

**EFEITO DO OÍDIO (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) NA  
PRODUÇÃO E DURAÇÃO DA ÁREA FOLIAR SADA DA SOJA**

**PATRÍCIA MATTIAZZI**

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

**PIRACICABA**  
Estado de São Paulo - Brasil  
Janeiro - 2003

## ERRATA

MATTIAZZI, P. Efeito do oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) na produção e duração da área foliar sadia da soja. Dissertação de Mestrado.

| p. | item  | onde se lê   | Leia-se   |
|----|-------|--|---|
| 2  | 1     | linha<br>b) procurar relação entre incidência e severidade da doença e a produção, de maneira a estimar ou prever reduções no rendimento da soja;  | b) procurar relação entre severidade da doença e a produção, de maneira a estimar ou prever reduções no rendimento de soja..  |
| 3  | 2.1   | linha<br>É um parâmetro de fácil utilização porém de baixa precisão para doenças foliares (Azevedo, 1997).   | É um parâmetro de fácil utilização, porém inadequado para doenças foliares (Azevedo, 1997).   |
| 11 | 2.5   | linha<br>... (Ito & Tanaka, 1993; EMBRAPA, 1998), e ...  | ... (EMBRAPA, 1998), e ...  |
| 11 | 2.5   | linha<br>Segundo Ito & Tanaka (1993), o controle ...   | Segundo Yorinori (2000), o controle ...   |
| 20 | 3.8.3 | fórmula<br>$HAD = \sum (((1-x_i)IAF_i) + ((1-x_{i+1})IAF_{i+1}))) / (2 * (t_{i+1}-t_i))$   | $HAD = \sum (((1-x_i)IAF_i) + ((1-x_{i+1})IAF_{i+1}) / 2) * (t_{i+1}-t_i)$  |
| 23 | 4.1   | linha<br>De acordo com Amorim (1995), os conídios de <i>Microsphaera diffusa</i> não germinam quando há um filme de água sobre a folha, mas exigem umidade relativa (UR) alta, próximo de 90%. | De acordo com Bedendo (1995), os conídios de <i>Microsphaera diffusa</i> não germinam quando há um filme de água sobre a folha, mas exigem umidade relativa (UR) alta, próximo de 95%.                                  |
| 25 | 4.1   | linha<br>A pluviosidade tem grande expressão na disseminação do agente causal do oídio, ou seja, na disseminação de conídios de <i>Microsphaera diffusa</i> (Amorim, 1995)                     | O vento constitui-se no principal agente disseminador do agente causal do oídio e a água também pode atuar, através de respingos, espalhando conídios dentro da própria planta e para plantas vizinhas (Bedendo, 1995). |
| 29 | 4.3   | Figura 5<br>Benomyl  | Tebuconazole  |
| 29 | 4.3   | Figura 5<br>Tebuconazole   | Benomyl   |
| 33 | 4.5   | linha<br>O tratamento testemunha apresentou redução da ordem de 16,8% em relação à referência (T9), o que pode ser associado a maior severidade da doença (11,0%) observada.                   | O tratamento testemunha apresentou redução da ordem de 11,5% em relação à referência (T9), o que pode ser associado a maior severidade da doença (11,0%) observada.   |
| 39 | 4.6   | linha<br>Por este trabalho, evidencia-se a importância e eficiência de controle de doenças sobre a cultura da soja, tornando-se viável a exploração de seu potencial genético produtivo.       | Por este trabalho, evidencia-se a importância e eficiência de controle de oídio sobre a cultura da soja, tornando-se viável a exploração de seu potencial genético produtivo.   |

**EFEITO DO OÍDIO (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) NA  
PRODUÇÃO E DURAÇÃO DA ÁREA FOLIAR SADIA DA SOJA**

**PATRÍCIA MATTIAZZI**

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 obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia.

**PIRACICABA**  
Estado de São Paulo – Brasil  
Janeiro – 2003

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

Mattiazzi, Patrícia

Efeito do oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) na produção e duração da  
área foliar sadia da soja / Patrícia Mattiazzi. - - Piracicaba, 2003.  
49 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,  
2003.

Bibliografia.

1. Área foliar 2. Controle químico 3. Oídio 4. Soja I. Título

CDD 633.34

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

**Aos meus pais**

**Haroldo Mattiazzi e**

**Bronilda B. R. Corezolla Mattiazzi**

**OFEREÇO**

**Ao meu irmão**

**Haroldo Mattiazzi Júnior**

**e à minha irmã**

**Heloisa Mattiazzi**

**DEDICO**

**“As coisas que realizamos nunca são  
tão belas quanto as que sonhamos !!!  
Mas as vezes nos acontecem coisas tão  
belas que nunca pensamos em sonhá-  
las !!!”**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por tudo !!!!

Agradecimentos sinceros à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, que me acolheu nesta “grande família”, possibilitando minha formação profissional.

Agradeço aos meus pais, meu irmão e minha irmã, pelo constante incentivo, apoio, carinho e dedicação ao longo de todos estes anos.

Ao Prof. Dr. Gil Miguel de Sousa Câmara, pela orientação e dedicação, mas principalmente pela amizade e pelas lições de vida.

A Profa. Dra. Lilian Amorim, pela valiosa orientação, pela amizade e pela inesgotável paciência.

Ao Prof. Dr. Marcos Silveira Bernardes, pelo incentivo, apoio, amizade e pelos momentos de descontração.

Aos meus colegas de “luta” Rodrigo Ayusso Guerzoni (Pião), Mônica Cagnin Martins e Lilia Sichmann Heiffig (Krak), obrigada pela amizade, pela compreensão e pela paciência, que todos nossos melhores momentos sejam preservados para sempre e que nossa amizade seja duradoura.

Agradeço aos estagiários do Grupo de Pesquisas em Oleaginosas (GPO), Daniel Botelho Pedroso (BO), Luciana Aparecida Marques (Sumida), Fernando Ferraz Barros (Lôdo), Samuel Sadao Nacamura (Muco), Melissa Pin Luchetti (Pinho Sol), Márcia Moreira Ayres de Souza (Okci),

A todos os funcionários, colegas e professores do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, meus mais sinceros agradecimentos.

Agradeço a todos meus amigos e à minha família.

## SUMÁRIO

|   | Página |
|---|--------|
| RESUMO .....  | viii   |
| SUMMARY .....   | x      |
| 1 INTRODUÇÃO .....  | 1      |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA .....                               | 3      |
| 2.1 Fitopatometria e conceitos correlatos .....             | 3      |
| 2.2 Escala diagramática e quantificação de severidade ..... | 4      |
| 2.3 Duração da área foliar sadia (HAD) e produção.....      | 5      |
| 2.4 Fungicidas: rápida descrição .....                      | 7      |
| 2.4.1 Benomyl .....   | 7      |
| 2.4.2 Tebuconazole .....                                    | 8      |
| 2.5 Oídio .....   | 8      |
| 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 do solo e instalação do experimento .....       | 14     |
| 3.5 Condução do experimento .....                           | 15     |
| 3.6 Delineamento e tratamentos experimentais .....          | 16     |
| 3.7 Elementos do clima .....                                | 18     |
| 3.8 Características avaliadas .....                         | 19     |
| 3.8.1 Índice de área foliar .....                           | 19     |



|  |    |
|--|----|
| 3.8.2 Severidade .....   | 19 |
| 3.8.3 Duração da área foliar sadia (HAD) .....                       | 20 |
| 3.8.4 Número de vagens por planta e número de grãos por planta ..... | 20 |
| 3.8.5 Rendimento e massa de 1000 grãos .....                         | 21 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                      | 22 |
| 4.1 Elementos do clima e desenvolvimento do oídio .....              | 22 |
| 4.2 Número de vagens e de grãos por planta .....                     | 25 |
| 4.3 Rendimento e massa de 1000 grãos .....                           | 28 |
| 4.4 Escala diagramática para avaliação da severidade de oídio .....  | 32 |
| 4.5 Efeito da severidade no rendimento .....                         | 33 |
| 4.6 Efeito da duração da área foliar sadia (HAD) na produção .....   | 35 |
| 5 CONCLUSÕES .....   | 40 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                     | 41 |

# **EFEITO DO OÍDIO (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) NA PRODUÇÃO E DURAÇÃO DA ÁREA FOLIAR SADIA DA SOJA**

Autora: PATRÍCIA MATTIAZZI

Orientador: Prof. Dr. GIL MIGUEL DE SOUSA CÂMARA

## **RESUMO**

Considerada uma das doenças mais antigas ocorrentes na cultura da soja, o oídio, causado pelo fungo *Microsphaera diffusa* Cooke & Peck, passou a apresentar importância econômica a partir da safra de 1996/97, atingindo grande parte das lavouras brasileiras, situadas nas mais diversas latitudes. Sob infecção severa, promove a redução da fotossíntese, queda prematura das folhas e, conseqüentemente, menor rendimento da cultura soja, sendo estes os principais danos causados por este agente patogênico. Entretanto, são poucas as informações científicas que relacionam a infecção pela doença com perdas de rendimento da cultura. Assim, o presente trabalho teve por objetivos principais, a avaliação dos efeitos do oídio sobre a duração da área foliar sadia da soja, procurar relação entre a incidência e severidade da doença sobre o rendimento da cultura e identificar o melhor estágio fenológico para o controle da doença. Com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que: a) o oídio causou queda no rendimento da ordem de 11,5%; b) tanto o benomyl quanto o tebuconazole podem ser utilizados no controle do oídio; c) embora a análise estatística não tenha revelado diferenças significativas quanto à época de aplicação dos fungicidas, melhor formação de vagens e

de grãos e melhor performance quanto à massa de grãos e rendimento foram observados para as pulverizações nos estádios R<sub>6</sub>, seguido de aplicações em R<sub>5,3</sub>; d) o uso da variável severidade não se apresentou como boa indicadora para se prever ou estimar reduções no rendimento, devido à falta de relação desta variável com o rendimento; e) a variável duração da área foliar sadia (HAD) apresenta relações significativas com a massa e o rendimento de grãos de soja, podendo ser utilizado no patossistema soja-oídio, em face da HAD ser afetada diretamente por esta doença.

# **EFFECT OF POWDERY MILDEW (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) ON YIELD AND ON HEALTHY LEAF AREA DURATION OF SOYBEAN**

Author: PATRÍCIA MATTIAZZI

Adviser: Prof. Dr. GIL MIGUEL DE SOUSA CÂMARA

## **SUMMARY**

Considered one of the oldest disease occurring in soybean, the powdery mildew, caused by the fungus *Microsphaera diffusa* Cooke & Peck, started to present economic importance from the harvest of 1996/97, reaching great part of the Brazilian fields, located in several latitudes. Under severe infection, it promotes the reduction of the photosynthesis, premature fall of leaves and reduction on soybean yield, being these the main actual damages for this pathogenic agent. However, few are the scientific data that proves the influence of this disease on soybean. Thus, the present research had for main objectives the evaluation of the effect of the powdery mildew on the duration of the healthy leaf area duration (HAD) on soybean, to look for relation between severity of the disease and yield, as well to identify the best growth stage (GS) to control the disease. On the basis of the gotten results, could be concluded: a) the powdery mildew reduced yield by 11,5%; b) both benomyl and tebuconazole can be used to control the powdery mildew; c) although the statistical analysis did not show significant differences at the time of fungicides spray, better performance in formation of string beans, grains, 1000 seed weight and yield was observed at R<sub>6</sub>, followed by R<sub>5,3</sub>; d) disease severity did not

show any relationship with yield; e) healthy leaf area duration (HAD) is a parameter that shows significant relationship with yield and 1000 yield seed weigh, and it can be used in the soybean-powdery mildew pathosystem, once this disease affect HAD directly.

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) apresenta grande capacidade de adaptação, e é infestada por um grande número de agentes patogênicos. Muitas doenças que ocorrem em países tradicionalmente produtores já foram identificadas no Brasil, sendo 35 consideradas de importância econômica (Sinclair & Backman, 1989).

As doenças se constituem em um dos principais fatores que limitam a obtenção de maiores rendimentos na cultura da soja, as quais impedem incrementos significativos no rendimento médio nacional. Ainda existem poucos dados relacionando doenças e produtividade de soja, tornando o controle químico uma prática, cujo resultado econômico pode ser de efeito duvidoso. Porém, em campos de produção de sementes, produto de grande valor comercial, nota-se que o controle químico já é uma prática economicamente viável.

Três fatos vêm merecendo a atenção por parte dos fitotecnistas e fitopatologistas: a) a quebra de resistência de alguns cultivares em relação a certas doenças; b) o recrudescimento de determinadas doenças, destacando-se os diferentes tipos de podridões das raízes e hastes, as doenças foliares de final de ciclo e o oídio; c) a adoção do controle químico das doenças foliares de final de ciclo e do oídio sem o devido embasamento científico quanto à melhor época fenológica de aplicação, ingrediente ativo mais apropriado e dosagem mais eficiente do ponto de vista de controle dos patógenos.

Sabe-se que o uso de cultivares resistentes constitui-se no método de controle de doenças mais eficaz, porém, cabe aos produtores a adoção de combinações de práticas culturais que reduzam o inóculo inicial dessas doenças na lavoura (Yorinori et al., 1993). Por exemplo, após a ocorrência do oídio, seu progresso durante o ciclo da cultura só poderá ser evitado ou reduzido com a aplicação de fungicida. Entretanto, em razão da

importância relativamente recente do oídio, a adoção do controle químico tem sido feito de forma empírica.

Sabe-se que o controle economicamente viável de doenças não exige, necessariamente, sua erradicação do campo, por isso, cabe ao pesquisador encontrar um ponto de equilíbrio entre nível de doença e medidas de controle a serem utilizadas (Zadoks, 1979).

A adoção de qualquer método que vise ao controle do oídio, terá maior probabilidade de sucesso se os efeitos dessa doença sobre o desenvolvimento das plantas de soja e sobre os seus componentes de produção, forem melhor compreendidos. Embora o impacto visual dessa doença da soja seja facilmente observado no campo, resultados de avaliações relacionando queda de rendimento e qualidade das sementes são praticamente inexistentes.

Esta pesquisa teve por objetivos principais:

- a) avaliar os efeitos do oídio sobre a duração da área foliar sadia das plantas de soja;
- b) procurar relação entre incidência e severidade da doença e a produção, de maneira a estimar ou prever reduções no rendimento de soja;
- c) identificar o melhor estágio fenológico da soja para aplicação dos fungicidas, que corresponda ao melhor momento de controle dessa doença.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Fitopatometria e conceitos correlatos**

A fitopatometria, termo que se refere a quantificação de doenças, baseia-se nos parâmetros incidência e severidade da doença na cultura (Amorim, 1995; Azevedo, 1997). Tem por 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).

Entende-se por incidência a porcentagem de plantas, ou partes das plantas, que apresentem doença, dentro de uma população ou de uma amostragem (Amorim, 1995). É um parâmetro de fácil utilização, porém de baixa precisão para doenças foliares (Azevedo, 1997). Entende-se por severidade a porcentagem de área de tecido doente (Amorim, 1995), que apesar de ser um método mais subjetivo, é o mais utilizado e mais preciso para avaliação de doenças, principalmente foliares (Azevedo, 1997).

Para doenças foliares, tais como ferrugens, oídios, míldios e manchas, o parâmetro severidade têm sido o mais utilizado, apresentando maior precisão para avaliação futura dos danos causados por tais doenças. Nestes casos, a porcentagem da área de tecido coberto por sintomas retrata melhor a intensidade da doença que a incidência, onde unicamente a frequência de órgãos doentes é anotada. (Amorim, 1995).

A fitopatometria é importante para muitas áreas da agronomia. Sua importância tem sido frequentemente 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).

Ela é necessária para avaliação da eficiência de fungicidas, para avaliação de cultivares, quanto a resistência à doenças, para elaboração de curvas de progresso de doenças, entre outras. Uma notável importância da fitopatometria é a avaliação de doenças para uma possível correlação com os danos provocados pela mesma sobre o rendimento (Amorim, 1995).

Rendimento ou produção é o produção mensurável, de valor econômico, de uma lavoura. Quaisquer sintomas visíveis e mensuráveis causados por um organismo nocivo são chamados injúrias. Organismos nocivos são quaisquer agentes biológicos que danifiquem uma lavoura. Reduções em qualidade ou quantidade na produção são chamadas danos ou perdas da produção (Zadoks, 1991). A redução em retorno financeiro por unidade de área devida à ação de organismos nocivos é chamada perda. (Bergamin Filho, 1995).

Desta forma, a quantificação de doenças é a melhor maneira de melhorar as informações qualitativas e quantitativas sobre doenças de plantas (Large, 1966).

## **2.2 Escala diagramática e quantificação da severidade**

Estudos epidemiológicos de doenças em plantas necessitam de métodos de quantificação real, precisa e reproduzível e, quando a incidência (uma variável real, precisa e reproduzível) não pode ser usada para quantificar doenças foliares, a severidade é a variável mais utilizada (Gaunt, 1995). Para quantificação precisa da severidade de doenças, existem diversas técnicas que podem ser utilizadas: imagem de vídeo, fotografia infravermelha, termografia infravermelha, reflectância do espectro do dossel e imagem de ressonância magnética nuclear (Nilsson, 1995). Tais técnicas necessitam de equipamentos sofisticados, são custosos e, com exceção da análise de imagens, quantificam indiretamente a doença pela mensuração do estresse da planta. Entretanto, o estresse da planta, além da doença, pode incluir outros fatores tais como abiótico, deficiências nutricionais, etc. Devido aos inconvenientes dessas técnicas, a

severidade de doenças foliares é, geralmente, quantificada visualmente, sendo que as escalas diagramáticas têm se tornado a principal ferramenta dos avaliadores.

Escalas diagramáticas são representações ilustradas de uma série de plantas ou partes de plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade, cuja elaboração deve respeitar alguns aspectos. (Amorim, 1995).

Segundo Berger (1980), as escalas diagramáticas devem ser de fácil uso, aplicáveis a uma grande faixa de diferentes condições, ter resultados reproduzíveis, possuir intervalo suficiente para representar todos os estágios de desenvolvimento da doença e permitir uma avaliação imediata. Assim, na elaboração das escalas diagramáticas, deve-se considerar alguns aspectos: os limites superiores e inferiores da escala, os quais devem corresponder, respectivamente, à quantidade máxima e mínima da doença encontrada no campo; a representação dos sintomas, devendo estar tão próxima quanto possível àquelas observadas na planta e; os níveis intermediários da severidade da doença, considerando as limitações de acuidade da visão humana, como definidas pela “lei do estímulo de Weber-Fechner” (Horsfall & Barrat, 1945; Nutter & Schultz, 1995).

### **2.3 Duração da Área Foliar Sadia (HAD) e Produção**

A produção ou matéria seca de uma planta é função, em grande parte, da fotossíntese que ocorre nas folhas (Waggoner & Berger, 1987). Mais precisamente, o rendimento é determinado pela energia aproveitada pela planta, a partir da energia total absorvida (Waggoner & Berger, 1987).

Um fator essencial no manejo de doenças é a quantificação dos danos e, conseqüentemente, das perdas que estas doenças causam, sendo dano, definindo-se dano como “qualquer redução na qualidade e/ou quantidade da produção” (Zadoks, 1991). No entanto, apesar dos recentes estudos, persistem as dificuldades para relacionar níveis de dano com níveis de intensidade de doença (Madden, 1993).

Estudos envolvendo perdas de produção, comumente fazem uso da relação quantitativa entre doença e produção, baseando-se na severidade observada da doença (Rouse, 1988). Para tanto, o melhor parâmetro a ser utilizado é duração da área foliar

sadia, e não apenas a percentagem de tecido doente ou a incidência da doença em campo (Watson, 1947). Desta forma, para relacionar a curva de progresso da doença com o crescimento e produção da cultura, é necessário subtrair a área doente das folhas da duração da área foliar, obtendo-se a duração da área foliar sadia (Waggoner & Berger, 1987). Isto se faz através da integração da área foliar sadia e operacional durante o período de crescimento do hospedeiro  $[(1-x)LAI]$ . Esta integração resulta no que Waggoner & Berger (1987) chamam de duração da área foliar sadia (HAD), expressa em dias.

Pesquisas mais recentes permitiram o refinamento das hipóteses de Watson (1947): a fotossíntese está mais diretamente relacionada com a absorção da radiação solar pelas folhas do que com a área foliar ou mesmo com o índice de área foliar (Charles-Edwards, 1982). A produção é determinada pela porção de energia captada da energia total que incide sobre determinada área, durante a estação de cultivo. A vantagem de se ampliar muito a “fábrica” é questionável, já que a ampliação pode aumentar a energia captada mas não a quantidade de energia total que incide sobre aquela área” (Waggoner & Berger, 1987).

O desenvolvimento de modelos recentes, que substituem intensidade de doença por duração de área sadia (HAD) ou absorção de área foliar sadia (HAA), está permitindo um aumento no entendimento das relações entre doença e danos na produção.

Uma dificuldade, porém, tem impedido a rápida proliferação de trabalhos deste tipo. Como reconhecem Campbell & Madden (1990) e Madden (1993), a determinação de HAD e HAA é muito mais trabalhosa que a determinação da intensidade de doença, já que esta é uma medida relativa, estimada geralmente com o auxílio de escalas diagramáticas e, aquelas, medidas absolutas que, normalmente, exigem a determinação real da área foliar. Na prática, ou seja, em campo, a dificuldade é ainda maior. Esta dificuldade tem impedido, até aqui, o uso de HAD e HAA em sistemas integrados de manejo de doenças (Lopes et al., 1994).

## 2.4 Fungicidas: rápida descrição

### 2.4.1 Benomyl

Os benzimidazóis constituem-se, possivelmente, no mais importante grupo de fungicidas sistêmicos utilizados comercialmente (Kimati, 1995).

O Benomyl, (metil N(1-butilcarbamoil)-benzimidazol-2-carbamato)h, foi primeiramente introduzido em 1968, apresenta propriedades preventivas e curativas, contra um amplo espectro de fungos, dentre os quais os ascomicetos e os fungos imperfeitos. Apresenta baixa toxicidade para plantas e para animais (Kimati, 1995), e tem sido utilizado com sucesso em casas de vegetação e em condições de campo (Delp, & Klopping, 1968). A molécula de benomyl é rapidamente quebrada, transformando-se no princípio fungitóxico comum, o carbendazim ou MBC (carbamato de metil 2-benzimidazol).

Há uma tendência natural de acúmulo do benomyl nas extremidade e nas margens do limbo foliar, seguido de uma tendência de depleção na área central do limbo foliar, conforme resultados observados por Biehn & Dimond, citados por Peterson & Edgington (1970). Segundo estes autores, o fato explica a falta de proteção observada nas áreas centrais do limbo foliar de plantas de pepino.

Esta característica, provavelmente, se aplica a todos os fungicidas sistêmicos que se movimentam via apoplástica (Peterson & Edgington, 1970). O movimento apoplástico do fungicida envolve sua absorção pelas raízes, movimento via parede celular até o xilema, do xilema até as folhas e então, movimento para as regiões de evaporação, via paredes celulares, resultando no acúmulo das extremidades e margens do limbo foliar (Peterson & Edgington, 1970). Além das ações preventiva e curativa, o benomyl possui a característica “ovicida”. (Delp & Klopping, 1968). Sua recomendação tem sido de 250g do ingrediente ativo ha<sup>-1</sup> (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 2000).

### 2.4.2 Tebuconazole

Os inibidores da biossíntese de esteróis constituem-se no maior e mais importante grupo de compostos já desenvolvidos para o controle de doenças fúngicas de plantas e animais, exibindo vários graus de sistemicidade e, frequentemente, altíssima potência anti-fúngica. Controla um amplo espectro de doenças causadas por ascomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos. A grande vantagem desse grupo de fungicidas sistêmicos, além das consideradas, é a dificuldade de os patógenos sensíveis tornarem-se resistentes, sem serem afetados em sua adaptabilidade (Kimati, 1995).

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).

Este fungicida é recomendado no controle de doenças de cereais, na dosagem de 150g do ingrediente ativo ha<sup>-1</sup> (Kimati, 1995; Embrapa, 2000).

### 2.5 Oídio

A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e região para região, dependendo da condição climática de cada safra, da suscetibilidade dos cultivares e das práticas agronômicas adotadas. A monocultura e práticas de manejo inadequadas têm favorecido o surgimento de novas doenças e agravado as de menor importância, como o oídio, que era considerada uma doença secundária (Yorinori et al., 1993).

O conhecimento da epidemiologia do fungo é essencial para a formulação de estratégias de controle. Outra importante variável é o estágio de desenvolvimento da soja (Câmara, 1998a; 1998b).

O oídio da soja causado pelo fungo *Microsphaera diffusa* Cooke & Peck, é uma das doenças mais antigas dessa leguminosa. É de distribuição mundial, estando presente em todos os países produtores de soja. Foi observado, inicialmente, em plantios de soja em casa-de-vegetação, e caracterizou-se por associar-se a cultura durante muitos anos sem que apresentasse danos consideráveis para a mesma (Yorinori & Sartorato, 2001).

No Brasil, esta doença era considerada de pouca expressão até a safra 1995/96, sendo observada, principalmente, em lavouras de soja com cultivares tardios na região Sul, nas regiões altas do Cerrado (altitudes acima de 1000 metros) e em cultivos de inverno, sob irrigação com pivô central, para multiplicação de sementes na entressafra. Todavia, na safra 1996/97, houve severa incidência da doença em diversos cultivares, atingindo todas as regiões produtoras, desde o Cerrado ao Rio Grande do Sul (Yorinori, 1998). Após um surto epidêmico, as ocorrências em anos sucessivos têm sido variáveis e influenciadas pelo clima e pela suscetibilidade dos cultivares (Yorinori & Sartorato, 2001).

A doença é causada pelo fungo *Microsphaera diffusa* Cke e Pk, às vezes, erroneamente considerado sinônimo de *Erysiphe polygoni*, que também infecta diversas espécies de leguminosas, como o feijoeiro e a ervilha. É um parasita obrigatório, que produz micélio e conídios na superfície dos órgãos aéreos da soja, incluindo hastes e vagens, sendo mais visível nas folhas (Ito & Tanaka, 1993; EMBRAPA, 1998). Sobrevive na superfície da planta, onde produz grande quantidade de esporos, que são facilmente disseminados pelo vento. O fungo raramente produz cleistotécios (forma sexuada), que garantem sua sobrevivência em condições adversas (Ito & Tanaka, 1993; Picinini & Fernandes, 1998). Aparentemente, o fungo adaptou-se mais a algumas espécies de leguminosas para a formação da fase perfeita.

Baixa umidade relativa do ar e temperaturas amenas (18 a 24°C), são altamente favoráveis ao desenvolvimento do oídio (Mignucci, 1989). A infecção pode ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, porém, é mais visível por ocasião do início do florescimento (EMBRAPA, 1998). Os sintomas apresentados pelo oídio podem variar de clorose, ilhas verdes, manchas ferruginosas, desfolha acentuada ou combinações desses sintomas, dependendo da reação dos cultivares. Todavia, o mais evidente é a própria estrutura branca e pulverulenta do fungo sobre a superfície das partes infectadas (Yorinori & Sartorato, 2001). Nas hastes e pecíolos, as estruturas do fungo adquirem colorações que variam de branco a bege, contrastando com a epiderme da planta, que adquire coloração arroxeadada a negra. Em situação severa e em cultivares altamente suscetíveis, a colonização das células epidérmicas das hastes impedem a

expansão do tecido cortical, simultaneamente com o engrossamento do lenho, ficando as hastes com leves rachaduras e cicatrizes superficiais (Ito & Tanaka, 1993; EMBRAPA, 1998).

Lavouras afetadas pelo oídio podem ser distinguidas à distância pela coloração prateada das folhas expostas pelo vento. Sob condição de infecção severa, a cobertura de micélio e frutificação do fungo impede a fotossíntese e as folhas secam e caem prematuramente. A lavoura fica com aparência de soja dessecada por herbicida, mantendo as hastes e vagens verdes por um certo período. No final do ciclo, os sintomas causados pelo oídio podem ser confundidos com o crestamento foliar de *Cercospora* (*C. kikuchii*) (Yorinori & Sartorato, 2001).

Tanto o patógeno, como o desenvolvimento dos sintomas parecem ser afetados pela cultivar, idade e posição da folha e idade da planta no momento da inoculação. Em geral, as folhas inferiores de plantas mais jovens são mais suscetíveis do que as folhas superiores (Mignucci & Lim 1980).

Geneticamente, a reação da soja ao oídio é controlada por três alelos no locus *Rmd*: *Rmd-c*, que conferem resistência à planta durante toda a estação de cultivo; *Rmd* que confere resistência na fase adulta; *rmd*, que confere suscetibilidade (Lohnes & Bernard, 1992). Isolinhas de soja com o alelo *Rmd-c* produzem 7% mais que aquelas que contêm o alelo *Rmd* (Lohnes & Nickell, 1994), embora este último tenha sido incorporado em uma série de cultivares comerciais nos Estados Unidos da América (Mignucci, 1989).

A nutrição mineral exerce um papel secundário, porém, fundamental nos mecanismos de resistência da planta, intensificando ou debilitando as barreiras anatômicas (espessura da cutícula, lignificação, suberização, etc.) e bioquímicos (produção de substâncias inibitórias aos patógenos) (Tanaka et al., 1995). Assim, admite-se que o balanço adequado dos nutrientes permite a expressão do nível de resistência genética potencial e que, por outro lado, qualquer desvio deste balanço resulta no aumento da sustentabilidade (Heitefuss & Williams, 1976).

De acordo com Yorinori (1998), lavouras amplamente atingidas pela doença, apresentam perdas estimadas entre 30 e 40% do rendimento, mesma ordem de grandeza dos danos relatados no exterior por Dunleavy (1978) e Philips (1984).

Como medida de controle, recomenda-se a utilização de cultivares resistentes a moderadamente resistentes. Entretanto, não havendo disponibilidade de cultivares com essas características, ou no caso de quebra da resistência de um cultivar, pode-se utilizar tratamento químico com fungicidas recomendados, tal como aplicações foliares de fungicidas do grupo dos benzimidazóis (Ito & Tanaka, 1993; EMBRAPA, 1998). Em virtude da falta de sementes de variedades resistentes, na safra 1997/98, em caráter emergencial, foram recomendados os fungicidas benomyl, carbendazin e difenoconazole, nas dosagens de 250 g i.a./ha, 250 g i.a./ha, 75g i.a./ha, respectivamente (Ito & Tanaka, 1993; EMBRAPA, 1998), e ainda recomendou-se o enxofre a 2,0 kg i.a./ha, que já se mostrou eficiente no controle da doença em casa-de-vegetação (Ames et al., 1998).

O momento da aplicação depende do nível de infecção e do estágio de desenvolvimento da soja. O tratamento químico muito antecipado poderá exigir mais de uma aplicação, tornando antieconômico o controle; se tardio, poderá não controlar a doença. A aplicação de fungicida para controle do oídio não deve ser realizada preventivamente e sim, com base na vistoria periódica da lavoura e no nível de infecção (Yorinori & Satorato, 2001).

Segundo Ito & Tanaka (1993), o controle químico do oídio deve ser iniciado quando a severidade atingir 45 a 50%, desde que as plantas se encontrem antes do estágio fenológico. Essa recomendação, no entanto, é desprovida de sustentação experimental e deve ser testada para comprovação de sua eficiência.



### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local e período de experimentação**

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Fazenda Areão, de propriedade da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), *Campus* da Universidade de São Paulo (USP), localizada no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, a 22° 41’30” de latitude Sul, 47° 38’30” de longitude Oeste e 546 metros de altitude.

O experimento se desenvolveu durante o ano agrícola de 1999/2000, iniciando-se pela semeadura das parcelas em 16/12/1999 e finalizando-se com a colheita das plantas em 13/04/2000, correspondendo a um ciclo cultural de 119 dias.

#### **3.2 Características do solo**

O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argiloso, profundo, com boa drenagem e textura muito argilosa, contendo 580 g kg<sup>-1</sup> de argila total, 110 g kg<sup>-1</sup> de silte e 310 g kg<sup>-1</sup> de areia.

Suas características químicas, apresentadas nas Tabelas 1 e 2, foram determinadas no Laboratório de Análises Químicas de Solo e Tecidos Vegetais do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da USP/ESALQ.

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

| Prof. <sup>1</sup><br>(cm) | pH                   | M.O.<br>(g dm <sup>-3</sup> ) | P<br>(mg dm <sup>-3</sup> ) | S-SO <sub>4</sub> | K   | Ca | Mg | Al                                    | H+Al | SB   | T     | V   | m  |
|----------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----|----|----|---------------------------------------|------|------|-------|-----|----|
|                            | (CaCl <sub>2</sub> ) |                               |                             |                   |     |    |    | (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) |      |      |       | (%) |    |
| 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 |

<sup>1</sup>Prof. = profundidade de amostragem

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

| Prof. <sup>1</sup><br>(cm) | B                      | Cu  | Fe   | Mn  | Zn  |
|----------------------------|------------------------|-----|------|-----|-----|
|                            | (mg dm <sup>-3</sup> ) |     |      |     |     |
| 00-20                      | 0,32                   | 1,0 | 14,0 | 7,4 | 0,7 |
| 20-40                      | 0,25                   | 1,0 | 15,4 | 5,8 | 0,4 |

<sup>1</sup>Prof. = profundidade de amostragem

### 3.3 Características do cultivar de soja

Foi utilizado o cultivar de soja FT-Jatobá, indicado para a região Sul de estado do Mato Grosso do Sul e para a produção de sementes no estado de São Paulo. A escolha do cultivar FT-Jatobá fundamentou-se na suscetibilidade deste ao oídio, segundo comunicações pessoais dos Engenheiros Agrônomos Marcos Norio Matsumoto e Marcos Kamikoga, respectivos melhoristas das Empresas Monsoy Ltda. e FT-Pesquisa e Sementes Ltda. As principais características do cultivar FT-Jatobá são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Principais características do cultivar de soja Ft-Jatobá

| Características                                 | FT-Jatobá          |
|---|--------------------|
| Genealogia                                      | FT 9510 x Sant'Ana |
| Ciclo (classificação)                           | Semi precoce       |
| Ciclo VE-R <sub>8</sub> (dias)                  | 115 a 125          |
| Hábito de crescimento                           | Determinado        |
| Altura média de planta (cm)                     | 69                 |
| Altura média de inserção da primeira vagem (cm) | 15                 |
| Cor do hipocótilo                               | Roxa               |
| Cor da flor                                     | Roxa               |
| Cor da pubescência                              | Marrom             |
| Cor do tegumento da semente                     | Amarelo brilhante  |
| Cor do hilo                                     | Marrom             |
| Massa de 100 sementes (g)                       | 13,7               |

Fonte: FT-Pesquisa e Sementes (1990); Alberini et al. (1990).

### 3.4 Preparo do solo e instalação do experimento

Visando um melhor condicionamento físico e químico do solo da área experimental, adotou-se o manejo físico em profundidade de até 40 cm, associado à correção da acidez do solo. Inicialmente, procedeu-se à escarificação do solo, visando-se o rompimento da camada de adensamento sub superficial e maior aprofundamento do arado de aivecas.

Antes da aração profunda procedeu-se à distribuição de calcário dolomítico a lanço em área total na dose de 2 t ha<sup>-1</sup>. Em seguida o arado de três aivecas reversíveis promoveu a incorporação do calcário até a profundidade de 35 a 40 cm. Outra dose de calcário de igual valor a primeira, também foi distribuída a lanço em área total. Logo em seguida, por meio de grade aradora promoveu-se a incorporação superficial do calcário. Para acabamento da área experimental, utilizou-se uma passada única de grade niveladora.

Primeiramente, as sementes de soja foram tratadas com fungicida Carboxim + Thiram, na dose do produto comercial equivalente a 300 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, visando a proteção do sistema sementes-plântula. Seguiu-se à inoculação das mesmas com *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*, utilizando-se inoculante turfoso esterilizado, contendo 1,0 x 10<sup>9</sup> células bacterianas/g, na dose equivalente a 0,6 kg 40 kg<sup>-1</sup> de sementes.

A semeadura foi realizada mecanicamente, adotando-se espaçamento de 0,45m entre linhas, cujas sementes foram distribuídas à 4 cm de profundidade, visando-se a população média de 350.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Juntamente com a semeadura, realizou-se a adubação de base para a cultura, que foi calculada de acordo com as características químicas do solo, apresentadas na Tabela 1 e com a produtividade estimada para o cultivar, da ordem de 2500 kg a 3000 kg ha<sup>-1</sup>. Dessa forma, aplicou-se o equivalente a 350 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula fertilizante 00-20-20, segundo recomendação de Mascarenhas & Tanaka (1996), correspondendo a 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 35 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Após o prévio levantamento das plantas daninhas existentes na área, optou-se pelo manejo químico da mesma, em pré-emergência da cultura e das plantas daninhas, com a aplicação dos herbicidas imazaquim e clomazone, nas doses dos produtos comerciais de 0,2 kg ha<sup>-1</sup> e 1,6 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A aplicação dos herbicidas pré-emergentes foi realizada imediatamente após a semeadura.

Aos 14 dias após a emergência das plantas, demarcaram-se as parcelas experimentais. Em seguida, procedeu-se ao desbaste manual das plantas, visando-se o estabelecimento da população inicial de 350.000 plantas por hectare.

### **3.5 Condução de experimento**

O monitoramento da população das principais pragas da cultura da soja foi realizado pela técnica do “pano de batida”. Não foi constatada a incidência de lagartas desfolhadoras, enquanto que a ocorrência do complexo de percevejos foi frequente na área. Nesse caso, adotou-se como critério para dano econômico a presença de dois percevejos, em média, por época de amostragem (Panizzi, 1990). Adotou-se o controle

químico do complexo de percevejos, por meio de pulverizações com inseticida monocrotofós, na dose do produto comercial equivalente a  $0,375 \text{ L ha}^{-1}$ .

Com relação às pulverizações dos tratamentos experimentais, as aplicações foram realizadas através de pulverizador costal pressurizado, composto por cilindro armazenador de  $\text{CO}_2$ , recipiente para armazenamento da calda e barra de pulverização contendo quatro pontas espaçadas de 0,50 m, correspondendo a uma faixa de 2 m de largura para pulverização. Foram utilizadas pontas de pulverização TT 110015-VP, com pressão de trabalho igual a 3 bar. O volume de calda aplicado em cada parcela foi o equivalente a  $300 \text{ L ha}^{-1}$ .

### **3.6 Delineamento e tratamentos experimentais**

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso constituído por nove tratamentos e três repetições, descritos na Tabela 4.

Além do tratamento controle ou testemunha, correspondente à ausência total de controle químico, o experimento constou de quatro tratamentos envolvendo o fungicida benomyl e outros quatro com o fungicida tebuconazole. Cada fungicida foi aplicado ao longo do ciclo do cultivar FT-Jatobá, a cada intervalo de 15 dias, a partir da fase vegetativa inicial. Esses dois tratamentos tiveram por objetivo, conduzir as plantas de soja até o ponto de colheita, totalmente livre da ocorrência de oídio.

Os demais tratamentos foram elaborados com base na observação da ocorrência de oídio em áreas experimentais e em lavouras de soja, indicando que a visualização dos primeiros sinais da doença ocorre, predominantemente, nas folhas baixas por ocasião da formação das vagens do terço superior das plantas (estádio  $R_4$ ), evoluindo para o estágio de média granação das vagens (estádio  $R_{5.3}$ ), podendo colonizar por completo a planta de soja, por ocasião da semente formada no interior da vagem (estádio  $R_6$ ).

Devido ao prévio estabelecimento de três estádios fenológicos para aplicação dos fungicidas, a fenologia das plantas foi monitorada seguindo-se a Escala Fenológica da Soja proposta por Ritchie et al. (1982), adaptada por Yorinori (1998) e apresentada por Câmara (1998a e 1998b). Na Tabela 5, encontra-se a descrição dos estádios fenológicos da soja.

Tabela 4. Descrição dos tratamentos experimentais

| Tratamentos | Descrição  |
|-------------|--|
| T1          | Testemunha   |
| T2          | Controle durante todo o ciclo da cultura com a aplicação do fungicida benomyl, a cada quinze dias, na dose equivalente a 500 g ha <sup>-1</sup>      |
| T3          | Controle durante todo o ciclo da cultura com a aplicação do fungicida tebuconazole, a cada Quinze dias, na dose equivalente a 500 g ha <sup>-1</sup> |
| T4          | Aplicação do fungicida benomyl no estágio fenológico R <sub>4</sub> , na dose equivalente a 500 g ha <sup>-1</sup>                                   |
| T5          | Aplicação do fungicida benomyl no estágio fenológico R <sub>5,3</sub> , na dose equivalente a 500 g ha <sup>-1</sup>                                 |
| T6          | Aplicação do fungicida benomyl no estágio fenológico R <sub>6</sub> , na dose equivalente a 500 g ha <sup>-1</sup>                                   |
| T7          | Aplicação do fungicida tebuconazole no estágio fenológico R <sub>4</sub> , na dose equivalente a 500 g ha <sup>-1</sup>                              |
| T8          | Aplicação do fungicida tebuconazole no estágio fenológico R <sub>5,3</sub> , na dose equivalente a 500 g ha <sup>-1</sup>                            |
| T9          | Aplicação do fungicida tebuconazole no estágio fenológico R <sub>6</sub> , na dose equivalente a 500 g ha <sup>-1</sup>                              |

Cada unidade experimental constou de 8 linhas por 10 metros de comprimento, considerando-se como úteis as quatro linhas centrais, para determinação das variáveis rendimento de grãos e massa de 1000 grãos. Descartou-se 0,5 metro das extremidades de todas as parcelas para minimizar o efeito bordadura.

Os valores obtidos pela coleta de dados, para as variáveis rendimento e massa de 1000 grãos, foram submetidos à análise de variância. Os efeitos significativos foram analisados pelo Teste “t”, para os diferentes contrastes. A correlação entre o efeito da

duração da área foliar sadia (HAD) e o rendimento e a massa de 1000 grãos, foi realizada pelo método de regressão polinomial.

### 3.7 Elementos do clima

Para melhor interpretação dos resultados observados coletaram-se, durante o período experimental, os valores diários de temperaturas do ar (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar e precipitação. Esses dados foram provenientes do Posto Agrometeorológico pertencente ao Departamento de Ciências Exatas da USP/ESALQ, o qual dispões de estação meteorológica automática.

Tabela 5. Estádios de desenvolvimento da soja

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

Fonte: Ritchie et al. (1982); Yorinori (1998); Câmara (1998a e 1998b).

### **3.8 Características avaliadas**

#### **3.8.1 Índice de área foliar**

O índice de área foliar foi estimado pela média das leituras realizadas semanalmente na cultura, a partir do estágio fenológico R<sub>3</sub>, até a fase de pré-colheita. Para tanto, utilizou-se um analisador de copa (LAI-2000 Plant Canopy Analyser), o qual constitui-se de um sistema portátil de sensores, que mede a luz difusa incidente nos ângulos de 7, 23, 38, 53 e 68<sup>o</sup>. A relação entre 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).

#### **3.8.2 Severidade**

Foi realizada apenas uma avaliação da severidade nas parcelas experimentais, quando as mesmas se encontravam no estágio fenológico R<sub>7.2</sub>. Esta avaliação foi baseada em escala diagramática, elaborada segundo recomendações de James (1974) quanto a 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 condições naturais de infecção. Para a representação dos níveis e para determinação do limite mínimo (menor quantidade de doença observada visualmente) e máximo (maior quantidade de doença observada visualmente), foram coletadas folhas com diversos níveis de severidade de oídio em diferentes cultivares de soja. Para a quantificação dos níveis máximo e mínimo da severidade, folhas coletadas no campo, próximo a área experimental, apresentando maior e menor intensidade da doença, foram reproduzidas em plástico transparente. A área foliar e a área lesionada de cada folíolo foram determinadas pelo medidor de área foliar LICOR (LI-3000). Os níveis intermediários de severidade da escala foram matematicamente determinados de acordo com a acuidade da visão humana, definidas pela “lei do estímulo de Weber Fechner” (Horsfall & Barrat, 1945).



Para as avaliações foram escolhidas, ao acaso, quatro plantas por parcela. Estas plantas foram divididas em três partes distintas, sendo marcados dois trifólios na parte inferior, três na parte mediana e três na parte superior da planta, totalizando 8 trifólios por planta. Para fins de análise, os valores observados para severidade foram submetidos à média aritmética, obtendo-se dessa forma, um valor médio de severidade por parcela.

### 3.8.3 Duração da área foliar sadia (HAD)

Com os valores obtidos para 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 é a severidade da doença (expressa em proporção), IAF é índice de área foliar sadia (sem dimensão), e t é o tempo.

### 3.8.4 Número de vagens por planta e número de grãos por planta

Para a determinação do número de vagens por planta e do número de grãos por planta, colheram-se, separadamente, 10 plantas de cada parcela, incluindo-se aquelas usadas para as avaliações de fitopatometria. A coleta ocorreu quando as plantas encontravam-se no estágio fenológico R<sub>9</sub>, ou seja, em ponto de colheita.

Separaram-se as vagens de cada planta, contando-se o número de vagens cheias e de vagens chochas, obtendo-se, dessa maneira, o número total de vagens cheias e chochas de cada planta, bem como, o número total de vagens por planta.

Para contagem do número de grãos por planta, efetuou-se a debulha manual das vagens de cada planta.

### 3.8.5 Rendimento e massa de 1000 grãos

Quando as unidades experimentais apresentavam-se no estágio fenológico R<sub>9</sub>, as mesmas foram colhidas, separando-se as quatro linhas centrais, ou seja, área útil de cada parcela, para fins de determinação do rendimento e da massa de 1000 grãos.

Com a pesagem da produção de grãos da área útil, determinou-se o rendimento de cada parcela, expresso em kg 16,20m<sup>-2</sup>.

Para determinação da massa de 1000 grãos, foram separadas oito subamostras de 100 grãos por parcela, cujas massas foram determinadas em balança com sensibilidade de centésimos de grama. Tais procedimentos foram efetuados segundo as prescrições estabelecidas pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil - Ministério da Agricultura, 1992).

Também em condições de laboratório, foi determinada a umidade de cada parcela. Com base nos dados obtidos, os valores de rendimento e massa de 1000 grãos foram corrigidos para umidade de 13%, de acordo com a expressão matemática

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

onde M<sub>c</sub> é a massa corrigida; M<sub>o</sub>, a massa observada; U<sub>o</sub>%, o grau de umidade observado; e U<sub>c</sub>%, o grau de umidade de correção.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Elementos de clima e desenvolvimento do oídio**

Os valores diários de precipitação, umidade relativa média do ar (UR), temperatura máxima ( $T_{\text{máx}}$ ), mínima ( $T_{\text{mín}}$ ) e média ( $T_{\text{média}}$ ) do ar, relativos ao período compreendido entre os meses de dezembro/1999 e abril/2000, são apresentados nas Figuras 1 e 2.

De acordo com Mignucci (1989) e Dunleavy (1980), o desenvolvimento da doença oídio ocorre sob condições de baixa UR e temperaturas amenas, cerca de 18 a 24°C.

Amorim (1995) cita que os oídios são amplamente distribuídos na natureza e, apesar de ocorrerem em regiões úmidas e de clima frio, são favorecidos por ambientes quentes e secos. Cita também que nas condições brasileiras, a doença é favorecida em locais ou períodos quentes e secos, com ocorrência de temperaturas entre 20 e 25°C.

Analisando-se os dados de temperatura e umidade relativa do ar, apresentados nas Figuras 1 e 2, observa-se que o fungo não encontrou impedimentos para seu desenvolvimento, uma vez que a temperatura média do ar situou-se próximo de 25°C.

Durante a condução do experimento, observou-se que no período compreendido entre dezembro de 1999 e fevereiro de 2000, a doença apresentou um lento progresso. Nos meses de março e abril de 2000, cujas temperaturas médias foram mais baixas, a infecção progrediu de maneira mais acelerada. Este fato encontra respaldo em Mignucci et. al. (1977), que estudando os efeitos da temperatura sobre as reações de plântulas de soja ao oídio, constatou que o desenvolvimento da doença em variedades susceptíveis progride mais rapidamente sob baixas temperaturas, no caso 18°C, enquanto que sob condições de altas temperaturas, a infecção tem progresso mais lento.

De acordo com Amorim (1995), os conídios de *Microsphaera diffusa* não germinam quando há um filme de água sobre a folha, mas exigem umidade relativa (UR) alta, próximo de 90%. Analisando-se os dados climáticos apresentados nas Figuras 1 e 2, verifica-se que a UR manteve-se alta, muitas vezes acima de 80%, ao longo do ciclo da cultura. No final do mês de março de 2000, a UR manteve-se acima de 80%, período este em que se verificou acelerada progressão da doença.

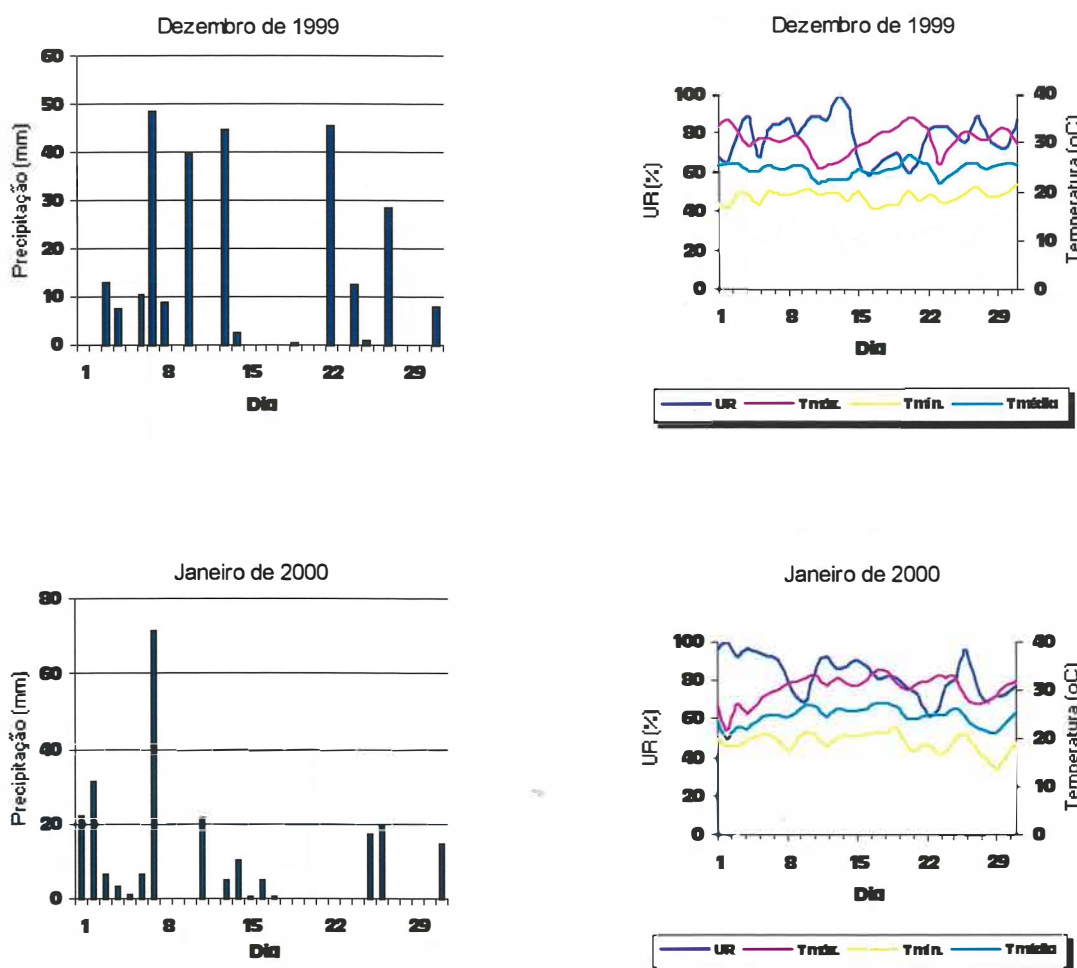


Figura 1 - Valores diários de precipitação, umidade relativa média (UR) do ar, temperatura máxima (T. máx.), mínima (T. mín.) e média do ar (T. média) relativos ao período compreendido entre os meses de dezembro/1999 e janeiro/2000.

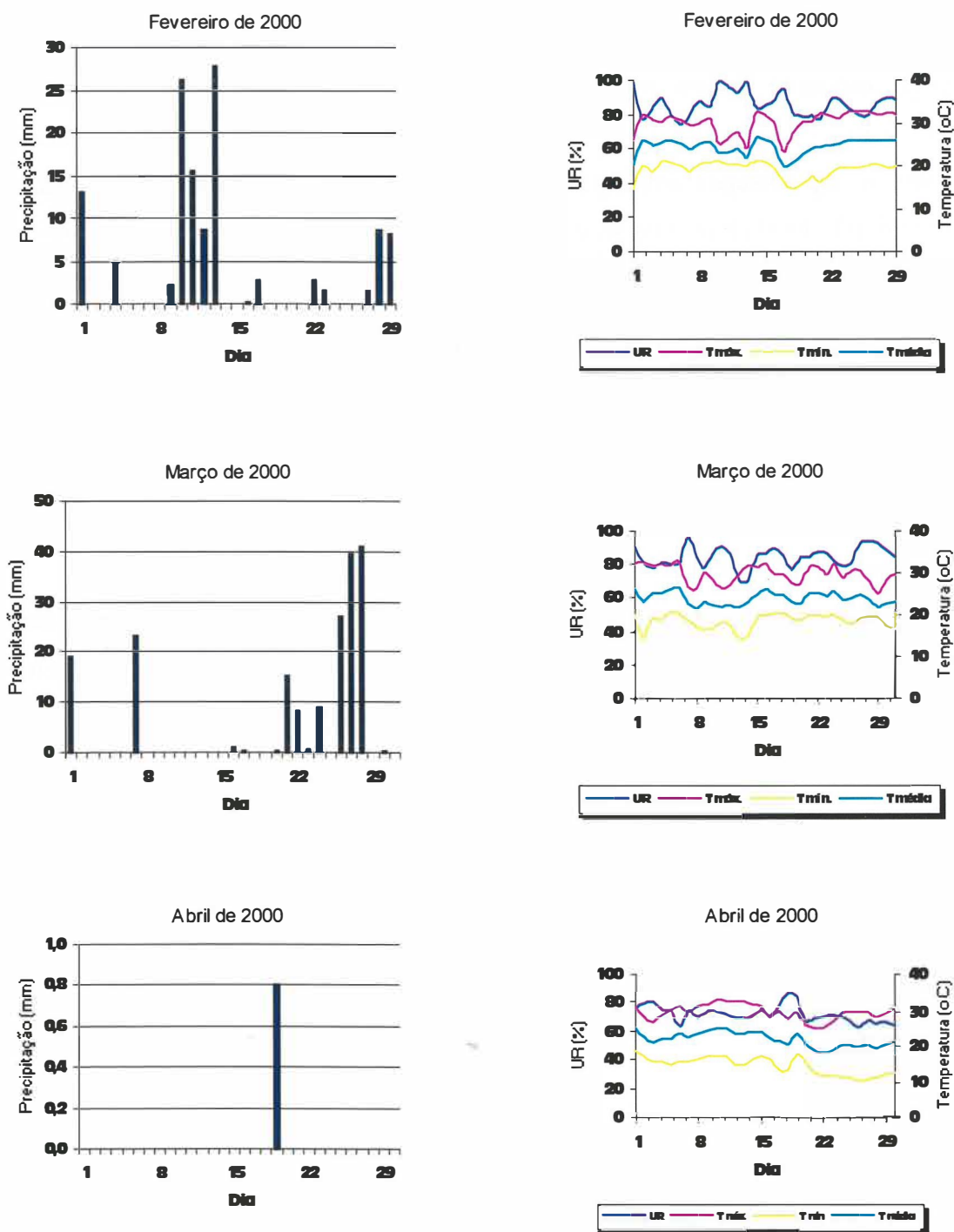


Figura 2 - Valores diários de precipitação, umidade relativa média (UR) do ar, temperatura máxima (T. máx.), mínima (T. mín.) e média do ar (T. média) relativos ao período compreendido entre os meses de fevereiro e abril de 2000.

A pluviosidade tem grande expressão na disseminação do agente causal do oídio, ou seja, na disseminação de conídios de *Microsphaera diffusa* (Amorim, 1995). Verificou-se que as precipitações ocorridas durante o período compreendido entre dezembro de 1999 e março de 2000 foram bastante frequentes, enquanto que no mês de abril, esta apresentou-se escassa. Entretanto, a escassez de pluviosidade não foi limitante para a disseminação e desenvolvimento da doença, pois, foi constatada sua presença em toda a área experimental, com exceção da área útil das parcelas correspondentes à aplicação quinzenal dos fungicidas. Há que se considerar também, que o vento apresenta-se como o maior agente disseminador dos conídios (Amorim, 1995).

#### 4.2 Número de vagens e de grãos por planta

Na Tabela 6 são descritos os diferentes contrastes e na Tabela 7 os respectivos valores de “t” e probabilidade. Os resultados da análise não revelaram diferenças significativas entre tratamentos e testemunha e entre tratamentos, para o número de vagens e de grãos formados por planta.

Tabela 6. Descrição dos contrastes utilizados para análise estatística

| Contrastes | Tratamentos                         |
|------------|-------------------------------------|
| 1          | T1 x T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9 |
| 2          | T1 x T2, T4, T5, T6                 |
| 3          | T1 x T3, T7, T8, T9                 |
| 4          | T2 x T4, T5, T6                     |
| 5          | T3 x T7, T8, T9                     |
| 6          | T4, T5, T6 x T7, T8, T9             |

Considerando-se os valores absolutos para a variável número de vagens, nota-se que, comparativamente aos demais, o tratamento T6 apresentou os menores valores absolutos, enquanto o tratamento T9 apresentou os maiores (Figura 3). Porém, para que a variável número de vagens por planta seja considerada um fator de produção, é indispensável que se considere o número de vagens chochas produzidas por planta. No

presente trabalho, observou-se que a doença oídio não proporcionou o aumento de vagens chochas por planta, uma vez que os valores absolutos apresentados revelaram-se semelhantes à testemunha. Assim, considera-se que a menor quantidade de vagens chochas produzidas por planta se deve às condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das plantas e à granação das vagens, ocorridas durante a condução do experimento, associadas ao manejo físico e químico do solo, que proporcionou adequado estado nutricional às plantas de soja do cultivar FT-Jatobá.

Tabela 7. Valores de “t” e probabilidade (prob) para os diferentes contrastes, correspondentes às variáveis número de vagens e número de grãos por planta

| Contrastes | Número de vagens/planta |         | Número de grãos/planta |         |
|------------|-------------------------|---------|------------------------|---------|
|            | Valor de “t”            | (prob)  | Valor de “t”           | (prob)  |
| 1          | 0,175                   | (0,680) | 0,005                  | (0,944) |
| 2          | 0,010                   | (0,920) | 0,061                  | (0,807) |
| 3          | 0,481                   | (0,450) | 0,148                  | (0,705) |
| 4          | 2,346                   | (0,143) | 0,053                  | (0,820) |
| 5          | 1,110                   | (0,306) | 0,836                  | (0,373) |
| 6          | 2,980                   | (0,101) | 1,613                  | (0,220) |

Com relação à variável número de grãos por planta, embora a análise estatística não tenha revelado diferenças significativas entre tratamentos, verificou-se, em valores absolutos (Tabela 9, Figura 4), que o tratamento T9, seguido de T8, apresentou maior número de grãos formados por planta. Estes tratamentos destacaram-se dos demais, os quais apresentaram valores médios de 93 grãos por planta. Horn et al. (1975), ressalva a maior importância para o peso de grãos em relação ao número destes para acréscimo do rendimento, ainda que em alguns casos, ambos sejam responsáveis para o aumento do mesmo.

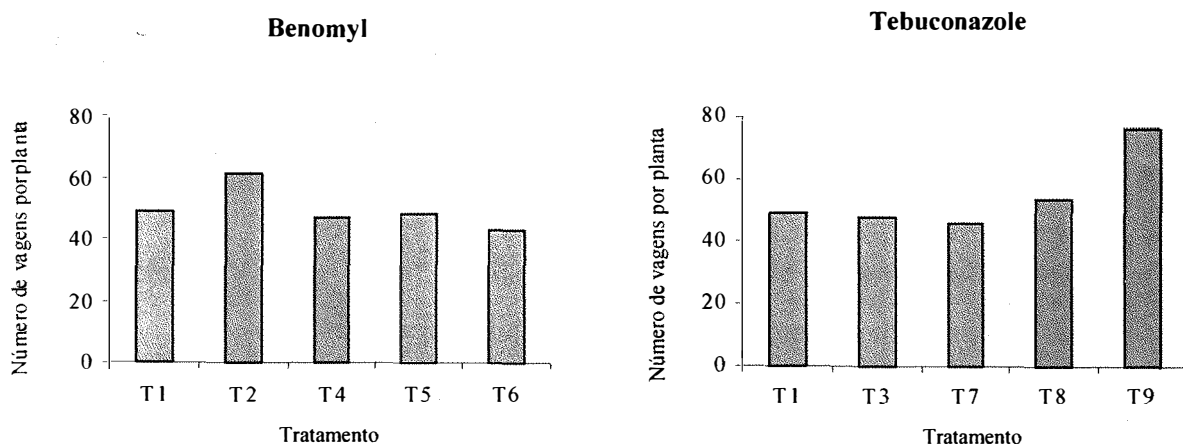


Figura 3 - Efeito dos tratamentos no número de vagens formadas por planta de soja para os diferentes fungicidas.

Considerando-se ambas as variáveis, nota-se que, em valores absolutos, o fungicida tebuconazole apresentou melhor desempenho, principalmente quando aplicado nos estádios fenológicos da meia granação ( $R_{5,3}$ ) e do máximo volume de grão ( $R_6$ ) (Tabela 9, Figuras 3 e 4).

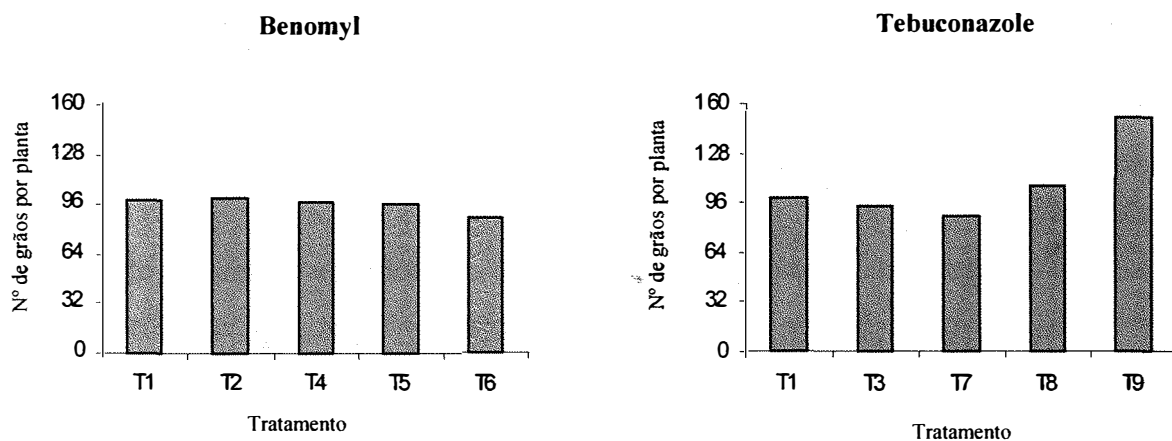


Figura 4 - Efeito dos tratamentos no número de grãos formados por planta de soja para os diferentes fungicidas.



### 4.3 Rendimento e massa de 1000 grãos

Para a avaliação das variáveis rendimento e massa de 1000 grãos utilizou-se o método de contrastes, cuja descrição é a mesma já apresentada na Tabela 6. Os respectivos valores de “t” e probabilidade são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Valores de “t”, variância e probabilidade (prob) para os diferentes contrastes, correspondentes às variáveis rendimento e massa de 1000 grãos

| Contrastes | Rendimento   |         | Massa de 1000 grãos |         |
|------------|--------------|---------|---------------------|---------|
|            | Valor de “t” | (prob)  | Valor de “t”        | (prob)  |
| 1          | 7,858        | (0,012) | 3,124               | (0,094) |
| 2          | 7,486        | (0,014) | 2,674               | (0,119) |
| 3          | 6,669        | (0,019) | 2,952               | (0,103) |
| 4          | 0,028        | (0,870) | 0,496               | (0,826) |
| 5          | 0,822        | (0,376) | 0,013               | (0,912) |
| 6          | 0,029        | (0,868) | 0,000               | (0,996) |

Observou-se para a variável rendimento, que houve diferença significativa, em nível de 5%, para os contrastes realizados entre a testemunha (T1) e os outros tratamentos (prob 0,012), entre a testemunha e os tratamentos T2, T4, T5 e T6 (prob 0,014) e entre a testemunha e os tratamentos T3, T7, T8, e T9 (prob 0,019). Não houve, entretanto, diferenças significativas quando realizados os contrastes entre os tratamentos que se utilizaram os fungicidas benomyl e tebuconazole (Tabela 8, Figura 5).

Resultado semelhante obteve Dunleavy (1978, 1980), ao estudar as perdas ocasionadas pelo oídio em soja. O autor utilizou três cultivares resistentes e três cultivares suscetíveis de soja, cujo controle foi efetuado com o fungicida benomyl, tendo uma parcela testemunha, ou seja, sem controle. Observou que a produção dos cultivares suscetíveis foi significativamente maior nas parcelas que receberam tratamento com o fungicida, quando comparada a testemunha. Para os cultivares resistentes não foi

observada nenhuma diferença significativa na produção entre a parcelas que receberam tratamento e a testemunha.

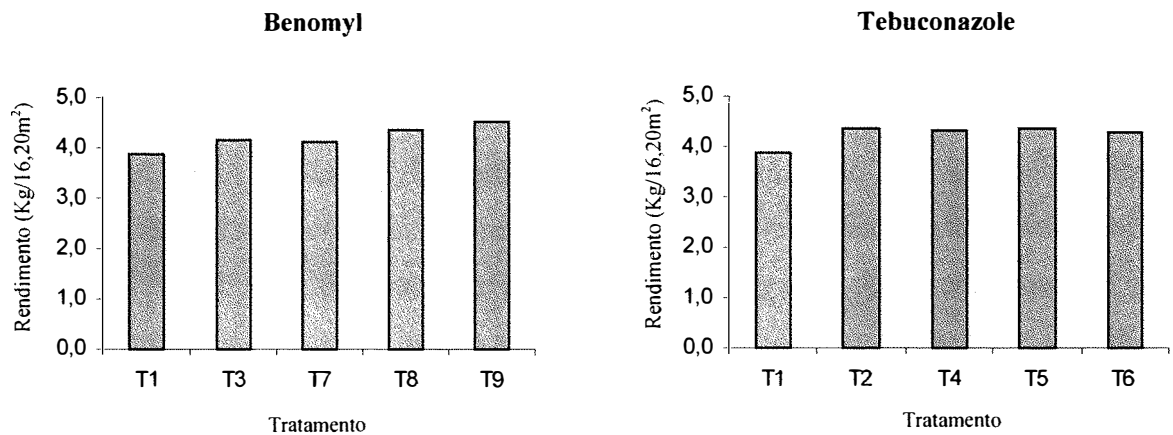


Figura 5 - Efeito dos tratamentos no rendimento de soja para os diferentes fungicidas.

Lohnes & Nickell (1994), estudando o efeito dos alelos Rmd-c, Rmd e rmd sobre a produção e sobre outras características da soja, verificaram que plantas contendo o alelo suscetível rdm apresentaram menor produção que as plantas contendo os alelos resistente Rmd-c e Rmd. Os autores atribuíram esta diferença à presença do fungo *Microsphaera diffusa* Cke. & Pk., citando que parte da diferença é devido à redução no peso das sementes.

Horn et al. (1975), estudando o efeito do uso de fungicidas no controle de *Corynespora cassiicola*, *Diaporthe phaseolorum* e *Cercospora sojina* sobre o rendimento em soja, observou aumento significativo do mesmo, obtendo em campo e sob condições controladas, bons resultados para o produto benomyl. O autor também cita a maior importância da massa de grãos em relação ao número dos mesmos, ainda que, em alguns casos, ambos sejam responsáveis pelo aumento do rendimento.

Entretanto, Phillips (1984), ao estudar a estabilidade da *Microsphaera diffusa* Cke. & Pk. e o efeito da doença oídio na produção de soja, durante o período de nove anos, entre 1973 e 1982, observou que nos anos de 1974, 1975 e 1977 houve controle

significativo da doença nas parcelas que receberam tratamento com fungicidas, porém, não houve diferença significativa na produção entre os tratamentos e a testemunha.

De acordo com Dunleavy (1978 e 1980), o oídio pode causar grande redução no rendimento, porém, como complementa Phillips (1984), a doença pode estar presente e causar pequeno declínio no rendimento.

A afirmação concorda com os resultados aqui obtidos, pois a infecção e o desenvolvimento da doença ocorreram tardiamente, atingindo seu apogeu na fase reprodutiva (R<sub>7</sub>), não ocasionando perdas relevantes no rendimento. De acordo com a EMBRAPA (1998), a doença pode ocorrer em qualquer fase de desenvolvimento da cultura, e quanto mais cedo iniciar a infecção, maior será o efeito da doença sobre o rendimento. Fato este que concorda com o presente trabalho, uma vez que não houve diferença significativa entre os tratamentos, somente quando comparados à testemunha.

Considerando-se apenas os valores absolutos, pode-se observar algumas diferenças entre os tratamentos. O tratamento T1, por exemplo, apresentou menor produção quando comparado aos demais (Tabela 9, Figura 5).

Com relação ao controle preventivo e contínuo ao longo do ciclo cultural do cultivar FT-Jatobá, nota-se, em valores absolutos, ligeiro acréscimo de rendimento no tratamento T2 (benomyl) em relação ao tratamento T3 (tebuconazole). Entretanto, ao considerar-se a aplicação dos fungicidas em diferentes estádios fenológicos, observa-se que a pulverização de tebuconazole nos estádios R<sub>5,3</sub> e R<sub>6</sub> (tratamentos T8 e T9), proporcionou, numericamente, maiores valores para o número de vagens e de grãos por planta, massa de 1000 grãos e rendimento (Tabela 9).

Especificamente para a variável massa de 1000 grãos, não foi verificado diferenças significativas quando realizados contrastes entre a testemunha e os tratamentos, e entre os tratamentos. Os valores absolutos para esta variável mostram-se bastante semelhantes para os nove tratamentos, destacando-se a testemunha (T1), com menor massa de grãos (Tabela 9, Figura 6).

Horn et al. (1978), estudando o efeito de fungicidas sobre o rendimento e a maturação de plantas de soja, observou que maiores rendimentos e atraso na maturação

são resultados do controle efetivo de doenças e não do efeito direto dos fungicidas sobre as plantas.

Neste trabalho, verificou-se o mesmo efeito, de maneira que, o emprego de fungicidas pode se constituir em uma importante ferramenta no controle da doença oídio, principalmente, ao se considerar a suscetibilidade a essa doença na maioria dos cultivares de soja em uso no Brasil.

Aplicações de produtos químicos para controle de doenças devem ser realizadas nos estádios reprodutivos da cultura (Horn et. al., 1979), e bons resultados têm sido verificados com a utilização de benomyl e tebuconazole. Estes fungicidas pertencem à grupos químicos distintos e, como pôde ser observado, podem ser utilizados para o controle da doença, como cita EMBRAPA (2000) em suas recomendações técnicas para controle da mesma. Fato que pode ser benéfico, uma vez que reduz o risco de surgimento de raças patogênicas resistentes, devido à elevada frequência de aplicação de fungicidas do grupo dos benzimidazóis (Heaney et al., 1994), 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 aparecimentos dessas raças (Delp, 1988).

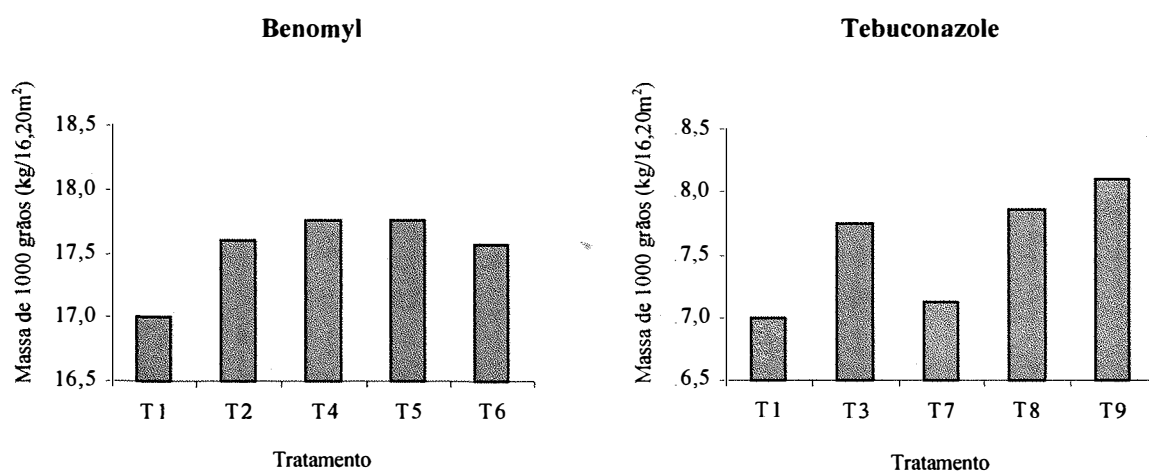


Figura 6 - Efeito dos tratamentos na massa de 1000 grãos de soja para os diferentes fungicidas.

Com relação aos momentos fenológicos de aplicação dos fungicidas, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Entretanto, nota-se que a pulverização dos fungicidas nos estádios relativos à média granação das vagens ( $R_{5,3}$ ) e à formação completa da semente no interior da vagem ( $R_6$ ) proporcionaram, em valores absolutos, melhor formação de vagens e grãos nas plantas, além de, pequeno acréscimo no rendimento.

Tabela 9. Valores médios observados para o número de vagens formadas por planta (NVP), número de grãos formados por planta (NGP), massa de 1000 grãos (M1000G) e rendimento

| Tratamentos | NVP   | NGP    | M1000G | Rendimento                  |                        |
|-------------|-------|--------|--------|-----------------------------|------------------------|
|             | (n°)  | (n°)   | (g)    | (kg 16,20 m <sup>-2</sup> ) | (kg ha <sup>-1</sup> ) |
| T1          | 49,17 | 98,67  | 16,99  | 3,86                        | 2.383                  |
| T2          | 61,42 | 100,08 | 17,60  | 4,34                        | 2.679                  |
| T3          | 48,00 | 94,08  | 17,74  | 4,18                        | 2.580                  |
| T4          | 47,42 | 97,83  | 17,77  | 4,30                        | 2.654                  |
| T5          | 48,50 | 96,33  | 17,76  | 4,34                        | 2.679                  |
| T6          | 43,17 | 86,75  | 17,57  | 4,29                        | 2.648                  |
| T7          | 45,67 | 87,08  | 17,12  | 4,12                        | 2.543                  |
| T8          | 53,33 | 106,58 | 17,86  | 4,38                        | 2.704                  |
| T9          | 76,08 | 150,42 | 18,11  | 4,51                        | 2.784                  |

#### 4.4 Escala diagramática para avaliação da severidade de oídio

Na escala diagramática para oídio em soja (Figura 7), os sintomas da doença estão representados em oito níveis de severidade, com valor máximo de 60%. Valores de severidade acima de 60% não foram incluídos na escala diagramática, por serem de difícil avaliação, devido às limitações na acuidade visual. Para facilitar o desenho das lesões no limbo foliar, representou-se apenas um folíolo de soja.

Para a validação da escala, cinco avaliadores interpolaram a severidade em cinquenta folíolos verdadeiros, situados em uma faixa entre 0,6 e 60% de severidade,

utilizando a escala como guia. Dos cinco avaliadores, apenas dois deles possuíam experiência em estimar a severidade da doença em campo.

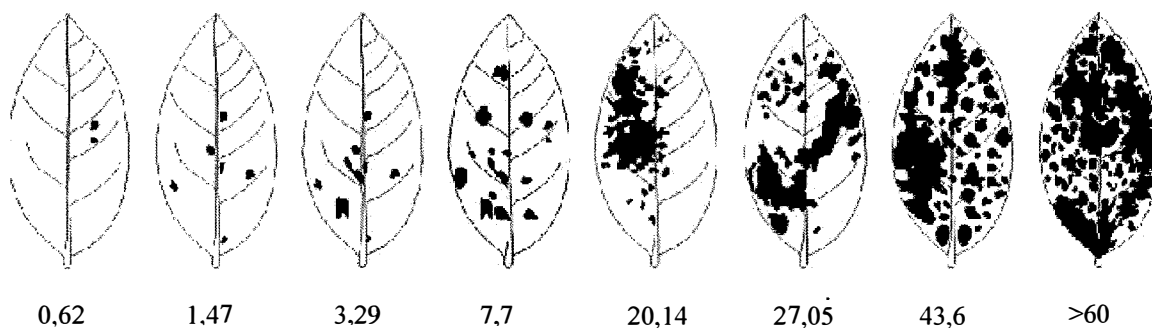


Figura 7 - Escala diagramática elaborada para a avaliação da severidade do oídio em condições de campo.

#### 4.5 Efeito da severidade no rendimento

Com base no rendimento obtido no tratamento 9, para o qual se observou o maior valor absoluto (4,51 kg 16,20m<sup>-2</sup>), determinou-se o percentual de redução no rendimento, relativo aos demais tratamentos.

O tratamento testemunha, apresentou redução da ordem de 16,8% em relação à referência (T9), o que pode ser associado a maior severidade da doença (11,0%) observada. Os demais tratamentos apresentaram percentuais de redução semelhantes, com exceção de T3 e T7, que apresentaram médias ligeiramente superiores, ao tratamento T1.

Os resultados concordam com aqueles obtidos por Reis et al. (1997), que ao estudarem o efeito do oídio, causado por *Erysiphe graminis* f.sp., sobre o rendimento de grãos de trigo, observaram uma correlação negativa significativa deste com a incidência foliar da doença, ou seja, o aumento da incidência correspondeu uma redução no rendimento de grãos.

Aquino et. al. (1992), em seus estudos com amendoim suscetível, cita que a mesma proporção de severidade da doença em diferentes áreas foliares, não teriam o mesmo impacto no rendimento, o que concorda com os resultados aqui obtidos.

No presente trabalho, não houve efeito significativo da doença sobre o rendimento, para os tratamentos em que se utilizou o fungicida tebuconazole, enquanto que para os tratamentos com benomyl, observou-se efeito significativo ( $p < 0,005$ ;  $r = 0,9945$ ). Tais resultados não podem ser conclusivos quanto à eficiência dos fungicidas, uma vez que realizou-se apenas uma avaliação da doença, a qual ocorreu tardiamente na cultura. Em valores absolutos, fica evidenciado que ambos os fungicidas apresentaram eficiente controle da doença, quando comparados à testemunha, que não recebeu nenhuma aplicação.

A doença apresentou uma relação linear negativa com o rendimento, onde maior severidade da doença implicou em maior queda do rendimento ( $y = -0,0437x + 4,344$ ). Porém, observou-se grande variação na severidade e pouca influência da mesma no rendimento da cultura. A Figura 8 representa o efeito da severidade da doença oídio no rendimento de grãos de soja.

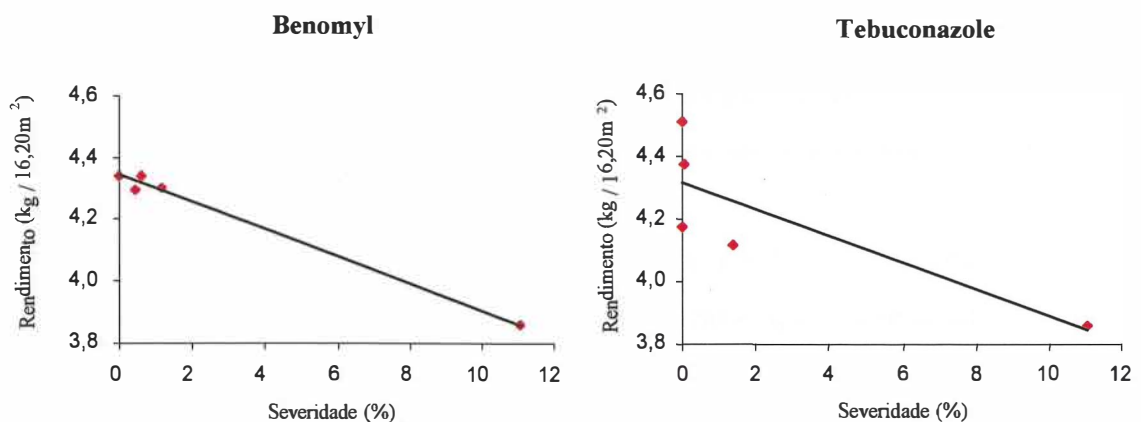


Figura 8 - Efeitos da severidade do oídio no rendimento de grãos de soja.

Pataky et al. (1988), observou reduções substanciais no rendimento de híbridos suscetíveis de milho, sob condições moderadas de severidade de *Erwinia stewartii* e *Clavibacter michiganense* subsp. *Nebraskense*, enquanto que para híbridos moderadamente resistentes e resistentes, não houve redução considerável. Observou, também, que infecções iniciadas no estágio inicial de desenvolvimento da planta apresentam relações mais significativas entre o rendimento e a severidade.

Caierão et al. (2001), por sua vez, encontrou correlação baixa e não significativa entre incidência e rendimento, o mesmo para severidade e rendimento, quando estudando o efeito de níveis de severidade e incidência da ferrugem da folha no rendimento de linhagens de aveia, revelando baixa correlação entre estas duas variáveis.

Godoy (1995), analisando os danos causados por *Phaeoisariopsis griseola* em feijoeiro, não pôde estabelecer correlação entre injúria e dano, pois injúria, aqui expressa em severidade, não explicou a redução no rendimento.

Da mesma maneira, ao estudar o efeito de *Xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli* em feijoeiro, Diaz (2000) demonstrou, na relação entre severidade e produção, que a severidade não se constitui bom preditor do rendimento.

Desta forma, observa-se perante o presente trabalho, que a severidade não se constitui um fator indicativo de queda no rendimento da soja, exceto para condições de elevada severidade. Grandes variações de severidade, nem sempre acarretam em grandes quedas de produção.

#### **4.6 Efeito da duração da área foliar sadia (HAD) na produção**

Na Figura 9 são apresentados os efeitos da duração da área foliar sadia (HAD) na produção e na massa de 1000 grãos da soja

Observa-se um acréscimo significativo, em nível de 5%, para as variáveis rendimento e massa de 1000 grãos, para os tratamentos que foi utilizado o fungicida benomyl. Já para os tratamentos com o fungicida tebuconazole, observa-se que o rendimento também apresentou um ligeiro acréscimo, porém, o mesmo não se mostrou significativo quando feita regressão polinomial dos dados coletados. A massa de 1000 grãos, para os mesmos tratamentos, mostrou-se significativa em nível de 5%. Tais resultados contrastantes podem ser justificados pela única avaliação de severidade realizada, uma vez que o aparecimento da doença ocorreu de forma tardia na cultura, quando a mesma se encontrava em fase final do período reprodutivo.



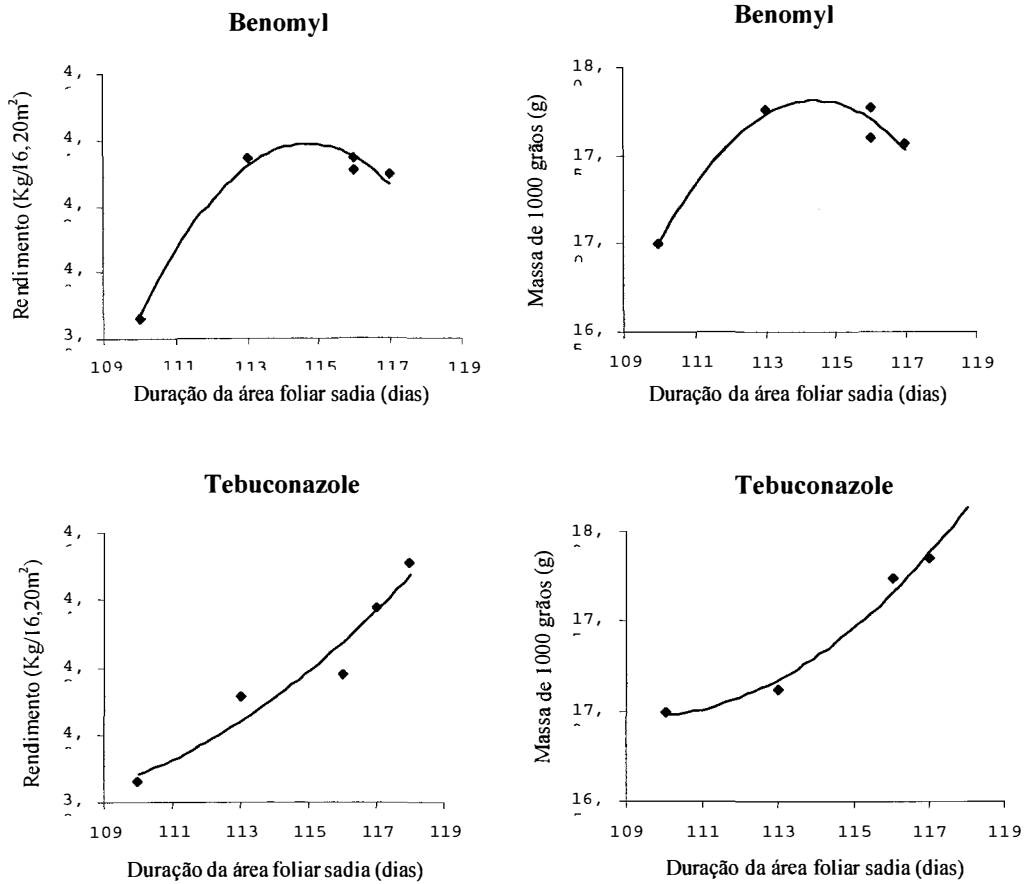


Figura 9 - Efeito da duração da área foliar sadia (HAD) no rendimento e na massa de 1000 grãos da soja.

As relações entre duração de área foliar sadia (HAD) e rendimento, e também duração de área foliar sadia (HAD) e massa de 1000 grãos, foram obtidas por regressão polinomial e podem ser observadas nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10. 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                             | $R^2$  |
|---------------------|--------|--------|---------------------------------------|--------|
| Rendimento          | 0,0838 | 0,0196 | $Y = -305,64 + 5,4062 x - 0,0236 x^2$ | 0,9804 |
| Massa de 1000 grãos | 0,1890 | 0,0417 | $Y = -526,4 + 9,5136 x - 0,0416 x^2$  | 0,9583 |

Tabela 11. 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                            | $R^2$  |
|---------------------|--------|--------|--------------------------------------|--------|
| Rendimento          | 0,1167 | 0,0680 | $Y = 51,68 - 0,9082 x + 0,0043 x^2$  | 0,932  |
| Massa de 1000 grãos | 0,4591 | 0,0133 | $Y = 204,21 - 3,4229 x + 0,0156 x^2$ | 0,9867 |

Observou-se que com o aumento da duração da área foliar sadia houve aumento nas variáveis rendimento e massa de 1000 grãos, para todos os tratamentos, evidenciando a correlação entre duração de área foliar sadia e rendimento. Dados estes que concordam com Silva et al. (1998), o qual observou que os valores de HAD foram os que melhor se correlacionaram com rendimento, quando analisou a relação entre severidade de doença, área foliar sadia, absorção da área foliar sadia e produção na cultura do feijoeiro.

De acordo com Waggoner e Berger (1987), o rendimento das plantas está correlacionado com a duração da área foliar sadia, e não somente com o índice de área foliar. Estes autores, em associação com outros, observaram alta correlação entre HAD e rendimento, quando realizaram 78 tratamentos com amendoim, envolvendo desfolha manual e desfolha causada por *Cercosporidium personatum* e *Cercospora arachidicola*.

Aquino et al. (1992), obteve resultado semelhante ao relacionar HAD com rendimento de amendoim suscetível à *Cercosporidium personatum*, onde o aumento de HAD proporcionaram aumento do número de vagens.

Subba Rao et al. (1989), também constataram a importância da duração da área foliar sadia sobre os componentes do rendimento, em seu estudo sobre o efeito de *Puccinia striiformis* Westend. Os autores verificaram que apesar de haver uma compensação fotossintética por outras partes da planta, não se equivale ao montante proporcionado pelas folhas sadias.

Sabe-se que os nutrientes absorvidos pelas plantas são armazenados nos tecidos vegetativos das mesmas, translocando-se para os grãos em período de enchimentos dos mesmos (Hanway & Weber, 1971). Daí a importância da manutenção da área foliar sadia por maior período de tempo, como tecido fotossintetizante e como armazenamento de nutrientes. Dessa maneira, para o fungo *Microsphaera diffusa* Cke. Pk., especial atenção deve ser dispensada, uma vez que o mesmo afeta o sistema metabólico das plantas, através da emissão de haustórios, sem necessariamente apresentar sintomas ou senescência das folhas (Mignucci & Boyer, 1979).

Mignucci & Boyer (1979), ressaltam que o fungo *Microsphaera diffusa* Cke. & Pk. promove redução significativa na transpiração e fotossíntese das plantas de soja, conseqüentemente no rendimento, mas que tal redução não está relacionada com efeitos secundários provocados pela doença, como mortalidade da célula ou senescência das folhas, mas por alterações metabólicas induzidas pelo próprio patógeno. Fato este, que concorda com os resultados aqui obtidos, uma vez que não se observou senescência das folhas, exceto por condições naturais de maturidade da planta. Não foi observado severidade elevada na cultura, conseqüentemente, não houve perdas substanciais no rendimento.

Quanto à melhor época de aplicação do fungicida, observou-se, de acordo com os dados apresentados, que tratamentos com benomyl, proporcionaram melhor efeito preventivo, enquanto que tratamentos com tebuconazole, melhor efeito curativo.

Por este trabalho, evidencia-se a importância e eficiência de controle de doenças sobre a cultura da soja, tornando-se viável a exploração de seu potencial genético produtivo.

## 5 CONCLUSÕES

A doença oídio causou perdas no rendimento da soja, cultivar FT-Jatobá, da ordem de 11,5%.

Não houve diferenças no número de vagens e de grãos formados pela planta e nem na massa de 1000 grãos e no rendimento de soja, quando ambos os fungicidas foram comparados, indicando que apesar de pertencerem a grupos químicos diferentes, tanto benomyl quanto tebuconazole, podem ser empregados no controle do oídio da soja.

Embora a análise estatística não tenha revelado diferenças significativas quanto à época de aplicação dos fungicidas, melhor formação de vagens e de grãos e melhor performance quanto à massa de grãos e rendimento foram observados para as pulverizações nos estádios R<sub>6</sub>, seguido de aplicações em R<sub>5,3</sub>.

Para o oídio da soja, a severidade não se apresenta como bom indicador de previsão ou de estimativa de reduções no rendimento de grãos.

A variável duração da área foliar sadia (HAD) apresenta relações significativas com a massa e o rendimento de grãos de soja, podendo ser utilizado no patossistema soja-oídio, em face da HAD ser afetada diretamente por esta doença.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERINI, J. L.; MATSUMOTO, M. N.; ZUFFO, N. L. **Descrição e uso de cultivares de soja para o Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: Hatã Genética e Melhoramento, 1990. 57p. (Hatã Genética e Melhoramento. Boletim Técnico, 1).

AMES, K.A.; BACHMAN, M.S.; NICKELL, C.D.; PEDERSEN, W.L. Effect of fungicides used for control of powdery mildew on the foliar symptoms of brown stem rot of soybeans. **Phytopathology**, v. 88, n. 3, p. 3, 1998 (Resumo).

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.

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.

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.

- BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de danos e perdas. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p.674-690.
- BERGER, R. D. Measuring disease intensity. In: TENG, P. S.; DRUPA, S. V. (Ed.). **Crop loss assessment**. In: COMMEM SYMPOSIUM, 7., St Paul, 1980. **Proceedings**. St Paul: University of Minnesota, 1980. p.28-31.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: LANARV, SNDA, 1992. 365p.
- CAIERÃO, E.; CARVALHO, F. I F.; FLOSS, E. L.; CHACON, C. D. S.; LONRECETTI, C.; MARCHIORO, V. Efeito de níveis de severidade e incidência da ferrugem-da-folha e ferrugem-do-colmo no rendimento de linhagens de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.43-52. Jan. 2001.
- CÂMARA, G. M. S. Fenologia da soja. In: CÂMARA, G. M. S. **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: G. M. S. CÂMARA, 1998a. p. 26-39.
- CÂMARA, G. M. S. Fenologia da soja. **Informações Agronômicas**, n. 82, p. 1-6., Jun/1998b.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Crop loss assessment and modeling. In: CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley, 1990. p.393-422.
- CHARLES-EDWARDS, D. A. **Physiological determinants of crop grows**. New York: Academic Press, 1982. 161p.

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.

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.

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

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.

DUNLEAVY, J.M. Soybean seed yield losses caused by powdery mildew. **Crop Science**, v.18, p.337-339. 1978.

DUNLEAVY, J.M. Soybean seed yield losses caused by powdery mildew. **Plant Disease**, v.64, n.3, p.291-292, 1980.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1998/99**. 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).



- FRANCISCO TERASAWA - PESQUISA E SEMENTES. **Relatório Técnico 1990**. Ponta Grossa: Planeta. 1990. 69p.
- GAUNT, R. E. The relationship between plant disease severity and yield. **Phytopatology**, v. 33, p.119-144, 1995.
- 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.
- 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. 1971.
- HEANEY, S.; SLAWSON, D.; HOLLOMON, D.W.; SMITH, M.; RUSSELL, P.E.; PARRY, D.W. **Fungicide resistance**. Farnham: BCPC & BSPP, 1994. 418 p.
- HEITEFUSS, R.; WILLIAMS, P. H. (Ed.). **Physiological plant pathology**. New York: Academic Press, 1976. 89p.
- 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.724-728, 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.
- 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.
- KASPERS, H.; BRANDES, W.; SCHEINPFLUG, H. Improved control of crop diseases with a new azole fungicide, HWG 1608 (<sup>®</sup>Folicur, <sup>®</sup>Raxil). **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, v.40, n.2, p.81-110, 1987.
- 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.
- KUCK, K.H.; THIELERT, W. On the systemic properties of HWG 1608, the active ingredient of the fungicides <sup>®</sup>Folicur and <sup>®</sup>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.
- LOHNES, D.G.; BERNARD, R.L. Inheritance of resistance to powdery mildew in soybeans. **Plant Disease**, v.76, p.964-965, 1992.

LOHNES, D.G.; NICKELL, C.D. Effects of powdery mildew alleles *Rmd-c*, *Rmd*, and *rmd* on yield and others characteristics in soybean. **Plant Disease**, v.78, n.3, p.299-301, 1994.

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

MADDEN, L. V. Modeling yield losses at the field scale. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, 6, Montreal, 1993. **Abstracts**. Montreal: 1993. p.11.

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 Agronômico, 1996. p.202-203. (IAC. Boletim Técnico, 100).

MIGNUCCI, J.S. Powdery Mildew. In: SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 3. ed. Saint Paul: APS Press. 1989. p. 21-23.

MIGNUCCI, J. S.; BOYER, J. S. Inhibition of photosynthesis and transpiration in soybean infected by *Microsphaera diffusa*. **Phytopathology**, v.69, n.3, p.227-230. 1979.

MIGNUCCI, J. S.; LIM, S. M.; HEPPELRY, P. R. Effects of temperature on reactions of soybean seedlings to powdery mildew. **Plant Disease Reporter**, v.61, n.2, p.122-124. 1977.

- NILSSON, H. E. Remote sensing and image analysis in plant pathology. **Canadian Journal Plant Pathology**. n.17, p.154-166, 1995.
- NUTTER, F. W. JUNIOR.; SCHULTZ, P. M. Improving the accuracy and precision of disease assessments selection of methods and use of computer-aided training programs. *Canadian Journal Plant Pathology*. n.17, p.174-184, 1995.
- 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.; 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.
- PETERSON, C.A.; EDGINGTON, L.V. Transport of a systemic fungicide, benomyl, in bean plants. **Phytopathology**, v.60, p.475-478, 1970.
- PHILLIPS, D.V. Stability of *Microsphaera diffusa* and the effect of powdery mildew on yield of soybeans. **Plant Disease**, v.68, p.953-956, 1984.
- PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M. **Doenças de soja: diagnose, epidemiologia e controle**. Passo Fundo, 1998. 91p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 42).
- REIS, E. M.; CASA, R. T.; HOFFMANN, L. L. Efeito de oídio, causado por *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*, sobre o rendimento de grãos de trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v.22, n.4, p.492-495. 1997.
- 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)

- ROUSE, D. I. Use of crop growth-models to predict the effects of disease. **Annual Review of Phytopathology**, v.26, p.183-201, 1988.
- SILVA, M. B. da; VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L.; HAU, B.; BERGAMIN FILHO, A. Relação entre severidade de doença, área foliar sadia, absorção da área foliar sadia e produção na cultura do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.24, n.3/4, p.226-231. 1998.
- 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.
- TANAKA, M. A. S.; MARCARENHAS, H. A. A.; ITO, M. F.; TANAKA R. T. Tolerância a toxicidade de manganês e resistência ao oídio em linhagem de soja IAC-Foscarin 31. **Summa Phytopathologica**, v.21, n.3/4, p.225-228, 1995.
- WAGGONER, P.E.; BERGER, R.D. Defoliation, disease and growth. **Phytopathology**, v.77, n.3, p.393-398, 1987.
- 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.
- 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.; SARTORATO, A. Oídios de leguminosas: feijoeiro e soja. In: STADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. (Ed). **Oídios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p.255-284.

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. p. 333-397.

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.

## ERRATA

MATTIAZZI, P. Efeito do oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck) na produção e duração da área foliar sadia da soja. Dissertação de Mestrado.

| p. | item |       | Onde se lê  | Leia-se  |
|----|------|-------|---|--|
| 40 | 5    | linha | Não houve diferenças no número de vagens e de grãos formados pela planta e nem na massa de 1000 grãos e no rendimento de soja, quando ambos os fungicidas forma comparados, indicando que apesar de pertencerem a grupos químicos diferentes, tanto benomyl quanto tebuconazole, podem ser empregados o controle do oídio da soja.  | A aplicação dos fungicidas benomyl e tebuconazole melhora o rendimento da soja, quando há ocorrência do oídio. Estes fungicidas não apresentaram diferenças entre si, podendo ser empregados no controle desta doença. |
| 40 | 5    | linha | Embora a análise estatística não tenha revelado diferenças significativas quanto à época de aplicação dos fungicidas, melhor formação de vagens e de grãos e melhor performance quanto à massa de grãos e rendimento, foram observados para as pulverizações nos estágio R <sub>6</sub> , seguido de aplicações em R <sub>5,3</sub> | Não houve diferenças significativas quanto a melhor época de aplicação dos fungicidas. Porém, aplicações em R <sub>5,3</sub> e R <sub>6</sub> demonstraram melhores resultados.  |
| 40 | 5    | linha | Para o oídio da soja, a severidade não se apresenta como bom indicador de previsão ou de estimativa de reduções no rendimento de grãos.   | excluir  |