

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

**VARIAÇÕES EM ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR E NOS
COMPONENTES DO RENDIMENTO DE GRÃOS ASSOCIADAS
COM O USO DE FUNGICIDAS EM SOJA**

Janaína Lacourt de Souza Bortolin

Passo Fundo

2006

Janaine Lacourt de Souza Bortolin

VARIAÇÕES EM ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR E NOS COMPONENTES DO
RENDIMENTO DE GRÃOS ASSOCIADAS COM O USO DE FUNGICIDAS EM
SOJA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção de título de mestre em Agronomia.

Orientador:
Dr. Carlos Alberto Forcelini
Coorientador:
Dr Elmar Luiz Floss

Passo Fundo

2006

CIP – Catalogação na Publicação

B739v Bortolin, Janaíne Lacourt de Souza
Variações em índices de área foliar e nos componentes
do rendimento de grãos associadas com o uso de
fungicidas em soja [recurso eletrônico] / Janaíne Lacourt
de Souza Bortolin. – 2006.
1.5 MB ; PDF.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Forcelini.

Coorientador: Prof. Dr. Elmar Luiz Floss.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade
de Passo Fundo, 2006.

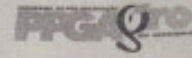
1. Análise foliar. 2. Soja - Doenças e pragas. 3. Soja -
Cultivo. 4. Fitopatologia. 5. Plantas - Efeito dos fungicidas.
I. Forcelini, Carlos Alberto, orientador. II. Floss, Elmar
Luiz, coorientador. III. Título.

CDU: 633.34

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO



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



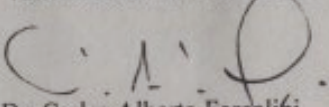
ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DA CANDIDATA, JANAINÉ LACOURT DE SOUZA BORTOLIN, DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOPATOLOGIA DA FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO.

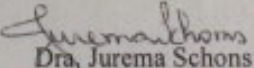
Aos vinte e sete dias do mês de abril de dois mil e seis, às quatorze horas, no Auditório da Pós-Graduação, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, sob a Presidência do Dr. Carlos Alberto Forcelini, em Sessão Pública, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação da candidata Janaine Lacourt de Souza Bortolin, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - área de Concentração em Fitopatologia, constituída pelos Doutores: Carlos Alberto Forcelini (orientador), Elmar Luiz Floss (co-orientador), José Maurício Cunha Fernandes e José Antônio Martinelli indicada pelo Conselho do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Iniciados os trabalhos, a presidência deu conhecimento aos membros da comissão e a candidata das normas que regem a defesa de dissertação e definiu a ordem a ser seguida pelos examinadores para a arguição: a seguir, a candidata passou a apresentação e defesa de sua Dissertação intitulada, "Variações em índices de área foliar e nos componentes do rendimento de grãos associadas com o uso de fungicidas em soja". Encerrada a defesa, a avaliação foi a seguinte: Dr. Carlos Alberto Forcelini: APROVADO _____

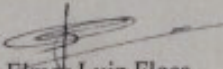
_____ ; Dr. Elmar Luiz Floss: APROVADO _____ // _____ ;

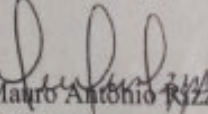
Dr. José Maurício Cunha Fernandes: APROVADO _____ // _____ ; Dr.

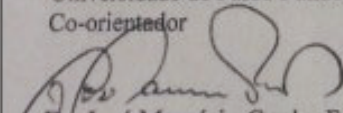
José Antonio Martinelli: APROVADO _____ // _____ , tendo a candidata sido aprovada _____ // _____ , fazendo jus ao Título de "Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Fitopatologia". Para estar em dia com suas obrigações perante o curso, a aluna terá o prazo de quarenta e cinco dias, a partir desta data, para entrega da dissertação definitiva, com as alterações sugeridas pelos membros da Comissão Examinadora e juntamente o comprovante de um artigo científico encaminhado à publicação. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente Ata, que vai assinada pelos Membros da Comissão Examinadora, pela Coordenadora do Programa de Pós-Graduação, Prof.ª Dra. Jurema Schons e pelo Prof. Dr. Mauro Antônio Rizzardi, Diretor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, aos vinte e sete dias do mês de abril de 2006.

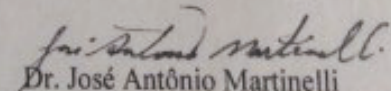

Dr. Carlos Alberto Forcelini
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador


Dra. Jurema Schons
Coordenador PPGAgro


Dr. Elmar Luiz Floss
Universidade de Passo Fundo
Co-orientador


Dr. Mauro Antônio Rizzardi
Diretor FAMV


Dr. José Maurício Cunha Fernandes
Embrapa Trigo


Dr. José Antônio Martinelli
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

DEDICATÓRIA

A Deus, por ter me dado sabedoria e força para concluir esta dissertação.

À minha mãe, maior incentivadora de meus estudos.

Ao meu filho, Rafael, pelo carinho e apoio.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo incentivo e confiança.

Ao meu filho Rafael, por muitas vezes ter ficado em segundo lugar, quando a prioridade eram as avaliações.

Ao prof. Dr. Carlos Alberto Forcelini, pela competência com que orientou esta dissertação.

Ao prof. Dr. Elmar Luiz Floss, pela confiança e conhecimentos transmitidos.

À colega de pós-graduação, Roseana Stoltti, por sua contribuição agronômica.

Aos bolsistas de iniciação científica, Fábio Benin e Douglas Crestani, e à aluna de graduação em Agronomia, Bruna Balen Forcelini, pelo auxílio nas tarefas de campo.

À secretária do PPGAgro, Mari Terezinha Gomes Viecelli, por fornecer informações com clareza, sempre que solicitado.

À Universidade de Passo Fundo, pela disponibilidade de recursos para realizar esta pesquisa.

À CAPES, pelo auxílio financeiro.

Ao Dr. André Cunha Rosa, por ter despertado em mim o desejo de aprimorar-me cientificamente.

RESUMO

BORTOLIN, Janaína Lacourt de Souza. Variações em índices de área foliar e nos componentes do rendimento de grãos associadas com o uso de fungicidas em soja. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

O rendimento da soja é influenciado pela duração de área foliar, de modo que o controle das doenças foliares depende do estágio fenológico de aplicação dos fungicidas. Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do controle químico, com triazol e estrobirulinas, na área foliar e nos componentes do rendimento de cultivares de soja de distintos grupos de maturidade: semi-precoce (BRS 137), médio (BRS 154) e tardio (CD 205). Os experimentos foram conduzidos no campo, em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil, na safra 2004-05. Os tratamentos foram organizados em bifatorial 5 (estádio de aplicação) x 4 (fungicida) + 3 (sem fungicida; dois padrões de tratamento químico: PA e PB), e dispostos em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os seguintes fungicidas foram aplicados, em dose única, nos estádios R1, R2, R3, R4 ou R5.1: a) tetraconazole (Domark®), b) epoxiconazole + piraclostrobin (Opera®), c) ciproconazole + azoxistrobin (Priori Xtra) e d) ciproconazole + trifloxistrobin (Sphere®). As doses foram conforme recomendação do fabricante e em volume de calda de 150 L/ha. Os padrões constituíram três aplicações, nos estádios R1, R3 e R5.1: PA) tetraconazole (triazol); PB) triazol + estrobirulina: epoxiconazole + piraclostrobin (R1), ciproconazole + azoxistrobin (R3) e ciproconazole + trifloxistrobin (R3). Foram feitas avaliações de severidade de doenças, índice (IAF) e duração (DAF) de área foliar e componentes do rendimento. A duração do ciclo das cultivares foi de 125 (BRS 137), 132 (BRS 154) e 145 dias (CD 205). A severa estiagem ocorrida no verão restringiu a ocorrência de doenças foliares de final de ciclo, mas houve incidência de oídio (*Microspheera difusa*), com severidade máxima de 24% e que foi controlada pelos tratamentos químicos (>80%). Os tratamentos padrões e as misturas de triazol + estrobirulina não diferiram ($p>0,05$) quanto às variáveis-resposta, mas o estágio de aplicação dos fungicidas teve efeito significativo na DAF e nos componentes do rendimento: a) aplicação única de misturas de triazol + estrobirulina nos estádios R2 ou R3 aumentaram a DAF e a massa de mil grãos (MMG), em relação àquelas realizadas em R1, R4 ou R5.1, e foram similares aos padrões; b) aplicação única de misturas de triazol + estrobirulina teve efeito similar aos padrões no número de vagens/planta, exceto se aplicada no estágio R1, quando reduziu essa variável; c) aplicação única de misturas de triazol + estrobirulina teve efeito similar aos padrões no número de grãos/vagem, exceto se aplicada no estágio R5.1, quando teve efeito negativo. A aplicação de fungicidas em R2 aumentou o IAF e a DAF, o que se refletiu no incremento da MMG e no rendimento de grãos. O rendimento de grãos foi associado positivamente à MMG, mas não teve relação com nº de vagens/planta e nº de grãos/vagem. Em conclusão, a aplicação de fungicidas no estágio R2 (floração plena) promove maior duração de área foliar e, com isso, eleva a massa individual de grãos e a produtividade da soja. O estudo mostra que à medida que o ciclo da cultura diminui, a dependência em relação à duração de área foliar aumenta, o que torna sobremaneira relevante o controle preventivo das doenças foliares de final de ciclo.

Palavras-chave: 1. *Glycine max*. 2. Doenças foliares. 3. Triazol. 4. Estrobirulina. 5. Estádios fenológicos.

ABSTRACT

BORTOLIN, Janaína Lacourt de Souza. Variation in leaf area index and grain yield components associated to fungicide use in soybean. 69f. Thesis (Master in Agronomy) – University of Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

The soybean yield is influenced by the duration of the leaf area, so that the control of leaf diseases depends on the fungicide application phenological stage. The objective of this work was to evaluate the effect of chemical control with triazole and strobirulins, on the leaf area and yield components of cultivars from different maturity groups: semi-early (BRS 137), medium (BRS 154) and late (CD 205). The experiments were conducted in the field, in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil, in the 2004-05. The treatment design was a bifactorial 5 (fungicide application stage) x 4 (fungicide) + 3 (without fungicide; two chemical treatment standards: SA and SB), arranged in randomized blocks with four replications. The following fungicides were applied, in a single dose, at stages R1, R2, R3, R4 or R5.1: a) tetraconazole (Domark®), b) epoxiconazole + pyraclostrobin (Opera®), c) cyproconazole + azoxystrobin (Priori Xtra®) and d) cyproconazole + trifloxystrobin (Sphere®). The doses were according to the manufacturer's recommendation and in a volume of 150 L/ha. The standards constituted three applications, in stages R1, R3 and R5.1: SA) tetraconazole (triazole); SB) triazole + strobirulin: epoxiconazole + pyraclostrobin (R1), cyproconazole + azoxystrobin (R3) and cyproconazole + trifloxystrobin (R3). Assessments of disease severity, index (LAI) and duration (LAD) of leaf area and yield components were carried out. The cycle length of cultivars was 125 (BRS 137), 132 (BRS 154) and 145 days (CD 205). There was severe drought in the summer, which prevented the occurrence of leaf diseases at the end of the cycle; there was an incidence of powdery mildew (*Microsphaera diffusa*), with a maximum severity of 24%, but chemical control was greater than 80%. Standard treatments and mixtures of triazole + strobirulin did not differ ($p > 0.05$) in terms of response variables, but the fungicide application stage had a significant effect on LAD and yield components: a) single applications of triazole + strobirulin in stages R2 or R3 increased LAD and the thousand grain mass (TGM), in relation to those performed in R1, R4 or R5.1, but were similar to standard treatment; b) single application of triazole + strobirulin had a similar effect to standard treatment in the number of pods/plant, except if applied at the R1 stage, when this variable was reduced; c) single application of triazole + strobirulin had a similar effect to the standard treatment on the number of grains/pod, except if applied at the R5.1 stage, when it had a negative effect. The application of fungicides in R2 increased the LAI and LAD, which was reflected in the increase in TGM and grain yield. Grain yield was positively associated with TGM, but it was not related to the number of pods/plant and the number of grains/pod. In conclusion, the application of the fungicides at the R2 stage (full bloom) promotes a longer duration of the leaf area and, thus, increases the individual grain mass and the soybean productivity. The study shows that as the crop cycle decreases, the dependence on the duration of the leaf area increases, which makes preventive control of leaf diseases at the end of the cycle extremely relevant.

Key words: 1. *Glycine max*. 2. Leaf diseases. 3. Triazole. 4. Strobirulin. 5. Phenological stages.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	<i>Doenças foliares da soja</i>	14
2.1.1	Crestamento-foliar	15
2.1.2	Septoriose	17
2.1.3	Antracnose	18
2.1.4	Oídio	20
2.1.5	Ferrugem-asiática	21
2.2	<i>Aspectos fisiológicos do impacto das doenças no rendimento da soja</i>	23
2.2.1	Estádios fenológicos da soja	24
2.2.2	Área foliar	26
2.2.3	Componentes do rendimento da soja	27
2.3	<i>Controle de doenças na soja</i>	31
2.3.1	Cultivares resistentes	31
2.3.2	Tratamento químico para controle de doenças foliares da soja	32
3	MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1	<i>Material vegetal</i>	40
3.2	<i>Local e período do experimento</i>	40
3.3	<i>Tratamentos e delineamento experimental</i>	41
3.4	<i>Procedimentos experimentais</i>	42
3.5	<i>Avaliações</i>	42
3.5.1	Severidade das doenças foliares	42
3.5.2	Índice e duração de área foliar	42
3.5.3	Componentes de rendimento e rendimento de grãos	43
3.6	<i>Análise estatística</i>	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	<i>Aspectos fenológicos das cultivares de soja</i>	44
4.2	<i>Severidade de doenças</i>	45
4.3	<i>Índice e duração de área foliar</i>	45
4.4	<i>Componentes do rendimento</i>	51
5	CONCLUSÃO	56

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

58

REFERÊNCIAS

60

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a principal cultura de exportação do Brasil e uma das mais importantes no cenário mundial. Juntamente com os Estados Unidos, o Brasil desponta como um dos maiores produtores de grãos dessa oleaginosa, graças à pesquisa e à adoção de novas tecnologias.

No mês de maio de 2003 foram publicados os dados de uma nova safra recorde de soja: em 18,5 milhões de hectares (ha) foram colhidas 52,2 milhões de toneladas (t), contra 42 milhões de t em 16,3 milhões de ha no ano anterior; nesse mesmo ano o Brasil ultrapassou os Estados Unidos na exportação de grãos (BILKE, 2004). Os valores poderiam ter sido ainda maiores se não houvesse incidência da ferrugem-asiática-da-soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow), que afetou a produção na Bahia, promovendo decréscimo de cerca de 20%. Portanto, além das condições climáticas, que podem limitar o desenvolvimento da cultura, especialmente as estiagens na Região Sul do Brasil, as pragas e doenças são desafios constantes no sucesso das lavouras de soja. Nesse caso, as doenças foliares estão entre as principais questões fitossanitárias a serem enfrentadas pelos produtores.

A ferrugem-asiática-da-soja é um dos principais problemas enfrentados pelos sojicultores, pois a doença possui alto potencial de dano à cultura, causando rápido amarelecimento e queda prematura de folhas, o que prejudica a plena formação dos grãos (SOARES et al., 2004). Essa doença juntou-se às outras já existentes no país, formando um complexo de doenças que acometem a parte aérea da cultura. Nesse rol estão as doenças causadas por fungos biotróficos, como oídio (*Microsphaera diffusa* Cke. & Pk.), e os fungos necrotróficos, como *Cercospora kikuchii* (T. Matsu & Tomoyasu), *Colletotrichum dematium* (Pers. ex Fr.) Groove var. *truncata* (Schw.) Arx e *Septoria glycines* Hemmi.

Várias medidas de controle podem ser feitas para minorar o ataque de doenças, como o uso de cultivares resistentes e a rotação de culturas, mas até o momento o controle químico tem sido o modo mais eficiente de combater o problema. Por isso, observa-se anualmente o lançamento de novos fungicidas, seja pela introdução de novos ingredientes ativos ou pela mistura de produtos já existentes no mercado, mas que necessitam ser validados nas diferentes regiões de cultivo. Os objetivos da aplicação de fungicidas são a redução dos esporos nas folhas inferiores e a proteção das folhas no topo e na parte mediana das plantas.

No caso de doenças foliares, em geral, uma das principais consequências do ataque fúngico é a redução da área foliar fotossinteticamente ativa e, num estágio mais severo, a queda das folhas, o que aumenta sobremaneira os danos à cultura. Dessa forma, a avaliação da resposta da soja aos tratamentos químicos deve observar o impacto em variáveis que descrevem o tamanho e a duração da área foliar.

Por outro lado, a época em que os fungicidas são aplicados deve considerar o estágio fenológico da cultura, uma vez que o efeito das doenças sobre o rendimento depende desse fator. É possível que, com a alteração do estágio em que for feita a aplicação do fungicida, seja obtida maior eficácia e, ao mesmo tempo, minimização dos custos de produção. Além disso, ao se reduzir o número de aplicações se incorre em menor pressão sobre os patógenos e, por isso, se minora o risco de desenvolvimento de resistência aos fungicidas de uso habitual.

No Brasil e no Zimbábue, por exemplo, são recomendadas de duas a três aplicações de fungicidas para o controle da ferrugem: em áreas com alta severidade da doença, a primeira aplicação deve ser feita na floração e depois mais duas aplicações com intervalos de 21 dias. Em áreas com baixa severidade, a última aplicação pode não ser necessária. Em todos os casos, especialmente na primeira e na segunda aplicação, a eficácia do tratamento será maior, pois as folhas inferiores do dossel recebem ingrediente ativo suficiente para controlar o patógeno (PLOPER et al., 2004).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar a eficácia de distintos manejos químicos no controle de doenças foliares de final de ciclo na cultura da soja. Os objetivos específicos foram os seguintes:

Avaliar se a eficácia de fungicidas à base de triazol ou de sua mistura com estrobirulinas é dependente do estágio fenológico em que são aplicados.

Verificar se o efeito de fungicidas à base de triazol ou de sua mistura com estrobirulinas sobre a área foliar de soja varia conforme o estágio de desenvolvimento em for feita a aplicação.

Testar o efeito do manejo de doenças foliares de final de ciclo com fungicidas à base de triazol ou de sua mistura com estrobirulinas nos componentes e no rendimento da soja.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Doenças foliares da soja

Entre os fatores que contribuem para a variação no rendimento da cultura da soja nas diversas regiões estão as doenças. Aproximadamente quarenta doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus já foram identificadas no Brasil (GODOY; CANTERI, 2004). A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas. Em semeadura direta e monocultura a intensidade de doenças foliares é maior em relação ao sistema convencional (ZAMBOLIM; CASA; REIS, 2000), o que agrava ainda mais a situação, já que o sistema de plantio direto é predominante no país.

Geralmente não é dada a devida importância às moléstias de final de ciclo, pois a maioria dos técnicos e produtores associa o amarelecimento e a desfolha à maturação mais precoce, não se quantificando os danos que realmente são causados pelas doenças (YORINORI, 2002). Contudo, as doenças fúngicas podem comprometer até 20% do rendimento da soja, podendo chegar a valores superiores a 75% quando na presença da ferrugem-asiática (WRATHER et al., 1997; YORINORI, 2002). O principal dano atribuído às doenças foliares que incidem no final do ciclo da cultura da soja é a desfolha precoce, que encurta o ciclo, prejudicando o enchimento das vagens e a completa formação dos grãos (HARTMAN; SINCLAIR; RUPE, 1999).

Existem doenças que por ocorrerem na mesma época e pelas dificuldades que apresentam nas avaliações individuais são consideradas como um "complexo de doenças de final de ciclo" (DFC), podendo reduzir a produtividade da soja em mais de 20% (YORINORI, 1998). Dentre as DFC estão aquelas causadas por fungos necrotróficos, isto é, desenvolvem atividade saprofítica: sobrevivem na matéria orgânica em decomposição. No entanto, há doenças causadas por fungos biotróficos; nesse caso, o parasita depende

nutricionalmente dos tecidos vivos do hospedeiro, de onde extraem os nutrientes e, por isso, tem menos oportunidades para sua sobrevivência em relação aos parasitas necrotróficos (REIS et al., 2006).

As doenças mais importantes ocasionadas por fungos necrotróficos são: crestamento-foliar, causada por *Cercospora kikuchii* (T. Matsu & Tomoyasu), antracnose, causada por *Colletotrichum dematium* (Pers. ex Fr.) Groove var. *truncata* (Schw.) Arx e mancha-parda ou septoriose, causada por *Septoria glycines* Hemmi (ALMEIDA et al., 1997). A mancha-parda e o crestamento-foliar-de-cercospora são doenças que estão presentes em todas as regiões produtoras de soja. Já, o oídio (*Microsphaera diffusa* Cke. & Pk.) e, mais recentemente, a ferrugem-asiática-da-soja (DALLAGNOL et al., 2006), são causadas por fungos biotróficos, e ambas sobrevivem em plantas de soja voluntárias e outras espécies de plantas (SARTORATO; YORINORI, 2001).

2.1.1 Crestamento-foliar

O fungo *Cercospora kikuchii*, que ocasiona o crestamento-foliar, também causa a “mancha-púrpura” nos grãos da soja, e é responsável por severas reduções na qualidade das sementes. O fungo penetra pelo funículo da semente (SINCLAIR; BACKMAN, 1989) e as lesões podem começar como minúsculas manchas de coloração marrom-arroxeadas, que se expandem irregularmente e, assim como as da mancha-parda, podem coalescer, necrosando extensas áreas do limbo foliar (Figura 1). O sintoma mais evidente é observado nas folhas superiores e jovens, que se tornam coriáceas e, se expostas ao sol, exibem tonalidade púrpura (ITO; TANAKA, 1993).

O fungo pode estar associado à parte aérea da planta antes mesmo dos sintomas de crestamento terem se manifestado (KLINGELFUSS; YORINORI, 2001). Esses autores observaram baixa incidência da doença no estágio R5.2, mas houve progressão à medida que as plantas se aproximaram da maturação; a incidência de *C. kikuchii* foi menor nos segmentos obtidos da base e da porção intermediária da planta, de modo que

a coleta de segmentos da porção intermediária para avaliação da infecção latente pode ser uma estratégia para estudos sobre a doença.

Figura 1 - Sintomas de ataque de *Cercospora kikuchii* em folha e plântula de soja



Fonte: Henning et al. (2005).

Estudos sobre a cercosporina, toxina produzida por espécies de *Cercospora*, mostraram que espécies ativas de oxigênio geradas pela substância destroem as membranas das plantas hospedeiras, fornecendo nutrientes para apoiar o crescimento do patógeno na célula (DAUB; EHRENSHAFT, 2000). Nessa perspectiva, pesquisas identificaram forte correlação entre o teor de cercosporina e a virulência do fungo, demonstrando que os isolados brasileiros de *C. kikuchii* de diferentes origens são variáveis quanto a esses dois fatores (ALMEIDA et al., 2005). Diante disso, é sugerida a avaliação do teor de cercosporina na escolha de isolados à seleção de cultivares tolerantes ou resistentes a esse patógeno.

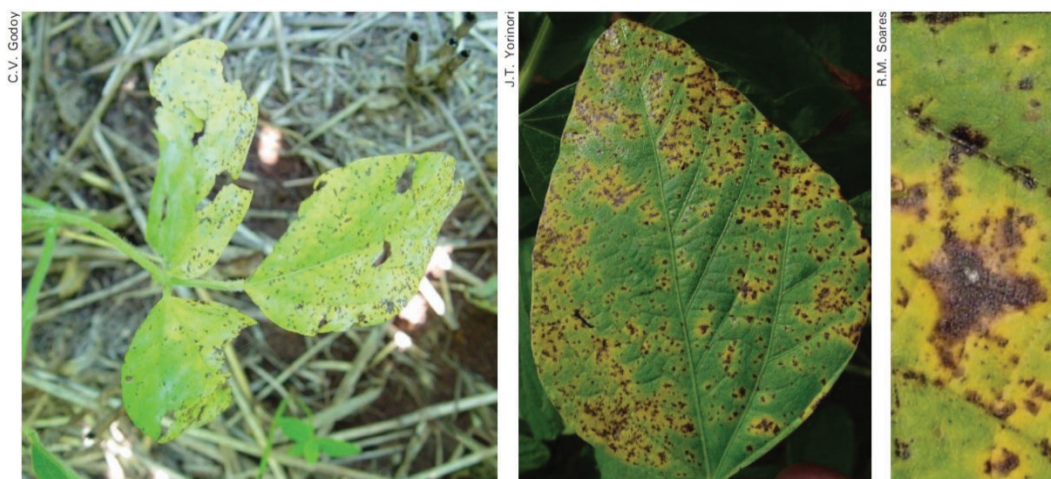
Condições climáticas que favoreçam o fungo podem comprometer ainda mais a sanidade das lavouras. A temperatura ótima para o desenvolvimento do cretamento-foliar por cercospora situa-se entre 23 e 30 °C (BALARDIN, 2002), mas o aumento do período de molhamento foliar eleva a severidade da doença. De acordo com Picinini e Fernandes (1998), para o progresso favorável da doença são necessárias, no mínimo de 24 a 48h de umidade foliar.

O fungo pode ser introduzido na lavoura por meio de sementes infectadas e não tratadas com fungicidas, mas sobrevive nos restos culturais e está normalmente associado à septoriose no final da estação. Nos estádios finais da soja essas doenças ocorrem concomitantemente, causando a queda prematura das folhas, provocada pelo amarelecimento e necrose, e podendo acelerar a maturação (FERREIRA; LEHMAN; ALMEIDA, 1979).

2.1.2 Septoriose

Os sintomas causados por *Septoria glycines* aparecem nas nervuras das folhas ou muito próximos a elas, como manchas de coloração castanho-avermelhada que geralmente são observadas nas folhas inferiores (Figura 2). À medida que as plantas se aproximam da maturação, a doença progride rapidamente para as partes superiores (FERREIRA; LEHMAN; ALMEIDA, 1979). Em situações favoráveis, pode atingir as primeiras folhas trifolioladas e causar severa desfolha; as pontuações pardas são menores que 1 mm de diâmetro, mas evoluem e formam manchas com halos amarelados e centro de contorno angular (HENNING et al., 2005).

Figura 2 - Sintomas de septoriose em folhas de soja



Fonte: Henning et al. (2005).

A septoriose é uma das primeiras doenças a aparecer nas lavouras de soja, mas manifesta-se com maior intensidade a partir do estágio R5 (início de formação de vagens),

associando-se mais tarde à infecção por *C. kikuchii*. No entanto, em períodos de seca, pode haver aumento de desfolha, especialmente de folhas localizadas no terço inferior das plantas (ALMEIDA, 2001). A doença pode afetar caules, folhas, vagens e grãos, apresentando-se durante todo ciclo de cultivo, mas se generaliza nos primeiros estádios vegetativos e nos estádios reprodutivos intermediários ou avançados, V2 e R5.6, respectivamente (IVANCOVICH; BOTTA, 2003), conforme escala de Fehr e Caviness (1977).

Quando se manifesta nos primeiros estádios de cultivo, a desfolhação [causada pela septoriose] pode ser compensada imediatamente pela formação de novas folhas, mas se a doença ocorrer logo na floração há perdas no rendimento, principalmente se as condições ambientais forem favoráveis por um longo período. A fonte inicial de inóculo do fungo está nos resíduos infectados de anos anteriores e o desenvolvimento da doença é favorecido por temperaturas superiores a 21 °C e alta umidade atmosférica, que provocam sua esporulação. As precipitações frequentes ajudam na sua dispersão, desde as folhas inferiores até as folhas superiores, incrementando a incidência e severidade dos sintomas. (IVANCOVICH; BOTTA, 2003).

2.1.3 Antracnose

A antracnose, causada pelo fungo necrotrófico *Colletotrichum dematium*, pode ocasionar perda total da produção de soja, mas com maior frequência, causa alta redução do número de vagens e induz a planta à retenção foliar e hastes verdes. Atualmente, é considerada a principal doença que afeta a fase inicial de formação das vagens, podendo, inclusive, causar a morte das plântulas (GALLI et al., 2005). Os sintomas aparecem nos pecíolos, havendo manchas nas folhas, hastes e vagens (Figura 3). As vagens infectadas nos estádios R3 e R4 adquirem coloração castanho-escuro à preta e ficam retorcidas, mas nas vagens com granação as lesões iniciam-se por estrias de anasarca e evoluem para manchas pretas (HENNING et al., 2005). Em estudos feitos na Argentina, o desfolhamento prematuro da soja foi associado a altos níveis de infecção fúngica tardia (PLOPER et al., 2000).

Os efeitos da temperatura, duração do período de umidade e aplicação de fungicidas na germinação de esporos, formação de apressório, formação de micélio e desenvolvimento de lesões por *Colletotrichum* spp. foram avaliados por Oh e Kim (2003),

que constataram favorecimento do crescimento de *C. truncatum* a 30 °C. Em ambientes com elevada umidade, a doença pode ocasionar apodrecimento e queda de folhas e legumes, abertura de vagens ainda não maduras e germinação dos grãos em formação (GALLI et al., 2005). As infecções no caule e nas vagens ocorrem principalmente nos estádios reprodutivos, desde a floração, em ambiente com temperatura abaixo de 35 °C e sob umidade livre por 12h ou mais; no entanto, a doença pode aparecer em estádios precoces de desenvolvimento (UIE, 2004).

Figura 3 - Sintomas de antracnose em vagens e folhas de soja



Fonte: Henning et al. (2005).

A antracnose pode acarretar danos na cultura da soja durante todo o ciclo, mas é nos estádios finais que o ataque se torna mais severo. A patogênese das doenças por *Colletotrichum* spp. é variada, surgindo a partir de diversidades nutricionais e ecológicas das distintas espécies do fungo. Depois de penetrar na superfície do hospedeiro, esses fungos necrotróficos infectam a região subcuticular, havendo um tipo de crescimento intercelular e secreção de enzimas que degradam a parede celular (LATUNDE-DADA, 2001). De acordo com esse autor, a morfologia e os detalhes fisiológicos da associação entre tecidos do hospedeiro e células fúngicas não são especificadas nos relatórios de pesquisa; são igualmente desconhecidos os determinantes fisiológicos da mudança de colonização assintomática prolongada do hospedeiro, resultando em esporulação de fungos nos órgãos senescentes. Portanto, há várias questões a serem respondidas sobre a patogênese desses fungos.

2.1.4 Oídio

O oídio da soja, causado pelo fungo *Microsphaera diffusa*, aumentou de importância a partir das safras 96/97 e 97/98, pois nos casos mais severos os danos podem chegar a 40% no rendimento de grãos, especialmente sob condição de estiagem (YORINORI, 1997). Trata-se de um parasita obrigatório, que se desenvolve em toda a parte aérea. Os sintomas aparecem como uma cobertura esbranquiçada, que se trata do micélio e dos esporos pulverulentos (Figura 4). Com o tempo, a coloração passa à castanho-acinzentada e sob ataque severo as folhas podem se desprender do caule (HENNING et al., 2005). Contudo, os sintomas variam de clorose, necrose, absorção de água lesões, ilhas verdes, manchas de ferrugem, desfolhamento severo ou combinação desses sintomas, dependendo da reação das plantas hospedeiras (SARTORATO; YORINORI, 2001).

Figura 4 - Sintomas do oídio em folhas de soja

C.V. Godoy



Fonte: Henning et al. (2005).

A infecção da soja por oídio é favorecida por temperaturas em torno de 20 °C (McGEE, 1992), média a alta umidade relativa do ar (50-90%), baixa incidência e de intensidade de precipitação e quando as plantas se encontram entre os estádios R1 (início da floração) e R6 (formação completa de sementes). Algumas vezes, nos casos de elevada colonização dos tecidos superficiais da planta, pode ocorrer significativa redução no rendimento da soja devido à diminuição da área fotossinteticamente ativa (BLUM et al., 2002).

2.1.5 Ferrugem-asiática

A ferrugem-asiática-da-soja (FAS) representa uma grande ameaça à sojicultura nas principais regiões produtoras do mundo (DEL PONTE et al., 2006). Na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, na safra 2001/2002, as perdas atribuídas à doença atingiram até 48% (BALARDIN, 2002).

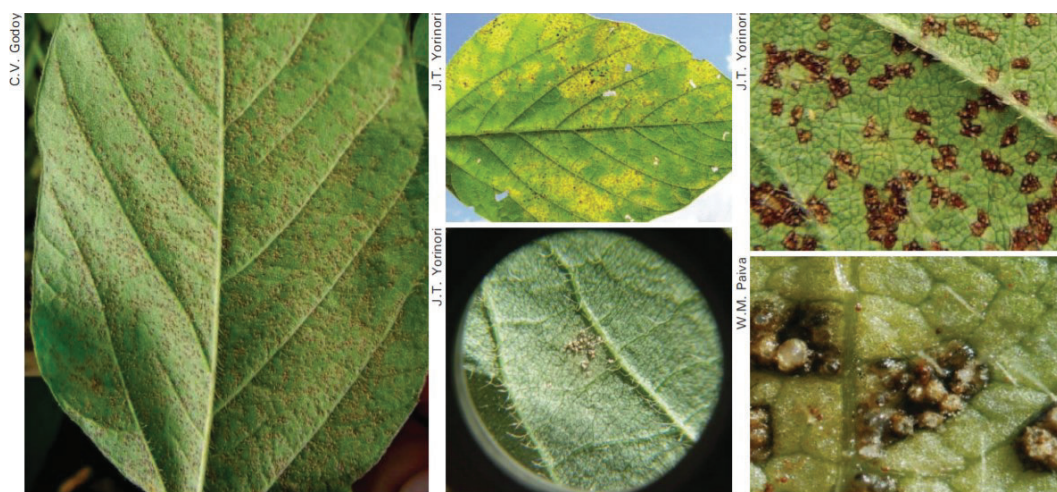
As plantas severamente atacadas pela doença têm desfolhamento precoce, o que leva à queda no rendimento, pois a formação e o enchimento de grãos são prejudicados (YANG et al., 1991). As perdas de rendimento devido à FAS resultam do desfolhamento prematuro em reduzir a capacidade fotossintética e, com isso, há o decréscimo no número de vagens/planta, de grãos/vagem e da massa de mil grãos (BROMFIELD, 1984). A rápida e severa desfolha ocasionada pela doença interrompe o enchimento de grãos e em casos severos, se a moléstia ocorrer na fase de formação das vagens, pode haver abscisão das vagens, elevando o percentual de dano (YORINORI, 2004).

O agente causal da FAS (*Phakopsora pachyrhizi*) é um organismo biotrófico que sobrevive em plantas de soja ainda verdes ou outras espécies vegetais; portanto, é um fungo completamente dependente da planta hospedeira para seu crescimento e propagação. Para promover a infecção, eles estabelecem uma estrutura especializada (haustório) envolvida na aquisição de nutrientes do hospedeiro (HAHN; MENDGEN, 1997). As condições climáticas ideais para a cultura favorecem o estabelecimento e o desenvolvimento da doença: o fungo infecta plantas a temperaturas variando de 10 a 27,5 °C (temperatura ideal de 20-23 °C) e quando o período mínimo de orvalho é de 6h (MELCHING et al., 1989).

Inicialmente, o termo “ferrugem-da-soja” englobava as espécies *P. meibomiae* Arthur (Arthur) e *P. pachyrhizi*. Até 2000, a única espécie presente no Brasil era *P. meibomiae*, considerada menos agressiva e de ocorrência endêmica em regiões com temperaturas amenas (CARVALHO Jr.; FIGUEREDO, 2000). Já, a ferrugem-asiática-da-soja é atribuída à *P. pachyrhizi* (OLIVEIRA; GODOY; MARTINS, 2005).

Os sintomas mais comuns são lesões verde-acinzentado e marrons, com presença de urédias protuberantes e globosas, principalmente na parte inferior dos folíolos (Figura 5); as lesões tendem a ser angulares, que aparecem nas nervuras e podem ter entre 2 e 5 mm de diâmetro, podendo aparecer em pecíolos, vagens e caules (SINCLAIR; BACKMAN, 1993). As primeiras lesões, em geral, são encontradas nas folhas próximas ao solo, no estágio próximo ou após o florescimento (REIS et al., 2006).

Figura 5 - Sintomas de ferrugem-asiática-da-soja em folhas de soja



Fonte: Henning et al. (2005).

Os sintomas podem se manifestar, inclusive, na superfície adaxial dos folíolos, caso em que a doença estará nos estádios avançados de desenvolvimento; os sintomas são observados primeiro na parte abaxial e deixa lesões com aspecto de “encharcadas de água”, que mudam para pequenas áreas cloróticas, aumentam de tamanho e passar a ser de cor marrom ou marrom-avermelhado. Genótipos que apresentam lesões marrom-avermelhado maiores e mais escuras têm menos esporulação; já, lesões bronzeadas pequenas e leves são caracterizadas por esporulação profusa. Os genótipos imunes não apresentam sinais visíveis de infecção. Assim, com base no tipo de lesão, pode se avaliar a resistência ou suscetibilidade de uma linhagem de soja (BROMFIELD; HARTWIG, 1980).

Apesar dos esforços para aumentar a compreensão desse patossistema, ainda existem inúmeras incertezas e dificuldades que devem ser superadas para se fazer a avaliação e previsões de risco mais precisas. Por exemplo, em alguns locais vários hospedeiros alternativos podem abrigar esporos de *P. pachyrhizi* e muitos dos eventos associados à dispersão local ou de longa distância (liberação, transporte, sobrevivência e viabilidade) não são compreendidos satisfatoriamente (DEL PONTE et al., 2006).

O estágio de crescimento da soja influencia o desenvolvimento do patógeno, o que exige cautela na realização de avaliação da FAS. A soja com maturação tardia é menos afetada pela ferrugem em comparação com variedades de maturação precoce. Assim, para fazer comparações válidas, o método do tempo de vida relativo (MTVR) [originalmente: *relative lifetime* (RLT)] foi desenvolvido para compensar as diferenças de dias até a maturidade do hospedeiro (WANG; HARTMAN, 1992). Esse índice (Equação 1) é usado como um elemento de tempo de 0 a 100 e indica a porcentagem de vida útil que foi concluída em uma data específica.

$$MTVR = (\text{dias após o plantio} \times 100) \div \text{dias até a maturidade} \quad (1)$$

A maioria das avaliações para FAS ocorre após o estágio R6 da escala de Fehr e Caviness (1977), quando diferenças significativas na severidade podem ser identificadas entre linhagens suscetíveis e parcialmente resistentes (HARTMAN; WANG; TSCHANZ, 1991). Nesse estágio, as folhas de soja suscetível são mais severamente atacadas, permitindo facilmente a avaliação da resistência. Os fungicidas recomendados para controle da ferrugem envolvem compostos com ação preventiva ou curativa; esta última é eficaz apenas nos estádios bem iniciais da moléstia, com até 5% de incidência foliar (REUNIÃO..., 2004).

2.2 Aspectos fisiológicos do impacto das doenças no rendimento da soja

As doenças foliares que aparecem no final da cultura da soja são especialmente prejudiciais porque provocam a desfolha na fase em que são determinados importantes componentes do rendimento, especialmente o número e a massa individual de grãos

(HARTMAN; SINCLAIR; RUPE, 1999). Dessa forma, determinações de atributos relacionados à área foliar têm sido utilizados em patossistemas (BERGAMIN FILHO, 1995).

2.2.1 Estádios fenológicos da soja

Fenologia é definida como o estudo da duração de eventos biológicos recorrentes, das causas da duração em relação às forças bióticas e abióticas e a interrelação entre fases da mesma ou de diferentes espécies (LIETH, 1974). Desse modo, os estádios fenológicos de uma cultura representam suas fases de desenvolvimento. No caso de plantas anuais que estão em ambientes que não restrinjam a formação de sementes, os estádios fenológicos abrangem um período vegetativo (formação de caules e folhas) e um período reprodutivo (formação de flores, frutos e sementes).

O estágio vegetativo inicia com a extrusão da plântula, que é a fase que abrange desde a germinação da semente até a formação da primeira folha (eófilo); a fase seguinte é denominada de tirodendro, que se estende até o momento em que aparecem os primeiros metafílos (sin: nomófilos) (SOUZA, 2003). Dependendo da espécie, a plântula é hipógea ou epígea.

Na soja, a plântula é epígea, pois os cotilédones são expostos acima da superfície do solo, graças ao alongamento do hipocótilo. Durante a fase inicial do crescimento vegetativo, a soja possui três tipos de folhas: cotilédones, eófilos e metafílos. Os cotilédones se dispõem em filotaxia oposta no nó cotiledonar; os eófilos, erroneamente denominados “folhas unifolioladas”, são, de fato, folhas simples, dispostas em filotaxia oposta; essas folhas estão presentes numa única fase de vida da planta (folhas de transição) e se inserem no primeiro nó acima do nó cotiledonar. As folhas que surgem a partir do segundo nó acima do nó cotiledonar são as folhas “verdadeiras”, ou seja, aquelas que terão a forma apresentada na planta adulta. No caso dessa cultura, os metafílos são compostos e em filotaxia alterna, o que é típico da fam. Fabaceae. A partir do florescimento, as flores são dispostas ao longo dos nós e delas serão formados os frutos (legumes), popularmente denominados “vagens”.

No estágio vegetativo (V), a escala de Fehr e Caviness (1977) estabelece subdivisões conforme o desenvolvimento das folhas ao longo do caule principal; no estágio reprodutivo (R), o sistema usa a formação de flores, frutos, sementes e a maturação das plantas (Quadro 1).

Quadro 1 - Estádios de desenvolvimento da soja

Estádio	Título abreviado	Descrição
VE	Emergência	Cotilédones acima da superfície do solo.
VC	Cotilédones	Folhas <i>unifolioladas</i> (grifo nosso) enroladas suficientemente de modo que as margens não estão se tocam.
V1	Primeiro nó	Folhas completamente desenvolvidas no primeiro nó.
V2	Segundo nó	Folhas completamente desenvolvidas no primeiro nó acima do nó em que estão as folhas <i>unifolioladas</i> (grifo nosso).
V3	Terceiro nó	Três nós com folhas completamente desenvolvidas, considerando o nó com as folhas <i>unifolioladas</i> (grifo nosso).
...	...	
V(n)	Nº de nó	Número de nós no caule principal com folhas completamente desenvolvidas, iniciando com o nó das folhas <i>unifolioladas</i> (grifo nosso).
R1	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó do caule principal.
R2	Florescimento total	Uma flor aberta em um dos dois nós superiores do caule principal com uma folha totalmente desenvolvida.
R3	Início da frutificação	Vagem de 5 mm em um dos quatro nós superiores do caule principal com uma folha totalmente desenvolvida.
R4	Frutificação plena	Vagem de 2 cm em um dos quatro nós superiores do caule principal com uma folha totalmente desenvolvida.
R5	Início da formação de sementes	Semente de 2 mm numa vagem em um dos quatro nós superiores do caule principal com uma folha totalmente desenvolvida.
R6	Semente cheia	Vagem contendo uma semente verde que preenche a cavidade do legume em um dos quatro nós superiores do caule principal com uma folha totalmente desenvolvida.
R7	Início da maturação	Uma vagem normal no caule principal que alcança a cor de vagem madura.
R8	Maturação plena	95% das vagens maduras. Cinco a dez dias de tempo seco são necessários após o estágio R8 antes que a soja tenha menos de 15% de umidade.

Fonte: Fehr e Caviness (1977).

2.2.2 Área foliar

A área foliar (AF) é um dos principais determinantes de crescimento das plantas, pois a produção de fotossintatos em um intervalo de tempo depende do tamanho do seu sistema de assimilação, de modo que a análise da mudança temporal da AF é mais informativa do que a taxa de crescimento relativo (WATSON, 1937). Por isso, os estudos de crescimento vegetal devem incorporar a mensuração da área foliar para explicar o efeito de fatores ambientais e do manejo sobre componentes do rendimento das culturas. Em soja, há correlação positiva entre índice de área foliar (IAF) e rendimento de grãos; valores de IAF de pelo menos 3,5-4,0 nos estádios reprodutivos são necessários para o máximo rendimento potencial (MALONE; HERBERT Jr; HOLSHOUSER, 2002).

O IAF indica a área foliar verde unilateral por unidade de superfície do solo (Equação 2), ou seja, representa a relação funcional entre a área foliar e a superfície que ela ocupa. A duração da área foliar (DAF) mensura a superfície assimilatória durante a estação de crescimento da cultura e é geometricamente igual à área sob a curva do IAF plotada em determinado intervalo de tempo (WATSON, 1947; Equação 3).

$$IAF = AFp \div ASp \quad (2)$$

Onde:

AFp é a área foliar verde (folhas fotossinteticamente ativas).

ASp é a superfície recoberta pela AFp.

$$DAF \approx (IAF2 + IAF1) \times (t2 - t1) / 2 \quad (3)$$

Onde:

IAF2 e IAF1 são os índices de área foliar no tempo t1 e t2, respectivamente.

Em patossistemas, Waggoner e Berger (1987) adaptaram os conceitos de Watson (1937, 1947) para o contexto da Fitopatologia, propondo o índice de área foliar sadia (IAFS) e a duração de área foliar sadia (DAFS), se referindo à área foliar livre de doenças foliares. Os autores advogaram que somente quando uma doença é mensurada

corretamente é que se pode demonstrar o quanto de perda ela ocasiona. Assim, no caso de doenças foliares, a severidade (porcentagem da área de tecido coberto por sintomas) retrata melhor a quantidade de doença do que a área foliar total (doente + sadia).

No caso da soja, as doenças ocasionam redução na DAFS, não só devido à área lesionada pelo patógeno, como também pela desfolha precoce provocada pelas mesmas (GODOY; CANTERI, 2004). Contudo, a resposta em rendimento de grãos ao controle das moléstias foliares em soja depende de vários fatores, entre os quais: cultivares, potencial da lavoura, clima, intensidade das moléstias em cada estágio de crescimento da planta e os tratamentos fungicidas (tipos e tecnologia de aplicação). Alguns fatores influenciam, ou são influenciados, por variáveis ligadas à área foliar da planta e, principalmente, à duração da área foliar. Portanto, o conhecimento dessa relação pode agregar valiosa informação sobre como as moléstias e o seu controle interferem no rendimento da cultura.

A perda de área foliar causada pelas doenças afeta a interceptação de luz, a capacidade fotossintética, o acúmulo de fotossintatos e o período do enchimento de grãos (BOARD; WIER; BOETHEL, 1994). Dessa forma, a DAF é positivamente associada com a produtividade da soja, pois plantas infectadas tem redução mais rápida do IAF em relação às plantas sadias (GUERZONI, 2001). Conseqüentemente, o efeito de tratamentos químicos para controle das doenças foliares que acometem a soja deve levar em conta a área foliar doente (severidade) e/ou a área foliar removida (desfolha) (VAN DER PLANK, 1963), além de outras variáveis. No caso da ferrugem-asiática-da-soja, como há lesões e urédias nos dois lados da folha, ocorre significativa redução na habilidade de realizar a fotossínteses, produzindo grandes danos à cultura (AGRIOS, 2005).

2.2.3 Componentes do rendimento da soja

O rendimento da soja consiste em vários componentes, incluindo o número de plantas/área, número de vagens/planta, grãos/vagem e tamanho ou massa individual de grão. Os mais importantes componentes são número de vagens/unidade de área, nº de grãos/vagem e massa média de grãos; o primeiro é determinado pelo balanço entre

número de flores/planta e a proporção destas que resultam em frutos, ao passo que a densidade de flores/planta depende do número de flores em cada nó e do número de nós/planta (JIANG; EGLI, 1993).

As doenças foliares ocasionam alteração nos componentes do rendimento. Por exemplo, a antracnose, sob condições de alta umidade, causa apodrecimento e queda das vagens, abertura das vagens imaturas e germinação dos grãos em formação. A doença pode ocasionar perda total da produção, mas, com maior frequência, causa alta redução do número de vagens e induz a planta à retenção foliar e haste verde (EMBRAPA, 2002).

Ribeiro e Costa (2000), ao avaliarem a produtividade de soja submetida a desfolhamento em diferentes níveis (0, 17, 33, 50, 67 e 100%) e estádios (V9, R3, R5 e R6) constataram que: a) o rendimento diminuiu com desfolhamentos acima de 67%, desconsiderando os estádios de desenvolvimento; b) níveis de desfolhamento superiores a 50% diminuíram substancialmente o número de legumes e de grãos por planta quando efetuados nos estádios de início de formação dos legumes (R3) e início do enchimento de grãos (R5); c) a massa individual de grão foi reduzida mais drasticamente por desfolhas iguais ou superiores a 67% nos estádios R3 e R6. Dessa forma, quaisquer eventos que possam promover a perda de área foliar afeta o desenvolvimento e o rendimento da cultura.

Os componentes e o rendimento de grãos da soja são influenciados pelo manejo da lavoura, incluindo a densidade de plantas e o arranjo das linhas. De acordo com Jiang e Egli (1993), grande parte da variação do número de grãos/planta resulta da variação do número de vagens/planta. Já, a massa individual de grãos é geneticamente dependente (PANDEY; TORRIE, 1973).

Mesmo após as flores da soja terem se formado, ou após a fecundação, pode ocorrer abortamento ou abscisão. Uma das causas para esses eventos pode ser o sombreamento. Condições ambientais prevalecentes durante o período reprodutivo, especialmente a intensidade e a qualidade da radiação solar interceptada pelo dossel, podem afetar sobremaneira o rendimento da cultura (BOARD; HARVILLE, 1996). Em

estudo de Jiang e Egli (1993), o sombreamento induzido reduziu o número de vagens, o que foi atribuído ao aumento da abscisão de flores e vagens e à menor quantidade de flores/planta; assim, tanto o número de nós do caule principal quanto o número de flores/nó foram afetados negativamente pelo sombreamento. Os autores verificaram que o sombreamento entre os estádios R1 e R6 reduziu o número de vagens. Mais tarde, Mathew et al. (2000) constataram que o rendimento da soja a mudanças de regime de luz ocorreu principalmente por alterações no número de vagens/planta e menos pelo número de grãos/vagem.

Herbert e Litchfield (1982) notaram que o número de vagens/planta foi o componente mais importante a explicar as diferenças no rendimento da soja conforme a largura entre as linhas de semeadura e densidade de planta. Por certo, a soja otimiza o rendimento em uma ampla gama de populações de plantas, com mecanismos de compensação entre os componentes de rendimento, dependendo de cultivar, ambiente e/ou interação desses fatores.

O rendimento de grãos pode ser regulado, ainda, por alterações na massa seca de hastes/planta em resposta à densidade populacional. Esse fator foi verificado por Carpenter e Board (1997), ao testarem o efeito de densidades populacionais: obteve-se maior massa seca de hastes/planta na medida em que se reduziu a população de plantas, o que aumentou o número de nós/hastes, de nós reprodutivos e de vagens/haste. A alta correlação entre a massa seca de hastes/planta e a produtividade da soja demonstrou a utilidade deste componente de produtividade na identificação de cultivares ou genótipos com baixa população ótima de plantas.

Nath e Madhava (1972) estudaram 37 variedades de soja quanto a correlações de todas as comparações possíveis de rendimento e componentes de rendimento, mostrando que as correlações fenotípicas e genotípicas concordaram muito estreitamente com os coeficientes genotípicos, sendo maioritariamente maiores que os coeficientes fenotípicos. A produção de grãos/planta apresentou associação significativa com número de grãos, número de vagens e altura da planta. O tamanho de grão teve relação negativa significativa com o número de vagens, número de grãos e altura das plantas (50% de

floração). O número de dias entre emergência e 50% de floração teve influência negativa considerável no rendimento de grãos.

As doenças foliares afetam o rendimento da soja por diversos fatores: desfolhação precoce, redução de área foliar, redução da duração da área foliar, entre outros. Como consequência, há efeito deletério nos componentes do rendimento e na produtividade da cultura. Nessa perspectiva, Yang et al. (1991) desenvolveram modelos de perda de rendimento da soja em função da redução nos componentes de rendimento de plantas afetadas pela ferrugem-asiática-da-soja. Os pesquisadores manipularam a epidemia por meio de aplicações de fungicidas protetivos aplicados semanalmente em diferentes estádios de crescimento. O número de vagens/planta foi reduzido em 40% em plantas infectadas, mas o número de grãos/vagem não sofreu com esse fator, indicando que a doença diminuiu a produtividade pelo efeito na formação de vagens. Entre os estádios R6 e R7 a percentagem de aborto de vagens foi alta em plantas severamente doentes; a taxa de crescimento diário de sementes entre R4 e R7 foi reduzida de 40 a 80% e foi negativamente correlacionada à área abaixo da curva de progresso da doença.

Em Uganda foram realizados estudos para quantificar a perda de rendimento atribuível à FAS, em três safras consecutivas nas partes central, leste, norte e oeste do país, usando três variedades comerciais e duas variedades de elite: as variedades comerciais registraram maiores perdas de rendimento (26,9-36,3%) e maior severidade da doença (>50%); as variedades de elite registraram menores perdas de rendimento (<10%) e de severidade da doença (<30%). As perdas de rendimento foram mais altas na região central (22,9%) e menores na região norte (15,1%) do país. As perdas de produtividade diferiram significativamente entre as estações e foram associadas à redução na massa de grãos e de número de vagens preenchidas/planta (KAWUKI; ADIPALA; TUKAMUHABWA, 2003).

Na Coreia, Shin e Tschanz (1986), ao compararem cultivares de distinta resposta à FAS (SRE-B15A: tolerante; Taita Kaohsiung 5: suscetível), notaram que os sintomas apareceram mais cedo e se espalharam mais rapidamente na cultivar suscetível, que teve redução precoce no IAF. A infecção aumentou o número de vagens vazias e de sementes

imperfeitas e menor teor de óleo, mas não afetou o teor de proteína. As perdas de rendimento devido à infecção foram 22,3% na cv. SRE-B15A e 68,7% na cv. Taita Kaohsiung 5, mostrando o efeito genotípico na reação à doença.

Ainda não existem variedades de soja que apresentem altos níveis de resistência à ferrugem da soja, o que deixa os produtores de soja com apenas uma opção alternativa: estar preparado para fazer o melhor trabalho possível, aplicando fungicidas registrados para controle da doença. Os fungicidas fabricados para controlar a ferrugem da soja são eficazes. No entanto, o sucesso dependerá em grande parte da aplicação adequada feita antes da detecção da doença. (OZKAN et al., 2006).

2.3 Controle de doenças na soja

O controle de doenças da soja envolve um conjunto de práticas, entre elas o uso de cultivares resistentes, tratamento de sementes, adubação mineral equilibrada, uso de fungicidas na parte aérea e rotação de culturas (BALARDIN, 1999).

2.3.1 Cultivares resistentes

Um dos métodos de controle das doenças foliares é o uso de cultivares resistentes, mas na ausência dessa possibilidade o cultivo de variedades de distintos grupos de maturação pode ser uma alternativa de manejo, o que configura o mecanismo de “escape” (AGRIOS, 1997). Esse mecanismo é baseado em estratégia de “fuga” dirigida contra o patógeno ou contra o ambiente favorável ao desenvolvimento da doença, podendo ser obtida com semeadura em épocas diferentes (BERGAMIN FILHO; KIMATI; AMORIM, 1995).

A utilização de cultivares precoces, semeadas no início da época recomendada para cada região, é uma das práticas recomendadas para evitar redução na produtividade ocasionada pela FAS. Devido ao menor tempo de exposição no campo, o patógeno, por ser biotrófico, inicia sua multiplicação nas primeiras semeaduras, que servem para a multiplicação inicial do fungo, estando essas semeaduras sujeitas a uma menor pressão de inóculo; nesse caso, o fungo teria menos tempo para causar redução de produtividade se as plantas ficarem menos tempo no campo (OLIVEIRA; GODOY; MARTINS, 2005).

No caso de doenças de final de ciclo (DFC), o uso do escape é igualmente válido. De acordo com Michel et al. (2000), cultivares de ciclo tardio apresentam maior intensidade de DFC por ficarem mais tempo expostas aos patógenos no campo. No caso da antracnose, Costa et al. (2006) constataram elevação da resistência da soja conforme o avanço do ciclo e que plantas em estado juvenil se mostraram mais propícias ao desenvolvimento de relações com o patógeno. Nesse sentido, cultivares com maior resistência poderiam ser utilizadas em locais onde o fungo é limitante à produção da cultura, permitindo sua utilização em programas de controle integrado de DFC.

Apesar de haver cultivares resistentes às doenças, muitas delas não são recomendadas ou não estão disponíveis para o plantio em determinadas regiões brasileiras; portanto, uma das formas de controlar as doenças é a aplicação preventiva de fungicidas (BLUM et al., 2002). De todo modo, a importância de DFC na soja justifica a preocupação de pesquisadores e produtores em estudar as diversas medidas de controle e determinar a eficiência de fungicidas. Assim, a quantificação de variáveis-resposta adequadas e que tenham elevada associação com os fatores causais são fundamentais para a obtenção de sucesso no manejo das doenças que acometem a soja.

2.3.2 Tratamento químico para controle de doenças foliares da soja

A aplicação de fungicidas reduz a severidade e os danos das doenças na soja, aumentando, com isso, a produtividade da cultura. No Brasil, Yorinori (1992) obteve incrementos no rendimento de grãos de até 38,4% com o uso de fungicidas para o controle de doenças foliares. Contudo, há especificidades na resposta aos fungicidas, variando com o clima, cultivares, estágio fenológico, doses, entre outros.

Entre as medidas para controle das doenças foliares da soja, especialmente as de final de ciclo, estão: rotação de culturas, manejo adequado dos resíduos, uso de sementes livres dos patógenos, uso de cultivares resistentes e aplicação de fungicidas a partir da floração (IVANCOVICH; BOTTA, 2003). Por exemplo, foi constatado que a aplicação de fungicidas proporcionou menor severidade do oídio e de DFC, mas os maiores rendimentos de grãos foram detectados quando a soja foi cultivada em rotação com o

milho (*Zea mays* L.), principalmente nas cultivares suscetíveis ao oídio (HOFFMANN et al., 2004).

Dentre os fungicidas usados para o controle de doenças foliares na soja destacam-se os triazóis e as estrobirulinas. Princípios ativos do grupo dos inibidores da biossíntese de ergosterol (triazóis) e as estrobilurinas são usados no controle da ferrugem da soja, com bons resultados (GODOY; CANTERI, 2004). Esses fungicidas estão entre os produtos mais usados para controlar a FAS, embora haja risco de desenvolvimento de resistência.

Em específico ao controle da FAS nos Estados Unidos, as instituições de pesquisa recomendam a aplicação de fungicidas em soja assim que a cultura entra no estágio reprodutivo, especialmente após a entrada da doença e quando as condições climáticas são favoráveis à sua propagação (alta umidade, temperaturas mais baixas e chuva). Para isso, há uma variedade de opções de fungicidas, que incluem produtos protetores (ex: clorotalonil e estrobilurinas) e produtos curativos (triazol, triazol + estrobilurina) (JOST; KEMERAIT; ROBERTS, 2005). Os técnicos apontam que as estrobilurinas geralmente oferecem três semanas de proteção e os triazóis parecem oferecer, tipicamente, duas semanas de proteção. Como recomendação, após a primeira aplicação de fungicida há que se monitorar de perto a propagação da ferrugem e também prestar atenção às condições climáticas: se o tempo estiver quente e seco poderá se prolongado o intervalo entre as pulverizações, mas se estiver muito molhado, a segunda aplicação é provavelmente necessária após aproximadamente duas semanas, a menos que a ferrugem não seja conhecida na área. Muito provavelmente, a ferrugem se tornará mais um problema no final da temporada, então, a segunda aplicação, se necessária, deve incluir um dos triazóis mais fortes.

Os triazóis e as estrobirulinas tem diferentes modos de ação: os triazóis são curativos e as estrobirulinas são protetivas. Portanto, os fungicidas podem ser classificados conforme a fase em que eles são mais ativos: um fungicida que é eficaz antes da infecção e do início do ciclo da doença é referido como preventivo ou protetor; já, o fungicida que é eficaz contra o fungo que cresce no tecido foliar tem propriedades

curativas (ROBERTSON, 2005). Os fungicidas protetivos são efetivos somente se aplicados antes da ocorrência da penetração do patógeno no hospedeiro, impedindo ou reduzindo as chances de ocorrência da doença. Quando são aplicados na superfície dos órgãos vegetais agem como uma barreira tóxica, prevenindo a penetração de fungos pela inibição da germinação dos esporos e do tubo germinativo (GARCIA, 1999).

Os primeiros fungicidas do grupo das estrobilurinas foram isolados do cogumelo *Strobilurus tenacellus*, o que deu origem à denominação do produto. As estrobilurinas são fungicidas inibidores de Q₀I, que expressa o seu modo de ação, baseado na capacidade de inibir a respiração mitocondrial, pela união com o sítio Q₀ do citocromo b, o que bloqueia o fluxo de elétrons (VINCELLI, 2002). São fungicidas sistêmicos aqueles que ao serem aplicados sobre a folha se espalham na superfície antes de sua absorção pelas camadas cerosas da cutícula. As estrobilurinas são altamente atraídas pela cutícula e se deslocam através do tecido da folha até a cutícula do outro lado da folha. Isso é conhecido como atividade translaminar e pode levar vários dias para ocorrer (ROBERTSON, 2005).

As estrobilurinas agem sobre a germinação de conídios de vários patógenos (KARADIMOS; KARAOGLANDIS; TZZAVELLA-KLONARI, 2005; REUVENI; SHELGLOV, 2002;). Esporos de fungos são mais suscetíveis a estrobilurinas do que o micélio; por isso, elas são altamente eficazes contra a germinação de esporos e sua penetração no hospedeiro. Uma vez que o fungo está crescendo dentro do tecido foliar, as estrobilurinas têm pouco ou nenhum efeito. Assim, esses produtos funcionam principalmente como protetores e seu período residual é de aproximadamente 21 dias (ROBERTSON, 2005).

Para evitar a resistência a estrobilurinas, Vincelli (2002) explica que alguns cuidados deveriam ser tomados, como:

- 1) Limitar o número de aplicações numa mesma estação: quanto mais frequentemente um fungicida Q₀I é usado, maior é a pressão de seleção para o desenvolvimento de uma subpopulação resistente.

2) Limitar o número de aplicações consecutivas de um fungicida Q0I. Os rótulos dos produtos indicam o número de aplicações consecutivas de fungicidas Q0I permitidos em cada colheita. Para a maioria das culturas, o número de aplicações consecutivas será limitado a duas antes que o produtor precise mudar para um fungicida com modo de ação diferente.

3) A mistura de fungicidas Q0I com fungicidas que não seja do mesmo grupo pode reduzir a pressão de seleção em relação à resistência, embora isso não impeça o surgimento de mutantes resistentes. Eles podem, no entanto, diminuir a taxa de disseminação de mutantes.

Já, os triazóis são mais corretamente referidos como fungicidas inibidores da desmetilação, devido ao seu modo de ação: eles inibem uma enzima que afeta a produção de esterol e, como os esteróis são componentes importantes das membranas celulares dos fungos, esses fungicidas resultam em fungos anormais (ROBERTSON, 2005). Os fungicidas desse grupo ganharam interesse renovado, principalmente, em áreas dos Estados Unidos sob ameaça da FAS. Essa família química de fungicidas, introduzida na década de 1980, consiste em vários membros: ciproconazol, difenoconazol, fenbuconazol, flutriafol, ipconazol, metconazol, miclobutanil, propiconazol, tebuconazol, tetraconazol, triadimefon e triticonazol. Como grupo fungicida, eles são alguns dos mais amplamente utilizados no mundo (FISHEL, 2005).

Os triazóis apresentam alta especificidade quanto ao patógeno a controlar; por exemplo, o ciproconazole é mais usado para controle de ferrugens e o triciclazole é voltado ao controle de brusone [*Magnaporthe grisea* (Herb.) Barr] (GARCIA, 1999). Os triazóis são transportados para cima e para baixo no xilema: a difusão do ingrediente ativo ocorre a partir do xilema nas células adjacentes a este, mas não são necessariamente transportados de uma folha para outra folha ou de uma parte da planta de soja para outra parte (ROBERTSON, 2005).

Se aplicados como tratamento curativo, os triazóis devem ser aplicados no início do processo de infecção, pois uma vez que o fungo começa a produzir esporos em uma

planta infectada, esses produtos não são eficazes. Os estudos com C_{14} mostraram que três gotículas de triazol aplicada a uma folha de soja cobriram toda a folha no prazo de um dia; aos três e sete dias após a aplicação, a concentração de fungicida aumentou dentro da folha e no 14º dia a concentração atingiu níveis máximos (FISHEL, 2005).

Os fungicidas sistêmicos apresentam efeito erradicante e supressor da infecção, isto é, atuam suprimindo o estabelecimento da infecção causada por patógenos nos tecidos do hospedeiro. Sendo altamente solúveis em água, eles penetram no hospedeiro logo após sua aplicação. Possuem alta supressividade, atuam como inibidores do crescimento micelial e da esporulação dos fungos (ZAMBOLIM; VALE; SILVA, 1997). Os fungicidas sistêmicos normalmente não atuam como os protetores, nem inibem a germinação dos esporos e tubo germinativo dos fungos na superfície dos tecidos, porém, apresentam grande efeito inibidor a qualquer desenvolvimento fúngico no interior da planta. Outra característica importante dos compostos sistêmicos é a translocação ao longo da rota de transpiração das plantas (GARCIA, 1999). Assim, de acordo com Robertson (2005), para serem eficazes, os triazóis devem estar presentes dentro do tecido da planta para que o fungo absorve o ingrediente ativo. Portanto, são fungicidas curativos e seu período residual de cerca de 14 dias.

Ferreira et al. (2006) testaram triazóis e estrobirulinas para controle da mancha-foliar (*Cylindrocladium candelabrum* Viégas) em eucalipto (*Eucalyptus* spp.) e verificaram que os primeiros reduziram eficientemente a produção de esporos do fungo: tebuconazole, epoxiconazole e epoxiconazole + pyraclostrobin reduziram a esporulação em 96, 98 e 95%, respectivamente. Os autores destacam que o estabelecimento de uma doença envolve várias fases, dentre elas a dispersão do patógeno; por isso, a redução da quantidade de esporos por fungicidas contribui para a redução do inóculo em muitas plantas, sob condições favoráveis ao patógeno.

Blum et al. (2002) avaliaram misturas de fungicidas para controle de oídio e verificaram que foram igualmente eficientes na redução da doença comparadas aos produtos aplicados isoladamente; contudo, como vantagem, as misturas reduzem a possibilidade da seleção de raças resistentes do patógeno aos fungicidas e contribuem

com o controle de outras doenças da soja: por exemplo, a mistura tebuconazol + procloraz e o propiconazol destacaram-se na redução do oídio e pelo aumento na produtividade da soja.

No caso do controle de oídio em soja, recomenda-se o uso de cultivares resistentes; porém, o controle químico pode ser usado mediante aplicação de fungicidas do grupo dos triazóis e/ou dos benzimidazóis (HENNING et al., 2005). Aplicações de fungicida para controle dessa doença são recomendados quando a gravidade da doença atinge entre 40 e 50% do IAF. Nesse sentido, Yorinori et al. (2004) determinaram os efeitos do nível inicial de infecção no momento da aplicação de tebuconazole no controle do oídio: o fungicida tebuconazol (100 g i.a./ha/aplicação) foi pulverizado a 20, 30, 40 e 50% IAF (estádios de crescimento V3 e V5, entre R5.1 e R5.3) e três aplicações (em V3, V4 e R5.1), começando em 20% IAF. A severidade inicial de 20-50% IAF não afetou o nível de controle.

Em experimento de Godoy e Canteri (2004), o controle do oídio e do crestamento-foliar-de-cercospora foi eficiente com a aplicação de difenoconazole 250 g i.a./L + propiconazole 250 g i.a./L, mas dependeu do número de aplicações e do estágio aplicado. Houve menor eficiência de aplicação única no estágio R3, provavelmente, porque o produto apresentava baixo residual para o controle das doenças de final de ciclo. A duração de área foliar sadia (DAFS) explicou a resposta em produtividade, pois englobou o efeito do patógeno no tecido foliar e a desfolha antecipada provocada pela doença. Todos os tratamentos com difenoconazole + propiconazole apresentaram maior DAFS quando comparados com as parcelas não tratadas. A severidade de doença nos estádios R6 e R7 apresentou correlação negativa com a produtividade. A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e a DAFS foram relacionadas à produtividade, havendo correlação negativa com a AACPD e positiva com DAFS (GODOY; CANTERI, 2004). O maior rendimento sob aplicação de fungicida nos estádios R3 e R4 foi, provavelmente, devido ao residual de proteção dos produtos antes das plantas finalizarem o enchimento de grãos (DALLAGNOL et al., 2006).

Em especial ao controle da FAS, o uso de fungicidas possibilita aumento no rendimento da soja, pois eles atuam também sobre outras doenças (HARTMAN; WANG;

TSCHANZ, 1991). Na safra 2002/03, cerca de 80% da área de soja do Brasil recebeu, em média, duas pulverizações de fungicidas, a um custo de quase US\$ 600 milhões (YORINORI et al., 2003).

Dependendo da situação, a Embrapa recomenda que os produtores escolham dentre 11 diferentes fungicidas comerciais para controlar a ferrugem da soja. Todos deles são classificados como estrobilurinas ou triazóis, que são fungicidas amplamente utilizado no Brasil tanto na soja quanto em outras culturas. No Mato Grosso, os produtores geralmente aplicavam no mínimo dois tratamentos com fungicidas a um custo de cerca de US\$ 50 por hectare. Em geral, os produtores brasileiros se adaptaram rapidamente a essa nova praga com aumentos modestos nos custos de produção. (LIVINGSTON et al., 2004).

De acordo com Hartman, Wang e Tschanz (1991), fungicidas aplicados de forma preventiva tem se destacado como estratégia mais eficaz no controle da FAS. Contudo, em condições severas de epidemia, são necessárias de três a cinco aplicações em intervalos de dez dias (SINCLAIR; HARTMAN, 1995), ao passo que Levy (2005) apontou que três ou mais aplicações foram necessárias para manter o potencial produtivo, enquanto uma ou duas aplicações foram insuficientes para controlar a doença.

Diferentes fungicidas e número de aplicações foram avaliados para o controle de doenças fúngicas tardias da soja na Argentina, como septoriose, doenças ocasionadas por *Cercospora* spp., antracnose, entre outras: quatro fungicidas (azoxistrobina, benomil, carbendazim e tiofanato-metil) e difenoconazol + propiconazol foram testados em aplicação única (R6) ou dupla (R3 + R5). As plantas tratadas apresentaram hastes com níveis mais baixos de estruturas de frutificação por fungos e menos desfolhamento prematuro do que as plantas não tratadas. Os tratamentos com carbendazim (aplicação dupla) e azoxistrobina (aplicação única) apresentaram os menores valores de desfolhamento prematuro. O aumento máximo do rendimento foi obtido com aplicação única de azoxistrobina (+39,3%) e aplicação dupla de carbendazim (+32,4%); os tratamentos que mais aumentaram a massa de grão foram azoxistrobina (aplicação única e dupla), tiofanato-metil (uma aplicação), difenoconazol + propiconazol (uma aplicação) e carbendazim (aplicação dupla) (PLOPER et al., 2000).

No caso de controle da FAS, ao serem questionados se há necessidade de fazer três aplicações se foram realizadas em R1 ou R2, Jost, Kemerait e Roberts (2005) responderam que isso depende de quando a epidemia começar. Explicaram que o crescimento da planta de soja de R1 para R3 requer cerca de duas a três semanas; de R3 a R4 requer cerca de duas semanas; após esse ponto, as vagens começam a se desenvolver rapidamente até R6 (tamanho total da semente atingido). Assim, se duas aplicações são iniciadas em R1 ainda pode haver uma semana ou duas restantes durante as quais a colheita estará desprotegida. A menos que a doença esteja presente neste momento, pode ser aconselhável esperar até R2 (8 a 10 dias após R1) para iniciar as aplicações, o que poderia economizar uma terceira aplicação.

Em suma, o complexo de doenças foliares que acomete a soja é um assunto intrincado pois trata-se de um patossistema. Dentre os assuntos a serem investigados são aqueles relativos à eficiência de tratamentos fungicidas, uma vez que novos ingredientes ativos surgem no mercado e necessitam validação em cada região produtora para atestar maior segurança ao produtor.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material vegetal

Testou-se o efeito de tratamentos fungicidas sobre o controle de doenças foliares em cultivares de soja de distintos grupos de maturação: BRS 137 (semi-precoce), BRS 154 (médio) e CD 205 (tardio); as cultivares foram escolhidas por serem de elevada suscetibilidade à ferrugem-asiática-da-soja (FAS) e de menor suscetibilidade ao oídio.

3.2 Local e período do experimento

Os experimentos foram realizados no ano agrícola de 2004/05, na área experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, no município de Passo Fundo/RS (28° 15' 46" S, 52° 24' 24" W). O solo é do tipo Latossolo Vermelho distrófico húmico (STRECK et al., 2008).

O município está localizado na Zona Climática fundamental temperada (C): apresenta clima do tipo fundamental úmido (f) e variedade específica subtropical (Cfa) de clima temperado húmido com verão quente, de acordo com a classificação de Koppen, com temperatura média do ar no mês mais quente >22 °C (MOTA; BEIRSDORF; GARCEZ, 1970).

A precipitação pluviométrica ocorrida no período da realização do trabalho foi de 578,1 mm (Tabela 1); entre dezembro e março a diferença foi 228,6 mm inferior à média normal e somente em dezembro com 173,7 mm ficou acima da média regional.

Tabela 1 - Distribuição das chuvas com intensidade superior a 5 mm entre dezembro/2004 e abril/2005, em Passo Fundo

Mês	Número de dias >5mm	Precipitação (mm)	Normal (mm)	Diferença
Dezembro	3	67,3	161,5	-94,2
Janeiro	5	104,5	143,4	-38,9
Fevereiro	2	26,1	148,3	-122,2
Março	3	88,3	121,3	-33,3
Abril	10	291,9	118,2	173,7

3.3 Tratamentos e delineamento experimental

Foram conduzidos três experimentos, um para cada cultivar, nas quais foram testados distintos tratamentos de controle químico de doenças foliares, preventivos e/ou curativos, em diferentes estádios fenológicos. Assim, em cada cultivar e nos estádios R1 (início da floração), R2 (floração plena), R3 (final da floração), R4 (início da formação de grãos) ou R5.1 (10% de granação), foram testados: tetraconazole (triazol) e distintas misturas de triazol + estrobirulina (epoxiconazole + piraclostrobin; ciproconazole + azoxistrobim; ciproconazole + trifloxistrobin). Foi incluído um tratamento sem uso de fungicidas (testemunha) e dois padrões de tratamento químico, que constou de três pulverizações ao longo do ciclo da cultura: A) tetraconazole (em R1, R3 e R5.1); B) epoxiconazole + piraclostrobin em R1, ciproconazole + azoxistrobim em R3 e ciproconazole + trifloxistrobin em R5.1. Os tratamentos foram organizados em bifatorial (estádio de aplicação x fungicida) + 3 (testemunha, padrão A e padrão B), e distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições.

Os fungicidas comerciais foram: a) Domark® (tetraconazole), na dose de 0,5 L/ha; b) Opera® (epoxiconazole + piraclostrobin), na dose de 0,5 L/ha; c) Priori Xtra® (ciproconazole + azoxistrobim), na dose de 0,3 L/ha, no qual foi adicionado 0,5% do adjuvante Nimbus); d) Sphere® (ciproconazole + trifloxistrobin), na dose de 0,3 L/ha, com adição de 0,5% do adjuvante Attach.

3.4 Procedimentos experimentais

As unidades experimentais foram constituídas de parcelas com sete linhas de 6 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre si, com área total de 18,9 m²/parcela. A semeadura foi manual, com densidade média de 13 sementes viáveis/m², sobre solo adubado de acordo com resultados da análise do solo. A área foi mantida livre de plantas daninhas por meio de aplicações de herbicidas pós-emergentes. Para controle de insetos foram aplicados produtos fisiológicos e piretróides. De acordo com o tratamento de manejo testado, os fungicidas foram aplicados em volume de 150 L/ha, com pulverizador costal e pressurizado com CO₂, com barra de largura de 3 m² e pontas de pulverização do tipo XR 110015.

A colheita da soja foi manual, entre 27/04 e 20/05/2005, conforme a maturação de cada cultivar. Foram colhidas as quatro linhas centrais de cada parcela, deixando-se bordadura de 0,50 m nas cabeceiras. As amostras foram pesadas e corrigidas para 13% de umidade, de modo a padronizar-se os valores de massa de mil sementes e rendimento de grãos.

3.5 Avaliações

3.5.1 Severidade das doenças foliares

Semanalmente, entre os estádios V1 e R8.2, cinco plantas de cada parcela foram coletadas e tiveram suas folhas avaliadas quanto à severidade de doenças.

3.5.2 Índice e duração de área foliar

Avaliou-se o índice de área foliar (IAF) e a duração de área foliar (DAF) entre os estádios V1 e R8.2, totalizando 19 estádios. Para isso, foram retiradas aleatoriamente cinco plantas/parcela, com posterior destaque e leitura digital dos folíolos em planímetro eletrônico. O IAF foi obtido mediante multiplicação da AF média das cinco plantas pelo

número de plantas/m². A partir da determinação da severidade da doença (Y), fez-se a dedução de Y do IAF total e obteve-se o índice de área foliar sadio (IAFS).

3.5.3 Componentes de rendimento e rendimento de grãos

No estágio R7 quantificou-se o número de vagens/planta e o número de grãos/vagem. Os grãos foram separados das impurezas, padronizados a umidade de 13% e pesados para determinação do rendimento por hectare e massa de mil grãos (MMG).

3.6 Análise estatística

Os dados de cada experimento (cultivar) foram submetidos à análise de variância e, quando o efeito do manejo foi significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro. Posteriormente foi feita análise conjunta dos experimentos.

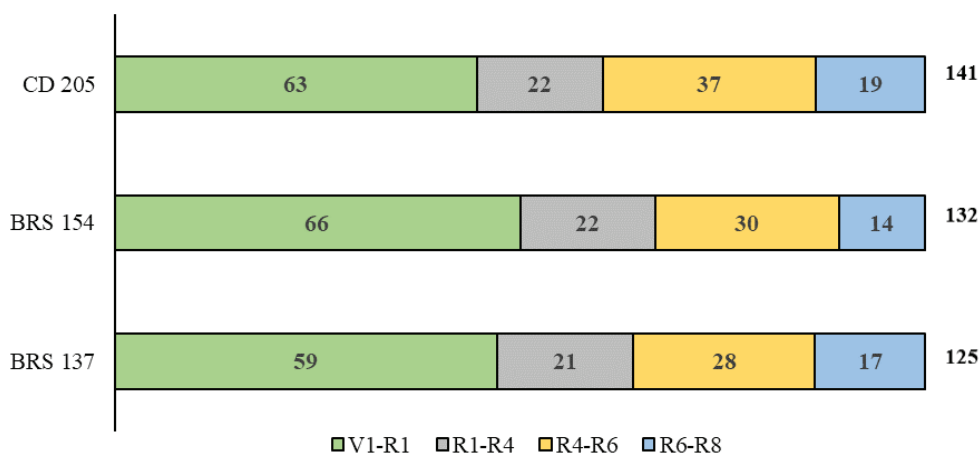
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos fenológicos das cultivares de soja

Os estádios de desenvolvimento da soja foram descritos por Fehr e Caviness (1977) para minimizar a variação quanto à nomenclatura das fases da cultura. Dessa forma, visando altas produtividades, é preciso saber quais as principais etapas do ciclo da cultura que podem ser mais afetadas por agentes bióticos e abióticos e quais requerem maior atenção. Assim, neste trabalho avaliou-se quatro estádios fenológicos das três cultivares de soja em estudo, uma vez que são de diferentes grupos de maturação.

Apesar da prolongada estiagem verificada principalmente em fevereiro e março/2005, o ciclo das cultivares se aproximou da sua duração normal (Figura 6). Em condições normais, as cultivares aqui testadas tem ciclo de 129 (BRS 137), 134 (BRS 154) e 145 dias (CD 205) (REUNIÃO..., 2004). Neste caso, a cv. BRS 154 apresentou ciclo vegetativo mais longo que as outras cultivares, com diferença de uma semana em relação à cultivar de menor duração dessa fase (BRS 137).

Figura 6 - Duração (em nº de dias) de quatro estádios fenológicos e do total do ciclo de cultivares de soja. Passo Fundo, safra 2004-05



Já, entre o início do florescimento (R1) e o estágio de vagem completamente desenvolvida (R4), as cultivares foram similares quanto ao número de dias decorridos nesse período; desta fase à de grão completamente cheio (R6) as cultivares diferenciaram-se novamente, com precocidade verificada na cv. BRS 137, o que confirmou-se até o final (R6 a R8), totalizando 125 dias. Proporcionalmente, a maior diferença entre o ciclo das cultivares correspondeu à duração do período de R4 a R6, o qual variou de 28 dias, na cv. BRS 137 (semi-precoce), a 37 dias, na cv. CD 205 (tardia), ou seja, o material semi-precoce teve nove dias a menos para o enchimento de grãos.

4.2 Severidade de doenças

Devido à estiagem (Tabela 1), a ferrugem-asiática-da-soja (FAS) e as demais moléstias fúngicas de final de ciclo não ocorreram. Contudo, houve incidência de oídio, com severidade máxima de 24% nas plantas do tratamento testemunha (sem aplicação de fungicida); nas parcelas tratadas, os fungicidas controlaram a doença acima de 80%, sem diferença entre os tratamentos. Com efeito, o oídio é uma doença que aparece com maior intensidade na Região Sul do Brasil devido às estiagens de verão. Nessas condições, a severidade dessa doença é maior que as outras doenças foliares (GALLOTTI; BALBINOT Jr.; BACKES, 2005).

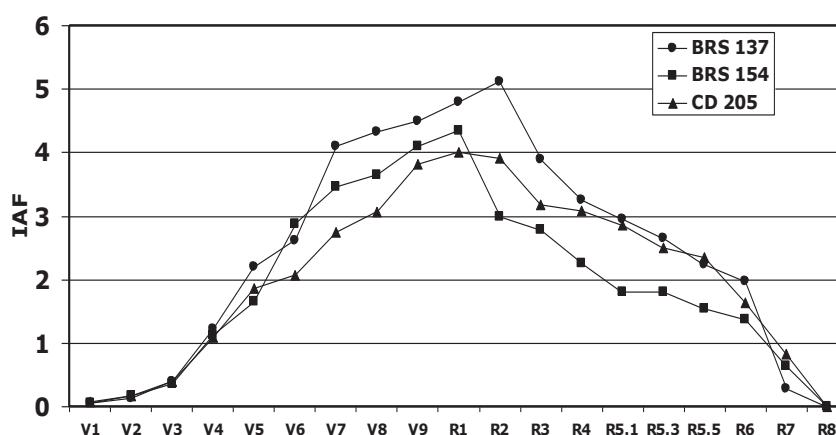
4.3 Índice e duração de área foliar

O índice de área foliar (IAF) é uma importante variável de crescimento, já que, juntamente com a arquitetura do dossel, interfere na interceptação da radiação solar e no sombreamento das folhas (BOARD; HARVILLE, 1992). No presente estudo (Figura 7) verificou-se que até o estágio V4 as cultivares apresentaram similaridade no índice de área foliar (IAF = 1); a partir desse estágio se diferenciaram até R8 (maturação plena).

O IAF máximo obtida pelas cultivares, de 4,0 (cv. CD 205), 4,3 (cv. BRS 154) e 5,1 (cv. BRS 137), foi inversamente proporcional ao ciclo. Provavelmente, as cultivares de ciclo mais longo foram mais afetados pela estiagem, o que atrasou o final da fase

vegetativa. Segundo Gassen (2001), lavouras de soja com IAF entre 3,5 e 4,5 tem potencial para altos rendimentos de grãos. Nesta pesquisa, os valores de IAF variaram de 4 a 5,12, porém os rendimentos foram menores (1897 a 2170 kg/ha), uma vez que houve uma queda acentuada de folhas após a floração devido à baixa precipitação pluviométrica. Por isso, há necessidade de se conhecer a duração da área foliar, especialmente durante a fase reprodutiva, a qual se correlaciona melhor com o rendimento de grãos do que o IAF (FLOSS, 2004).

Figura 7 - Índice de área foliar (IAF) de cultivares de soja (BRS 137, BRS 154 e CD 205) no tratamento testemunha (sem aplicação de fungicida). Passo Fundo, safra 2004-05



Nota: no eixo das abscissas são apresentados os estádios fenológicos de acordo com a escala de Fehr e Caviness (1977).

A cv. BRS 137 expressou o maior IAF em relação às demais cultivares, desde o estágio V6 até o R4, e obteve o máximo índice (IAF= 5) entre R1 e R2; a partir do estágio R2 houve diminuição da área foliar e essa cultivar igualou-se à cv. CD 205 até R6, quando apresentou queda total das folhas (IAF \approx 0, em R7). A cv. BR 137, que se mostrou superior à cv. CD 205 durante toda a fase vegetativa, ao entrar na fase reprodutiva diminuiu o IAF de 4,0 para 3,0 (Figura 7).

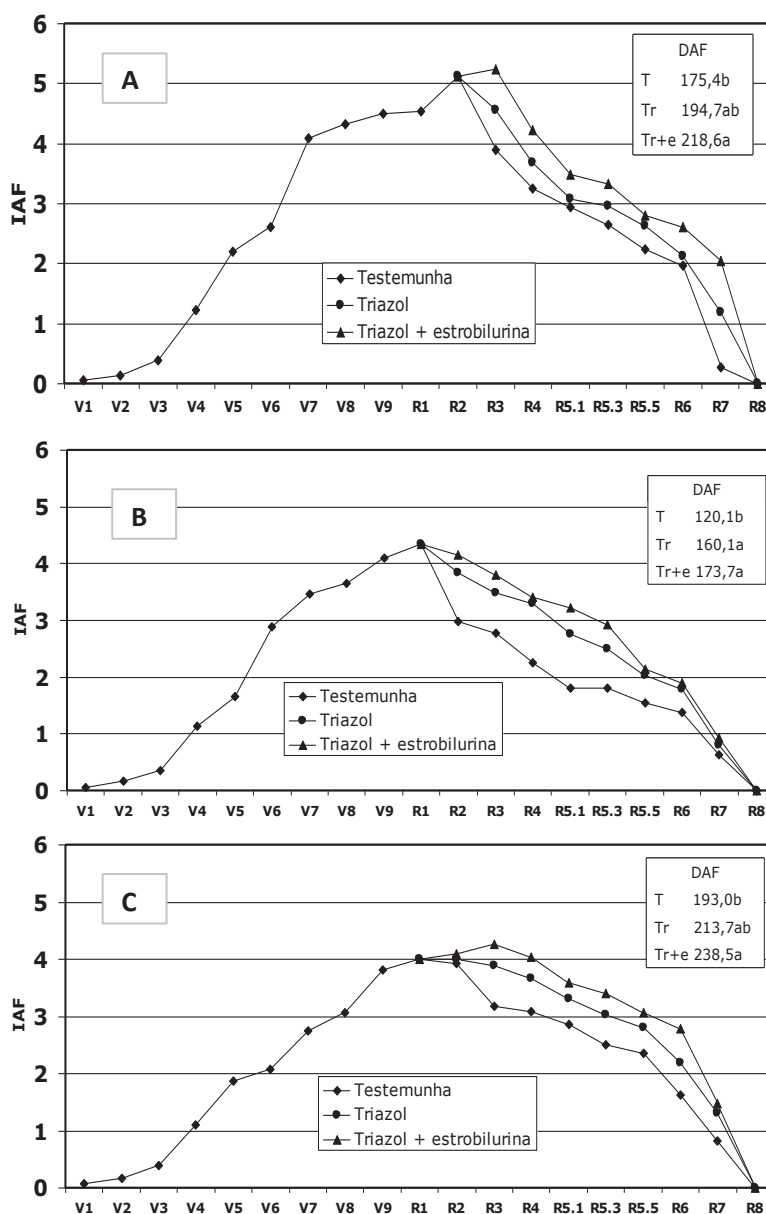
Assim, as cvs. BRS 154 e CD 205 mostraram desempenho diferente nas fases vegetativa e reprodutiva. Após R2, verificou-se decréscimo significativo do IAF nas três cultivares, o que é natural, pois as folhas entram em senescência na medida em que a soja, sendo uma planta anual, entra em maturação.

Segundo Bergamin Filho et al. (1997), para o controle químico utiliza-se como variável a área foliar doente (severidade) ou a área foliar removida (desfolha); por outro lado, o rendimento está ligado à área foliar sadia (fotossintetizante) e não à doente. Por isso, adaptou-se os conceitos fisiológicos de análise de crescimento à área de fitopatologia, incluindo o índice de área foliar sadia (IAFS) e sua integral, duração da área foliar sadia (DAFS) (WAGGONER; BERGER, 1987). Neste estudo, pela falta de ocorrência de doenças foliares de final de ciclo (DFC) não foi necessário obter essas variáveis.

No entanto, o objetivo dos tratamentos químicos era reduzir a ocorrência de DFC, especialmente, a ferrugem-asiática-da-soja (FAS). Portanto, foram avaliados o IAF e a DAF nas três cultivares, separadamente, em resposta a aplicações de dois padrões de tratamento fungicida feitas desde o florescimento até o início do enchimento dos grãos (Figura 8). Apesar dos maiores valores em DAF verificados com aplicação de triazol + estrobirulina, não houve diferença ($p>0,05$) em relação ao tetraconazole (triazol), e ambos foram superiores à testemunha.

Na média de tratamento, a cv. BRS 154 mostrou a menor duração de área foliar (DAF = 296). Nas três cultivares, o maior valor ($p>0,05$) de DAF foi conseguido com o tratamento (média de padrão A e B), e esse efeito foi mais evidente na cv. CD 205 (Figura 9). A cv. BRS 137 teve resposta similar à aplicação nos estádios R1, R3, R4 e R5.1, com discreto aumento sob aplicação no estádio R2. Já, a cv. BR 154 foi mais responsiva às épocas em que a mistura de fungicidas foi aplicada, com discreta, mas perceptível variação: os maiores valores de DAF foram alcançados com aplicação de fungicida nos estádios R2 e R3, que foram similares ao padrão. Sem considerar o tratamento padrão, a cv. CD 295 também mostrou maior DAF com a aplicação nos estádios R2 e R3 e, do mesmo modo que ocorreu na cv. BR 154, a menor DAF foi conseguida com aplicação no estádio R5.1.

Figura 8 - Índice de área foliar (IAF) e duração da área foliar (DAF) (1) das cultivares de soja BRS 137 (A), BRS 154 (B) e CD 205 (C) em resposta aos tratamentos padrão (2) e sem aplicação de fungicida (testemunha). Passo Fundo, safra 2004-05



Notas: Médias seguidas de mesma letra, na legenda, não diferem pelo teste de Duncan ($p > 0,05$).

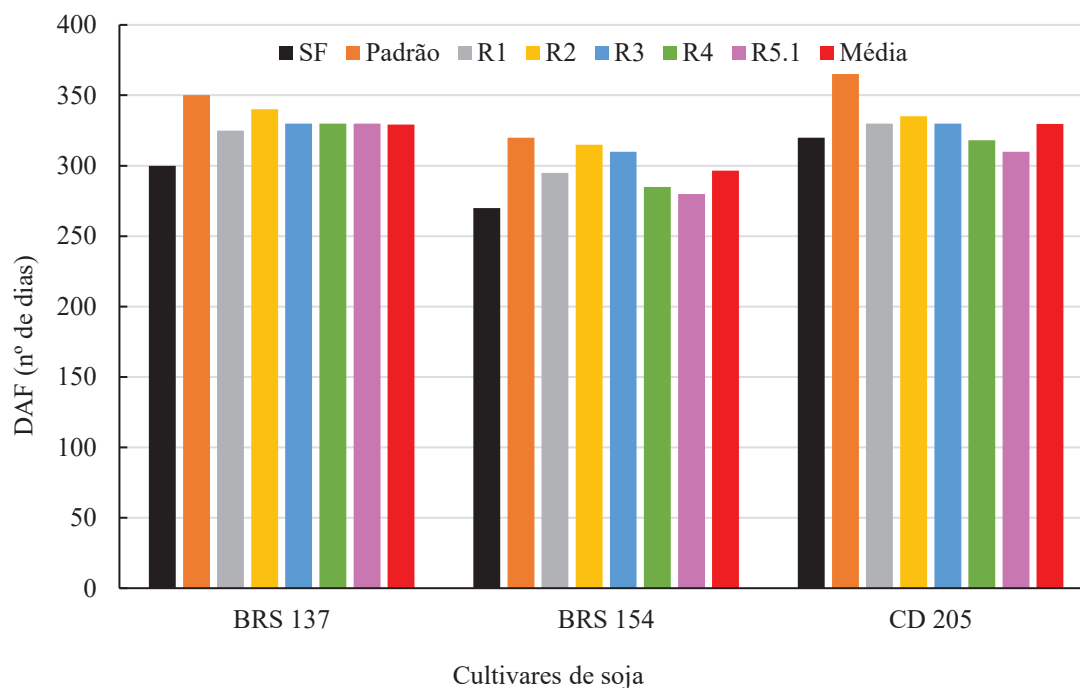
No eixo das abscissas são apresentados os estádios fenológicos de acordo com a escala de Fehr e Caviness (1977).

(1) Em número de dias.

(2) Padrão A: Aplicação de tetraconazole (triazol) em R1, R3 e R5.1

Padrão B: Aplicação de epoxiconazole + piraclostrobim no R1, ciproconazole + azoxistrobim no R3 e ciproconazole + trifloxistrobim no R5.1

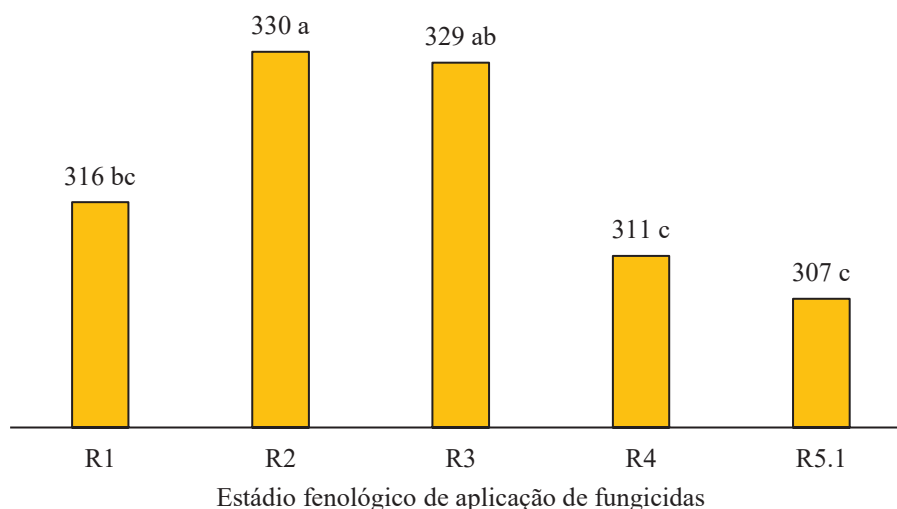
Figura 9 - Duração de área foliar (DAF) de cultivares de soja (BRS 137, BRS 154 e CD 205) em resposta à aplicação de triazol + estrobirulina, na média dos três tipos de mistura, em distintos estádios fenológicos, em comparação com ausência de tratamento fungicida e com a média dos tratamentos padrão (1)



(1) Padrão: aplicação de tetraconazole (triazol) ou de misturas de triazol + estrobirulina nos estádios R1, R3 e R5.1, totalizando três aplicações no ciclo da cultura.

Ao considerar a média das três cultivares de soja em resposta à aplicação de dose única de distintas misturas de triazol + estrobirulina entre o florescimento e o enchimento do grão, verificou-se que as cultivares de soja, ao entrarem em floração e até atingir o florescimento pleno, mantiveram maior tempo com sua superfície assimilatória ativa (Figura 10). Segundo Gazzoni (1974), é na floração que o IAF deve atingir seu ponto máximo, para não haver comprometimento na produção de grão, devido à redução do número de vagens/planta. Por outro lado, a perda de área foliar causadas pelas doenças afeta a interceptação de luz, a capacidade fotossintética, o acúmulo de fotossintatos e o período do enchimento de grãos (BOARD; WIER; BOETHEL, 1994). No caso da FAS, como há lesões e urédias nos dois lados da folha, ocorre significativa redução na habilidade de realizar a fotossíntese, produzindo grandes danos à cultura (AGRIOS, 2005).

Figura 10 - Duração de área foliar média (1) de cultivares de soja (BRS 137, BRS 154 e CD 205), em resposta à aplicação única de triazol + estrobirulina, na média dos três tipos de mistura, em distintos estádios fenológicos. Passo Fundo, safra 2004-05

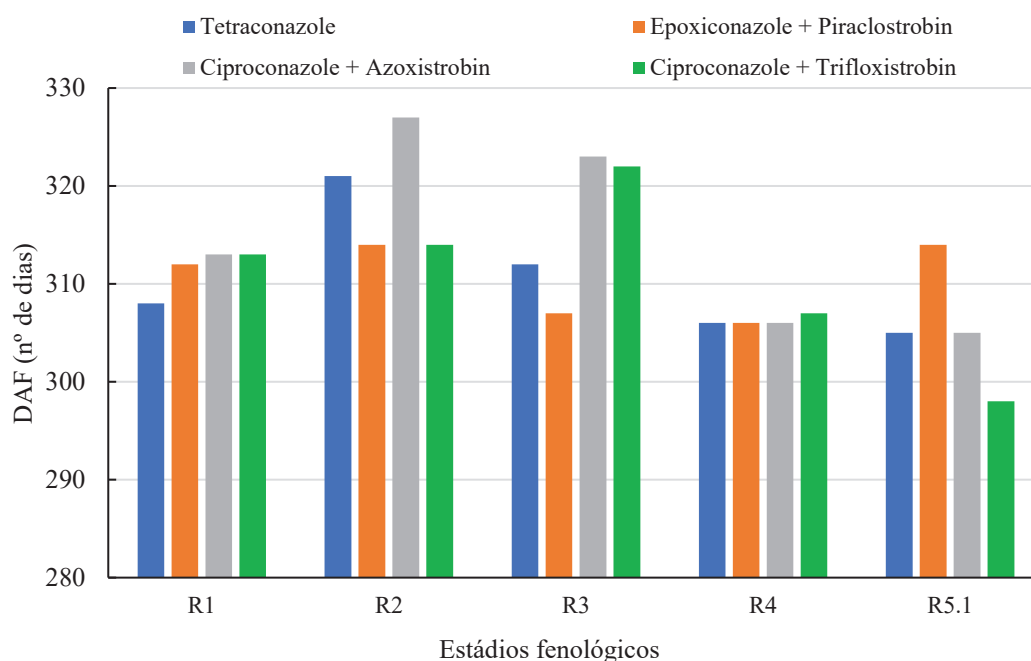


Notas: Letras distintas sobre colunas, ao lado dos valores, indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

(1) Em nº de dias.

Embora não tenha ocorrido diferença significativa ($p > 0,05$) entre os três tipos de mistura de triazol + estrobirulina, os resultados sugerem maior eficiência de ciproconazole + azoxistrobin (DAF = 327) aplicados no estágio R2 (Figura 11), o que merece a continuidade dos estudos. Contudo, algumas variações foram observadas de acordo com o estágio de aplicação dos fungicidas: quando a aplicação foi precoce (R1), as misturas de triazol + estrobirulina foram superiores ao tetraconazole (triazol), e quando a aplicação ocorreu em R4, a DAF foi similar entre os tratamentos; contudo, com aplicação no estágio R3, as misturas contendo ciproconazole foram capazes de manter maior duração de área foliar nas cultivares de soja. Já, no estágio R5.1, o melhor tratamento foi a mistura de epoxiconazole + piraclostrobin.

Figura 11 - Duração de área foliar (DAF), na média de cultivar de soja (BRS 137, BRS 154 e CD 205), em resposta a tratamentos fungicidas. Passo Fundo, safra 2004-05



4.4 Componentes do rendimento

Estimou-se a relação entre o rendimento de grãos (y) e a duração da área foliar (x) para as três cultivares estudadas, considerando o intervalo de 260 a 370 dias de DAF (Tabela 2), com ajuste linear ($y=a + bx$): 2.220,50 (cv. BRS 154), 2.235,10 (cv. CD 205) e 2.858,00 kg/ha (cv. BRS 137). Desse modo, verificou-se que as cultivares de ciclo médio e tardio apresentaram produtividade similar, com duração de cinquenta dias de área foliar; por outro lado, a cultivar semi-precoce (cv. BRS 137) foi potencialmente mais produtiva e foi aquela que mostrou maior DAF, o que provavelmente tenha relação com essa projeção de rendimento.

A resposta em rendimento de grãos ao controle das moléstias foliares em soja depende de vários fatores, entre os quais aquelas influenciadas por variáveis ligadas à área foliar da planta e, principalmente, da duração dessa área. Portanto, o conhecimento desta relação pode agregar informação valiosa sobre como as moléstias e o controle

interferem no rendimento da cultura, permitindo assim otimizar os seus resultados. Sabe-se que a DAF é positivamente associada com a produtividade da soja, pois plantas infectadas tem redução mais rápida do IAF em relação às plantas sadias (GUERZONI, 2001). Conseqüentemente, o efeito de tratamentos químicos para controle das doenças foliares deve levar em conta a área foliar doente (severidade) e/ou a área foliar removida (desfolha) (VAN DER PLANK, 1963), além de outras variáveis.

Tabela 2 - Regressão do rendimento de grãos de cultivares de soja em função da duração da área foliar, na média de tratamento fungicida. Passo Fundo, safra 2004-05

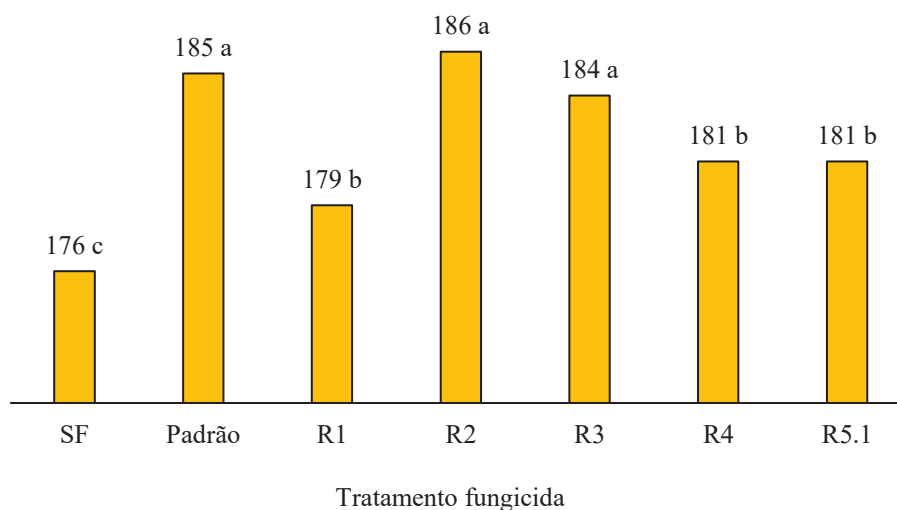
Cultivar	Equação de regressão	R ²
BR 137	$Y = 308,7 + 6,89x$	0,89
BR 154	$Y = 566,1 + 5,17x$	0,92
CD 205	$Y = 881,9 + 3,98x$	0,94

Em outra perspectiva, ao se relacionar o rendimento de grãos (y) com a massa de mil grãos (MMG) (x) e considerar a média dos tratamentos e de cultivar, verificou-se que 91% (R²) da produtividade foi respondida pela MMG; portanto, os outros 9% foram devido a outros fatores ($y = -2896,2 + 27,31x$). A estimativa da regressão ajustou-se à equação linear negativa: com a redução do MMG, de 186 para 176 g, o rendimento decresceu de 2184 para 1910 kg/ha, respectivamente. A cv. BRS 137, por ter apresentado o maior valor (6,89) para o coeficiente b (Tabela 2), demonstrou maior dependência da área foliar remanescente.

Quanto à massa de mil grãos (MMG), a aplicação única de misturas de triazol + estrobirulina nos estádios R2 ou R3 teve impacto positivo e similar ($p > 0,05$) à média dos padrões; em relação à testemunha, esses tratamentos incrementaram a MMG em 5,11 g em relação as plantas que não receberam fungicida (Figura 12). Os fungicidas triazóis e estrobilurinas estão entre os fungicidas para uso na soja para controlar doenças foliares, em especial a FAS, embora haja risco de desenvolvimento de resistência. Comumente, se recomenda a aplicação de fungicidas em soja assim que a cultura entra em R1, especialmente após a entrada da doença e quando as condições climáticas são favoráveis à propagação dessa doença (alta umidade, temperaturas mais baixas e chuva). Na ênfase

para o controle dessa doença, os técnicos apontam para uma variedade de opções de fungicidas, que incluem produtos protetores (ex: clorotalonil e estrobilurinas) e curativos (triazol + estrobilurina) (JOST; KEMERAIT; ROBERTS, 2005).

Figura 12 - Efeito da aplicação de triazol + estrobirulina, na média dos três tipos de mistura, em distintos estádios fenológicos (R1 a R5.1) na massa de mil grãos (1), na média de cultivar de soja (BRS 137, BRS 154 e CD 205), comparado à média dos padrões (2) e sem tratamento fungicida (SF). Passo Fundo, safra 2004-05



Nota: Letras distintas sobre colunas, ao lado dos valores, indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

(1) Em gramas.

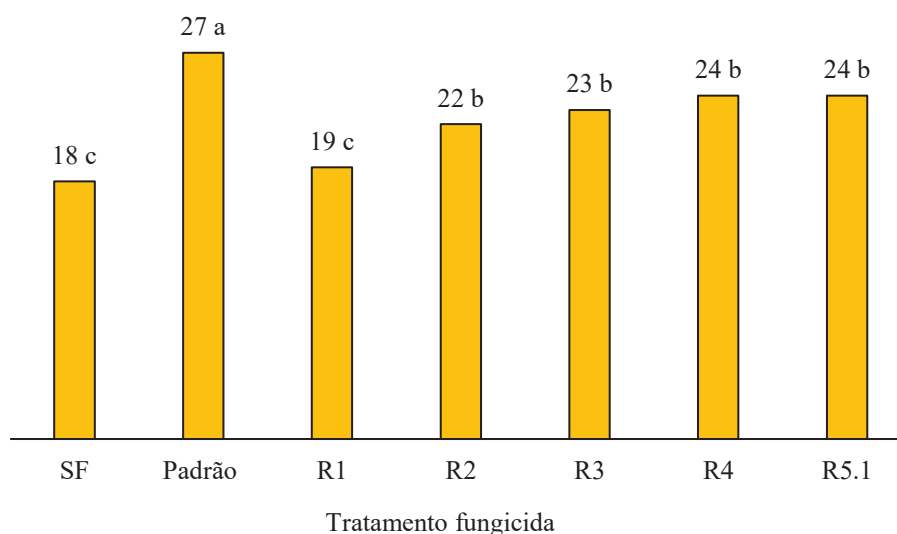
(2) Aplicação de tetraconazole (triazol) ou de triazol + estrobirulina em R1, R3 e R5.1

O rendimento de sementes da soja consiste em vários componentes, incluindo o número de plantas/área, vagens/planta, grãos/vagem e tamanho de grão. Os mais importantes componentes são número de vagens/unidade de área, nº de grãos/vagem e massa média de grãos; o primeiro é determinado pelo balanço entre número de flores/planta e a proporção destas que resultam em frutos (JIANG; EGLI, 1993). Neste trabalho, na média de cultivar, nenhum tratamento foi superior aos padrões, que produziram 12% a mais de vagens em relação à média de misturas de triazol + estrobirulina aplicadas a partir do estágio R2 (Figura 13).

Não houve diferença entre as aplicações das misturas de triazol + estrobirulina nos estádios R2, R3, R4 e R5.1; contudo, ao serem aplicadas nestes estádios, houve efeito

positivo (+22%) em relação à aplicação precoce (estádio R1) e à testemunha, que se igualaram ($p>0,05$). Assim, o efeito curativo desse tipo de mistura variou com a época de aplicação, porém 15% inferior quando foi utilizado o fungicida padrão; mas 30,5% superior às plantas sem fungicidas.

Figura 13 - Efeito da aplicação de triazol + estrobirulina, na média dos três tipos de mistura, em distintos estádios fenológicos (R1 a R5.1) na produção de vagens (1), na média de cultivar de soja (BRS 137, BRS 154 e CD 205), comparado à média dos padrões (2) e sem tratamento fungicida (SF). Passo Fundo, safra 2004-05



Nota: Letras distintas sobre colunas, ao lado dos valores, indicam diferença significativa ($p<0,05$) pelo teste de Duncan.

(1) Em n°/planta.

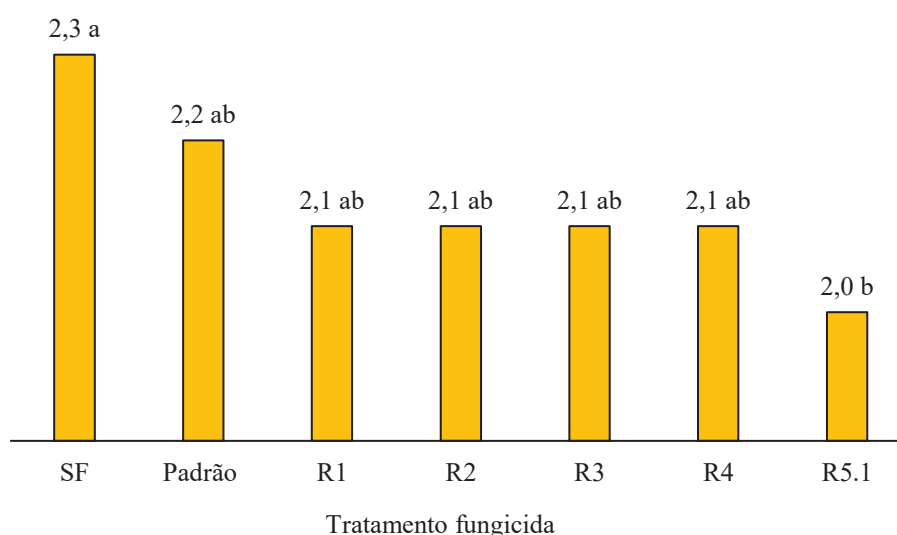
(2) Aplicação de tetraconazole (triazol) ou de triazol + estrobirulina em R1, R3 e R5.1

Provavelmente, o resultado positivo do tratamento padrão tenha sido devido à precocidade da primeira aplicação (R1) aliada à mais duas aplicações (R3 e R5.1). Segundo Godoy (2005), quando se utiliza o tetraconazole na forma curativa, na fase fenológica V5 e R1, obtém-se controle satisfatório da FAS. Apesar de não ter ocorrido essa doença no presente trabalho, a aplicação dos fungicidas pode ter atuado como prevenção. De fato, as aplicações com triazol devem ser efetuadas no início do processo de infecção por fungos, pois uma vez que o fungo começa a produzir esporos em uma planta infectada, os triazóis não são eficazes. Os estudos com C₁₄ mostraram que três gotículas de triazol aplicada numa folha de soja cobriram toda a folha no prazo de um dia e aos três e sete dias após a aplicação a concentração de fungicida aumentou dentro da

folha; no 14º dia, a concentração de fungicida atingiu níveis próximos aos picos, evidenciando sua capacidade de translocação no interior do vegetal (FISHEL, 2005).

Ao analisar o número de grãos/vagem, na média de cultivar, observou-se que o tratamento sem fungicida diferiu apenas dos tratamentos em que foi empregada a mistura triazol + estrobirulina (média de misturas) em R5.1, apresentando-se semelhante as demais aplicações dessa mistura e da média dos padrões (Figura 14). Contudo, a superioridade encontrada em plantas que não foram pulverizadas com fungicidas não se traduziu em grãos de maior massa, pois o MMG dessas plantas foi, em média, 176 g (Figura 12). Ao contrário, há que se considerar que plantas severamente atacadas por doenças foliares podem ter desfolhamento precoce, o que leva à queda no rendimento, e a formação e enchimento de grãos são prejudicados (YANG et al., 1991). As perdas de rendimento devido à FAS resultam do desfolhamento prematuro, que reduz a capacidade fotossintética e, portanto, diminui o número de vagens cheias/planta, de vagens/planta, de grãos/planta, de massa de grãos/planta e de massa de mil grãos (BROMFIELD, 1984).

Figura 14 - Efeito da aplicação de triazol + estrobirulina, na média dos três tipos de mistura, em distintos estádios fenológicos (R1 a R5.1) na produção de grãos/vagem, na média de cultivar de soja (BRS 137, BRS 154 e CD 205), comparado à média dos padrões (1) e sem tratamento fungicida (SF). Passo Fundo, safra 2004-05



Nota: Letras distintas sobre colunas, ao lado dos valores, indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Duncan.

(1) Aplicação de tetraconazole (triazol) ou de triazol + estrobirulina em R1, R3 e R5.1

5 CONCLUSÃO

A eficiência do controle de doenças foliares de final de ciclo (DFC) depende do tipo de manejo químico e época de aplicação. Nessa perspectiva, o controle com fungicidas formulados em mistura de diferentes grupos químicos tem-se mostrado eficaz para o controle de DFC. Adicionalmente, quantificações da duração da área foliar, em substituição à desfolha, agregam informações importantes ao entendimento dos efeitos das moléstias e do seu controle sobre o rendimento das plantas, devendo, portanto, serem considerados na definição de esquemas de controle para as moléstias foliares da soja.

Neste estudo, o estágio de aplicação de fungicidas — tetraconazole (triazol) ou triazol + estrobirulina — evidencia sua importância, ao determinar maior ou menor eficiência sobre a duração de área foliar e componentes do rendimento da soja: a) aplicações únicas de misturas de triazol + estrobirulina nos estádios R2 e R3 promovem maior DAF e peso de mil grãos em relação às realizadas em R1, R4 e R5.1, comparável às três aplicações de triazol ou triazol + estrobirulina (padrões); b) a aplicação única de quaisquer tipos de mistura de triazol + estrobirulina tem efeito similar aos tratamentos padrão no número de vagens/planta, exceto se aplicada no estágio R1, quando reduz essa variável; c) a aplicação única de quaisquer tipos de mistura de triazol + estrobirulina tem efeito similar aos tratamentos padrão no número de grãos/vagem, exceto se aplicada no estágio R5.1, quando reduz essa variável.

Diferentes misturas à base de triazol e estrobirulina (epoxiconazole + piraclostrobin; ciproconazole + azoxistrobin; ciproconazole + trifloxistrobin) não diferem quanto ao efeito sobre a duração de área foliar, componentes de rendimento e rendimento de grãos de cultivares de soja de distintos grupos de maturação.

Há igual eficiência na manutenção da área foliar de cultivares de soja de grupos de maturação semiprecoce, médio ou tardio ao se fazer três aplicações de fungicida (R1, R3 e R5,1) com tetraconazole (triazol) ou com misturas de triazol + estrobirulina.

O estudo mostra que à medida que o ciclo diminui a dependência em relação à duração da área foliar aumenta e que a aplicação de fungicida em R2 (floração plena) é potencialmente vantajosa para o aumento e/ou a manutenção da área foliar, associando-se positivamente com a massa individual de grãos e a produtividade da cultura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Técnicos e produtores de soja muitas vezes não dão a devida importância para as doenças foliares de final de ciclo (DFC), como aquelas causadas por *Cercospora kikuchii* (crestamento-foliar), *Septoria glycines* (mancha-parda), *Colletotrichum dematium* (antracnose) e *Phakopsora pachyrhizi* (ferrugem-asiática-da-soja), pois associam o amarelecimento e a desfolha causadas pelas moléstias com a maturação mais precoce das cultivares e, desse modo, não quantificam os danos que as mesmas causam ao hospedeiro. Os danos das DFC em soja estão associados à senescência precoce e à redução do rendimento de grãos, que pode chegar em mais de 20% (EMBRAPA, 1996).

O uso de fungicidas no controle da ferrugem-asiática-da-soja, que é a principal doença a acometer a cultura no Brasil, desde 2001, é uma medida de controle que começou a ser utilizada desde então. Portanto, a destruição de hospedeiros secundários e semeadura antecipada de cultivares de ciclo precoce são medidas que propiciam redução na pressão de inóculo e contribuem para aumento na eficiência do controle químico. Como não se tem cultivares resistentes, é preciso conseguir-se elevada eficiência do controle químico.

O complexo de patógenos que pressionam a cultura da soja exige o conhecimento da região (histórico de doenças) e o planejamento da lavoura (data de semeadura, escolha de cultivares, manejo nutricional, controle de outras pragas e de plantas daninhas), a fim de complementar o manejo fitossanitário. Assim, a aplicação de fungicidas pode ter maior ou menor impacto sobre a cultura, dependendo do índice de área foliar (IAF) e do estágio em que for feito o controle.

Apesar da estiagem ocorrida no período em que este trabalho foi conduzido, as cultivares testadas tiveram seu ciclo próximo ao normal. Proporcionalmente, a maior diferença entre o ciclo dos genótipos correspondeu à duração entre R4 e R6, sendo que a

cultivar semi-precoce (cv. BRS 134) teve menor número de dias para o preenchimento de grãos. Isso pode resultar em perdas maiores se houver condições climáticas inadequadas ou presença de pragas ou moléstias durante este período.

Na safra 2004/05, período em que este estudo foi feito, a forte estiagem ocorrida em fevereiro e março reduziu a pressão das DFC, mas houve ocorrência de oídio. A aplicação de fungicidas auxiliou na manutenção das folhas nas plantas e isto pode ser atribuído ao controle dessa doença, pois foi a moléstia que mais prevaleceu na safra 2004/05 e que pode causar significativa desfolha.

Assim, com base na população de plantas e dos componentes de rendimento aqui avaliados, pode-se estimar a produtividade das parcelas em que houve ou não tratamento químico: a) sem fungicida = 35 sacos; b) tetraconazole (triazol) aplicado em R1, R3 e R5.1 = 52 sacos e, c) triazol + estrobirulina em R2 e R3 = 42 sacos. Portanto, configura-se a importância do manejo químico no controle de doenças de final de ciclo.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2005.

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.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Eds.). **Manual de fitopatologia**. Doenças de plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 642-664.

ALMEIDA, A. M. R. Observação de resistência parcial a *Septoria glycines* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 214-216, 2001.

ALMEIDA, A. M. R.; PIUGA, F. F.; MARIN, S. R. R.; BINNECK, E.; SARTORI, F.; COSTAMILAN, L. A. M.; TEIXEIRA, M. R. O.; LOPES, M. Pathogenicity, molecular characterization, and cercosporin content of Brazilian isolates of *Cercospora kikuchii*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 6, p. 594-602, 2005.

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

_____. **Doenças da soja**. Santa Maria: UFSM, 2002.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Ceres, 1995.

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**, v. 87, p. 506-515, 1997.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995.

BILKE, U. **Brazil: Soybean expansion, social and environmental conflicts, and food security**. 165f. Master thesis (Masters in Tropical Agriculture) - University of Bonn, Germany, 2004.

BLUM, L. E. B.; REIS, E. F.; PRADE, A. G.; TAVELA, V. J. Fungicidas e mistura de fungicidas no controle do oídio da soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 216-218, 2002.

BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G. Explanations for greater light interception in narrow vs. wide row. **Crop Science**, v. 32, p. 198-202, 1992.

_____. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow-row, late-planted soybean. **Agronomy Journal**, v. 88, p. 567-572, 1996.

BOARD, J. E.; WIER, A. T.; BOETHEL, D. J. Soybean yield reductions caused by defoliation during mid to late seed filling. **Agronomy Journal**, v. 86, p. 1074-1079, 1994.

BROMFIELD, K. R. **Soybean Rust**. St. Paul: APS Press, 1984. (Monograph, 11).

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

CARPENTER, A. C.; BOARD, J. E. branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations. **Crop Science**, v. 37, n. 3, p. 885-891, 1997.

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

COSTA, I. F. D. da.; BALARDIN, R. S.; MEDEIROS, L. A.; BAYER, T. M. Resistência de seis cultivares de soja ao *Colletotrichum truncatum* (Schwein) em dois estádios fenológicos. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, p. 1684-1688, 2006.

DALLAGNOL, L. J.; NAVARINI, L.; UGALDE, M. G.; BALARDIN, R. S.; CATELLAM, R. Utilização de Acibenzolar-S-Methyl para controle de doenças foliares da soja. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 3, p. 255-259, 2006.

DAUB, M. E.; EHRENSHAFT, M. The photoactivated *Cercospora* toxin cercosporin: contributions to plant disease and fundamental biology. **Annual of Review of Phytopathology**, v. 38, p. 461-490, 2000.

DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; Li, X.; YANG, B. Models and applications for risk assessment and prediction of Asian soybean rust epidemics. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 6, p. 533-544, 2006.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná – 1996/97**. Londrina: Embrapa Soja, 1996.

_____. **Tecnologia de produção da soja: Região Central do Brasil, 2003**. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste; ESALQ, Embrapa Soja/ Sistemas de Produção 1, 2002.

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

FERREIRA, L. P.; LEHMAN, P. S.; ALMEIDA, A. M. R. **Doenças da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1979. (Circular Técnica, 1).

FERREIRA, E. M.; ALFENAS, A. C.; MAFFIA, L. A.; MAFIA, R. G. Eficiência de fungicidas sistêmicos para o controle de *Cylindrocladium candelabrum* em eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 5, p. 468-475, 2006.

FISHEL, F. M. **Pesticide toxicity profile: triazole pesticides**. University of Florida: IFAS Extension, 2005. Disponível em:
<<https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/PI/PI10500.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2005.
(Document, PI-68).

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. Passo Fundo: UPF Editora, 2004.

GALLI, J. A.; PANIZZI, R. de C.; FESSEL, S. A.; SIMONI, F. de.; ITO, M. F. Efeito de *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Cercospora kikuchii* na germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 182-187, 2005.

GALLOTTI, G. J. M.; BALBINOT Jr., A. A.; BACKES, R. L. Efeito da época de semeadura e da aplicação de fungicidas no progresso da ferrugem asiática, oídio e doenças de final de ciclo na cultura da soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 2, p. 87-93, 2005.

GARCIA, A. **Fungicidas**. I - Utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF, 1999. (Documentos, 46).

GASSEN, D. N. O desfolhamento e a planta de soja. **Revista Plantio Direto**, n. 1, p. 26, 2001.

GAZZONI, D. **Avaliação do efeito de três níveis de desfolha aplicadas em quatro estádios de crescimento de dois cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] sobre a produção e a qualidade de grão**. 1974. 70f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1974.

GODOY, C. V. (Org.). **Ensaio em rede para controle de doenças na cultura da soja - safra 2004/2005**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. (Documentos, 266).

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. Efeito da severidade de oídio e crestamento foliar de cercospora na produtividade da cultura da soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 526-530, 2004.

GUERZONI, R. A. **Efeito das doenças foliares de final de ciclo (*Septoria glycines* Hemmi e *Cercospora kikuchii* [(Matsu & Tomoyasu) Gardner] na duração da área foliar sadia da soja**. 2001. 115f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

HAHN, M.; MENDGEN, K. Characterization of in planta-induced rust genes isolated from a haustorium-specific cDNA library. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 10, p. 427-437, 1997.

HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. **Compendium of Soybean Diseases**. 4 ed. Minnesota: APS Press, 1999.

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

HERBERT, S. J.; LITCHFIELD, G. V. Partitioning soybean yield components. **Crop Science**, v. 22, p. 1074-1079, 1982.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja**. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 2005. (Documentos, 256).

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

ITO, M. F.; TANAKA, M. A. S. **Soja: principais doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides**. Campinas. Fundação Cargill, 1993. (Série Técnica, 186).

IVANCOVICH, A.; BOTTA, G. Enfermedades de final de ciclo de la soja: información técnica de cultivos de verano Campaña 2003. **Publicación Miscelánea**, n. 100, 2003. Disponível em: <<http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/100/misc10015.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2005.

JIANG, H.; EGLI, D. B. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. **Agronomy Journal**, v. 85, n. 2, p. 221-225, 1993.

JOST, P. H.; KEMERAIT, B.; ROBERTS, P. **Soybean rust is here: so what's next?** Georgia: University of Georgia, 2005. (Soybean Newsletter, August 9).

KARADIMOS, D. A.; KARAOGLANIDIS, G. S.; TZAVELLA-KLONARI, K. Biological activity and physical modes of action of the Qo inhibitor fungicides trifloxystrobin and pyraclostrobin against *Cercospora beticola*. **Crop Protection**, v. 24, p. 23-29. 2005.

KAWUKI, R. S.; ADIPALA, E.; TUKAMUHABWA, P. Yield loss associated with soya bean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) in Uganda. **Journal of Phytopathology**, v. 151, n. 1, p. 7-12, 2003.

KLINGELFUSS, L. H.; YORINORI, J. T. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 158-164, 2001.

LATUNDE-DADA, A. O. *Colletotrichum*: tales of forcible entry, stealth, transient confinement, and breakout. **Molecular Plant Pathology**, v. 2, p. 187-198, 2001.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: LIETH, H. (Ed.). **Phenology and seasonality modeling**. New York: Springer-Verlag, 1974. p. 3-19.

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

LIVINGSTON, M.; JOHANSSON, R.; DABERKOW, S.; ROBERTS, M.; ASH, M.; BRENNEMAN, V. **Economic and policy implications of wind-borne entry of Asian soybean rust into the United States**. Electronic Outlook Report from the Economic Research Service, 2004. (OCS-04D-02, April 2004). Disponível em: <www.ers.usda.gov>. Acesso em: 16 ago. 2005.

MALONE, S.; HERBERT Jr., D. A.; HOLSHOUSER, D. L. Relationship between leaf area index and yield in double-crop and full-season soybean systems. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 5, p. 945-951, 2002.

MATHEW, J. P.; HERBERT, S. J.; ZHANG, S.; RAUTENKRANZ, A. A. F.; LITCHFIELD, G. V. Differential response of soybean yield components to the timing of light enrichment. **Agronomy Journal**, v. 92, p. 1156-1161, 2000.

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

MELCHING, J. S.; DOWLER, W. M.; KOOGLE, D. L.; ROYER, M. H. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease**, v. 73, p. 117-122, 1989.

MICHEL, C. A.; TOLEDO, H.; PEREIRA, M. J. Z.; PEREIRA, N. M. Z. Reação de genótipos de soja a doenças foliares de final de ciclo. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 28., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2000. p. 116.

MOTA, F. S.; BEIRSDORF, M. I. C.; GARCEZ, J. R. B. **Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária do Sul, 1970.

NATH, K. R.; MADHAVA, M. P. Association between yield and components in soybean. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 32, n. 2, p. 276-280, 1972.

OH, J-H.; KIM, K-H. Influence of temperature, wetness duration and fungicides on fungal growth and disease progress of soybean anthracnose caused by *Colletotrichum* spp. **Research in Plant Disease**, v. 9, p. 131-136, 2003.

OLIVEIRA, A. C. B. de; GODOY, C. V.; MARTINS, M. C. Avaliação da tolerância de cultivares de soja à ferrugem asiática no oeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 6, p. 658-662, 2005.

OZKAN, H. E.; ZHU, H.; DERKSEN, R. C.; GULER, H.; C. KRAUSE, C. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian soybean rust. **Aspects of Applied Biology**, v. 77, p. 1-8, 2006.

PANDEY, J. P.; TORRIE, J. H. Path coefficient analysis of seed field components in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Crop Science**, v. 13, n. 5, p. 505-507, 1973.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. **Doenças da soja: diagnose, epidemiologia e controle**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 1998.

PLOPER, L. D.; GÁLVEZ, M. R.; GONZÁLEZ, V.; JALDO, H.; DEVANI, M. R. evaluación de fungicidas para el control de las enfermedades de fin de ciclo de la soja en Tucumán, Argentina. **Revista Industrial y Agrícola de Tucumán**, v. 77, p. 59-69, 2000.

PLOPER, L. D.; DEVANI, M. R.; GÁLVEZ, M. R.; LEDESMA, F.; GONZÁLEZ, V.; ZAMORANO, M. A.; LENIS, Y. J. M. Propuestas para el manejo de la roya de la soja en el noroeste argentino. **Avance Agroindustrial**, v. 25, n. 2, p. 11-15, 2004.

REIS, E. M.; ZANATTA, M.; MOREIRA, E. N.; BOGORNÍ, R.; REMOR, L. Curva de progresso da ferrugem da soja em Passo Fundo-RS. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, S139, 2006. Suplemento, 1. (Resumo).

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL (32: 2004). **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2004/2005**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004.

REUVENI, M.; SHEGLOV, D. Effects of azoxystrobin, difenoconazole, polyoxin B (polar) and trifloxystrobin on germination and growth of *Alternaria alternata* and decay in red delicious apple fruit. **Crop Protection**, v. 21, p. 951-955, 2002.

RIBEIRO, A. L. de P.; COSTA, E. C. Desfolhamento em estádios de desenvolvimento da soja, cultivar BR 16, no rendimento de grãos. **Ciência Rural**, v. 30, n. 5, p. 767-771, 2000.

ROBERTSON, A. Understanding the fungicides that will kill Asian soybean rust. **Integrated Crop Management News**, art. 2364, 2005. Disponível em: <<https://lib.dr.iastate.edu/cropnews/2364>>. Acesso em: 10 nov. 2005.

SARTORATO, A.; YORINORI, J. T. Oídios de leguminosas: feijoeiro e soja. In: STADNIK, M. A.; RIVERA, M. C. (Ed.). **Oídio**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 255-284.

SHIN, D. C.; TSCHANZ, A. T. Studies on physiological reactions of soybean cultivars tolerant and susceptible to rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.). **Korean Journal of Crop Science**, v. 31, n. 4, p. 440-446, 1986.

SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. **Compendium of soybean diseases**. 3 ed. St Paul: APS Press, 1989.

SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. Soybean diseases. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 4. ed. St. Paul: APS Press, 1999. p. 3-4.

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

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. rev. ampl. Porto Alegre: UFRGS: EMATER/RS-ASCAR, 2008.

SOUZA, L. A. **Morfologia e anatomia vegetal: células, tecidos, órgãos e plântula**. Ponta Grossa: Editora Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2003.

UIE - UNIVERSITY OF ILLINOIS EXTENSION. **Fungus foliage diseases of soybeans**. Urbana-Champaign: University of Illinois, 2004. (Report on Plant Disease, 503).

VAN DER PLANK, J. E. **Plant Diseases: epidemics and control**. New York: Academic Press, 1963.

VINCELLI, P. **Q0I (Strobilurin) Fungicides: benefits and risks**. The Plant Health Instructor, 2002. Disponível em: <<https://www.apsnet.org/edcenter>>. Acesso em: 20 nov. 2005.

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

WANG, T. C.; HARTMAN, G. L. Epidemiology of soybean rust and breeding for host resistance. **Plant Protection Bulletin**, v. 34, p. 109-124, 1992.

WATSON, D. J. The estimation of leaf area in field crops. **The Journal of Agricultural Science**, v. 27, p. 474-48, 1937.

_____. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I - Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties and between years. **Annals of Botany**, v. 11, p. 41-76, 1947.

WRATHER, J. A.; ANDERSON, T. R.; ARSYAD, D. M.; GAI, J.; PLOPER, L. D.; PORTA-PUGLIA, A; RAM, H. H.; YORINORI, J. T. Soybean disease losses estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994. **Plant Disease**, v. 81, p. 107-110, 1997.

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

YORINORI, J. T. Management of foliar fungal diseases in soybean in Brazil. In: COPPING, L. G.; GREEN, M. B.; REES, R. T. (Ed.). **Pest management in soybean**. London: Elsevier Applied Sciences, 1992. p. 185-95.

YORINORI, J. T. **Oídio da soja**. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1997. (Comunicado Técnico, 59).

_____. Podridão vermelha da raiz da soja (SDS) (*Fusarium solani* f. sp. *glycines*) no Brasil e sua importância econômica. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, p. 298-299, 1998.

_____. Ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): ocorrência no Brasil e estratégias de manejo. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA, 2., 2002, Passo Fundo. **Resumos e Palestras...** Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2002.

_____. Ferrugem da soja: ocorrência no Brasil e estratégias de manejo. In: REIS, E. M.; BORGES, L. D. (Ed.). **Moléstias na cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. p. 77-84.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. W.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. E.; GODOY, C. V.; NUNES Jr., J. N. Establishment of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Phytopathology**, v. 93, S103, 2003.

YORINORI, M. A.; KLINGELFUSS, L. H.; PACCOLA-MEIRELLES, L. D.; YORINORI, J. T. Effect of time of spraying of fungicide and foliar nutrient on soybean powdery mildew. **Journal of Phytopathology**, v. 152, p. 129-132, 2004.

ZAMBOLIM, L.; CASA, R. T.; REIS, E. M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, p. 585-595, 2000.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; SILVA, M. B. da. **Controle de doenças de plantas**. Brasília: ABEAS, 1997.



PPGAgro

Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMV