fonte: Ritchie et al. How a soybean plant develops. Iowa State Univ. of Science and Technol. Coop. Ext. Serv. Special Report, 53, 1982. 20 p. (adaptado por J. T. Yorinori, 1996).