**EFEITO DAS DOENÇAS FOLIARES DE FINAL DE CICLO (*Septoria glycines*
Hemmi e *Cercospora kikuchii* (Matsu. & Tomoyasu) Gardner) NA PRODUÇÃO E NA
DURAÇÃO DA ÁREA FOLIAR SADIA DA SOJA**

RODRIGO AYUSSO GUERZONI

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **GIL MIGUEL DE SOUSA CÂMARA**

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para a obtenção
do título de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Outubro – 2001

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

Guerzoni, Rodrigo Ayusso
Efeito das doenças foliares de final de ciclo (*Septoria glycines* Hemmi e *Cercospora kikuchii* (Matsu. & Tomoyasu) Gardner) na produção e na duração da área foliar sadia da soja / Rodrigo Ayusso Guerzoni. - - Piracicaba, 2001.
49 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.
Bibliografia.

1. Área foliar 2. Controle químico 3. Crestamento 4. Desfolha 5. Doença de planta 6. Fungicida 7. Fungo fitopatogênico 8. Mancha-parda 9. Soja I. Título

CDD 633.34

Aos meus pais Edison e Angela Regina

OFEREÇO

À minha esposa Milene

Às minhas avós Neide e Neide (In memorian)

Aos meus avôs Avenir e Doristo (In memorian)

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À gloriosa Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, responsável pelo nosso contínuo aprendizado.

Ao Prof. Dr. Gil Miguel de Sousa Câmara, pela valiosa orientação, pelo incentivo e amizade.

À Profa. Dra. Lilian Amorim, pela paciência, incansável orientação e amizade.

Ao Prof. Dr. Marcos Silveira Bernardes, pelas valiosas sugestões e amizade.

À Mônica Cagnin Martins e Patrícia Mattiazzi, pela constante “luta”, e principalmente pelo maior de todos os presentes que recebi de vocês – a amizade.

Aos estagiários, funcionários e colegas do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP.

Aos meus amigos, e

À minha família.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Fitopatometria: sua importância.....	3
2.2 Incidência e severidade: definições.....	3
2.3 Produção, injúria, dano e perda: definições.....	4
2.4 Uso de escalas diagramáticas para a quantificação da severidade.....	4
2.5 Duração da área foliar sadia (HAD) e produção.....	5
2.6 Benomyl: uma rápida descrição.....	6
2.7 Tebuconazole: uma rápida descrição.....	6
2.8 Mancha parda ou septoriose.....	7
2.9 Crestamento foliar de cercospora e mancha púrpura da semente.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 Local e período de experimentação.....	12
3.2 Características do solo.....	12
3.3 Características do cultivar de soja.....	13
3.4 Preparo da área experimental.....	14
3.5 Instalação do experimento.....	14
3.6 Condução do experimento.....	14
3.7 Acompanhamento fenológico.....	15

3.8 Elementos do clima.....	15
3.9 Delineamento experimental.....	17
3.10 Características avaliadas.....	18
3.10.1 Índice de área foliar (IAF).....	18
3.10.2 Severidade.....	19
3.10.3 Duração da área foliar sadia (HAD).....	19
3.10.4 Produção e massa de 1000 grãos.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Elementos do clima e desenvolvimento do complexo de doenças de final de ciclo..	21
4.2 Efeito dos tratamentos na produção e peso de 1000 grãos.....	24
4.3 Escala diagramática para avaliação das doenças de final de ciclo.....	27
4.4 Efeito da severidade na produção.....	28
4.5 Efeito da Duração da Área Foliar Sadia (HAD) na produção.....	29
4.6 Considerações finais.....	32
5 CONCLUSÕES.....	34
ANEXOS.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

LISTA DE FIGURAS

1. Valores diários de precipitação, umidade relativa média do ar (UR), temperatura máxima (T. max.), mínima (T. min.) e média do ar (T. média) relativos ao período compreendido entre os meses de dezembro a janeiro.....22
2. Valores diários de precipitação, umidade relativa média do ar (UR), temperatura máxima (T. max.), mínima (T. min.) e média do ar (T. média) relativos ao período compreendido entre os meses de fevereiro a abril.....23
3. Efeito dos tratamentos na produção de soja para os diferentes fungicidas.....25
4. Efeito dos tratamentos no peso de 1000 grãos de soja para os diferentes fungicidas.....27
5. Escala diagramática elaborada para a avaliação da severidade do complexo de doenças de final de ciclo.....27
6. Efeitos da severidade do complexo de doenças de final de ciclo na produção da soja.....28
7. Efeito da duração da área foliar sadia (HAD) na produção e no peso de 1000 grãos da soja.....29

LISTA DE TABELAS

1. Análise química do solo utilizado na área experimental, nas profundidades de 00-20 e 20-40 cm.....	12
2. Teores de micronutrientes do solo utilizado na área experimental, nas profundidades de 00-20 e 20-40 cm.....	13
3. Principais características do cultivar de soja MG/BR 46 (Conquista).....	13
4. Estádios de desenvolvimento da soja.....	16
5. Descrição dos diferentes contrastes.....	24
6. Valor de “t”, variância e probabilidade (prob) para os diferentes contrastes.....	24
7. Quadrado médio (QM), probabilidade (prob), regressão e coeficiente de determinação (R^2) para duração da área foliar sadia (HAD) em relação aos tratamentos com benomyl.....	30
8. Quadrado médio (QM), probabilidade (prob), regressão e coeficiente de determinação (R^2) para duração da área foliar sadia (HAD) em relação aos tratamentos com tebuconazole.....	30

EFEITO DAS DOENÇAS FOLIARES DE FINAL DE CICLO (*Septoria glycines* Hemmi e *Cercospora kikuchii* (Matsu. & Tomoyasu) Gardner) NA PRODUÇÃO E NA DURAÇÃO DA ÁREA FOLIAR SADIA DA SOJA

Autor: RODRIGO AYUSSO GUERZONI

Orientador: Prof. Dr. GIL MIGUEL DE SOUSA CÂMARA

RESUMO

Tanto a mancha parda (*Septoria glycines* Hemmi) quanto o crestamento foliar de cercospora (*Cercospora kikuchii* (Matsu. & Tomoyasu) Gardner) estão disseminados por todas as regiões produtoras de soja do Brasil. Ambas ocorrem na mesma época e, devido às dificuldades que apresentam nas avaliações individuais, são consideradas como um complexo de doenças de final de ciclo. O maior dano causado por esse complexo de doenças se deve à antecipação da desfolha. Sabe-se que a antecipação da desfolha promove redução na produção, a qual geralmente se deve ao menor tamanho dos grãos. Com o objetivo de melhor compreender os danos causados pelas doenças de final de ciclo, foi conduzido um experimento para avaliar os efeitos dessas doenças na duração da área foliar sadia (HAD) da soja, procurar relações entre a severidade da doença e produção, bem como identificar o melhor estágio fenológico e dose de fungicida para o controle dessas doenças. Com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que: a) as doenças foliares de final de ciclo causaram perdas na produção da soja na ordem de 21%, sendo a redução no peso de

1000 grãos o principal fator de perda quantitativa; b) embora a análise estatística tenha demonstrado não haver diferenças significativas quanto à época de aplicação dos fungicidas (estádio $R_{5,3}$ x estágio R_4 repetindo-se a aplicação 15 dias mais tarde) em relação à produção e ao peso de 1000 grãos de soja, os maiores valores absolutos das variáveis acima mencionadas foram conseguidos, para ambos os fungicidas, com uma aplicação de 500 g do produto comercial no estágio R_4 de desenvolvimento da cultura da soja, seguida de outra aplicação da mesma quantidade do produto comercial 15 dias após primeira; c) o uso da variável severidade não se apresentou como uma boa indicadora para se prever ou estimar reduções na produção, haja vista a falta de relação que esta variável (severidade) apresenta com a mesma (produção); d) a duração da área foliar sadia (HAD) é uma variável de avaliação que apresenta relações significativas com a produção e peso de 1000 grãos, podendo ser utilizada no patossistema soja-doenças foliares de final de ciclo, uma vez que estas doenças afetam diretamente a HAD.

EFFECT OF LATE SEASON LEAF DISEASES (*Septoria glycines* Hemmi and *Cercospora kikuchii* (Matsu. & Tomoyasu) Gardner) ON YIELD AND ON HEALTHY LEAF AREA DURATION OF SOYBEAN

Author: RODRIGO AYUSSO GUERZONI

Adviser: Prof. Dr. GIL MIGUEL DE SOUSA CÂMARA

SUMMARY

Brow spot (*Septoria glycines* Hemmi) and leaf blight (*Cercospora kikuchii* (Matsu. & Tomoyasu) Gardner) are spread at all Brazil's soybean lands. Both occur together at the same time and due to the difficulties that they present in individual assessment they are considered like a late season leaf disease complex. The greater damage caused by this disease complex is the premature defoliation. Premature defoliation reduces yield, which is usually due to a reduction in seed size. With the objective of a better understanding in the damage caused by the late season leaf disease, a research was carried out to evaluate the effects of these diseases in the healthy leaf area duration (HAD) of soybean, to look for relations between severity of diseases and yield, as well to identify the best growth stage (GS) and the best fungicide dose to control these diseases. According to the results, it was concluded that: a) the late season leaf diseases reduced yield by 21%, and reduction in 1000 seed weight was the main factor of quantitative loss; b) although the statistical analysis did not show significant differences at the time of fungicides spray (R_{5.3} growth stage x R₄ growth stage with

another spray 15 days later) in yield and 1000 seed weight, the best absolute yield and 1000 seed weight values were, for benomyl and tebuconazol, with one spray of 500g of commercial product at R₄ GS, following another spray of 500g of commercial product 15 days later; c) disease severity did not show any relationship with yield; d) healthy leaf area duration (HAD) is a parameter that shows significant relationships with yield and 1000 seed weight, and it can be used in the soybean-late season leaf diseases pathosystem, once these diseases affect HAD directly.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura que apresenta uma grande capacidade de adaptação, sendo cultivada em quase todas as latitudes. Dentro dessa faixa de condições, mais de 100 doenças já foram identificadas nessa cultura, sendo 35 consideradas de importância econômica (Sinclair & Backman, 1989). A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, sendo dependente da condição climática de cada safra, da presença de patógenos e da suscetibilidade dos cultivares.

Tanto a mancha parda (*Septoria glycines*) quanto o crestamento foliar de cercospora (*Cercospora kikuchii*) estão disseminados por todas as regiões produtoras de soja do Brasil. Ambas ocorrem na mesma época e, devido às dificuldades que apresentam nas avaliações individuais, são consideradas como um complexo de doenças de final de ciclo. O maior dano causado por esse complexo de doenças deve-se à antecipação da desfolha. Sabe-se que a antecipação da desfolha promove redução na produção, a qual geralmente se deve ao menor tamanho dos grãos (FAO, 1995).

O uso de cultivares resistentes é o método mais econômico e o de maior confiança para o controle de doenças. Entretanto, a maioria dos cultivares de soja é suscetível às doenças de final de ciclo. Uma vez constatada a ocorrência dessas doenças, seu progresso durante o ciclo da cultura poderá ser reduzido ou mesmo evitado por meio de pulverizações com fungicidas. Fungicidas do grupo dos benzimidazóis, quando usados em frequência elevada, têm apresentado sérios problemas de desenvolvimento de raças patogênicas resistentes em uma série de combinações patógeno-hospedeiro (Heaney et al., 1994). A rotação de produtos químicos no controle de doenças de plantas é uma estratégia de redução de riscos de aparecimento dessas raças e a aplicação em

baixa frequência, limitada a alguns estágios fenológicos da cultura, outra (Delp, 1988). Dessa forma, a avaliação do efeito de novas moléculas no controle dessas doenças, bem como a determinação da época ideal de sua aplicação são objetos de pesquisa imprescindíveis para um controle adequado dessas doenças.

A adoção de qualquer método que vise o controle dessas doenças foliares de final de ciclo, terá maior probabilidade de sucesso se os efeitos dessas doenças sobre o desenvolvimento das plantas de soja forem melhor compreendidos. Embora o impacto visual dessas doenças seja facilmente observado no campo, resultados precisos sobre as perdas que elas ocasionam são praticamente inexistentes.

Assim, os objetivos desse trabalho foram:

- 1) avaliar os efeitos das doenças de final de ciclo sobre a duração da área foliar sadia das plantas de soja;
- 2) procurar relação entre a severidade dessas doenças e produção, de maneira a estimar ou prever reduções no rendimento da soja;
- 3) identificar o melhor estágio fenológico bem como a melhor dose de fungicida para o controle eficaz das doenças de final de ciclo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fitopatometria: sua importância

A quantificação de doenças, designada pelo termo fitopatometria, é indispensável a diversas áreas da fitopatologia. Tem como principais objetivos estudar o desenvolvimento de curvas de progresso de doenças ou de epidemias, avaliar a resistência de cultivares em programas de melhoramento, determinar o momento ideal de aplicação de fungicidas para o controle de doenças, fazer comparações da eficiência de fungicidas, determinar as perdas em função da intensidade da doença, e verificar o efeito de práticas culturais no controle e na intensidade das doenças (Azevedo, 1997).

Sua importância tem sido freqüentemente comparada à importância da diagnose, pois de nada adiantaria conhecer o patógeno de uma enfermidade se não fosse possível quantificar os sintomas por ele causados (Amorim, 1995). Dessa maneira, somente quando medimos bem uma doença, é que podemos demonstrar o quanto de perda ela ocasiona (Horsfall & Cowling, 1978).

Assim, o principal propósito em se trabalhar com a quantificação de doenças é o de melhorar os registros e as informações relativas às doenças de plantas, fazendo-o não somente de forma qualitativa, mas também um pouco mais de forma quantitativa (Large, 1966).

2.2 Incidência e severidade: definições

O problema da falta de uniformidade dos métodos empregados na quantificação de doenças (Watson et al., 1990) inicia-se pela própria terminologia utilizada. Os termos incidência e severidade, que representam variáveis quantificáveis em fitopatometria, são muitas vezes utilizados de forma inadequada. Logo, para que haja

padronização na quantificação de doenças, o emprego de terminologia correta se faz necessário.

Dessa forma, incidência pode ser definida como sendo o número de plantas infectadas, ou de suas partes (ramos, folhas, frutos, etc.). Severidade, por sua vez, corresponde à área ou ao volume de tecido lesionado (Horsfall & Cowling, 1978).

2.3 Produção, injúria, dano e perda: definições

Produção é o produto mensurável de valor econômico de uma lavoura (Zadoks, 1991). Qualquer agente biológico que danifique uma lavoura é chamado de organismo nocivo, seja ele inseto, nematóide, fungo, bactéria ou vírus. Qualquer sintoma visível e mensurável, causado por um organismo nocivo é chamado de “injúria” (Zadoks, 1991). Qualquer redução na quantidade e/ou qualidade da produção é chamada de “dano”, sendo esta definição equivalente a “perda na produção” (Zadoks, 1991). A redução no retorno financeiro por unidade de área devido a organismos nocivos é chamada “perda” (Zadoks, 1991).

2.4 Uso de escalas diagramáticas para a quantificação da severidade

A variável severidade é a mais apropriada para medir doenças foliares, como ferrugens, oídios, mildios e manchas. Nesses casos, a porcentagem da área de tecido coberto por sintomas retrata melhor a quantidade de doença que a incidência (Amorim, 1995). Quantificar precisamente a área doente, por sua vez, é uma tarefa extremamente trabalhosa. Para contornar esse inconveniente, várias estratégias têm sido propostas para a avaliação da severidade de doenças, merecendo menção as escalas diagramáticas.

Escalas diagramáticas são representações ilustradas de uma série de plantas, folhas ou parte de plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade (Bergamim Filho & Amorim, 1996). Estas escalas constituem-se atualmente na principal ferramenta de avaliação de severidade para muitas doenças. A primeira escala diagramática descrita na literatura foi proposta por N. A. Cobb, em 1892, para a avaliação de ferrugem em folhas de cereais (Horsfall & Cowling, 1978). Esta escala, desenvolvida a partir do esboço de folhas infectadas, apresentava na forma de diagrama cinco níveis de ferrugem,

variando de 1 a 50% de área foliar coberta pelas pústulas. Através da comparação desta escala com folhas verdadeiras, Cobb pôde obter a medida da intensidade da doença (Horsfall & Cowling, 1978). A idéia da escala de Cobb tem sido estendida para muitas outras doenças. Como exemplo, citam-se aquelas para a avaliação de estria bacteriana em cereais (Duveiller, 1994), de clorose variegada em citros (Amorim et al., 1993), de podridões em frutos de abacaxi (Rohrbach & Schmitt, 1994), de raiz corticosa em alface (O'Brien & van Bruggen, 1992), entre muitas outras (Azevedo, 1997).

2.5 Duração da área foliar sadia (HAD) e produção

Dano, definido como uma redução na quantidade e/ou qualidade da produção (Zadoks, 1991), tem sido tradicionalmente relacionado com a severidade da doença (Horsfall & Cowling, 1978). Entretanto, a relação entre severidade da doença e dano é incerta. Incerta porque o efeito da severidade da doença, considerado isoladamente, tem efeito diferente caso ocorra precoce ou tardiamente em uma lavoura, ou porque a desfolha não é incluída nas quantificações da severidade (Waggoner & Berger, 1987).

Estudos conduzidos em Rothamsted, Inglaterra (Watson & Baptiste, 1938; Watson, 1937) mostraram o papel marcante da área foliar no acúmulo de matéria seca em diversas culturas, fato que levou à utilização rotineira do conceito de índice de área foliar (IAF) nos estudos de produtividade das culturas. Posteriormente, compreendeu-se que mais importante que o IAF como determinante da produção é a integral do IAF durante todo o período de crescimento da planta (Watson, 1947). Nas palavras do próprio Watson:

“Agora, a medida de área foliar que é relevante para comparações de acúmulo de matéria seca entre diferentes espécies é, claramente, a integral do IAF durante todo o período de crescimento, variável que leva em conta a magnitude da área foliar e sua persistência no tempo. Como ela tem a dimensão de tempo, pode ser convenientemente chamada de Duração da Área Foliar (LAD). Essa função é uma medida da habilidade da planta em produzir e manter a área foliar...” (Watson, 1947, p.71).

Mais recentemente, Waggoner & Berger (1987) demonstraram que a produção está mais relacionada com a duração da área foliar sadia (HAD), definida como sendo a

integral do índice de área foliar sadio e operacional durante o período de crescimento da planta. Outros trabalhos também apontam para a mesma direção, como é o caso de Savary & Zadoks (1992), Aquino et al. (1992) e Yang et al. (1992).

Embora vários modelos que predizem perdas na colheita baseados na severidade da doença tenham sido desenvolvidos (Rouse, 1988), Waggoner & Berger (1987) demonstraram matematicamente que o modelo de ponto crítico e o modelo de múltiplos pontos podem ser bem sucedidos somente quando a área foliar dos tratamentos a serem comparados for a mesma. Além do mais, o uso de modelos para determinar a produção baseados na severidade da doença são mais trabalhosos para aqueles patossistemas em que a desfolha é a principal parte da síndrome da doença (Waggoner & Berger, 1987).

Dessa forma, o uso da HAD evita esses tipos de problema, uma vez que a produção é estimada através do verdadeiro determinante da produção, a duração do tecido foliar sadio (Aquino et al., 1992).

2.6 Benomyl: uma rápida descrição

Introduzido em 1968 (Delp & Klopping, 1968), este fungicida pertencente ao grupo dos benzimidazóis apresenta propriedades sistêmicas, preventivas e curativas contra um amplo espectro de fungos, como no caso dos ascomicetos, dos fungos imperfeitos e de alguns basidiomicetos (Delp & Klopping, 1968; Kimati, 1995). Ao ser absorvido pela planta, transforma-se no princípio fungitóxico MCB (Clemons & Sisler, 1969; Sims et al., 1969; Peterson & Edgington, 1970), sendo este composto responsável pela interferência na divisão nuclear dos fungos a ele sensíveis (Agrios, 1997). Seu emprego tem sido indicado para o controle de doenças de final de ciclo na cultura da soja, na dose de 250 g do ingrediente ativo ha⁻¹ (Embrapa, 2000).

2.7 Tebuconazole: uma rápida descrição

Introduzido no ano de 1987 (Kaspers et al., 1987), este derivado do hidroxietiltriazol é um potente fungicida sistêmico (Kuck & Thielert, 1987), responsável pela inibição da biossíntese de esteróis dos fungos sensíveis a este composto (Berg et al., 1987; Iris et al., 1993). Apresenta eficácia no controle de uma ampla gama de

ascomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos (Kaspers et al., 1987). Seu emprego tem sido indicado para o controle de doenças de final de ciclo na cultura da soja, na dose de 150 g do ingrediente ativo ha⁻¹ (Embrapa, 2000).

2.8 Mancha parda ou septoriose

A mancha parda é provavelmente a doença de soja mais difundida mundialmente (FAO, 1995), encontrando-se disseminada em todas as áreas de soja do país, sendo de ocorrência preocupante nas regiões mais quentes e chuvosas dos Cerrados (Ferreira et al., 1979).

Essa doença, causada pelo fungo *Septoria glycines* Hemmi (*Mycosphaerella uspenskajae* Mashl. & Tomil.), foi descrita pela primeira vez no Japão, em 1915, coletada de diversas províncias (Wolf, 1926). Seu desenvolvimento é favorecido por condições úmidas e quentes, sendo essenciais chuvas freqüentes para a dispersão e o estabelecimento do patógeno (Picinini & Fernandes, 1998). Infecções foliares podem ocorrer na faixa de temperatura entre 16°C e 32°C (Peterson & Edwards, 1982), sendo necessárias 6 horas de molhamento foliar (Picinini & Fernandes, 1998). Embora a umidade relativa mínima para a germinação dos conídios e crescimento de *Septoria glycines* em PDA esteja acima de 95,6% (Peterson & Edwards, 1982), períodos curtos de orvalho são suficientes para causar a doença (Schuh & Adamowicz, 1993).

Este fungo pode sobreviver tanto às baixas quanto às temperaturas mais elevadas das regiões tropicais, desenvolvendo-se favoravelmente entre 16°C e 18°C (Picinini & Fernandes, 1998). Entretanto, ensaios conduzidos em condições de ambiente controlado mostraram que a doença ocorre com severidade elevada a 25°C (Schuh & Adamowicz, 1993), apresentando ótimo desenvolvimento a 28°C, não se desenvolvendo acima de 32°C (Peterson & Edwards, 1982).

Períodos crescentes de molhamento foliar provocam elevação na severidade final da doença (Schuh & Adamowicz, 1993). Poucas lesões desenvolvem-se em períodos de molhamento foliar inferiores a 48 horas, sendo necessárias 72 horas de molhamento foliar para um bom desenvolvimento da doença (Peterson & Edwards, 1982).

O inóculo primário pode se originar nos restos de cultura e nas sementes infectadas (Ito & Tanaka, 1993; Wolf, 1926). A partir dos cotilédones, ou dos restos de cultura anterior, o fungo pode infectar as folhas primárias. Os sintomas nas folhas trifolioladas aparecem nas nervuras ou muito próximos a elas, como manchas de coloração castanho-avermelhado, que podem coalescer, necrosando extensas áreas do limbo foliar. Nesta fase, é comum a associação com *Cercospora kikuchii*, que pode acelerar a desfolha das plantas (Ferreira et al., 1979; Ito & Tanaka, 1993). A doença também se manifesta na haste e nas vagens como lesões marrons, indefinidamente margeadas, de tamanhos variados (Wolf, 1926). Outro tipo de lesão menos comum, angular de coloração parda escura, sem a presença do halo clorótico margeando os tecidos lesionados, está associada a plantas provenientes de sementes com tegumento verde (Lim, 1979).

A mancha parda é mais visível nas plântulas (30 a 35 dias após a semeadura) e após o enchimento das vagens. Até a metade do período reprodutivo da cultura, a doença geralmente se encontra circunscrita às folhas inferiores. À medida que as plantas se aproximam da maturação, a doença progride rapidamente para as partes superiores, causando amarelecimento, desfolha prematura e redução no peso das sementes (Ferreira et al., 1979; FAO, 1995).

A redução na produção devido à mancha parda varia de acordo com o genótipo (Cooper, 1989) e hábito de crescimento da planta (Pataky & Lim, 1981a). Embora a mancha parda possa ser severa em cultivares de soja de maturação precoce e tardia, esta se apresenta mais severa naqueles de maturação tardia, quando as condições climáticas são menos favoráveis ao desenvolvimento da doença (Lim, 1980). Apesar de não se dispor de dados precisos sobre as perdas que ocasiona, sabe-se que, em consequência do desfolhamento, pode haver decréscimo na produção se houver alta incidência nas fases de floração até a formação de grãos (Ferreira et al., 1979; Ito & Tanaka, 1993). Em condições favoráveis ao desenvolvimento dessa doença, as perdas podem alcançar 25% (Lim, 1989; Yorinori, 1998).

Os danos causados por septoriose são normalmente subestimados devido à atribuição errônea da coloração marrom das folhas à senescência normal das mesmas

(FAO, 1995). Levantamento realizado em 1994, nos 10 principais países produtores de soja do mundo, mostrou que os danos ocasionados pela mancha parda foram superados unicamente por aqueles ocasionados pelo cancro da haste e pelo nematóide do cisto da soja (Wrather et al., 1997). A estimativa de danos no Brasil colocou a septoriose em segundo lugar no elenco das doenças que mais reduzem a produção da soja (Wrather et al., 1997).

Embora haja variabilidade genética em relação à susceptibilidade a *Septoria glycines* (Young & Ross, 1978), a inexistência de cultivares resistentes à doença limita o seu controle à utilização de sementes saudáveis, cultivares menos suscetíveis, rotação de culturas, à incorporação dos restos culturais após a colheita e à aplicação de fungicidas (Ito & Tanaka, 1993; FAO, 1995; Picinini & Fernandes, 1998). O manejo do solo, a adubação equilibrada com ênfase no potássio, e a aplicação de fungicida na parte aérea entre os estádios R_{5.1} e R_{5.5} são medidas de controle para essa doença (Yorinori et al., 1993; Yorinori, 1998).

2.9 Crestamento foliar de cercospora e mancha púrpura da semente

O crestamento foliar de cercospora é uma das doenças que compõem o “Complexo de Doenças Foliares de Final de Ciclo” (DFC). Está disseminado por todas as regiões produtoras de soja do país, embora seja mais importante nas regiões mais quentes e chuvosas do cerrado (Almeida et al., 1997).

O agente causal do crestamento foliar é o fungo *Cercospora kikuchii* (Matsu. & Tomoyasu) Gardner, identificado pela primeira vez na Coreia, no ano de 1921. Sua distribuição mundial é favorecida por condições de clima quente e úmido, desde a floração até a maturidade fisiológica da soja (FAO, 1995; Almeida et al., 1997).

Infecções foliares podem ocorrer na faixa de temperatura entre 15°C e 30°C, sendo necessário um mínimo de 18 horas de molhamento foliar (Schuh, 1991). Entretanto, a temperatura ótima para o desenvolvimento da doença é de 25°C, não se desenvolvendo acima de 30°C (Schuh, 1991). Interrupções no período de molhamento foliar apresentam influência significativa na severidade da doença e no número de

infecções latentes (Schuh, 1993). Entretanto, períodos crescentes de molhamento foliar causam aumento na severidade (Schuh, 1991).

A doença pode ocorrer em folhas, hastes e vagens, mas é notada principalmente nas sementes. Estas, quando atacadas pelo fungo, apresentam descoloração do tegumento que varia de róseo ao púrpura-escuro, daí a denominação da doença como mancha púrpura (Ferreira et al., 1979; Costa, 1996). Contudo, devido à grande variabilidade entre isolados, aqueles que causam a doença foliar podem ou não provocar manchas púrpuras nas sementes de soja e vice-versa (Sanders & Abney, 1985). Nenhum outro fungo é capaz de provocar esse tipo de descoloração em sementes sob condições naturais de campo, sendo a presença do pigmento púrpura, sem dúvida, devido a *Cercospora kikuchii* (Kilpatrick, 1957).

Nas folhas, a doença torna-se evidente no período compreendido entre o início da formação das sementes até o seu completo desenvolvimento. As lesões causadas por *Cercospora kikuchii* podem começar como manchas minúsculas de coloração marrom-arroxeadas, que se expandem irregularmente, podendo coalescer, necrosando extensas áreas do limbo foliar, resultando em severo crestamento e queda das folhas. O sintoma mais evidente da doença é observado nas folhas superiores e jovens. Quando infectadas, tornam-se coriáceas e, se expostas ao sol, exibem uma tonalidade púrpura (Ito & Tanaka, 1993).

Os sintomas nas plantas podem passar despercebidos ou serem confundidos com os de outras doenças. Nos estádios finais do ciclo da planta, a doença ocorre freqüentemente em associação com a septoriose, com a qual é geralmente confundida. Nesta associação, a queda prematura das folhas provocada pelo amarelecimento e necrose pode acelerar a maturação (Ito & Tanaka, 1993).

A estimativa de danos no Brasil durante o ano de 1994 colocou o crestamento de cercospora em terceiro lugar no elenco das doenças que mais reduzem a produção da soja (Wrather et al., 1997). As perdas causadas por esta doença variam de 15% a 30% (Rupe, 1989). No entanto, caso a sua incidência ocorra no estágio de granação da soja, esta pode resultar em chochamento de 50% no número total de vagens formadas (Câmara, 1998).

Sementes de soja colonizadas por *Cercospora kikuchii*, além de apresentarem redução em sua germinação (Wilcox & Abney, 1973; Pathan et al., 1989), dão origem a plântulas menos vigorosas e a plantas menos produtivas (Laviolette & Athow, 1972). Contudo, a extensão dos efeitos de *Cercospora kikuchii* nos parâmetros de qualidade das sementes depende do isolado de fungo envolvido (Pathan et al., 1989). Logo, o maior dano causado por *C. kikuchii* é a desfolha antecipada, responsável pela redução na produção, que geralmente se deve ao menor tamanho das sementes (FAO, 1995).

Pouco se sabe sobre a resistência de cultivares de soja a esta doença, apenas que é muito variável (FAO, 1995). A resistência genética nos cultivares é parcial, devendo ser complementada com as mesmas medidas de controle utilizadas para mancha parda ou septoriose (Ito & Tanaka, 1993; FAO, 1995; Picinini & Fernandes, 1998).

Existem produtos químicos eficientes no controle da doença (Kimati et al., 1997). O emprego de fungicidas na parte aérea entre os estádios R_{5.1} e R_{5.5} pode reduzir as perdas na produção em condições favoráveis a uma grave infecção (FAO, 1995). A aplicação de fungicidas do grupo dos benzimidazóis no estágio em que 60% dos grãos estejam formados, também pode oferecer controle satisfatório da doença (Ito & Tanaka, 1993).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período de experimentação

O experimento foi instalado na Fazenda Areão, pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, localizada no município de Piracicaba – SP.

Foi conduzido durante o ano agrícola de 1999/2000, iniciando-se com a semeadura em 16 de dezembro de 1999, e finalizando-se com a colheita das parcelas em 27 de abril de 2000.

3.2 Características do solo

O solo da área experimental é classificado como Podzólico Vermelho Escuro, contendo 58% de argila, 11% de limo e 31% de areia. Suas características químicas, apresentadas nas Tabelas 1 e 2, foram determinadas no Laboratório de Análises Químicas de Solo, do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP.

Tabela 1. Análise química do solo utilizado na área experimental, nas profundidades de 00-20 e 20-40 cm.

Prof. ¹	pH	M.O.	P	S-SO ₄	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
cm	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³					%			
00-20	5,0	30	15	13	4,1	33	21	0	47	58,1	105,1	55	0
20-40	4,5	26	4	33	2,3	19	12	4	58	33,3	91,3	36	11

¹Prof. = profundidade de amostragem

Tabela 2. Teores de micronutrientes do solo utilizado na área experimental, nas profundidades de 00-20 e 20-40 cm.

Prof. ¹	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cm	mg dm ⁻³				
00-20	0,32	1,0	14,0	7,4	0,7
20-40	0,25	1,0	15,4	5,8	0,4

¹Prof. = profundidade de amostragem

3.3 Características do cultivar de soja

Foi utilizado o cultivar de soja MG/BR 46 (Conquista), indicado para a região produtora do Estado de São Paulo (Embrapa, 1998), cujas principais características são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Principais características do cultivar de soja MG/BR 46 (Conquista).

Características	MG/BR 46 (Conquista)
Florescimento (dias após a emergência)	48
Maturação (dias após a emergência)	125
Hábito de crescimento	determinado
Altura de inserção das vagens inferiores (cm)	14
Resistência à deiscência da vagem	boa
População recomendada (plantas ha ⁻¹)	260.000/360.000
Cancro da haste	resistente
Mancha alvo e Podridão de <i>Corynespora cassicola</i>	resistente
Mancha olho de rã	resistente
Mosaico comum (VMCS)	susceptível
Nematóide de galhas	tolerante
Nematóide do cisto	susceptível

Fonte: ABRASEM (2000).

3.4 Preparo da área experimental

Previamente à instalação do experimento, o solo foi escarificado à profundidade de 40 cm. Após esta operação, procedeu-se a calagem da área com calcário dolomítico, correspondente à dose de 2 t ha^{-1} . Uma vez incorporado o calcário por meio de aração profunda, uma segunda aplicação foi realizada de maneira similar à primeira, adicionando-se ao solo mais 2 t ha^{-1} do mesmo calcário. Para a incorporação da segunda aplicação de calcário, foi empregada inicialmente uma grade aradora, e posteriormente, uma grade niveladora, finalizando o preparo da área.

3.5 Instalação do experimento

Pré-estabelecida a população inicial de 400 mil plantas ha^{-1} , as sementes de soja foram tratadas com fungicida Carboxim + Thiram, na dose do produto comercial equivalente a 300 ml 100 kg^{-1} de sementes. Antes da semeadura, as sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*, por meio de inoculante turfoso, na dose equivalente a 0,6 kg 40 kg^{-1} de sementes. Em seguida foram semeadas mecanicamente, com espaçamento entre linhas de 0,45 m.

A adubação de base foi fundamentada na análise química do solo (Tabela 1), e na produtividade esperada, cuja expectativa estava na ordem de 3000 a 3400 kg de grãos ha^{-1} . Para atender a essa expectativa, aplicou-se o equivalente a 350 kg ha^{-1} da fórmula fertilizante 00-20-10, correspondendo à recomendação proposta por Mascarenhas & Tanaka (1996) de 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 , e 35 kg ha^{-1} de K_2O .

O controle das plantas daninhas foi realizado quimicamente, em pré-emergência das mesmas e da cultura. Por ocasião do término da semeadura, foram aplicados os herbicidas imazaquim e clomazone, na dose do produto comercial de $0,2 \text{ kg ha}^{-1}$ e $1,6 \text{ L ha}^{-1}$, respectivamente.

3.6 Condução do experimento

Passados quinze dias após a emergência da soja, as parcelas experimentais foram submetidas a um raleio manual de plantas. Este procedimento teve por objetivo estabelecer uma população padrão para cada parcela, equivalente a 350 mil plantas ha^{-1} .

O monitoramento da população das principais pragas da cultura da soja (lagartas desfolhadoras e complexo de percevejos) foi realizado pela técnica do “pano de batida”. Não houve incidência de lagartas desfolhadoras, enquanto que a ocorrência do complexo de percevejos foi freqüente na área. Nesse caso, adotou-se como critério para dano econômico a presença de dois percevejos em média, por ocasião das amostragens (Panizzi, 1990). Para o controle do complexo de percevejos, foram realizadas pulverizações com o inseticida monocrotofós, na dose do produto comercial equivalente a $0,375 \text{ L ha}^{-1}$.

Em relação às pulverizações dos tratamentos experimentais, estas foram realizadas através de pulverizador costal, composto por cilindro de CO_2 , recipiente para armazenamento da calda, e barra de pulverização com 2 m de comprimento. Foram empregadas pontas de pulverização TT110015 – VP, com pressão de serviço igual a 3 bar. O volume de calda empregado em cada unidade experimental foi o equivalente a 300 L ha^{-1} .

3.7 Acompanhamento fenológico

Para que as pulverizações referentes aos tratamentos fossem realizadas em estádios pré-determinados de desenvolvimento da soja, o acompanhamento fenológico da cultura fez-se necessário. Assim, utilizou-se a escala fenológica de Ritchie et al. (1982), adaptada por Yorinori et al. (1993), apresentada na Tabela 4.

3.8 Elementos do clima

Foram coletados dados climáticos correspondentes aos valores diários de temperatura do ar (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar e precipitação. São valores referentes ao período de experimentação, obtidos de uma estação meteorológica automática, pertencente ao Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP, instalada em local próximo a área experimental.

Tabela 4. Estádios de desenvolvimento da soja.

Estádio	Descrição
I. Fase Vegetativa	
V _C	Da emergência a cotilédones abertos.
V ₁	Primeiro nó, folhas unifolioladas abertas.
V ₂	Segundo nó, primeiro trifólio aberto.
V ₃	Terceiro nó, segundo trifólio aberto.
V _n	Enésimo nó com trifólio aberto, antes do início da floração.
II. Fase reprodutiva	
	(observação na haste principal)
R ₁	Início da floração: até 50% das plantas com uma flor.
R ₂	Floração plena: maioria dos racemos com flores abertas.
R ₃	Final da floração: vagens com até 1,5 cm.
R ₄	Maioria das vagens do terço superior com 2,0 a 4,0 cm.
R _{5.1}	Grãos com início de formação (perceptíveis ao tato) a 10% da granação.
R _{5.2}	Maioria das vagens com mais de 10% e até 25% de granação.
R _{5.3}	Maioria das vagens com mais de 25% e até 50% de granação.
R _{5.4}	Maioria das vagens com mais de 50% e até 75% de granação.
R _{5.5}	Maioria das vagens com mais de 75% de granação.
R ₆	Maioria das vagens com volume máximo e plantas verdes.
R _{7.1}	Início a 50% de amarelecimento de folhas e vagens.
R _{7.2}	Mais de 50% e até 75% de folhas e vagens amarelas
R _{7.3}	Mais de 75% de folhas e vagens amarelas a princípio de desfolha e escurecimento das vagens.
R _{8.1}	Início a 50% de desfolha.
R _{8.2}	Mais de 50% de desfolha à pré-colheita.
R ₉	Ponto de colheita.

3.9 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, composto por quinze tratamentos com três repetições:

T1: testemunha

T2: Benomyl, equivalente a 500 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado quinzenalmente, a partir do estágio V₆

T3: Tebuconazole, equivalente a 500 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado quinzenalmente, a partir do estágio V₆

T4: Benomyl, equivalente a 250 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado no estágio R_{5,3}

T5: Benomyl, equivalente a 500 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado no estágio R_{5,3}

T6: Benomyl, equivalente a 1000 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado no estágio R_{5,3}

T7: Benomyl, equivalente a 125 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado no estágio R₄, mais 125 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado 15 dias após a primeira pulverização

T8: Benomyl, equivalente a 250 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado no estágio R₄, mais 250 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado 15 dias após a primeira pulverização

T9: Tebuconazole, equivalente a 500 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado no estágio R₄, mais 500 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado 15 dias após a primeira pulverização

T10: Tebuconazole, equivalente a 250 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado no estágio R_{5,3}

T11: Tebuconazole, equivalente a 500 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado no estágio R_{5,3}

T12: Tebuconazole, equivalente a 1000 g ha⁻¹ do produto comercial, aplicado no estágio R_{5,3}

T13: Tebuconazole, equivalente a 125 g ha^{-1} do produto comercial, aplicado no estádio R₄, mais 125 g ha^{-1} do produto comercial, aplicado 15 dias após a primeira pulverização

T14: Tebuconazole, equivalente a 250 g ha^{-1} do produto comercial, aplicado no estádio R₄, mais 250 g ha^{-1} do produto comercial, aplicado 15 dias após a primeira pulverização

T15: Benomyl, equivalente a 500 g ha^{-1} do produto comercial, aplicado no estádio R₄, mais 500 g ha^{-1} do produto comercial, aplicado 15 dias após a primeira pulverização

Cada unidade experimental foi constituída por oito linhas de 6,0 m de comprimento. Para a obtenção dos valores de produção e massa de 1000 grãos, foram utilizadas três linhas centrais de cada unidade experimental, descartando-se 0,5 m de cada extremidade, devido ao efeito de bordadura.

Os valores de produção e massa de 1000 grãos, coletados na área útil de cada unidade experimental, foram submetidos à análise de variância. Os efeitos estatisticamente significativos foram analisados pelo teste “t”, para os diferentes contrastes. Para relacionar o efeito da duração da área foliar sadia (HAD) sobre a produção e peso de 1000 grãos, foi utilizada a análise de regressão polinomial.

3.10 Características avaliadas

Durante o ciclo da cultura efetuaram-se avaliações do índice de área foliar (IAF) e severidade, para posterior cálculo da duração da área foliar sadia (HAD). Uma vez atingido o ponto de colheita (estádio R₉), a área útil de cada unidade experimental foi colhida, com a finalidade de se determinar a produção e a massa de 1000 grãos.

3.10.1 Índice de área foliar (IAF)

As estimativas do IAF tiveram início a partir do final do florescimento da soja (estádio R₃), prosseguindo semanalmente até a pré-colheita das unidades experimentais. Foram obtidas através de um analisador de copa (LAI-2000 Plant Canopy Analyser),

equipamento formado por um sistema portátil de sensores, que mede a luz difusa incidente nos ângulos de 7, 23, 38, 53 e 68°. A relação entre a luz incidente fora da cultura e sob a copa das plantas fornece a transmitância de cada ângulo, que é inversamente proporcional ao IAF (Chason et al., 1991).

3.10.2 Severidade

A avaliação da severidade das doenças de final de ciclo foi realizada uma única vez, no início do amarelecimento das folhas e vagens (estádio R_{7.1}), por meio de uma escala diagramática. A severidade foi quantificada nas quatro folhas superiores de quatro plantas em cada unidade experimental. Os valores de severidade na parcela foram obtidos através da média aritmética das folhas de cada planta.

A escala diagramática empregada na avaliação foi elaborada seguindo-se as recomendações de James (1974) quanto à lei de Weber-Fechner (segundo a qual a vista humana responde a estímulos que crescem em escala logarítmica), com os limites inferior e superior sendo definidos segundo observações de infecção. Em relação aos níveis intermediários da escala, estes foram calculados seguindo-se o modelo logístico, proposto por Horsfall & Barrat (1945). A distribuição das lesões, bem como os limites de severidade foram determinados conforme amostras de folhas com sintomas das doenças.

3.10.3 Duração da área foliar sadia (HAD)

Uma vez obtidos os valores de IAF e severidade, o cálculo da duração da área foliar sadia (HAD) foi realizado através da equação proposta por Waggoner & Berger (1987).

$$HAD = \sum (((1-x_i)IAF_i) + ((1-x_{i+1})IAF_{i+1}))) / 2 * (t_{i+1}-t_i)$$

onde HAD é a duração da área foliar sadia (expressa em dias), x, a severidade da doença (expressa em proporção), IAF, o índice de área foliar (sem dimensão), e t, o tempo.

3.10.4 Produção e massa de 1000 grãos

A determinação da produção foi obtida pelo peso dos grãos da área útil de cada unidade experimental, sendo seu valor expresso em kg 6,75 m⁻².

Para a determinação da massa de 1000 grãos, foram separadas oito sub-amostras de 100 grãos por unidade experimental. A massa de cada sub-amostra foi obtida em balança com sensibilidade de centésimos de grama, sendo tais procedimentos efetuados segundo prescrições estabelecidas pelas Regras de Análise de Sementes (Brasil – Ministério da Agricultura, 1992).

Com base na determinação da umidade dos grãos produzidos em cada unidade experimental, e pela utilização da expressão apresentada a seguir, os valores de produção e massa de 1000 grãos foram corrigidos para a umidade de 13%.

$$M_c = M_o [1-(U_o\%/100)] / [1-(U_c\%/100)]$$

onde M_c é a massa corrigida; M_o , a massa observada; $U_o\%$, o grau de umidade observado; e $U_c\%$, o grau de umidade de correção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Elementos do clima e desenvolvimento do complexo de doenças de final de ciclo

Os valores diários de precipitação, umidade relativa média do ar (UR), temperatura máxima (T. max.), mínima (T. min.) e média do ar (T. média) relativos ao período compreendido entre os meses de dezembro a maio são apresentados nas Figuras 1 e 2.

Analizando-se as informações contidas nas Figuras 1 e 2, nota-se que a temperatura média do ar não ofereceu nenhuma restrição ao desenvolvimento do complexo de doenças de final de ciclo na cultura da soja, uma vez que as infecções foliares por *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii* podem ocorrer na faixa de temperatura entre 16°C e 32°C (Peterson & Edwards, 1982), e entre 15°C e 30°C (Schuh, 1991), respectivamente. Contudo, a temperatura média do ar apresentou-se mais favorável ao desenvolvimento de *Cercospora kikuchii*, visto que essa doença apresenta ótimo desenvolvimento em temperaturas ao redor de 25°C (Schuh, 1991).

Apesar das precipitações ocorridas no período compreendido entre dezembro de 1999 e março de 2000 terem sido bastante freqüentes, o mesmo não foi verificado em relação ao mês de abril. Entretanto, foi constatada uma alta infecção por esse complexo de doenças, demonstrando que apesar da escassa pluviosidade ocorrida no mês de abril, esta não foi limitante ao processo de infecção e desenvolvimento das doenças.

Embora o período de molhamento foliar não tenha sido monitorado, supõe-se que seu valor durante o desenvolvimento deste complexo de doenças tenha sido menor que 48 horas, haja vista a quase totalidade de lesões no limbo foliar terem sido causadas por

Cercospora kikuchii, e por *Septoria glycines* desenvolver poucas lesões em períodos de molhamento foliar inferiores à 48 horas (Peterson & Edwards, 1982).

Figura 1 - Valores diários de precipitação, umidade relativa média do ar (UR), temperatura máxima (T. max.), mínima (T. min.) e média do ar (T. média) relativos ao período compreendido entre os meses de dezembro a janeiro.

Figura 2 - Valores diários de precipitação, umidade relativa média do ar (UR), temperatura máxima (T. max.), mínima (T. min.) e média do ar (T. média) relativos ao período compreendido entre os meses de fevereiro a abril.

4.2 Efeito dos tratamentos na produção e peso de 1000 grãos

São apresentadas a seguir as descrições (Tabela 5), o valor de “t”, a variância e a probabilidade para os diferentes contrastes (Tabela 6).

Tabela 5. Descrição dos diferentes contrastes.

Contraste	Tratamento
1	T1 x T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15
2	T2, T4, T5, T6, T7, T8, T15 x T3, T9, T10, T11, T12, T13, T14
3	T4, T5, T6 x T7, T8, T15
4	T10, T11, T12 x T13, T14, T9

Tabela 6. Valor de “t”, variância e probabilidade (prob) para os diferentes contrastes.

Contraste	Produção			Peso de 1000 Grãos		
	Valor de t ¹	Variância	(prob)	Valor de t ¹	Variância	(prob)
1	3,038	1,503	(0,005)	2,406	2488,888	(0,021)
2	0,823	0,100	(0,582)	0,603	165,925	(0,557)
3	0,105	0,042	(0,914)	0,596	71,111	(0,562)
4	0,335	0,042	(0,739)	0,196	71,111	(0,840)

¹ valores da distribuição “t” de Student.

Houve efeito significativo do uso de fungicidas na produção (prob 0,005) e no peso de 1000 grãos (prob 0,021), quando comparado à testemunha (Tabela 6). Resultados semelhantes foram obtidos por Pataky & Lim (1981b) e por Horn et al. (1975), sendo o aumento de produção devido ao controle das doenças, e não devido a um efeito direto dos fungicidas nas plantas de soja (Horn et al., 1978). Assim, o emprego de fungicidas pode se constituir em uma ferramenta importante no controle das doenças de final de ciclo, haja vista que a maioria dos cultivares de soja é suscetível a essas doenças.

Foi verificado que o grupo de tratamentos envolvendo benomyl, quando comparado ao grupo de tratamentos envolvendo tebuconazole, não apresentou diferenças significativas na produção (prob 0,582), bem como no peso de 1000 grãos (prob 0,557). Este fato evidencia que, apesar de pertencerem a grupos químicos diferentes, tanto benomyl quanto tebuconazole podem ser empregados indistintamente no controle das doenças de final de ciclo. Dessa maneira, o risco de surgimento de raças patogênicas resistentes devido à elevada frequência de aplicação de fungicidas do grupo dos benzimidazóis (Heaney et al., 1994) pode ser minimizado, uma vez que a rotação de produtos químicos no controle de doenças de plantas faz parte de uma das estratégias de redução de riscos ao aparecimento dessas raças (Delp, 1988).

Analisando-se o grupo de tratamentos onde benomyl foi aplicado de forma parcelada, e comparando-o com o grupo de tratamentos onde o mesmo fungicida foi aplicado em uma única vez, verifica-se que não houve diferença significativa para a produção (prob 0,914) nem para o peso de 1000 grãos (prob 0,562). Resultados semelhantes foram obtidos para o mesmo grupo de tratamentos envolvendo tebuconazole, não havendo diferença significativa para a produção (prob 0,739) nem para o peso de 1000 grãos (prob 0,840). Entretanto, as maiores produções foram alcançadas quando ambos os fungicidas foram utilizados na dose equivalente a 500 g ha^{-1} do produto comercial, aplicado no estágio R₄, mais 500 g ha^{-1} do produto comercial aplicado 15 dias após a primeira pulverização (Figura 3).

Figura 3 - Efeito dos tratamentos na produção de soja para os diferentes fungicidas.

Esses resultados estão de acordo com aqueles conseguidos por Horn et al. (1979), onde os mesmos observaram aumento significativo na produção de soja quando as plantas foram pulverizadas com benomyl no estágio R₄ de desenvolvimento, seguida por outra pulverização com benomyl duas semanas mais tarde. Também estão em concordância com os resultados obtidos por Horn et al. (1975), onde foi verificado aumento na produção de soja com uma aplicação inicial de benomyl a partir do estágio R₄ de desenvolvimento, seguida por outra aplicação duas semanas mais tarde.

Experimentos sobre eficiência de fungicidas e avaliação de perdas por doenças de final de ciclo, realizados em Barreiras-BA na safra 95/96, apresentaram aumento de rendimento de até 47% (564 kg/ha) com duas aplicações de carbendazin (Embrapa, 1997). Por outro lado, Utiamada et al. (2000a) conseguiram incrementos de 16,2% no rendimento de grãos, com uma aplicação de carbendazin no estágio R_{5,3} de desenvolvimento da soja. No presente trabalho, pôde-se verificar aumentos na produção de 22,34% para benomyl e de 20,17% para tebuconazole, quando ambos os fungicidas foram aplicados no estágio R₄ de desenvolvimento da soja, na dose equivalente a 500 g ha⁻¹ do produto comercial, repetindo-se a aplicação 15 dias após a primeira pulverização com mais 500 g ha⁻¹ do produto comercial.

Com relação ao peso de 1000 grãos, foram constatados aumentos de 7,73% e 7,67% para benomyl e tebuconazole, respectivamente, quando ambos os fungicidas foram aplicados no estágio R₄ de desenvolvimento da soja, na dose equivalente a 500 g ha⁻¹ do produto comercial, repetindo-se a aplicação 15 dias após a primeira pulverização com mais 500 g ha⁻¹ do produto comercial (Figura 4). Estes resultados estão em concordância com aqueles obtidos por Utiamada et al. (2000b), onde foram verificados aumentos de 5,45% a 14,44% no peso de 1000 sementes, para os diferentes tratamentos com fungicidas na cultura da soja. Também se encontram dentro da faixa de incremento no peso de 1000 sementes conseguido por Utiamada et al. (1999), o qual variou de 3,86% a 11,19%.

Figura 4 - Efeito dos tratamentos no peso de 1000 grãos de soja para os diferentes fungicidas.

4.3 Escala diagramática para avaliação da severidade das doenças de final de ciclo

A escala diagramática elaborada neste trabalho, com cinco níveis de severidade, teve como limites inferior e superior os valores de 2,4% e 66,6% de área lesionada, respectivamente (Figura 5). Para facilitar o desenho das lesões no limbo foliar, representou-se apenas um folíolo de soja.

Figura 5 - Escala diagramática elaborada para a avaliação da severidade do complexo de doenças de final de ciclo.

4.4 Efeito da severidade na produção

São apresentados a seguir (Figura 6), os efeitos da severidade do complexo de doenças de final de ciclo na produção da soja.

Figura 6 - Efeitos da severidade do complexo de doenças de final de ciclo na produção da soja.

Ocorreu grande variação na severidade das doenças de final de ciclo em relação aos diferentes tratamentos (Figura 6). No entanto, fica evidenciado que essa variável não apresentou relação com a produção da soja ($r=-0,444$ e $\text{prob}=0,093$), uma vez que produções elevadas foram obtidas em tratamentos que apresentavam valores elevados de severidade, bem como houveram tratamentos em que produções praticamente idênticas apresentaram diferentes valores em severidade. Os resultados obtidos no presente experimento estão de acordo com aqueles conseguidos por Bissonnette et al. (1994) em aveia-*Puccinia coronata* f. sp. *Avenae*, por Pataky et al. (1988) em milho-*Puccinia sorghi* e por Iamauti (1995) em feijoeiro-*Uromyces appendiculatus*, onde ficou constatado não haver relação entre severidade da doença e produção. Díaz (2000), em experimento envolvendo feijão-*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, também demonstrou que a severidade não representou um bom preditor da produção. Godoy (1995), por sua vez, concluiu que a função de dano, definida como a relação entre injúria e dano, não pôde ser estabelecida para o patossistema *Phaeoisariopsis griseola*-feijoeiro, pois a variável injúria (expressa em severidade de doença) não explicou a redução da produção.

Ao verificarmos o erro padrão da média da severidade, o qual nos dá uma idéia da precisão da estimativa para a média obtida (Gomes, 2000), fica evidente que o mesmo apresenta intervalos bastante grandes, indicando ter havido uma certa variação nos valores de severidade que foram utilizados no cálculo da estimativa da média. Entretanto, esta variação deve-se ao fato das doenças de final de ciclo não se apresentarem distribuídas de maneira homogênea na população de plantas amostrada, como pôde ser constatado no experimento, onde plantas vizinhas não apresentavam severidades semelhantes.

Dessa forma, a severidade não se apresenta um bom indicativo para se prever ou estimar reduções na produção da soja, haja vista a falta de relação que esta variável apresenta com a produção.

4.5 Efeito da Duração da Área Foliar Sadia (HAD) na produção

São apresentados a seguir os efeitos da duração da área foliar sadia (HAD) na produção e no peso de 1000 grãos da soja (Figura 7).

Figura 7 - Efeito da duração da área foliar sadia (HAD) na produção e no peso de 1000 grãos da soja.

Aumentos na produção de soja foram observados, para ambos os fungicidas, à medida que a HAD aumentava, tendo o mesmo fenômeno ocorrido para o peso de 1000 grãos. Fica evidenciado também, que o aumento na HAD proporciona aumentos no peso dos grãos de maneira bastante semelhante aos da produção (Figura 7), estando a produção diretamente relacionada ao peso dos grãos de soja. Relações envolvendo HAD e produção, bem como HAD e peso de 1000 grãos podem ser verificados a seguir, através das equações obtidas por meio de regressão polinomial (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7. Quadrado médio (QM), probabilidade (prob), regressão e coeficiente de determinação (R^2) para duração da área foliar sadia (HAD) em relação aos tratamentos com benomyl.

Variável	QM	prob	Regressão	R^2
Produção	0,0498	0,0371	$y = -125,7807 + 1,5003x - 0,0044x^2$	0,712
Peso de 1000 grãos	76,3437	0,0181	$y = -3078,0752 + 38,0136x - 0,1099x^2$	0,798

Tabela 8. Quadrado médio (QM), probabilidade (prob), regressão e coeficiente de determinação (R^2) para duração da área foliar sadia (HAD) em relação aos tratamentos com tebuconazole.

Variável	QM	prob	Regressão	R^2
Produção	0,0451	0,0389	$y = 102,4088 - 1,2796x + 0,0041x^2$	0,726
Peso de 1000 grãos	51,1947	0,0323	$y = 6060,0614 - 73,5055x + 0,2303x^2$	0,746

Waggoner & Berger (1987), analisando 78 diferentes tratamentos de ensaios conduzidos por vários autores com amendoim desfolhado manualmente ou por doença (*Cercosporidium personatum* e *Cercospora arachidicola*), mostraram alta correlação entre HAD e produção, sendo esta relação descrita por uma equação de Gompertz. Aquino et al. (1992), em ensaio realizado com cultivar de amendoim susceptível a *Cercosporidium personatum*, observaram que a produção de vagens diminuiu à medida

que a duração da área foliar sadia diminuía. Savary & Zadoks (1992), em experimentos realizados com patossistema múltiplo (*Cercosporidium personatum* e *Puccinia arachidis*) em amendoim, encontraram uma correlação linear significativa ($r=-0,51$; $p<0,0001$) entre o logaritmo transformado do índice de área foliar verde e dano relativo. Yang et al. (1992), observando os efeitos do patossistema soja-ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi*), verificaram que a regressão entre a produção e a duração da área foliar verde (GLAD), durante o florescimento da soja (R_1) até o tamanho máximo das sementes (R_6), foi altamente significativa ($P<0,001$). Subba Rao et al. (1989) constataram em seus experimentos que a regressão entre a duração da área foliar sadia, relativa às diferentes folhas do trigo, e a produção de grãos foi altamente significativa ($P=0,0001$), sendo o uso da HAD importante para o estudo dos efeitos das doenças na produção.

Fica evidenciado que os resultados obtidos no presente experimento estão em concordância com os resultados acima citados, demonstrando claramente que a HAD é uma variável de avaliação que apresenta relações significativas com a produção, independentemente da cultura ou do patossistema.

Aumentos na HAD proporcionados pela aplicação de fungicidas demonstram a manutenção de IAF sadios maiores durante a fase de enchimento de grãos na cultura da soja. Estes, por sua vez, são consequência do controle de *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*, doenças responsáveis por antecipações na desfolha.

Hanway & Weber (1971a) revelaram em seus estudos, que os tecidos vegetativos da soja servem como uma reserva de nutrientes minerais durante o crescimento vegetativo da planta, e que estes são translocados para as sementes durante o período de enchimento do legume. Aproximadamente metade do N, P e K encontrados na semente de soja, após ter atingido o estado de maturação, são translocados de partes da planta (Hanway & Weber, 1971b). Logo, maiores valores de IAF sadios, alcançados pelo controle da desfolha antecipada, proporcionaram períodos de tempo suficientes para a translocação de nutrientes das partes da planta para a semente de soja, principalmente aqueles oriundos das folhas, além de apresentar maior área de tecido verde sintetizante.

Dessa maneira, o emprego de fungicidas no controle do complexo de doenças de final de ciclo torna possível a manutenção de índices de área foliar sadios maiores durante o período de enchimento de grãos da cultura, favorecendo a fotossíntese e principalmente a translocação de nutrientes para as sementes. Uma vez translocados estes nutrientes, as sementes apresentarão maiores pesos (Figura 7), refletindo em um aumento na produção.

Embora o termo “aumento de produção” esteja sendo empregado, é importante ressaltar que o controle das doenças de final de ciclo não faz com que a cultura da soja aumente a produção, mas que esta deixe de apresentar as perdas devido à desfolha precoce que estas doenças ocasionam.

4.6 Considerações finais

Estudos complementares sobre os efeitos das doenças de final de ciclo sobre a eficiência fotossintética do hospedeiro devem ser efetuados para a melhor quantificação de danos, pois, como destacado por Johnson (1987), HAD não é o único determinante da produção de uma cultura. O autor postulou que a produção (w) pode ser expressa pela equação: $w = RI * RUE$, onde RI representa a interceptação da radiação solar ($MJ\ m^{-2}$), e RUE , a eficiência do uso da radiação ($g\ MJ^{-1}$). *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii* provavelmente devam afetar a RUE . A quantificação das perdas que essas doenças causam neste parâmetro torna-se uma importante ferramenta para a compreensão de como a produção da soja pode ser afetada devido a esse fator.

O conceito de limiar de dano econômico, definido como o nível de ataque do organismo nocivo no qual o benefício do controle iguala seu custo (Munford & Norton, 1984), é a pedra fundamental no controle de doenças. Entretanto, este importante conceito raramente tem sido cientificamente testado. Um dos motivos para tal fato se resume à seguinte sentença: a lógica da relação entre severidade de doença e dano é incerta (Waggoner & Berger, 1987). O caso da soja não é uma exceção. Atualmente, a falta de um parâmetro capaz de expressar o limiar de dano econômico para o patossistema soja-doenças foliares de final de ciclo faz com que o controle dessas doenças continue sendo efetuado de maneira preventiva, limitado a alguns estádios de

desenvolvimento da soja (Embrapa, 2000). A busca de um parâmetro capaz de expressar o limiar de dano econômico para as doenças foliares de final de ciclo é de fundamental importância não só para a redução dos custos de produção da cultura da soja, como também para a manutenção de uma agricultura mais livre de produtos químicos.

5 CONCLUSÕES

As doenças foliares de final de ciclo causaram perdas na produção da soja na ordem de 21%, sendo a redução no peso de 1000 grãos o principal fator de perda quantitativa.

Não houve diferenças na produção de soja bem como no peso de 1000 grãos quando ambos os fungicidas foram comparados, indicando que apesar de pertencerem a grupos químicos diferentes, tanto benomyl quanto tebuconazole podem ser empregados indistintamente no controle das doenças de final de ciclo da soja.

Embora a análise estatística tenha demonstrado não haver diferenças significativas quanto à época de aplicação dos fungicidas (estágio R_{5.3} x estágio R₄ repetindo-se a aplicação 15 dias mais tarde) em relação à produção e ao peso de 1000 grãos de soja, os maiores valores absolutos das variáveis acima mencionadas foram conseguidos, para ambos os fungicidas, com uma aplicação de 500 g do produto comercial no estágio R₄ do desenvolvimento da cultura da soja, seguida de outra aplicação da mesma quantidade do produto comercial 15 dias após primeira.

A severidade não se apresentou como bom indicador para se prever ou estimar reduções na produção, haja vista a falta de relação que esta variável (severidade) apresenta com a mesma (produção).

A duração da área foliar sadia (HAD) é uma variável de avaliação que apresenta relações significativas com a produção e peso de 1000 grãos, podendo ser utilizada no patossistema soja-doenças foliares de final de ciclo, uma vez que estas doenças afetam diretamente a HAD.

ANEXOS

Anexo A - Variação temporal do IAF para os diferentes tratamentos envolvendo o fungicida benomyl.

Anexo B - Variação temporal do IAF para os diferentes tratamentos envolvendo o fungicida tebuconazole.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1997. 635p.

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. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2, cap.61, p. 642-664.

AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1. cap.32, p.647-671.

AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; PALAZZO, D.A.; BASSANEZI, R.B.; GODOY, C.V.; TORRES, G.A.M. Clorose variegada dos citros: uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença. **Fitopatologia Brasileira**, v.18, n.2, p.174-180, 1993.

AQUINO, V.M.; SHOKES, F.M.; BERGER, R.D.; GORBET, D.W.; KUCHARÉK, T.A. Relationships among late leafspot, healthy leaf area duration, canopy reflectance, and pod yield of peanut. **Phytopathology**, v.82, n.5, p.546-552, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SEMENTES. **Anuário ABRASEM 2000**. Brasília, 2000. 144p.

AZEVEDO, L.A.S. **Manual de quantificação de doenças**. São Paulo: O Editor, 1997. 114p.

BERG, D.; BORN, L.; BÜCHEL, K.H.; HOLMWOOD, G.; KAULEN, J. HWG 1608 – Chemistry and biochemistry of a new azole fungicide. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, v.40, n.2, p.111-132, 1987.

BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1996. 299p.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: LANARV, SNDA, 1992. 365p.

CÂMARA, G.M.S. Desempenho produtivo dos cultivares de soja IAC-17, IAC-12 e IAC-19, semeados em três épocas de semeadura e em cinco densidades de plantas. Piracicaba, 1998. 165p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

CHASON, J.W.; BALDOCCHI, D.D.; HUSTON, M.A. A comparison of direct and indirect methods for estimating forest canopy leaf area. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 57, p.107-108, 1991.

CLEMONS, G.P.; SISLER, H.D. Formation of a fungitoxic derivative from benlate. **Phytopathology**, v.59, p.705-706, 1969.

COOPER, R.L. Soybean yield response to Benomyl fungicide application under maximum yield conditions. **Agronomy Journal**, v.81, n.6, p.847-849, 1989.

COSTA, J.A. Moléstias causadas por fungos. In: MANICA, I.; COSTA, J.A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: O Editor, 1996. cap.15, p.201-209.

DELP, C.J. **Fungicide resistance in North America**. S. Paul: APS Press, 1988. 133 p.

DELP, C.J.; KLOPPING, H.L. Performance attributes of a new fungicide and mite ovicide candidate. **Plant Disease Reporter**, v.52, n.2, p.95-99, 1968.

DÍAZ, C.G. Avaliação de danos causados por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba, 2000. 76p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

DUVEILLER, E. A pictorial series of disease assessment keys for bacterial leaf streak of cereals. **Plant Disease**, v.78, n.2, p.137-141, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1997/98**. Londrina, 1997. 171p. (EMBRAPA, CNPSo. Documentos, 106).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1999/99**. Londrina, 1998. 182p. (EMBRAPA, CNPSo. Documentos, 120).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 2000/01**. Londrina, 2000. 245p. (EMBRAPA. CNPSo. Documentos, 146).

FAO. **El cultivo de la soja en los trópicos: mejoramiento y produccion**. Roma, 1995. 254 p.

FERREIRA, L.P.; LEHMAN, P.S.; ALMEIDA, A.M.R. **Doenças da soja no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1979. 42p. (EMBRAPA. CNPSo. Circular Técnica, 1)

GODOY, C.V. Danos causados pela mancha angular em feijoeiro, no município de Piracicaba. Piracicaba, 1995. 71p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 14.ed. Piracicaba: O Editor, 2000. 477p.

HANWAY, J.J.; WEBER, C.R. Dry matter accumulation in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plants as influenced by N, P and K fertilization. **Agronomy Journal**, v.63, p.263-266. 1971a.

HANWAY, J.J.; WEBER, C.R. Accumulation of N, P and K by soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plants. **Agronomy Journal**, v.63, p.406-408. 1971b.

HEANEY, S.; SLAWSON, D.; HOLLOMON, D.W.; SMITH, M.; RUSSELL, P.E.; PARRY, D.W. **Fungicide resistance**. Farnham: BCPC & BSPP, 1994. 418 p.

- HORN, N.L.; LEE, F.N.; CARVER, R.B. Effects of fungicides and pathogens on yields of soybeans. **Plant Disease Reporter**, v.59, n.9, p.722-728, 1975.
- HORN, N.L.; WHITNEY, G.; FORT, T. Yields and maturity of fungicide sprayed and unsprayed disease free soybean plants. **Plant Disease Reporter**, v.62, n.3, p.247-249, 1978.
- HORN, N.L.; CARVER, R.B.; LEE, F.N.; FORT, T.M. The effect of timing of fungicide applications on the yield of soybeans. **Plant Disease Reporter**, v.63, n.5, p.404-406, 1979.
- HORSFALL, J.C.; BARRAT, R.W. An improved grading system for measuring plant diseases. **Phytopathology**, v.35, p.655, 1945.
- HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. Pathometry: the measurement of plant disease. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. (Ed.). **Plant disease an advanced treatise. how disease develops in populations**. New York: Academic Press, 1978. v.2, cap.6, p.119-136.
- IAMAUTI, M.T. Avaliação de danos causados por *Uromyces appendiculatus* no feijoeiro. Piracicaba, 1995. 85p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- IRIS, M.; KWOK, Y.; LOEFFLER, R.T. The biochemical mode of action of some newer azole fungicides. **Pesticide Science**, v.39, p.1-11, 1993.
- ITO, M.F.; TANAKA, M.A.S. **Soja: principais doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides**. Campinas: Fundação Cargill, 1993. 48p. (Série Técnica, 186)

JAMES, W.C. Assessment of plant diseases and losses. **Annual Review of Phytopathology**, v.12, p.27-48, 1974.

JOHNSON, K.B. Defoliation, disease, and growth: a reply. **Phytopathology**, v.77, n.11, p.1495-1497, 1987.

KASPERS, H.; BRANDES, W.; SCHEINPFLUG, H. Improved control of crop diseases with a new azole fungicide, HWG 1608 ([®]Folicur, [®]Raxil). **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, v.40, n.2, p.81-110, 1987.

KILPATRICK, R.A. Fungi associated with flowers, pods, and seeds of soybeans. **Phytopathology**, v.47, p.131-135, 1957.

KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, cap.38, p.761-785.

KIMATI, H.; GIMENES-FERNANDES, N.; SOAVE, J.; KUROZAWA, C.; BRIGNANI NETO, F.; BETTIOL, W. **Guia de fungicidas agrícolas**. 2.ed. Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, 1997. v.1, 224p.

KUCK, K.H.; THIELERT, W. On the systemic properties of HWG 1608, the active ingredient of the fungicides [®]Folicur and [®]Raxil. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, v.40, n.2, p.133-152, 1987.

LARGE, E.C. Measuring plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, v.4, p.9-28, 1966.

LAVIOLETTE, F.A.; ATHOW, K.L. *Cercospora kikuchii* infection of soybean as affected by stage of plant development. **Phytopathology**, v.62, p.771, 1972.

- LIM, S.M. Evaluation of soybean for resistance to septoria brown spot. **Plant Disease Reporter**, v.63, n.3, p.242-245, 1979.
- LIM, S.M. Brown spot severity and yield reduction in soybean. **Phytopathology**, v.70, n.10, p.974-977, 1980.
- LIM, S.M. Brown spot. In: SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 3.ed. Saint Paul: APS Press, 1989. p.15-16.
- MASCARENHAS, H.A.; TANAKA, R.T. Soja. In: RAIJ, B van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p.202-203. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- MUMFORD, J.D.; NORTON, G.A. Economics of decision making in pest management. **Annual Review of Entomology**, v.29, p.157-174, 1984.
- O'BRIEN, R.D.; VAN BRUGGEN, A.H.C. Accuracy, precision, and correlation to yield loss of severity scales for corky root of lettuce. **Phytopathology**, v.82, n.1, p.91-96, 1992.
- PANIZZI, A.R. Manejo integrado de pragas da soja no Brasil. In: CROCOMO, W.B. (Ed.). **Manejo integrado de pragas**. São Paulo: UNESP, 1990. cap.15, p.293-321.
- PATAKY, J.K.; LIM, S.M. Effects of row width and plant growth habit on septoria brown spot development and soybean yield. **Phytopathology**, v.71, n.10, p.1051-1056, 1981a.

PATAKY, J.K.; LIM, S.M. Efficacy of benomyl for controlling septoria brown spot of soybeans. **Phytopathology**, v.71, n.4, p.438-442, 1981b.

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

PATHAN, M.A.; SINCLAIR, J.B.; McCLARY, R.D. Effects of *Cercospora kikuchii* on soybean seed germination and quality. **Plant Disease**, v.73, n.9, p.720-723, 1989.

PETERSON, C.A.; EDGINGTON, L.V. Transport of a systemic fungicide, benomyl, in bean plants. **Phytopathology**, v.60, p.475-478, 1970.

PETERSON, D.J.; EDWARDS, H.H. Effects of temperature and leaf wetness period on brown spot disease of soybeans. **Plant Disease**, v.66, n.11, p.995-998, 1982.

PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M. **Doenças de soja: diagnose, epidemiologia e controle**. Passo Fundo: EMBRAPA, CNPT, 1998. 91p. (EMBRAPA. CNPT. Documentos, 42).

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

ROHRBACH, K.G.; SCHIMITT, D.P. Pineapple. In: PLOETZ, R.C.; ZENTMYER, W.T.; NISHIJIMA, W.T.; ROHRBACH, K.G.; OHR, H.D. (Ed.). **Compendium of tropical fruit diseases**. Saint Paul: APS Press, 1994. p.45-46.

ROUSE, D.I. Use of crop growth-models to predict the effects of disease. **Annual Review of Phytopathology**, v.26, p.183-201, 1988.

- RUPE, J.C. *Cercospora* blight and leaf spot. In: SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 3.ed. Saint Paul: APS Press, 1989. p.16-17.
- SANDERS, R.L.; ABNEY, T.S. Soybean leaf blight and seed infection caused by isolates of *Cercospora kikuchii* of diverse origin. **Phytopathology**, v.75, p.966, 1985.
- SAVARY, S.; ZADOKS, J.C. Analysis of crop loss in multiple pathosystem groundnut-rust-late leaf spot. III. Six experiments. **Crop Protection**, v.11, p.99-109, 1992.
- SCHUH, W. Influence of temperature and leaf wetness period on conidial germination in vitro and infection of *Cercospora kikuchii* on soybean. **Phytopathology**, v.81, n.10, p.1315-1318, 1991.
- SCHUH, W. Influence of interrupted dew periods, relative humidity, and light on disease severity and latent infections caused by *Cercospora kikuchii* on soybeans. **Phytopathology**, v.83, n.1, p.110-116, 1993.
- SCHUH, W.; ADAMOWICZ, A. Influence of assessment time and modeling approach on the relationship between temperature-leaf wetness periods and disease parameters of *Septoria glycines* on soybeans. **Phytopathology**, v.83, n.9, p.941-948, 1993.
- SIMS, J.J.; MEE, H.; ERWIN, D.C. Methyl 2-benzimidazolecarbamate, a fungitoxic compound isolated from cotton plants treated with methyl 1-(butylcarbamoyl)-2-benzimidazolecarbamate (benomyl). **Phytopathology**, v.59, p.1775-1776, 1969.
- SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. **Compendium of soybean diseases**. 3. ed. Saint Paul: APS Press, 1989. 106p.

- SUBBA RAO, K.V.; YANG, X.B.; BERGGREN, G.T.; SNOW, J.P. A multiple regression model to estimate the contributions of leaves and the effects of leaf rust on yield of winter wheat. **Phytopathology**, v.79, n.11, p.1233-1238, 1989.
- UTIAMADA, C.M.; OLIVEIRA, L.C.; SATO, L.N. Eficiência de fungicidas no controle de mancha parda e crestamento foliar de cercospora na cultura da soja em Itiquira-MT. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 21., Dourados, 1999. **Resumos**. Londrina: EMBRAPA Soja, 1999. p.75.
- UTIAMADA, C.M.; SATO, L.N.; OLIVEIRA, L.C.; LOPES, J.C. Efeito da época de aplicação de fungicidas no controle de mancha parda e crestamento foliar de cercospora na cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 22., Cuiabá, 2000. **Resumos**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2000a. p.79.
- UTIAMADA, C.M.; SATO, L.N.; OLIVEIRA, L.C.; MENDONÇA, O. Eficiência do fungicida azoxystrobin, em aplicação foliar, no controle de mancha parda e crestamento foliar de cercospora na cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 22., Cuiabá, 2000. **Resumos**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2000b. p.87-88.
- WAGGONER, P.E.; BERGER, R.D. Defoliation, disease and growth. **Phytopathology**, v.77, n.3, p.393-398, 1987.
- WATSON, D.J. The estimation of leaf area in field crops. **Journal of Agricultural Science**, v.27, p.474, 1937.

- WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, v.11, n.41, p. 41-76, 1947.
- WATSON, D.J.; BAPTISTE, E.C.D. A comparative physiological study of sugar-beet and mangold with respect to growth and sugar accumulation. I. Growth analysis of the crop in the field. **Annals of Botany**, v.2, n.6, p. 438-480, 1938.
- WATSON, G.; MORTON, V.; WILLIAMS, R. Standardization of disease assessment and product performance reporting: an industry perspective. **Plant Disease**, v.74, n.6, p.401-402, 1990.
- WILCOX, J.R.; ABNEY, T.S. Effects of *Cercospora kikuchii* on soybeans. **Phytopathology**, v.63, p.796-797, 1973.
- WOLF, F.A. Brow spot disease of soybean. **Journal of Agricultural Research**, v.33, n.4, p.365-374, 1926.
- WRATER, J.A.; ANDERSON, T.R.; ARSYAD, D.M.; GAI, J.; PLOPER, L.D.; PORTA-PUGLIA, A.; RAM, H.H.; YORINORI, J.T. Soybean disease loss estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994. **Plant Disease**, v.81, n.1, p.107-110, 1997.
- YANG, X.B.; DOWLER, W.M.; TSCHANZ, A.T.; WANG, T.C. Comparing the effects of rust on plot yield, plant yield, yield components, and vegetative parts of soybean. **Journal of Phytopathology**, v.136, n.1, p.46-56, 1992.
- YORINORI, J.T. Controle integrado das principais doenças da soja. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: G.M.S. CÂMARA, 1998. cap.11, p.139-192.

YORINORI, J.T.; CHARCHAR, M.J.A.; NASSER, L.C.B.; HENNING, A.A. Doenças da soja e seu controle. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. cap.12, p. 333-397.

YOUNG, L.D.; ROSS, J.P. Resistance evaluation and inheritance of a nonchlorotic response to brown spot of soybean. **Crop Science**, v.18, p.1075-1077, 1978.

ZADOKS, J.C. The concept of thresholds: warning, action and damage thresholds. In: TENG, P.S. (Ed). **Crop loss assessment and management**. St Paul: APS Press, 1991. p.168-175.