

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**FERRUGEM DO EUCALIPTO: ÍNDICE DE INFECÇÃO, ANÁLISE  
TEMPORAL E ESTIMATIVAS DE DANOS RELACIONADAS À  
INTENSIDADE DA DOENÇA NO CAMPO**

**SIMONE SHINOBU TAKAHASHI**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus  
de Botucatu, para obtenção do título de Mestre  
em Agronomia – Área de Concentração em  
Proteção de Plantas

BOTUCATU - SP  
Abril - 2002



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**FERRUGEM DO EUCALIPTO: ÍNDICE DE INFECCÃO, ANÁLISE  
TEMPORAL E ESTIMATIVAS DE DANOS RELACIONADAS À  
INTENSIDADE DA DOENÇA NO CAMPO**

**SIMONE SHINOBU TAKAHASHI**

Engenheira Florestal

Orientador: Prof. Dr. Edson Luiz Furtado

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Proteção de Plantas

BOTUCATU - SP  
Abril - 2002

As minhas irmãs

*ANGELA TIHARU TAKAHASHI* e *MARCIA SAYURI TAKAHASHI*

Pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência

Aos meus pais

*TSUYOSHI* e *TIZUKO TAKAHASHI* por terem me conduzido a este dia

Ao meu namorado *MARCELO LINARDI GOMES*  
por todo carinho, dedicação  
e compreensão.

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. **Edson Luiz Furtado**, pela orientação, amizade, por toda experiência transmitida e por sempre estar presente.

A todos os professores do Departamento de Produção Vegetal da FCA-UNESP, em especial aos professores **Chukichi Kurozawa, Nilton Luiz de Souza, Marcelo Agenor Pavan, Antônio Carlos Maringoni, Carlos Gilberto Raetano, e Carlos Frederico Wilcken**, pelo auxílio nos momentos de dúvida.

Ao Prof. Dr. **Edson Seizo Mori**, do antigo Departamento de Agricultura, pela amizade, apoio e incentivo para o meu aperfeiçoamento profissional.

Aos membros da banca, Prof. Dr. **Marcelo Giovanetti Canteri**, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, e Prof. Dr. **Willian Mário de Carvalho Nunes**, da Universidade Estadual de Maringá, pelas valiosas sugestões e contribuições para o enriquecimento desse trabalho.

A **Votorantim Celulose e Papel** por ter concedido a bolsa de mestrado e por ter cedido as áreas para os testes, em especial ao Engenheiro Florestal **Fausto Rodrigues Alves de Camargo** e aos técnicos **Donizete Costa Dias e Glodoaldo Arantes Ramiro**, pela amizade, pelo apoio irrestrito e auxílio na execução dos testes.

Aos colegas do antigo Departamento de Defesa Fitossanitária: **Alexandre Buzeto, Alexandre Levi, Ana Paula, Camillo, Christiane, Eiko, Gislaine, Gustavo, Janaina, Malu, Maurício, Sérgio e Angelo**, pela amizade, companheirismo e cumplicidade em todos os momentos.

A todos os **funcionários** do Departamento de Produção Vegetal da FCA-UNESP, pela ajuda no decorrer do curso de pós-graduação e pela amizade.

A dois grandes amigos, **Sandra Sayuri Ori e Gilberto Ferreira Moraes**, pelo apoio e pela inestimável amizade.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
Lista de Quadros.....	viii
Lista de Figuras.....	x
RESUMO.....	01
SUMMARY.....	03
1 INTRODUÇÃO.....	05
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	08
2.1 A cultura do eucalipto.....	08
2.2 Características gerais da ferrugem do eucalipto.....	10
2.3 Epidemiologia da ferrugem do eucalipto.....	15
2.4 Quantificação da ferrugem em <i>Eucalyptus</i> spp.....	21
2.5 Avaliação de danos de doenças de plantas.....	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
3.1 Comparação de índice de ferrugem do eucalipto em duas regiões de plantio de eucalipto no Estado de São Paulo.....	37
3.2 Local de instalação das parcelas de observação.....	38
3.3 Avaliação.....	40
3.3.1 Avaliação da doença.....	40

	Página
3.3.2 Desenvolvimento das plantas.....	41
3.4 Análise temporal.....	44
3.5 Avaliação de danos da ferrugem do eucalipto.....	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1 Comparação de índice de ferrugem do eucalipto em duas regiões de plantio de eucalipto no Estado de São Paulo.....	47
4.2 Análise temporal da ferrugem do eucalipto.....	52
4.3 Quantificação de danos causados pela ferrugem do eucalipto.....	57
5 CONCLUSÃO.....	74
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75



**LISTA DE QUADROS**

	Página
1. Dados de controle das áreas de experimento.....	39
2. Datas das doze avaliações e as respectivas idades em que as plantas foram avaliadas nas três regiões do estado de São Paulo, considerando cinco procedências de <i>Eucalyptus grandis</i> . .....	42
3. Coeficientes das regressões lineares entre AUDPC e volume médio de madeira (m <sup>3</sup> ), para as três regiões. ....	58
4. Comparação entre AUDPC e nível médio para <i>E. grandis</i> , procedência Paraibuna, na Fazenda Rogemar, região de Guararema-SP. Data de plantio: 10/07/96. ....	66
5. Comparação entre AUDPC e nível médio para <i>E. grandis</i> , procedência Paraibuna, na Fazenda Rogemar, região de Guararema-SP. Data de plantio: 23/12/96. ....	67
6. Comparação entre AUDPC e nível médio para <i>E. grandis</i> , procedência Salto, na Fazenda Varadouro, região de São José-SP. Data de plantio: 20/11/96. ....	68

	Página
7. Comparação entre AUDPC e nível médio para <i>E. grandis</i> , procedência Botucatu, na Fazenda São Pedro I, região de São José-SP. Data de plantio: 01/08/96. ....	69
8. Comparação entre AUDPC e nível médio para <i>E. grandis</i> , procedência Taubaté, na Fazenda Nossa Senhora Ajuda, região de Taubaté-SP. Data de plantio: 18/07/96. ....	70
9. Comparação entre AUDPC e nível médio para <i>E. grandis</i> , procedência Resende, na Fazenda Gaspar, região de Taubaté-SP. Data de plantio: 28/06/96. ....	71
10. Resumo da severidade, em nível médio, em função da intensidade e severidade da ferrugem na planta.....	72
11. Estimativas de danos na produção de madeira para as três regiões do Vale do Paraíba. ....	73

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Escala diagramática da ferrugem do eucalipto.....	41
2. Índice de infecção da ferrugem, comparando duas regiões distintas, Ribeirão Preto e Vale do Paraíba, do Estado de São Paulo, no período de 1993 a 1997....	48
3. Incidência da ferrugem em plantios, da mesma idade, em três diferentes localidades na região do Vale do Paraíba. ....	53
4. Incidência da ferrugem em plantios de duas diferentes idades, na região de Guararema - SP. ....	53
5. Incidência média de plantas com ferrugem nas três localidades da Região do Vale do Paraíba - SP. ....	55
6. Idade máxima em que a planta apresenta sintomas de ferrugem de acordo com a região. ....	56
7. Volume médio de madeira (m <sup>3</sup> ) em função da AUDPC de plantas individuais de <i>E. grandis</i> , procedência Paraibuna, em Guararema-SP. Idade de Plantio: 10/07/96. ....	59
8. Volume médio de madeira (m <sup>3</sup> ) em função da AUDPC de plantas individuais de <i>E. grandis</i> , procedência Paraibuna, em Guararema-SP. Idade de Plantio: 23/12/96. ....	59

	Página
9. Volume médio de madeira (m <sup>3</sup> ) em função da AUDPC de plantas individuais de <i>E. grandis</i> , procedência Salto, em São José – SP. Idade de Plantio: 20/11/96. ....	60
10. Volume médio de madeira (m <sup>3</sup> ) em função da AUDPC de plantas individuais de <i>E. grandis</i> , procedência Botucatu, em São José - SP. Idade de Plantio: 01/08/96. ....	60
11. Volume médio de madeira (m <sup>3</sup> ) em função da AUDPC de plantas individuais de <i>E. grandis</i> , procedência Taubaté, em Taubaté - SP. Idade de Plantio: 18/07/96. ....	61
12. Volume médio de madeira (m <sup>3</sup> ) em função da AUDPC de plantas individuais de <i>E. grandis</i> , procedência Resende, em Taubaté - SP. Idade de Plantio: 28/06/96. ....	61
13. Correlação entre AUDPC e nível médio na Fazenda Rogemar, talhão 3, região de Guararema – SP. Data de plantio: 10/07/96. ....	63
14. Correlação entre AUDPC e nível médio na Fazenda Rogemar, talhão 6, região de Guararema – SP. Data de plantio: 23/12/96. ....	63
15. Correlação entre AUDPC e nível médio na Fazenda Varadouro, talhão 10, região de São José – SP. Data de plantio: 20/11/96. ....	64
16. Correlação entre AUDPC e nível médio na Fazenda São Pedro I, talhão 6, região de São José – SP. Data de plantio: 01/08/96. ....	64
17. Correlação entre AUDPC e nível médio na Fazenda Nossa Senhora Ajuda, talhão 9, região de Taubaté – SP. Data de plantio: 18/07/96. ....	65
18. Correlação entre AUDPC e nível médio na Fazenda Gaspar, talhão 7, região de Taubaté – SP. Data de plantio: 28/06/96. ....	65

## RESUMO

O conhecimento das perdas causadas por doenças no campo é considerado um dos mais importantes fatores no manejo integrado de doenças em *Eucalyptus*. A ferrugem do eucalipto, causada pelo fungo *Puccinia psidii* Winter, também conhecida como ferrugem das Mirtáceas, é considerada uma das mais recentes enfermidades em plantas com menos de dois anos de idade. Desde meados da década de 80 tem sido registrado índices severos da doença, nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil. Apesar de alguns grupos de pesquisadores terem desenvolvido importantes trabalhos sobre o assunto, as informações a respeito dos danos causados pela doença continuam com lacunas. Deste modo, mais informações a respeito da doença, principalmente sobre sua epidemiologia, são necessários na escolha do melhor método de controle a ser adotado. Dentro desse contexto o presente trabalho objetivou: comparar o índice de infecção de duas regiões de plantio, analisar a distribuição temporal da doença e determinar os danos causados pela ferrugem em plantios de *Eucalyptus* spp. Para comparação de duas regiões de plantio distintas do Estado de São Paulo: Vale do Paraíba e Ribeirão Preto, em relação à ocorrência da ferrugem do eucalipto, calculou-se o índice de infecção a partir de

um modelo matemático proposto por Ruiz et al. (1989). O índice de infecção foi estimado, a partir de dados climáticos diários de temperatura e período de molhamento foliar, para cada região durante os anos de 1993 a 1997. A partir dos resultados a região do Vale do Paraíba destacou-se, em termos de condições climáticas, como favorável à ocorrência da ferrugem em eucalipto, enquanto o contrário foi verificado para a região de Ribeirão Preto. Devido ao alto índice de ocorrência da ferrugem na região do Vale do Paraíba, também foram avaliados o aspecto temporal e os danos causados pela doença. Foram conduzidos experimentos em três condições ambientais: Guararema, São José dos Campos e Taubaté, na região do Vale do Paraíba, nos anos de 1997 até 2001. Em cada ambiente conduziu-se dois experimentos em duas diferentes idades, onde foram avaliados cinco genótipos de *Eucalyptus grandis*, dependendo do local. No experimento, foi utilizado o método de planta individual, em cada parcela de observação foram conduzidas três linhas de 50 plantas cada. As plantas foram expostas à infecção natural. Foram realizadas doze avaliações visuais da severidade da doença, por meio de escala de notas variando de 1 (planta sadia) a 3 (planta altamente suscetível) e obteve-se também a produtividade individual de *E. grandis*. No aspecto temporal, utilizando apenas os dados de incidência em cada parcela e época de avaliação, o mês mais favorável à ocorrência da doença foi o mês de setembro e a idade máxima em que foi constatada a ferrugem nas plantas foi de 1,5 ano. A redução na produtividade foi estimada. Constatou-se alta correlação (0,66 a 0,89) entre a área abaixo da curva de progresso da doença (AUDPC) e volume médio de madeira. O nível de dano variou entre os ambientes, a idade de plantio e os genótipos avaliados, as reduções na produção variaram entre 20% a 41%. Portanto, esses resultados indicaram que a utilização de genótipos suscetíveis pode acarretar em sérios prejuízos às empresas florestais.

EUCALYPTUS RUST: INFECTION INDEX, TEMPORAL ANALYSIS AND RELATIONSHIPS BETWEEN YIELD DAMAGE ESTIMATE AND DISEASE INTENSITY IN THE FIELD. Botucatu, 2002. 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: SIMONE SHINOBU TAKAHASHI

Adviser: EDSON LUIZ FURTADO

## **SUMMARY**

The most important fact about integrated management in *Eucalyptus* is to know how much the loss caused by diseases in the field is, in other words, the quantification of the production damage and its consequences. The eucalyptus rust, also known as Mirtaceas rust, is considered one of the most recent illness in trees that are younger than two-year-old. Since the mid-80s severe indices of disease incident have been registered on the southeastern and northeastern Brazilian regions. Despite some research groups have developed important works on the subject, the available informations are still very uncertain. Thus, more studies about the disease, mainly on epidemiology, are necessary to choose which disease control method will be taken. In this context, the present work objectived: to compare the infection index between

two planting region in São Paulo State, to analysis the disease temporal distribution and to estimate the damage caused by rust in *Eucalyptus grandis* plantation. The infection index was estimated from Ruiz et al. (1989) mathematical model for to compare two distincts regions in São Paulo State: Vale do Paraíba and Ribeirão Preto. The infection index, from diary climatic data of temperature and wet leaf period, was estimated among 1993 and 1997 for each region. The Vale do Paraíba region became apparent in the eucalyptus rust occurrence, while in the Ribeirão Preto the opposite region was verified. Also temporal analysis and loss assesment were made due the high eucalyptus rust intensity in the Vale do Paraíba region. Experiments were carried out in three environments: Guararema, São José dos Campos and Taubaté, in the Vale do Paraíba region, conducted in 1997 until 2001. Each environment had two experiments with two different ages, where five *Eucalyptus grandis* genotypes were evaluated, depending on the site. The single plant method is used in this experiment, in each observation plot were conducted three rows of 50 plants. The plants were exposed to natural infection. Twelve assesment of disease severity were performed visually, by means of score scale ranging from 1 (health plant) to 3 (highly susceptible plant). Also, *Eucalyptus grandis* individual yield was obtained. Only using incidence data of each plot and evaluation time, in the temporal aspect september detached as favourable month to disease occurrence and 1,5 year-old was the maximum age to disease development. The yield damage was also estimated. The high relationship between area under disease progress curve (AUDPC) and medium volume wood was checked (0,66 to 0,89). The damage level varied among the environments, age plant and genotypes evaluated, the losses varied among 20% until 41%. Thus, these results showed that the eucalyptus rust can cause severe losses to forest companies when susceptible genotypes are used.

---

Keywords: *Puccinia psidii*, Eucalyptus rust, *Eucalyptus* spp., loss assesment.



## 1 INTRODUÇÃO

A ferrugem do eucalipto causada pelo fungo *Puccinia psidii* WINTER é nativa do Brasil, apresentando ampla distribuição geográfica no país (Castro et al., 1983). Nos últimos anos tornou-se uma doença muito comum e severa em eucaliptais do Brasil com menos de dois anos de idade (Ferreira, 1983).

A primeira descrição da ferrugem do eucalipto foi feita em 1944 por Joffily (Joffily, 1944 - citado por Ferreira, 1983). A doença permaneceu sem destaque por um longo período de tempo, embora não esquecida (Castro, 1983). No entanto, com a ampliação da área de incidência da enfermidade os surtos tornaram-se cada vez mais frequentes. A primeira constatação de que se tem notícia, acarretando danos preocupantes, é de 1973 em viveiros e em plantações com menos de 18 meses de idade, em *Eucalyptus grandis* - procedência África do Sul - no Espírito Santo (Ferreira, 1983). Desde então, ataques esporádicos porém severos, de ferrugem do eucalipto ocorreram em viveiros e em plantações de eucaliptos nas regiões do Vale do Rio Doce, Zona da Mata e Açucena, em Minas Gerais, no

---

JOFFILY, J. Ferrugem do eucalipto. *Bragantia*, v. 4, n. 8, p.475-87, 1944.

Espírito Santo e no Sul da Bahia (Ferreira, 1981; Moraes et al., 1982; Castro, 1983). No Estado de São Paulo, a doença passou a ser considerada importante em meados de 1990, em plantios jovens de eucaliptos da região de Itapetininga e Vale do Paraíba (Camargo et al., 1997).

Além do Brasil, sua ocorrência também tem sido relatada em alguns países da América do Sul como: Argentina, Colômbia, Equador, Paraguai, Uruguai e Venezuela; América Central, nos países: Cuba, República Dominicana, Jamaica, Porto Rico e Trinidad e, na América do Norte, foi registrada a sua ocorrência no Sul da Flórida (Coutinho et al., 1998). *P. psiddi* é, atualmente, uma séria ameaça para plantações de eucalipto em muitas partes do mundo, particularmente, na Austrália, onde o eucalipto é nativo.

De um modo geral, as regiões em que se registrou índices severos de ocorrência de ferrugem em *Eucalyptus* spp. estão contidas em região bioclimática semelhantes, com temperatura média anual de 20<sup>o</sup> a 23<sup>o</sup>C, a precipitação média anual de 1100 a 1400 mm, apresentando déficit hídrico de 30 a 90 mm (Fujihara et al, 1994). Neste caso, condições como temperatura baixa e alta umidade são necessárias para infecções, o que ajuda a explicar a ocorrência de surtos esporádicos, de relativa curta duração e de rápida disseminação (Ferreira, 1981). A incidência e severidade da doença variam em função da espécie e do genótipo do hospedeiro, região geográfica e época do ano, sendo particularmente exigente quanto às condições de microclima e existência de órgãos juvenis (Alfenas et al., 2000).

Incidindo em mudas no viveiro e em plantas jovens no campo, o patógeno ataca, preferencialmente, folhas jovens e terminais de galhos, causando deformações dos órgãos, perda da dominância apical e, provavelmente, redução do crescimento, além de

ocasionar a morte das espécies mais susceptíveis (Krugner, 1980; Moraes et al., 1982; Ferreira, 1983). A ferrugem também tem causado a perda de alto percentual de tocos diante do ataque do patógeno nas brotações, após o corte raso (Alfenas et al., 1989). Deste modo, a ferrugem do eucalipto deixou de ser uma doença cujos danos eram consideráveis apenas em raras ocasiões (Krugner, 1980).

O dano é definido como qualquer redução na quantidade ou na qualidade da produção devido a injúrias causadas pelo patógeno (Nutter et al., 1991). A quantificação de danos causados por uma doença não apenas possibilita estimar a redução no retorno financeiro, mas também fornece bases essenciais para o manejo de doenças (Campbell & Madden, 1990).

Atualmente os sistemas de manejo integrado de doenças, baseados no limiar de dano econômico e explícitas considerações sobre custo/benefício, não estão disponíveis para a maioria das culturas importantes, temperadas ou tropicais. Portanto, estimativas confiáveis dos prejuízos causados pelos patógenos são um pré requisito para o desenvolvimento de qualquer programa bem sucedido de controle de doença (Walker, 1983).

Dentro desse contexto, os objetivos do presente trabalho foram:

- Comparar o índice de infecção de duas regiões de plantio do Estado de São Paulo;
- Verificar a distribuição temporal da ferrugem do eucalipto;
- Determinar, através de modelo matemático, os danos causados pela ferrugem em plantios de *Eucalyptus* spp. na região do Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A cultura do eucalipto**

A cultura do eucalipto é originária da Austrália, é considerada uma espécie de rápido crescimento. Entretanto a formação de povoamentos florestais para fins econômicos originou-se no Brasil, no início deste século, com a introdução do gênero *Eucalyptus*, na região de Rio Claro - S.P., pela Companhia Paulista de Estrada de Ferro, visando a produção de dormentes (Silva, 1994). Até o final dos anos 60, o setor florestal era pouco expressivo dentro da economia brasileira. A indústria florestal era incipiente e não possuía as fontes seguras para abastecimento. O setor teve, também, de enfrentar problemas gerados pelo quadro recessivo, iniciado nos anos 70, com a crise do petróleo, em que houve a redução das atividades econômicas. Hoje, o setor florestal conta com várias alternativas de suprimento e atua em vários ramos de atividade, permitindo uma produção tanto para o mercado interno como para o externo (Rezende et al., 1997).

Atualmente, o Brasil possui uma área de 3,0 milhões de hectares de eucaliptos plantados, sendo considerado o primeiro no mundo em termos de área reflorestada, dos quais cerca de 40% é destinado à atividade industrial (SBS, 2001). Por ser uma espécie recentemente introduzida no país, o eucalipto adaptou-se bem às condições climáticas do país e à demanda da madeira, em virtude do seu alto potencial de crescimento em relação às espécies nativas do país, demanda esta cada vez mais crescente não só para a fabricação de lenha, carvão vegetal, este expresso com uma produtividade na indústria siderúrgica em 26 milhões de m<sup>3</sup>/ano, como também para uso diversos na indústria de celulose e papel, com 21 milhões de m<sup>3</sup>/ano, e na produção de chapas e painéis na indústria da construção civil, em torno de 1,5 milhão de m<sup>3</sup>/ano, na tentativa de minimizar a pressão sobre as florestas nativas (SBS, 2001). Deste modo a eucaliptocultura tem-se demonstrado ser uma das mais produtivas, avançadas e competitivas do mundo.

Em virtude da demanda cada vez mais crescente em produzir madeira, em termos de quantidade e qualidade, torna-se necessário garantir a produção de mudas e a busca constante em termos de melhor produtividade dos povoamentos.

A necessidade de produzir com qualidade, é um reflexo claro, principalmente no Sudeste brasileiro, que desde a implantação da prática de produção de mudas de eucalipto por estaquia, ou seja, por clonagem, vêm garantindo plantios homogêneos, com características genéticas favoráveis, visando à produtividade e um ótimo do estabelecimento do plantio no campo (Ikemori, 1975; Simões et al., 1981). No entanto, o fato de aprimorar as técnicas de produção não significou na obtenção de plantas resistentes às doenças, principalmente à ferrugem do eucalipto.

## 2.2 Características gerais da ferrugem do eucalipto

*Puccinia psidii* Winter foi descrita pela primeira vez sobre goiabeira (*Psidium guajava* L.) em material coletado por Ernest H. G. Ule no Estado de Santa Catarina-BR. A descrição original foi publicada na Revista Hedwigia 24:161, 1864. Sabe-se hoje, que todos os hospedeiros desta ferrugem encontram-se na família botânica Myrtaceae, de onde provém o nome popular dessa doença conhecida como “Ferrugem das Mirtáceas” (Figueiredo, 2000).

Um grande número de ferrugens hoje existentes, em São Paulo e no Brasil, são espécies que ocorrem em plantas cultivadas (Figueiredo & Hennen, 1998). As ferrugens constituem um dos mais importantes grupos de fungos parasitas de plantas, sendo conhecidas mais de 6.000 espécies distribuídas por todos os continentes, exceto na Antártida (Figueiredo & Hennen, 1998).

Como organismos parasitas ecologicamente obrigados e que apresentam uma grande especificidade em relação aos seus hospedeiros, as ferrugens têm capacidade de infectar um grande número de plantas vasculares. Mais de 200 famílias são conhecidas como hospedeiras de, pelo menos, uma espécie de ferrugem. As ferrugens são encontradas tanto em Lycophyta (Selaginella), Pteridófitas e Gymnospermas, como sobre outras famílias primitivas ou avançada das mono e dicotiledôneas (Figueiredo & Hennen, 1998).

As uredinales são responsáveis por muitas das devastadoras doenças de plantas cultivadas e consideradas como de distribuição mundial. Os danos causados por várias espécies de ferrugens às nossas principais culturas de interesse econômico são,

freqüentemente de tal monta a ponto de torná-las deficitárias ou mesmo impossibilitar o seu plantio em determinadas áreas e/ou épocas do ano. Entre as que representam uma séria e constante ameaça estão: a ferrugem do café (*Hemileia vastatrix*), do trigo (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici*), do sorgo (*Puccinia purpurea*), do feijão (*Uromyces appendiculatus*), do milho (*Puccinia polysora*, *Puccinia sorghi* e *Physopella zae*), da soja (*Phakopsora packyrhizi*, na Ásia e *Phakopsora meibomia*, no Brasil), no alho (*Puccinia allii*), no pessegueiro (*Transschelia discolor*), no amendoim (*Puccinia arachidis*), do Populus (*Melampsora larici* – populina e *Melampsora medusae*), das mirtáceas (*Puccinia psidii*), e do crisântemo (*Puccinia horiana* e *P. chrysantemi*), entre vários outros (Figueiredo & Hennen, 1998).

Somente no Brasil foram catalogados, até o ano de 1984, mais de 725 espécies em 54 gêneros de ferrugens existentes parasitando mais de 100 famílias de plantas vasculares (Hennen et al., 1982).

Com relação ao eucalipto, a ferrugem causada por *P. psidii* é, atualmente, uma doença muito comum e severa em plantações de genótipos muito suscetíveis e com menos de dois anos de idade ou, até o estágio fenológico B (Ferreira, 1989; Demuner & Alfenas, 1991). A primeira descrição da ferrugem do eucalipto foi feita em 1944 por Joffily (Ferreira, 1983). A doença permaneceu sem destaque por um longo período de tempo, embora não esquecida (Castro, 1983). No entanto, com a ampliação da área de incidência da enfermidade os surtos tornaram-se cada vez mais freqüentes.

Embora ainda seja desconhecida as perdas na produção com a ocorrência da doença a sua rápida disseminação tem comprometido áreas de eucaliptais na região do Vale do Paraíba. Esta enfermidade é considerada a mais séria dos plantios de eucaliptos estabelecidos no campo, como pode ser visto pelo seu histórico, em meados da

década de 80 foram registradas mais de dezenas de ocorrências severas da ferrugem do eucalipto nas regiões do Vale do rio Doce, Cerrado e Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Nordeste do Espírito Santo e Sudeste da Bahia.

A primeira constatação de danos preocupantes da doença, ocorreu na costa do Espírito Santo, em 1973, num viveiro de *Eucalyptus grandis*, procedente da África do Sul (Ferreira, 1989). Como resultado dessa infecção mais de 400 mil mudas foram refugadas (Ferreira, 1981). A partir de 1974 até 1979 novos ataques foram registrados no Vale do Rio Doce, Zona da Mata de Minas Gerais, Nordeste do Espírito Santo e Sudeste da Bahia (Ferreira, 1981, 1989; Ferreira & Silva, 1982). Embora fossem bastante severos, esses ataques ocorriam esporadicamente, atingindo viveiros e plantações de *E. grandis*, procedentes da África do Sul e Zimbabwe (Ferreira, 1981).

Em 1980 ocorreram novos registros, porém mais severos que os anteriores nos locais já citados, sendo que no Vale do Rio Doce – MG, mais de 300 hectares de *E. grandis* com seis meses de idade, de procedência da África do Sul, foram varridos pela doença (Ferreira, 1981). No Estado de São Paulo, na região do Vale do Paraíba, na década de 90, começaram a ser registrados os primeiros surtos da ferrugem em áreas de reforma florestal, no município de Santa Branca, sendo que desde 1996 a doença tem se manifestado, nessa região, de forma generalizada (Camargo et al., 1997).

Os primeiros indícios de ataque consistem no aparecimento de minúsculas pontuações, levemente salientes de coloração verde-clara ou vermelho-amarelada, nas folhas, após um ou dois dias, essas pontuações já são pústulas, tendo início também às infecções secundárias dentro de uma mesma planta, especialmente por disseminação dos



uredosporos pelo escorrimento do orvalho e da chuva (Ferreira, 1983). Neste caso, condições como temperatura baixa e alta umidade são necessárias para infecções (Ferreira, 1981).

O eucalipto é suscetível à doença, no estágio de crescimento A, que corresponde até os dois anos de idade da planta. No estágio fenológico B, que corresponde a idade de dois a quatro anos, a ferrugem é encontrada em menor frequência e raramente é encontrada no estágio fenológico C, que abrange a idade dos quatro anos até a idade de corte (Ferreira, 1989).

As medidas de controle, regra geral, em essências florestais no campo, são efetuadas, preferencialmente, mediante o plantio de plantas resistentes. O controle químico, por razões econômicas e de exequibilidade, tem ficado restrito aos viveiros. No entanto, vários aspectos podem conduzir ao uso de fungicidas, economicamente no campo, dentre os quais podem ser citados: elevado valor silvicultural ou comercial do material genético susceptível, elevado índice de mutabilidade vertical do patógeno, incidência severa da doença relacionada apenas com determinada época anual e somente com o estado juvenil do material selecionado, e vários outros aspectos (Ruiz et al., 1987; Ruiz & Alfenas, 1989a).

A curto prazo, segundo Ruiz & Alfenas (1989) e Demuner & Alfenas (1991), a aplicação de fungicidas em plantas jovens ou em brotações oriundas de tocos após o corte raso, pode constituir uma alternativa viável de controle da ferrugem do eucalipto causada pelo fungo *Puccinia psidii*.

Vários trabalhos conduzidos em campo ou em condições controladas, foram realizados objetivando o controle da ferrugem, que é considerada, atualmente, uma das mais importantes doenças no Brasil. Dos fungicidas protetores destacaram-se o clorothalonil, mancozeb e oxiclureto de cobre e, em relação aos sistêmicos, demonstraram eficiência no

controle da doença, o triadimenol, diniconazole, propiconazole e oxicarboxin (Ruiz & Alfenas, 1989a; Ruiz et al., 1989; Demuner & Alfenas, 1991; Siviero et al., 1992; Alfenas et al., 1993 e 1997b).

Embora existam outras medidas de controle da doença que possam ser eficientes, o uso da resistência genética é a medida mais promissora no momento. Sabendo-se que a variabilidade genética dentro do gênero *Eucalyptus* spp. para a resistência às doenças e a fatores fisiológicos adversos é enorme e isso acontece, particularmente, quanto à ferrugem do eucalipto (Ferreira & Silva, 1982).

Atualmente as companhias florestais no Sudeste brasileiro estão muito empenhadas na implantação de reflorestamento de eucalipto com enraizamento de estacas a partir de clones silviculturalmente superiores (Ferreira & Silva, 1982). Devido a este fator e a uma série de outros fatores, o estudo da procedência do material, constitui um fator fundamental, pois alguns indivíduos da mesma espécie, porém, de procedências diferentes, são encontradas livres de doença (Krugner, 1980).

Ferreira & Silva (1982) em experimento envolvendo cerca de onze espécies de *Eucalyptus* spp, na região do Espírito Santo, constataram que apenas o *Eucalyptus torelliana* e o *Eucalyptus brassiana*, não apresentaram sintomas da doença. Porém, espécies que como essas podem ser resistentes à doença muitas vezes são pouco apropriadas para as regiões no qual o plantio será estabelecido e principalmente para a finalidade do plantio (Castro, 1983).

Portanto, o estudo da resistência de espécies de *Eucalyptus*, procedências (local onde foram adquiridas as sementes das espécies de *Eucalyptus*, por exemplo *E. grandis* - procedência Taubaté, ou *E. grandis* - procedência Botucatu) e clones

(materiais de propagação assexuada) a ferrugem do eucalipto, vêm se tornando cada vez mais necessários, além de aprimorar as técnicas de avaliar essa resistência. Vários trabalhos de resistência do eucalipto à ferrugem citam em sua metodologia o uso de inoculações direta do patógeno nas mudas, apresentando resultados satisfatórios (Ferreira & Silva, 1982; Castro, 1983; Takahashi et al, 1997a).

### **2.3 Epidemiologia da ferrugem do eucalipto**

Para a ocorrência de uma epidemia de doença em plantas há necessidade contínua de condições favoráveis, tais como uma população de plantas suscetíveis, grande quantidade do inóculo do patógeno virulento e ambiente favorável e duradouro (Vale & Zambolim, 1996).

O ambiente é um agregado de todas as condições externas afetando a vida e o desenvolvimento de um organismo. Em doenças de plantas o ambiente pode afetar o hospedeiro, o patógeno ou os vetores. A maioria dos fungos e bactérias patogênicas necessitam de altos níveis de molhamento para infectar o hospedeiro, sendo que alguns exigem a presença de água livre na superfície do hospedeiro (Mederick & Sackston, 1972; Vale & Zambolim, 1996).

Segundo Vale & Zambolim (1996) a temperatura pode ter um efeito importante em cada componente do patossistema e constitui a variável do ambiente mais comumente correlacionada com a incidência e a severidade das doenças de plantas. Deste modo a infecção, a colonização, a produção de inóculos, a dispersão e sobrevivência constituem os elementos necessários para o desenvolvimento das epidemias em plantas (Teng

& Johnson, 1988). Todos esses processos são afetados pelos fatores meteorológicos, principalmente pela temperatura e pela umidade (umidade relativa do ar, orvalho e chuva).

O período de molhamento foliar é um importante parâmetro para ferrugens. Silva & Rios (1999) estudaram o comportamento de dez cultivares de feijoeiro, divididos em classes de resistência, submetendo-os à inoculação de *Uromyces appendiculatus*, agente causal da ferrugem em feijoeiro, em diferentes períodos de molhamento, a temperatura de 22°C, e constataram que o período de molhamento foliar variava de acordo com o grau de suscetibilidade da cultivar. Estudando o mesmo patossistema, Bashi & Rotem (1974) determinaram que oito horas de período de molhamento foliar contínuo é o mínimo favorável à infecção de plantas de feijoeiro por *U. appendiculatus*.

Em estudos conduzidos no campo, Godoy et al. (1999a) constatou que o aumento da mancha de *Phaeosphaeria* em milho está correlacionado com o período de molhamento, ou seja, a variável número de horas de umidade relativa acima de 90%.

Muitos patógenos de caule e folhas são intimamente afetados pelo molhamento, como água livre na superfície foliar ou como vapor d'água na atmosfera. Alguns patógenos não germinam e, conseqüentemente, não conseguem penetrar no hospedeiro na ausência de água livre (Mederick & Sackston, 1972).

A temperatura pode afetar o hospedeiro, o patógeno ou a interação patógeno – hospedeiro. Para muitas doenças, as temperaturas favoráveis para o crescimento do hospedeiro são também favoráveis para o crescimento de muitos patógenos. A temperatura também pode afetar os patógenos, direta ou indiretamente. Em alguns casos a baixa temperatura pode limitar o desenvolvimento da doença.

Sob condições de infecção natural, altos níveis de intensidade da ferrugem do eucalipto são, geralmente, esporádicos sobre procedências e progênes susceptíveis, podendo ocorrer, durante um mês apenas, ou de cinco a mais meses, durante o ano (Carvalho et al., 1994). Esta ocorrência é dada, segundo Ruiz et al. (1989), quando prevalecem, durante um período mínimo de oito horas, as temperaturas noturnas entre 18 e 25°C e umidade relativa superior ou igual à 90%.

Ruiz & Alfenas (1989b), estudaram o progresso da ferrugem do eucalipto, em brotações de *Eucalyptus cloeziana*, em condições de campo, no sudeste da Bahia e verificaram, durante o período de setembro de 1986 a julho de 1987, que nos períodos de maio a junho a infecção atingia níveis máximos, devido às condições de clima favoráveis, alta umidade e baixa temperatura. Os níveis mais baixos de infecção foram observados de setembro a dezembro e de janeiro a abril, onde, apesar das condições de temperatura, 20 a 25°C, terem sido favoráveis para o aparecimento da doença, as de umidade relativa, menores que 90%, foram desfavoráveis. Mesmo com umidade superior à 90%, porém, inferior a 8 horas de duração não houve adequado molhamento foliar, essencial a germinação de uredosporos, limitando, conseqüentemente, o aparecimento da doença. O período de água livre na superfície foliar aparenta ser fundamental para a infecção de *Puccinia psidii*.

O fato de um campo de eucalipto apresentar ferrugem está associado a ocorrência de períodos favoráveis durante o tempo em que a cultura apresentar brotações jovens e sobrepostas. Diferenças na época de plantio ou de procedências pode resultar em diferentes períodos de exposição que podem ou não coincidir com condições ambientais favoráveis a infecção por *Puccinia psidii* (Ferreira, 1981).

Fato este observado por Godoy et al. (1999b) que em avaliações do progresso de doenças foliares do milho, causado por diferentes patógenos: *Phaeosphaeria maydis*, *Exserohilum turcicum*, *Physopella zae* e *Puccinia polysora*, em oito localidades e cinco épocas de plantios, os autores observaram, através de curvas de progresso da doença (AUDPC), que para as doenças, *P. maydis* e *P. polysora*, houve um aumento da severidade com o avanço das épocas e à sobreposição do plantio no campo devido ao acúmulo de inóculo.

A requeima do tomateiro, causada por *Phytophthora infestans*, assim como as ferrugens, é altamente influenciada por condições ambientais, principalmente temperatura e molhamento foliar. Com base nesta dinâmica Costa et al. (2000) avaliou, em diferentes épocas, o comportamento da requeima do tomateiro, nos anos de 1998 e 1999 e em dois ensaios, calculando a AUDPC e a taxa de progresso (r). Utilizando o modelo logístico de crescimento obteve curvas de progresso bastante distintas nos dois anos analisados, sendo que o maior desenvolvimento da doença ocorreu no ano de 1998, explicado pela ocorrência de condições climáticas mais favoráveis em relação à 1999.

Em estudos avaliando a curva de progresso da ferrugem do feijoeiro, em quatro épocas de plantio em Campos de Goytacazes, RJ, em três cultivares, as maiores AUDPC ocorreram no plantio de junho, seguido pelo plantio de julho, para todos os cultivares, devido à ocorrência de condições climáticas favoráveis ao fungo *Uromyces appendiculatus* (Dias et al., 2000).

Com relação à análise temporal pode ser feita mediante a incidência de plantas doentes (Rodrigues et al., 2000). Regra geral, as infecções causadas por patógenos de solo, provavelmente, ocorrem agrupados (Campbell & Pennypacker, 1980). Com relação à

análise epidêmica de correlação de infecções múltiplas assume uma distribuição randômica de infecções (Gregory, 1948).

Desse modo, pode-se concluir que a análise epidemiológica, no tempo e no espaço, desde que baseada em dados consistentes e provenientes de vários anos, pode indicar com maior ou menor precisão a natureza do agente causal, contribuindo para o delineamento das estratégias de controle (Bergamin Filho et al., 2000).

Para os fungos causadores de ferrugens, de um modo geral, o fotoperíodo, a temperatura e a umidade são variáveis que desempenham um papel fundamental na biologia do patógeno e na ocorrência e severidade da enfermidade, pois influenciam nos processos de germinação, penetração e infecção (Ruiz et al., 1989).

A ferrugem apesar de ser conhecida no Brasil desde meados deste século (Krugner, 1980), tem sido pouco estudada, especialmente no que se refere à epidemiologia, portanto, o conhecimento de fatores meteorológicos que influem na incidência e severidade da doença é fundamental para a determinação de épocas do ano mais favoráveis à doença, visando a racionalização de medidas de controle (Ruiz et al., 1987; Ruiz & Alfenas, 1989a).

Em estudos de progresso da ferrugem do eucalipto, em brotações de *Eucalyptus cloeziana*, em condições de campo, no município de Teixeira de Freitas - BA, Ruiz et al. (1989) verificaram que a intensidade da doença, expressa em porcentagem de plantas doentes e proporção de folhas e ramos com ferrugem, variou de acordo com determinados períodos nos anos avaliados. Segundo os mesmos autores, o menor período de crescimento do hospedeiro foi observado nas épocas críticas de incidência da doença. Períodos de umidade

relativa superiores à 90% acima de 8 horas e temperaturas de 18 a 25° C, foram altamente favoráveis à infecção.

Em um outro estudo conduzido em doze talhões de brotações de *E. cloeziana*, em Teixeira de Freitas - BA, nos períodos de janeiro de 1987 à novembro de 1989, Carvalho et al. (1994), avaliando a incidência da ferrugem, em ramos e folhas, também verificaram a variação da intensidade da mesma com o ano e época do ano, de acordo com a variação de temperatura e período de molhamento foliar (número de horas de umidade relativa  $\geq 90\%$ ).

Piza & Ribeiro (1989), avaliaram o efeito de cinco temperaturas, cinco tipos de água e sete períodos de incubação sobre a germinação de uredosporos de *Puccinia psidii*, e constataram que temperaturas entre 15 e 18° C, um mínimo de 6 horas de câmara úmida e o uso de água destilada esterilizada são as melhores condições para a germinação de uredosporos. O mesmo foi observado, em trabalho sobre influência de diferentes temperaturas na germinação de uredosporos de *P. psidii*, por Ferreira (1981), que determinou a temperatura de 15° como a temperatura que mais favorece o processo. Já Ruiz et al. (1989), avaliando o nível de infecção em povoamentos de *E. cloeziana*, verificou que o maior índice de doença ocorreu às temperaturas de 20 e 25° C e a 24 horas de água livre na superfície foliar. Segundo os mesmos autores à 20° C, o período ótimo estimado de água livre para infecção foi de 31 horas, contudo a temperatura ótima estimada para infecção foi de 23° C.

O período latente ou de geração de *P. psidii* é relativamente curto, variando em média de 5 a 7 dias. Infecção e esporulação variam com o período de molhamento, temperatura, fenologia do hospedeiro e luz (Alfenas et al., 2000). No campo, sob



temperaturas de 18 a 25°C e umidade relativa acima de oito horas de duração (molhamento), a enfermidade incide em órgãos jovens da planta. Temperaturas menores ou iguais à 10°C e temperaturas maiores ou iguais à 30°C, presença de luz e inexistência de órgãos juvenis limitam os processos iniciais de infecção. Temperaturas abaixo de 15°C e acima de 30°C, após incubação, limitam a esporulação (Alfenas et al., 2000).

Sob condições de infecção natural, altos níveis de intensidade da ferrugem do eucalipto são, geralmente, esporádicos sobre procedências e progênies susceptíveis, podendo ocorrer, em períodos de até cinco ou mais meses, durante o ano (Carvalho et al, 1994). Esta ocorrência é dada, segundo Ruiz et al (1989), quando prevalecem, durante um período mínimo de oito horas, as temperaturas noturnas entre 18 e 25°C e umidade relativa superior ou igual à 90%.

Desse modo, no Brasil, as condições favoráveis para a ocorrência da ferrugem ocorrem nos meses de maio à agosto, períodos em que foram registrados altos índices da doença no campo (Ruiz et al., 1989; Takahashi et al., 1999b).

Entretanto, estudos como os citados anteriormente foram desenvolvidos visando apenas determinar o progresso da ferrugem de acordo com o período crítico. Até o momento, nenhuma literatura citou, os danos ocasionados pela ferrugem nos plantios de eucaliptos, em termos de produtividade.

#### **2.4 Quantificação da ferrugem em *Eucalyptus* spp.**

Os estudos epidemiológicos requerem métodos padronizados para avaliação da severidade da doença no campo, visto que a quantificação da intensidade é

considerada uma das fases mais importantes no manejo de doenças de plantas, motivo pelo qual o desenvolvimento e a comparação dos métodos de quantificação pode prevenir sérios erros na aquisição de dados (Kranz, 1988). Para escolher o método de quantificação de doença, os graus de acurácia e precisão precisam ser obrigatoriamente considerados, uma vez que estas determinam a qualidade das estimativas (Large, 1966; Kranz, 1994; Bergamin Filho & Amorim, 1991).

Alguns trabalhos de avaliação da intensidade da ferrugem nas folhas são feitas baseadas na incidência da folha (Nutman & Roberts, 1963; Nutter et al., 1993; Reis, 1994; Reis et al., 2000).

Os parâmetros de quantificação da doença incluem a proporção da doença por folhas e ramos e a quantidade e tipo de pústula (Castro, 1983; Demuner & Alfenas, 1989; Takahashi et al., 1997a; Takahashi et al., 2000).

Ferreira & Silva (1982) avaliaram as plantas através da descrição dos sintomas: altamente suscetíveis, moderadamente suscetíveis ou resistentes. Escala semelhante foi descrita por Lobo Junior et al. (1997a, b) que classificou as plantas de tomateiro com *Sclerotinia sclerotium* em: SS, sem sintomas; SL, plantas com sintomas leves, e SF, plantas com sintomas fortes da doença.

A severidade da ferrugem em *Eucalyptus* spp. também pode ser avaliada, normalmente, mediante a contagem de uredínias/cm<sup>2</sup> de área foliar (Ruiz et al., 1989). Contudo, apesar de sua precisão, fica difícil o emprego desse método de avaliação no campo, principalmente quando é necessário quantificar a doença em plantios já estabelecidos com mais de dois meses de idade.

Valle et al. (1997), em estudos de clones de *Eucalyptus* spp. resistentes à ferrugem, classificaram as plantas como resistentes, moderadamente resistentes e altamente suscetíveis, sendo que as moderadamente resistentes apresentaram um média de 50 soros para cada 2,4 cm<sup>2</sup> de área foliar, em duas folhas de cada planta avaliada, e as plantas altamente suscetíveis, apresentaram cerca de 100 soros/2,4 cm<sup>2</sup> de área foliar.

Junghans et al. (2000), desenvolveram uma escala diagramática para classificar plantas resistentes e suscetíveis à ferrugem. A escala de notas é dividida em quatro classes, baseando-se no diâmetro médio das pústulas, a qual: So é a ausência de reação ou reação de hipersensibilidade; S1 são as pústulas que apresentam diâmetro de 0,5mm; S2 representa as pústulas com diâmetro médio de 1,2mm e S3 são as pústulas com 2,1mm de diâmetro.

Nessa mesma linha, Vieira Junior et al. (2000) desenvolveram uma escala diagramática para a ferrugem da figueira, causada pelo fungo *Cerotelium fici*, designando, visualmente cinco níveis de severidade a partir de cem folhas de figueira infectadas, determinando a porcentagem de área foliar lesionada (AFL) a partir do tamanho das pústulas.

## **2.5 Avaliação de danos de doenças de plantas**

O grande desenvolvimento da epidemiologia nos últimos anos deveu-se, sem dúvida, as possibilidades de seu uso na otimização do controle de doenças. Hoje em dia aceita-se que para conseguir um controle econômico das doenças de plantas não é necessário bani-las de uma área e, desse modo, é função do epidemiologista encontrar um

ponto de compromisso entre nível de doença e medidas de controle a serem utilizadas. Esse ponto de compromisso, é em essência, a idéia central do *manejo integrado de doenças* e implica no conceito de que tanto a falta quanto o excesso de medidas de controle levam a prejuízos semelhantes (Lopes et al., 1994).

Desde que o homem começou a cultivar plantas para seu benefício próprio, surgiram competidores como roedores, pássaros, insetos, doenças e plantas daninhas, os quais tornaram-se inimigos deste sistema de cultivo (Walker, 1983). Atualmente sabemos que um dos principais fatores que afetam o sistema de cultivo é o clima, freqüentemente aliado a outros fatores, tais como: doenças, pragas e plantas daninhas.

Dessa maneira, um fator essencial no manejo integrado é o conhecimento de quanto se perde com as doenças em determinada área ou, em outras palavras, a quantificação de danos e, conseqüentemente, das perdas que estas doenças causam (Lopes et al., 1994). Por muito tempo as perdas na produção eram expressadas de forma qualitativa como: leve, moderada e severa (Walker, 1983).

A metodologia de perdas sumarizada por James (1974), baseia-se no princípio de que as epidemias produzem diversos níveis de severidade da doença, deste modo, as relações quantitativas entre o aumento da severidade da doença e perdas pode ser efetivamente estimadas. A doença deve ser regularmente avaliada e modelos vigentes devem ser desenvolvidos para descrever perdas.

Segundo Bergamin Filho et al. (1995), qualquer decisão racional no uso de um ou mais componentes no manejo deve ser baseado em custo, benefício e impacto ambiental, decisões como: uso de defensivos agrícolas para problemas imediatos, práticas culturais, biológicas, melhoramento visando resistência de plantas, alterações na data, método

de cultivo e destruição de resíduos culturais, podem somente serem avaliados em seus benefícios como aumento na produção ou qualidade e retorno financeiro.

Segundo James (1974), uma equação matemática descrevendo a função dano pode ser estabelecida com razoável acurácia para qualquer patossistema, dentro do contexto de um sistema de colheita bem definido.

O reconhecimento das técnicas necessárias e algumas dificuldades encontradas nos estudos sobre danos em culturas tem resultado em uma série de revisões e artigos sobre avaliação de danos causados por doenças de plantas por James (1974), James & Teng (1979), Walker (1983), Zadoks (1985), Bergamin Filho & Amorim (1991) e Bergamin Filho et al. (1995), por pragas: Rogers, 1979, Judenko (1968 e 1973), por plantas daninhas: Ennis (1967) e Parker & Fryer (1975) e roedores por Sanchez (1975) e Hopf et al. (1976).

Os principais passos para avaliar perdas em uma cultura, segundo Chiarappa (1981), são: definir o problema, seja ela uma praga, doença ou planta daninha; desenvolver um método de avaliação; realizar um levantamento da doença ou praga, utilizando métodos de distribuição no espaço e no tempo, e, por último, a avaliação deve ser associado com diferentes níveis de intensidade da doença, praga ou planta daninha, para o desenvolvimento de modelos de danos.

A densidade populacional de organismos prejudiciais pode ser determinada diretamente por contagem, como exemplo a contagem de insetos, ou indiretamente pela avaliação na injúria, como são os casos com patógenos foliares (Large, 1966; James, 1974; Zadoks, 1985).

A quantificação de doença é baseada nos sintomas e sinais (proporção de tecido doente do hospedeiro). Severidade e incidência tem sido utilizadas para exprimir

quantidades. A primeira, para expressar a área do tecido vegetal afetada pela doença, em termos de porcentagem ou proporção. A segunda como uma porcentagem ou proporção do número total de unidades avaliadas como, por exemplo, a porcentagem de plantas, folhas ou frutos doentes em relação a unidade amostrada (Juliatti & Santos, 1999).

Essas variáveis podem ser obtidas através de métodos de parcela experimental ou através da análise individual de plantas, geralmente exibindo diferentes níveis de doença são empregados para o estabelecimento da função dano. Para obtenção de parcelas com diferentes graus de intensidade da doença são diversas as literaturas que mencionam os diferentes métodos, como a utilização da inoculação artificial com diferentes concentrações do patógeno (Jenkyn, 1980; Chiarappa, 1981, Walker, 1983), em outras literaturas menciona-se o uso de variedades resistentes para manter parcelas sadias (Scott & Hollins, 1974; Jenkyn, 1980).

O uso de fungicidas, para manter parcelas de plantas sadias ou parcelas em que faça variar a severidade da doença, são também citados em diversos trabalhos (Chester, 1950; James et al., 1971; Imhoff et al., 1982; Backman & Crawford, 1984; Bowen et al., 1991; Carneiro et al., 1997; Iamauti et al., 1997; Canteri et al., 1998 e 1999; Michel et al., 1998 e 2000; Massola Júnior et al., 1999; Pinho et al., 1999; Costa et al., 2000; Michel & Funck, 2000; Jesus Junior et al., 2000b; Reis et al., 2000).

Contudo, o risco da utilização de fungicidas se deve a possibilidade de ocorrer efeitos tóxicos nas plantas devido à superestimação dos valores dos danos obtidos. Na literatura foram relatados alguns casos de fungicidas que contém íons de zinco e manganês em sua formulação, como exemplo, o manzate, que controla doenças e que podem funcionar como fertilizantes foliares (James et al., 1971 e James, 1974)

Existem trabalhos que mencionam o “dano artificial” ou simulado, através da imitação dos efeitos causados pela praga, doença ou plantas daninhas, através da remoção de plantas ou partes destas como folhas, frutos ou parte de raízes (Walker, 1983). Por outro lado, a infecção natural é também considerado um meio eficaz para obter plantas com diferentes graus de severidade (Chiarappa, 1971; James & Teng, 1979; Walker, 1983).

Com relação ao modelo, este pode ser definido como uma representação simplificada de um sistema, na forma de relações quantitativas, isso ocorre porque geralmente os experimentos especificamente projetados para estimar danos geram uma grande quantidade de dados, que são difíceis de serem interpretados e utilizados (Bergamin Filho, 1995). O número de modelos elaborados para avaliar perdas vem crescendo recentemente, acompanhando, de certa forma, a evolução dos estudos epidemiológicos (Bergamin Filho & Amorim, 1991; James, 1974).

A área abaixo da curva de progresso da doença (AUDPC), para estimar perdas, representa o terceiro tipo de modelo as quais pode ser descrito como meio termo entre o modelo de ponto crítico e de múltiplos pontos (James, 1974). Porém, a vantagem da AUDPC sobre esses modelos é que ele permite agrupar, em um único valor, a severidade da doença e o seu período de duração. Vanderplank (1963) considera a AUDPC um importante parâmetro para a previsão de perdas, sua eficácia tem sido demonstrada em diversos trabalhos para a ferrugem do trigo (Vanderplank, 1963; Lene et al., 1967) e também no monitoramento e na correlação entre a evolução da doença e as perdas para outros patossistemas (Kranz, 1974).

A AUDPC, juntamente com a taxa de infecção, também é utilizada em estudos de epidemiologia comparativa (Kushalappa, 1984). Assim como a AUDPC

constitui uma importante ferramenta para estudos de resistência de plantas em campo, fazendo com que alguns autores a utilize em estudos comparativos (Shaner & Finney, 1977; Waggoner, 1986). Em experimentos conduzidos em diferentes épocas de plantio a comparação entre as diferentes AUDPC, da ferrugem em feijoeiro, permitiu quantificar a resistência do hospedeiro (Silva et al., 1998).

Em termos de avaliação de danos, são vários os trabalhos que relacionam injúria com dano ou produção (Bergamin Filho & Amorim, 1996). Os mesmos têm sido desenvolvidos procurando criar e padronizar metodologias para definir os danos causados pelas doenças de plantas. Pois a posse de um modelo que consiga capturar a essência da relação injúria - dano permite a quantificação de danos a níveis local, regional ou nacional, além de possibilitar uma abordagem econômica para o controle de doenças (Bergamin Filho, 1995).

Na literatura já foram verificadas diversas formas de danos ocasionados por doenças associados a produção. A primeira está associada a quantidade de doença na planta que é correlacionada com a perda no campo, como pode ser visto em vários trabalhos (Kushalappa & Lagesse, 1981). Como, por exemplo, a ferrugem da folha da aveia, causada pelo fungo *Puccinia coronata* f.sp. *avenae*, de ampla distribuição geográfica, tem sido responsável por perdas superiores a 20% em algumas regiões dos Estados Unidos e, superiores a 50%, no Sul do Brasil, num limiar de dano econômico de apenas 5% de severidade da moléstia no campo (Forcelini et al., 1993; Martinelli, et al., 1994).

Outros trabalhos como de Nutter et al. (1984) também mencionam uma correlação linear entre semente infectadas com o vírus BSMV e a produção de cevada nos anos de 1981 e 1982.



Em estudos utilizando o modelo de ponto crítico e múltiplo ponto, Carson (1985) verificou correlações de 0,65 a 0,70, respectivamente, no patossistema girassol – *Alternaria helianthi*, causando danos de 51 a 60% na produção.

Com relação ao emprego da AUDPC para quantificar danos, Gianasi et al. (1999) verificaram que este parâmetro relacionou-se à produção, ou seja, a severidade da antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum*, apresentou valores consistentes e inversamente proporcionais à produção do feijoeiro.

Na produção de trigo, causados pelo fungo *Puccinia recôndita* f.sp. *tritici*, agente causal da ferrugem da haste, as perdas tem sido equiparadas com a severidade da doença em um particular estágio de crescimento, assumindo uma relação linear entre severidade e produção (Kingsolver et al., 1959; Romig & Calpouzos, 1970; Michel et al., 2000), o mesmo foi verificado para outras doenças do trigo, *Dreschlera tritici-repentis*, *Bipolaris sorokiana* e *Septoria nodorum*, agentes causais de manchas foliares (Michel & Funck, 2000). Mas essa relação pode mudar com a duração da epidemia como foi constatado por: Romig & Calpouzos (1970) e Burleigh et al. (1972).

Os coeficientes de determinação, na correlação entre produção e severidade da doença, têm se mostrado satisfatórios em diversos patossistemas. Tuleen & Frederiksen (1982), verificaram que a porcentagem de perdas de grão de sorgo é diretamente proporcional a porcentagem de panículas infectadas com *Sphacelotheca reiliana*, agente causal do carvão, apresentando coeficientes de determinação de até 0,80. Em outro patossistema, Backman & Crawford (1984), encontraram alta correlação (0,70 a 0,77), entre perdas na produção de amendoim e severidade de *Cercospora arachidicola* e *Cercosporidium personatum*.

No patossistema *Verticillium dahliae* – batata, Johnson (1988), quantificando as perdas causadas pela murcha, em dois campos experimentais, relacionaram as perdas com a variável climática temperatura. Na temperatura de 20°C as perdas na produção variaram de 4,6 e 65% e para a temperatura de 23,3°C as perdas foram em torno de 17%.

Em estudos de comparações quantitativas do cancro de comandra, causada pelo fungo *Cronartium comandrae*, em populações de *Pinus* spp., Geils & Jacobi (1993), através da quantificação dos sintomas nas árvores, verificaram perdas de 8,7% no incremento de volume, em árvores com sintomas de cancro, e 31,8%, em árvores com cancro e morte do ponteiro, em relação às árvores sadias que mantiveram o seu crescimento normal.

Bissonette et al. (1994), em avaliações do impacto de *Puccinia coronata* f.sp. *avenae* em duas cultivares suscetíveis de aveia, constataram uma alta correlação entre severidade da ferrugem e produção. Através de modelo de regressão linear de ponto crítico, os autores verificaram que para cada aumento na porcentagem de severidade da doença na planta representou uma perda na produção de 56,7 kg/ha para a cultivar Noble e 46,0 kg/ha na cultivar Ogle, com correlações de 0,84 e 0,67, respectivamente.

Em dois anos de avaliações do cancro, causado pelo fungo *Eutypa lata*, em cinco cultivares de videira, Munkvold et al. (1994) constatou alta correlação linear entre perdas na produção e severidade da doença. As reduções na produção, estimadas através de modelos de regressões, foram de 30,1 a 61,9%, dependendo da severidade da doença e da cultivar avaliada.

Lobo Junior et al. (1997a), através de estudos de danos da podridão de esclerotinia em tomateiro, verificaram perdas de 23,60% no número de frutos de plantas com sintomas fortes da doença em relação às plantas sadia. Quanto ao peso dos frutos, os mesmos

autores constataram que plantas com sintomas leves da doença tiveram redução significativa de 37,25%, enquanto plantas com sintomas fortes apresentaram redução média de 70% no peso dos frutos. Em relação à época de aparecimento da doença, as plantas que apresentaram infecção tardia da podridão de esclerotinia não tiveram as suas produtividades afetadas, enquanto o contrário foi verificada em plantas com infecção no estágio inicial (Lobo Junior et al., 1997b).

Em relação à podridão de colmo de milho, causada pelos fungos *Fusarium* spp. e *Diplodia maydis*, a redução no peso das plantas variou de 14 a 50% e no componente peso médio de 100 grãos, as reduções variaram de 16 a 42% (Bacchi et al., 1997).

Kuhn (1997) verificou uma redução de 35,4% no peso da produção de plantas, com sintomas médios do vírus do enrolamento da folha da videira, e de 73,2% nas plantas com sintomas severos da doença.

Visando estimar os danos causados por *Puccinia polysora* e *Physopella zaeae*, agentes causais, respectivamente, das ferrugens polissora e tropical do milho, Pinho et al. (1999), em experimentos conduzidos nos anos agrícolas de 1996 à 1997, em quatro diferentes ambientes, utilizando de 13 a 15 materiais genéticos, constataram que o nível de dano variou entre os ambientes e híbridos avaliados, sendo que a média de danos na produção foi de 44,6%. Resende et al. (1999), em estudos com *Puccinia polysora*, estimou reduções de até 56% na produção.

Schons et al. (2000) avaliando os componentes de rendimento, constatou uma redução de até 47,4% nas plantas de trigo infectadas pelo Barley yellow dwarf vírus em relação às plantas sadias.

As perdas na produção de acordo com o estágio em que a planta é infectada também constitui um importante parâmetro na avaliação de danos, visto que quanto mais precocemente a planta é infectada maior é o dano causado pela doença, fato este relatado para várias doenças fúngicas da cultura do feijoeiro (Almeida et al., 1977; Amorim et al., 1995; Bergamin & Amorim, 1996; Bergamin Filho et al., 1997 e Carneiro et al., 1997).

Richardson & Rennie (1970), em estudos conduzidos a campo, quantificaram as perdas do patógeno *Cephalosporium gramineum* em trigo e verificaram perdas de 4,3% na produção, o que corresponde a perdas de 1,90 kg/ha a 4,3 kg/ha. Nesse trabalho, cerca de 30% das plantas apresentavam-se infectadas, contudo, o patógeno contribuiu pouco na produção final. Segundo os mesmos autores, este fato se deve ao fato da redução na competição de plantas saudias devido à morte prematura das plantas infectadas (Richardson et al., 1976).

A incidência da doença também afeta a produção. Reis et al. (2000) constataram, através de análise de regressão com correlação média de 0,80, uma relação inversa entre incidência da ferrugem, causada pelo fungo *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, e produção de trigo, em experimentos conduzidos no campo. O mesmo foi verificado para os patossistemas: trigo - *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* e trigo - *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* (James & Shih, 1973; Reis et al., 1997).

Lipps & Madden (1989), avaliando seis cultivares de trigo ao míldio (*Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*), observaram que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) entre a AUDPC e a produção de grãos de trigo pode variar de acordo com a cultivar, como por exemplo, o  $R^2$  foi de 0,87 a 0,90 para a cultivar Becker e de 0,15 a 0,32 para a cultivar Caldwell.

Também avaliando a incidência do vírus PWV em maracujazeiro, Gloria et al. (1999) verificaram que para 77% de incidência média do vírus provocaram perdas de até 50% no peso fresco e seco da área foliar.

A quantidade de inóculo na área também afeta a produção, como no patossistema milho – *Rhizoctonia solani* AG 2-2, os danos na produção foi em torno de 47% em solos com alta concentração de inóculo e 15% em solos com baixa concentração de inóculo (Sumner & Minton, 1989).

O manejo da cultura também constitui um importante fator na avaliação de danos. Em estudos de danos da podridão da base do colmo em milho conduzido em dois sistema de cultivo, Denti et al. (1999) levantaram perdas de 1,04% a 46,88%, em plantios de milho conduzidos pelo sistema de monocultura, e 0 a 12,94%, em plantios conduzidos no sistema de rotação de cultura.

Um outro parâmetro, além da severidade, incidência, época de aparecimento dos sintomas da doença na cultura, quantidade de inóculo, e manejo da cultura, é a cultivar empregada no estudo. Foram constatados em diversos trabalhos, que dependendo do material genético os danos na produção podem ser maiores ou menores. Na linha de resistência de plantas as epidemias podem atuar de um modo menos dramático e muito comum, que é a perda da resistência através da seleção gradual de populações de patógenos mais agressivos, isso é encontrado comumente em plantas com resistência horizontal (Kranz, 1997).

Medeiros et al. (1997), em estudos de danos causado pelo vírus do nanismo amarelo da cevada em aveia, que apresentou dano médio de 16,63% no peso de grãos por panícula, verificou que este percentual variou de acordo com a cultivar. O mesmo foi

verificado por Schons et al. (1999), utilizando o mesmo patossistema, os danos variaram de 3,93%, para a cultivar UFF14, a 52,14%, para a cultivar UFRGS16, quando analisados o número de grãos por panícula. No patossistema *Exserohilum turcicum* – milho relações, o efeito na produção também foi dependente da suscetibilidade ou resistência do híbrido (Pataky, 1992).

Em ensaios conduzidos no campo, durante cinco anos, objetivando determinar o comportamento de populações heterogêneas de aveia sobre o crescimento da ferrugem da folha, Martinelli (1997), constatou que a combinação adequada de genótipos reduz a quantidade total de inóculo, a taxa de crescimento da doença, além de dispensar o uso de fungicidas e, principalmente, a mistura de materiais não apresenta efeitos sobre os componentes de produção.

Este fato pode ser utilizado para o controle de diversas doenças. Um exemplo clássico da influência do material genético no estudo de danos é a ferrugem da cana-de-açúcar, causada pelo fungo *Puccinia melanocephala*. Os danos dessa doença na produção, para o ano de 1987, foram de 7,15%, sendo que o máximo de dano foi observado em 1992, com perdas de até 8,74% na produção, subsequentemente em 1997 as perdas estimadas foram apenas de 2,29%, este explicado pela adoção de programas de melhoramento a partir de 1992 (Moura et al., 1999).

Contudo, existem os trabalhos em que são relatadas a ausência da correlação entre AUDPC e os componentes de produção (Lim & Gaunt, 1981; Rotem et al., 1983a, b; Iamauti et al., 1997; Carneiro et al., 1997). Um dos motivos para a falta de correlação entre severidade da doença (AUDPC) e produção pode ser a desfolha provocada por algumas doenças (Bergamin Filho et al., 1997). Waggoner & Berger (1987) chamaram

atenção pelo fato de que doenças que provocam desfolha dificultam a avaliação da quantidade de tecido afetado, seja ela pela ausência das folhas doentes na planta ou pela dificuldade em separar a desfolha provocada pela doença da desfolha natural da planta.

A correlação entre área foliar sadia e produção é citada em vários trabalhos, assim como os mesmos ressaltam que não houve correlação entre AUDPC e produtividade (Lim & Gaunt, 1986; Subba Rao et al., 1989; Nunes & Bergamin Filho, 1996; Iamauti et al., 1997; Carneiro et al., 1997; Vale et al., 1997; Silva et al., 1997; Canteri et al., 1996, 1998 e 1999; Jesus Junior et al., 2000a e 2000b). Segundo os mesmos autores, severidade, considerada isoladamente, não reflete o efeito da doença estudada.

Os modelos de danos na produção geralmente apresentam conceitos fracos, porque seus componentes são feitos a partir de experimentos de perdas na produção empíricos que variam de local para local (Teng & Gaunt, 1980). Muitos dos modelos de danos são relatados para doenças em locais específicos, e sua implementação em diferentes locais produzem estimativas de perdas não precisas (acuradas). Como, por exemplo, o modelo de ponto crítico do patossistema *Phytophthora infestans* – batata, desenvolvido na Inglaterra (Large, 1952) são inapropriadas às condições do Canadá (James et al., 1971 e 1972). Segundo, Bergamin Filho et al. (1997), atribui essa baixa transportabilidade dos modelos para outras estações de campos, livres de doenças, devido a fraca relação entre doença e campo.

Visto a gama de trabalhos que tem sido realizados para avaliar danos em diversas culturas, utilizando diferentes técnicas e métodos, o propósito da maioria desses métodos é unicamente encontrar a relação entre severidade da doença e porcentagem de redução na produção.

Numa época em que os danos causados por doenças de plantas apresenta um contexto tão amplo que pode englobar desde sintomas até perdas econômicas, ninguém tem dúvidas de que avaliá-lo com precisão é tarefa das mais difíceis (Walker, 1983). No caso da ferrugem, esta causa diversos tipos de perdas em eucalipto, mas isso é somente prática para estimar o decréscimo na produção de madeira. Estimar perdas em culturas perenes, segundo James et al. (1972), é quase impossível porque esta pode ser afetada pelo tipo de solo, chuva e suscetibilidade do material genético.



### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Comparação de índice de infecção em duas regiões de plantio de eucalipto no Estado de São Paulo.**

A partir de dados climáticos diários, de temperatura e período de molhamento foliar, dos anos de 1993 à 1997, de duas regiões do Estado de São Paulo: Vale do Paraíba e Ribeirão Preto, obtidos das Estações Experimentais do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), estimou-se o índice de infecção (II) diário. Utilizou-se um modelo obtido por Ruiz et al. (1989) em estudos de *Puccinia psidii* em *Eucalyptus grandis*, em condições controladas, visando-se conhecer as épocas de maior intensidade da ferrugem em eucalipto e embasar os resultados de estudos realizados em condições de campo.

Segundo o modelo matemático o índice de infecção, constitui uma relação entre a temperatura e o período de molhamento foliar (umidade relativa maior ou igual à 90%).

$$II = -32,2626 + 3,6999 T + 0,4613 H - 0,0018 TH - 0,0903 T^2 - 0,0068 H^2$$

Onde:

II - índice de infecção

T - temperatura máxima (° C)

H - período de molhamento foliar (horas)

Deste modo, estimou-se o índice de infecção nos períodos de janeiro de 1993, que coincide com os primeiros surtos de ferrugem em plantios de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* na região do Vale do Paraíba, até o mês de outubro de 1997. O mesmo modelo foi testado também com dados climáticos da região de Ribeirão Preto.

### **3.2 Local de instalação das parcelas de observação**

A região do Vale do Paraíba foi escolhida por constituir uma região favorável à ocorrência da ferrugem do eucalipto, devido ao clima Subtropical, com temperaturas médias do mês mais quente igual à 22<sup>0</sup>C e, também, pelo fato de ser uma região onde se encontram grandes maciços de reflorestamento destinados tanto para a recuperação de áreas degradadas como para fins de produção em empresas privadas (Camargo et al., 1997; Takahashi et al., 1999b).

As áreas de observação foram instaladas nas três regiões de plantio, Guararema, São José dos Campos e Taubaté, pertencentes à Votorantim Celulose e Papel, na

região do Vale do Paraíba, no mês de fevereiro de 1997. Para cada região foram avaliados dois plantios de idades diferentes, preferencialmente os plantios com idade inferior a um ano e que já apresentavam diferentes níveis de severidade da ferrugem, oriundas de plantio comercial da própria empresa, cujos locais, espécie e procedências estão apresentados no Quadro 01.

Quadro 01. Dados das áreas de experimento.

Região	Fazenda	Talhão	Espécie	Procedência	Data de plantio	Idade (meses)
Guararema	Rogemar	3	E. grandis	Paraibuna	16/07/96	07
	Rogemar	6	E. grandis	Paraibuna	23/12/96	02
São José	Varadouro	10	E. grandis	Salto	20/11/96	03
	São Pedro I	6	E. grandis	Botucatu	08/07/96	07
Taubaté	N. S. Ajuda	9	E. grandis	Taubaté	18/07/96	07
	Gaspar	7	E. grandis	Resende	28/06/96	08

No total foram seis parcelas, de 150 plantas cada uma, a serem avaliadas, dispostas em três linhas de plantio de 50 plantas cada uma, com espaçamento de 3,00 X 2,50 m entre plantas, com intervalo de duas linhas, com um total de 900 plantas.

As cinco procedências comerciais de *Eucalyptus grandis* utilizadas (Paraibuna, Salto, Botucatu, Taubaté e Resende), se mostravam suscetíveis à ferrugem quando inoculadas em condições controladas (Takahashi et al., 1997a).

### **3.3. Avaliação**

#### **3.3.1. Avaliação da doença**

As plantas de cada parcela foram numeradas e avaliadas individualmente, quanto à incidência (porcentagem de plantas com ferrugem) e severidade (intensidade ou níveis de infecção) determinada por uma escala diagramática, confeccionada para esta finalidade, em três níveis:

- ↳ N1 - planta isenta da doença, ou seja, a planta sadia;
- ↳ N2 – com pústulas normais de ferrugem geralmente esparsas ou apenas ocasionalmente abundantes, nos limbos e folhas novas;
- ↳ N3 - planta com pústulas normais abundantes. Em estágios mais avançados da doença apresenta pústulas nos limbos, pecíolos de folhas mais novas e nos terminais de galhos e na haste principal, comprometendo a dominância apical e a estrutura foliar e da planta.

Essa escala foi idealizada baseando-se em critérios de forma, distribuição, a frequência das lesões e o comportamento da planta no campo, a partir de observações das plantas com sintomas da doença (Figura 01).

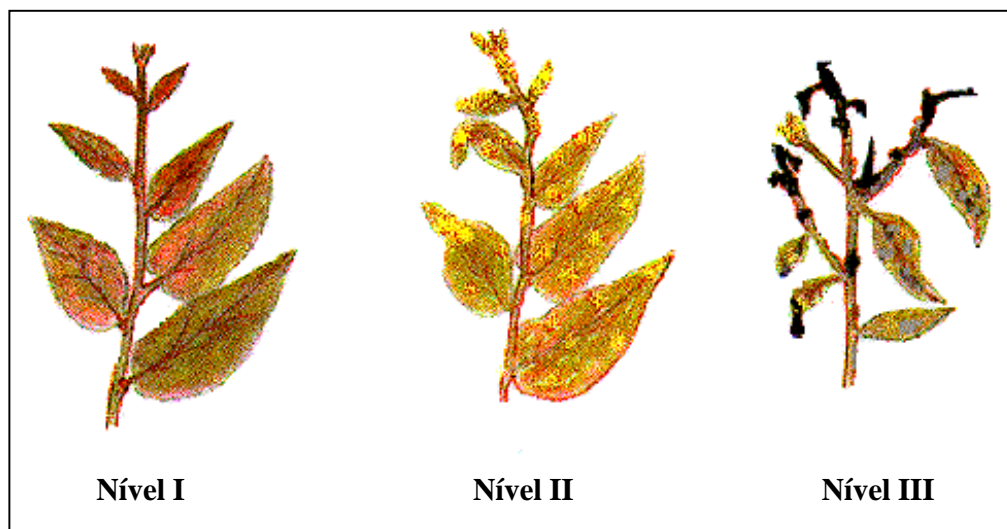


Figura 01. Escala diagramática da ferrugem do eucalipto.

### 3.3.2. Desenvolvimento das plantas

Para avaliar o desenvolvimento das plantas, tomou-se medida de altura da planta (cm) e DAP (Diâmetro à altura do peito expressa em cm).

No total foram realizadas doze avaliações, conforme mostra o Quadro 02. As leituras foram realizadas a cada dois meses, estendendo-se até a quarta avaliação, que corresponde de 9 à 14 meses de idade da planta no campo, em que ela é bastante suscetível à ferrugem. A partir da quinta avaliação até a décima, correspondendo à idade de 1,5 a 2,0 anos das plantas, o intervalo foi de três meses. A décima primeira avaliação foi realizada seis meses após, com plantas que apresentavam em torno de 2,5 anos. A última avaliação, décima segunda avaliação, foi realizada doze meses após a penúltima, com plantas que apresentavam

idade em torno de 4 anos. O intervalo das duas últimas avaliações foi maior pelo fato de que após os dois anos de idade as plantas não apresentavam sintomas da doença. Os parâmetros mais importantes nessas avaliações foram os componentes de produção: DAP e altura das plantas.

Quadro 02. Datas das doze avaliações e as respectivas idades em que as plantas foram avaliadas, nas três regiões do estado de São Paulo, considerando cinco procedências de *Eucalyptus grandis*.

Região	Guararema		São José		Taubaté	
Fazenda	Rogemar	Rogemar	Varadouro	S. Pedro I	N.S.Ajuda	Gaspar
Talhão	3	6	10	6	9	7
Procedência	Paraibuna	Paraibuna	Salto	Botucatu	Taubaté	Resende
Data de plantio	10/07/96	23/12/96	20/11/96	08/08/96	18/07/96	28/06/96
Data de avaliação	Idade (meses)					
25/02/97	7	2	3	6	7	7
08/05/97	10	4	5	8	9	10
03/07/97	12	6	7	10	11	12
03/09/97	14	8	9	12	13	14
01/12/97	17	11	12	15	16	17
16/03/98	20	14	15	19	19	20
04/06/98	23	17	18	21	22	23
18/09/98	26	20	21	25	26	26
04/12/98	29	23	24	27	28	29
01/03/99	32	26	27	30	31	32
10/09/99	38	32	33	36	38	39
19/10/00	51	45	47	50	52	52

A produção individual, em metros cúbicos, foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$V_i = \frac{\pi (\text{dap})^2 \times \text{Ht} \times f}{4}$$

Onde:

$V_i$ : volume individual do tronco ( $\text{m}^3$ )

dap: Diâmetro à Altura do Peito (m)

Ht: Altura total (m)

f: Fator de forma

O fator de forma (f) de um maciço florestal é determinado através da média aritmética dos fatores de forma obtidos em diversas árvores amostradas ao longo do povoamento (Veiga, 1984). O fator de forma utilizado na equação, no valor de 0,42, foi obtido através de dados de inventário da Votorantim Celulose e Papel.

Com base no volume individual da árvore, obteve-se o volume real por hectare ( $V_{\text{real}}$ ) em metros cúbico, conforme indicado na expressão seguinte:

$$V_{\text{real}} = \frac{\sum V_i}{n_1} \times n_2$$

Onde:

$V_{\text{real}}$ : volume ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )

$V_i$ : volume individual ( $\text{m}^3$ )

$n_1$ : número de árvores na parcela avaliada

$n_2$ : número de árvores por hectare

O volume estimado é o volume esperado, calculado com base no volume das árvores sadias, em metros cúbicos por hectare, conforme a expressão abaixo:

$$V_{\text{est}} = \frac{\sum V_i}{n_1} \times n_2$$

Onde:

V est: volume estimado (m<sup>3</sup>/ha)

V<sub>i</sub>: volume individual de plantas sadias (m<sup>3</sup>)

n<sub>1</sub>: número de árvores na parcela avaliada

n<sub>2</sub>: número de árvores por hectare

O volume real (V<sub>real</sub>) é o volume obtido de cada parcela, considerando o volume das plantas doentes. O volume estimado (V<sub>est</sub>) é o volume estimado apenas do volume das plantas sadias, extrapolando esses valores para o total da parcela.

### 3.4. Análise temporal

Para análise temporal utilizou-se os dados de incidência em cada parcela e época de avaliação. Comparando-se o efeito da idade das plantas na região de Guararema, devido a utilização da mesma procedência nessa região, nesse caso *E. grandis* procedência Paraibuna, nas datas de plantio de 10/07/96 e 23/12/96. Também comparou-se o desenvolvimento da ferrugem em plantios que apresentavam a mesma idade e em diferentes regiões: Guararema (data de plantio: 10/07/96), São José dos Campos (data de plantio: 08/08/96) e Taubaté (data de plantio: 18/07/96).



### 3.5. Avaliação de danos da ferrugem do eucalipto

O método utilizado foi o de plantas individuais (Bergamin Filho & Amorim, 1996). Os indivíduos doentes e sadios, substituem as parcelas do método de parcelas experimentais. As plantas foram devidamente escolhidas, etiquetadas e avaliadas. A escolha da planta foi feita procurando-se representar a maior variação possível de intensidade da doença, não se esquecendo da referência planta sadia, como proposto por Walker (1983). Ao final cada planta foi considerada como sendo um dado para análise de regressão.

Nesse estudo, para a obtenção de diferentes níveis de severidade utilizou-se a infecção natural (Chiarappa, 1971; James & Teng, 1979; Walker, 1983).

Para caracterizar a relação entre doença e produção, o presente estudo incluiu plantas sadias e plantas com vários níveis da doença (Walker, 1983).

Os dados obtidos da severidade da ferrugem, expressos em notas, segundo escala diagramática (Figura 01), em cada época de avaliação, em cada planta, foram utilizados para calcular a área abaixo da curva de progresso da doença (AUDPC), estimada por integração trapezoidal (Berger, 1988).

$$\text{AUDPC} = \sum_{i=1}^{n-1} [(Y_i + Y_{i+1}) / 2] (T_{i+1} - T_i)$$

Onde:

Y: é a severidade da doença

( $T_{i+1} - T_i$ ): é o intervalo entre duas avaliações consecutivas

A utilização deste modelo se deve ao fato de que além da severidade da ferrugem é importante avaliar a frequência da doença nas plantas para estimativas precisas de danos, como proposto por Vanderplank (1963).

Para cálculo do componente de produção, volume de madeira expressa em metros cúbicos, utilizou-se os valores de DAP (m) e altura (m), para cada planta.

Modelos tradicionais de avaliação de danos são obtidos de forma empírica, fazendo variar a quantidade de doença em diferentes parcelas correlacionando estes níveis de severidade com produção. O dano pode, assim, ser obtido com regressão linear simples, onde intensidade da doença é variável independente e redução de produção, a variável dependente.

Utilizou-se a análise de regressão linear simples para determinar a acurácia e a precisão das estimativas (Cornell & Berger, 1987). A estimativa de danos foi calculada, para cada região, composta de duas idades diferentes, foi calculada através da diferença de produção entre plantas sadias e plantas doentes, conforme a equação abaixo:

$$\% \text{ dano} = \frac{\text{PMPS} - \text{PMPD}}{\text{PMPS}} \times 100$$

Onde:

PMPS: representa a porcentagem média de plantas sadias (m<sup>3</sup>/ha)

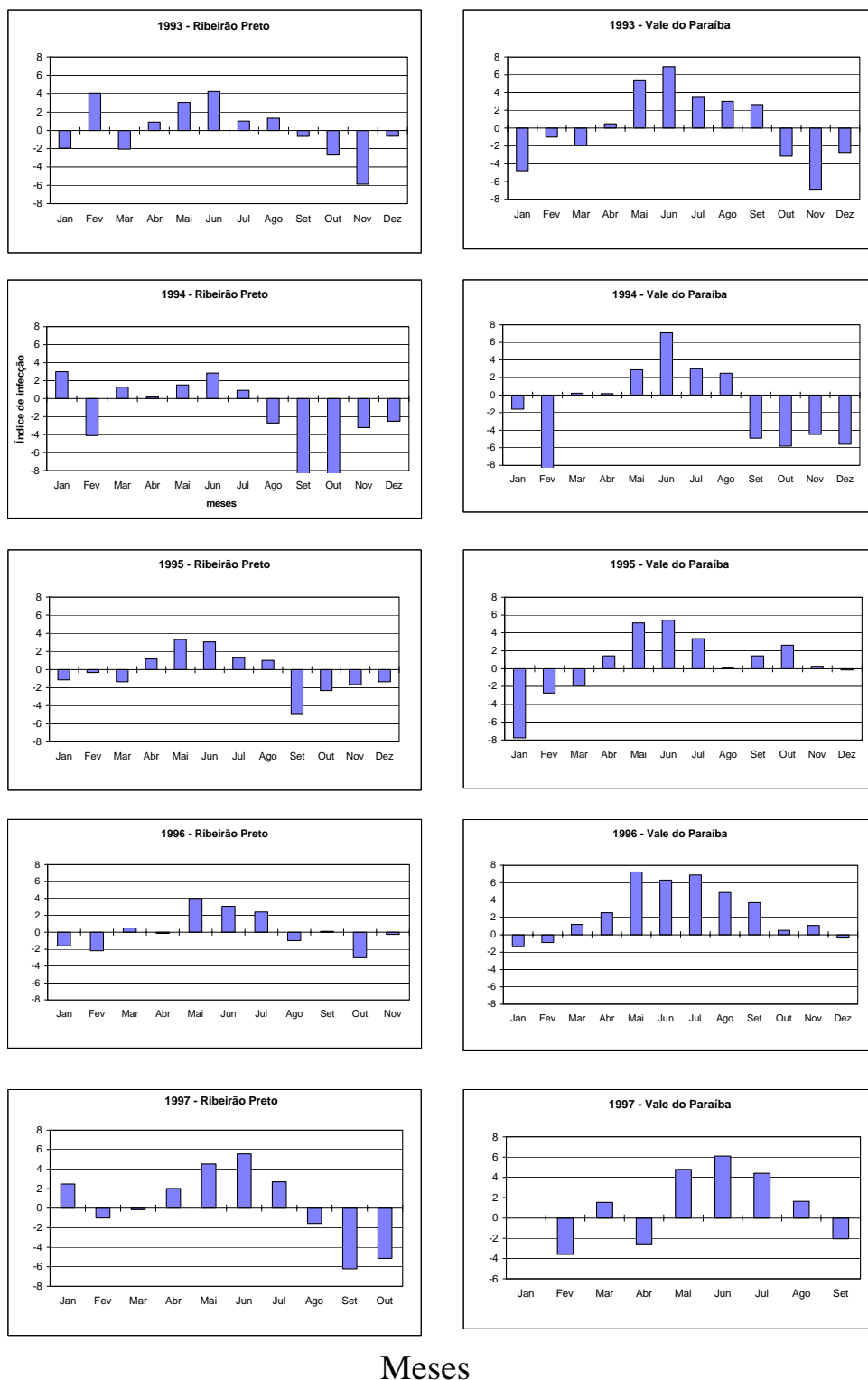
PMPD: porcentagem média de plantas doentes (m<sup>3</sup>/ha)

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Comparação de índice de infecção da ferrugem em duas regiões de plantio de eucalipto no Estado de São Paulo.**

De acordo com os resultados obtidos na Figura 02, verifica-se que ocorre uma variação da intensidade da doença com o ano e época do ano, conforme com a variação de temperatura e período de molhamento foliar (número de horas de umidade relativa igual ou superior à 90%), em estudos conduzidos para as duas regiões: Vale do Paraíba e Ribeirão Preto, nos anos de 1993 à 1997.

Índice de Infecção



Meses

Figura 02. Índice de infecção da ferrugem, comparando duas regiões distintas, Ribeirão Preto e Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo, no período de 1993 a 1997.

Com os resultados estimados pelo modelo constatou-se que, a ocorrência da ferrugem na região de Ribeirão Preto é baixa, com índice de infecção máximo estimado inferior à 4, com exceção do ano de 1997. Os meses mais prováveis para ocorrência da doença durante os cinco anos foram: abril, maio, junho e julho, sendo no período de maio à junho de 1997, os meses previstos para uma maior incidência da ferrugem. Esses períodos apresentavam temperatura média por volta de 18 à 23°C, que são favoráveis ao desenvolvimento da doença, e temperatura máxima de 31°C e mínima de 12°C. Entretanto, o tempo de molhamento foliar foi sempre inferior à 8 horas, fato este que pode estar limitando os processos iniciais de infecção (Alfenas et al., 2000).

Estes dados estão coerentes com as observações realizadas à campo, para a região de Ribeirão Preto, em que não foi constatada a doença no campo. Segundo dados da Votorantim Celulose e Papel, a ferrugem só foi observada em jardim clonal e em único clone, provavelmente devido ao microclima gerado no interior da estufa do jardim clonal para micro-enxertia aliado à suscetibilidade do material vegetal. Porém, para o mesmo clone, quando estabelecido no campo, não observou-se incidências da doença.

Na região do Vale do Paraíba os índices de infecção estimados foram superiores à 2, com picos de 8, dependendo da época. Os maiores valores de índice de infecção constatado foi no período de abril à setembro de 1996, sendo que no mesmo ano os períodos prováveis de ocorrência da doença estenderam-se de março à novembro. Esses dados apontam 1996 como ano de maior índice, por mais tempo, coincidindo com as observações de campo, conforme observado por Camargo et al. (1997). Em outros anos observou-se que os períodos favoráveis à doença se estenderam-se de março à novembro, com picos de maio à

agosto, e os índices decresceram a partir de setembro, fator observado para os cálculos de cinco anos de dados climáticos da região.

Comparando-se as duas regiões, em relação aos índices de infecção estimados, a região de Ribeirão Preto apresentou índices menores que a região do Vale do Paraíba. Enquanto o Vale do Paraíba apresentava índices de infecção variando na faixa de 2 a 8, a região de Ribeirão Preto apresentavam índices inferiores a 4.

Os meses favoráveis à ocorrência da ferrugem, segundo a estimativa do índice de infecção, no ano de 1993 foram fevereiro e entre abril à agosto na região de Ribeirão Preto. No Vale do Paraíba períodos foram os meses de abril à setembro. No ano de 1994, para a região de Ribeirão Preto os períodos de maior probabilidade de ocorrência da doença foram nos meses de janeiro, março, abril, maio, junho e julho e, no Vale do Paraíba, foram os meses de março à agosto. Já no ano de 1995, os maiores índices para a região de Ribeirão Preto foram registrados entre os meses de abril à agosto, enquanto no Vale do Paraíba os meses de maior probabilidade foram de abril estendendo-se até o mês de novembro.

Os maiores índices de infecção estimados foram constatados no ano de 1996, para a região do Vale do Paraíba, durante os meses de março à novembro, período este maior que o observado nos anos anteriores. O contrário foi verificado, no mesmo ano, na região de Ribeirão Preto cujos meses favoráveis à ocorrência da ferrugem foram apenas: março, maio, junho, julho e setembro. Em relação ao ano de 1997, ambas as regiões apresentaram o mesmo número de meses favoráveis à ocorrência da ferrugem, apresentando pouca diferença nos valores estimados de índice de infecção.

Quando comparadas, a região do Vale do Paraíba apresenta maior intervalo de meses favoráveis à ocorrência da ferrugem que a região de Ribeirão Preto. Em ambas as regiões os maiores índices de infecção estimados foram registrados no mês de junho.

Durante os períodos mais propícios para ocorrência da doença a temperatura média encontrava-se em torno de 18°C com máxima de 25° e mínima de 12°C. Outro fator relacionado à ocorrência da doença foi o período de molhamento foliar, cujos dados, nos meses mais favoráveis à ferrugem apresentavam valores diários igual ou superior à 8 horas de molhamento foliar. Esses dados são os mesmos encontrados por Ferreira (1981), Ruiz et al. (1989), Piza & Ribeiro (1989), Carvalho et al. (1994) e Alfenas et al. (2000).

Em levantamento realizado, em plantios de *Eucalyptus grandis*, com idade inferior à dois anos, durante o período de fevereiro de 1997 até março de 1998, na região do Vale do Paraíba indicaram que a doença começa a progredir a partir de fevereiro, mantendo níveis elevados de maio até meados de agosto e passa a decrescer a partir de setembro. Este levantamento apresentou uma boa correlação com os dados estimados pelo modelo matemático. O mesmo foi observado em estudos conduzidos por Ruiz et al. (1989).

Períodos favoráveis para infecção podem variar de ano a ano e de acordo com a região geográfica (Coutinho et al., 1998). Desta maneira, a região do Vale do Paraíba destacou-se como favorável à ocorrência da ferrugem em eucalipto, enquanto o contrário pode ser verificado para a região de Ribeirão Preto. Fato este comprovado em valores estimados de índice de infecção baseado em condições climáticas e das observações realizadas à campo.

Em muitos casos o fato de um campo de eucalipto apresentar ferrugem está associado à ocorrência de períodos climáticos favoráveis, durante o tempo em que a

cultura apresentar brotações jovens e sobrepostas. Diferenças na época de plantio ou das procedências podem resultar em diferentes períodos de exposição, que podem ou não coincidir com condições ambientais favoráveis à infecção por *Puccinia psidii*.

O modelo matemático proposto por Ruiz et al. (1989), elaborado a partir de estudos realizados em condições controladas de ambiente de laboratório, apresentou boa correlação com o campo e pode constituir uma ferramenta bastante útil para a seleção de regiões menos propícias à ferrugem do eucalipto e mesmo na escolha de material para plantio em cada região. Desta forma para a região de Ribeirão Preto se optaria por um material genético com boa performance, sem a necessidade de ser resistente à ferrugem. Em contrapartida para a região do Vale do Paraíba recomenda-se o uso de material resistente à doença.

Em suma o conhecimento de fatores meteorológicos que influem na incidência e severidade da doença têm se mostrado uma ferramenta útil para a determinação das épocas do ano mais favoráveis à doença, visando a racionalização de medidas de controle (Ruiz et al., 1989). Além de reforçar a teoria de que a incidência da ferrugem, no campo, se deve principalmente às condições de clima (Vale & Zambolim, 1996).

#### **4.2 Análise temporal da ferrugem do eucalipto**

Para a análise temporal da doença foram comparadas duas situações. A primeira comparou-se plantios da mesma idade e três diferentes procedências de *E. grandis*, em três regiões diferentes, e a segunda comparou-se dois plantios de idades diferentes e mesma procedência de *E. grandis* na mesma região. Como mostra as Figuras 03 e 04.



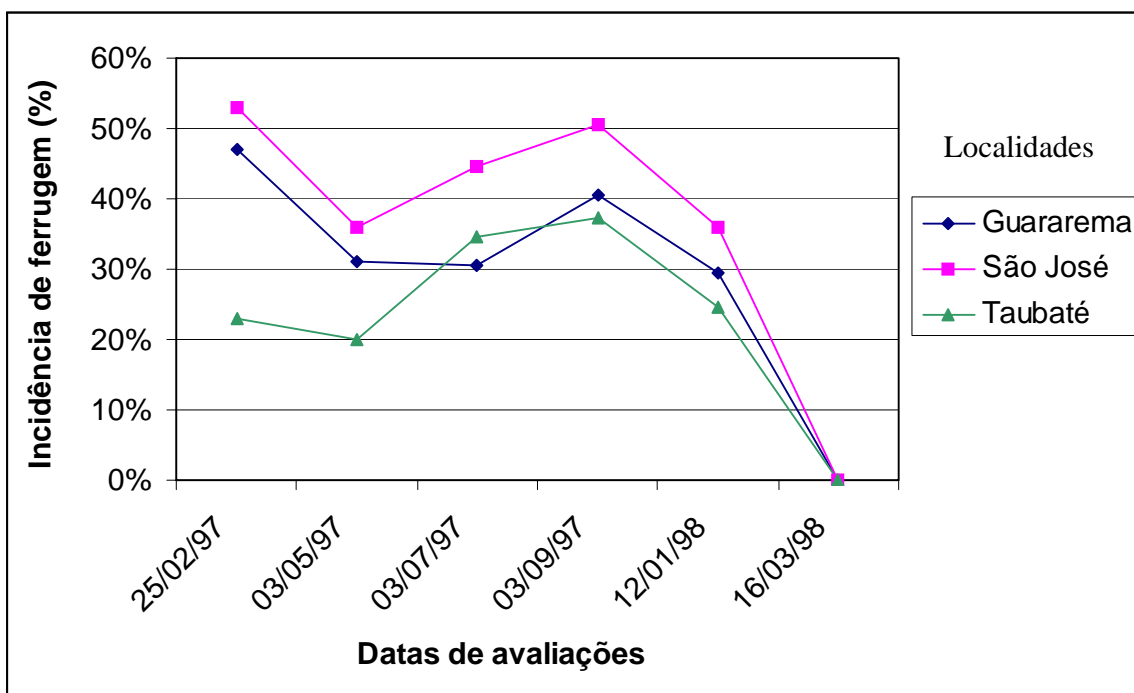


Figura 03: Incidência da ferrugem em plantios, da mesma idade, em três diferentes localidades na região do Vale do Paraíba.

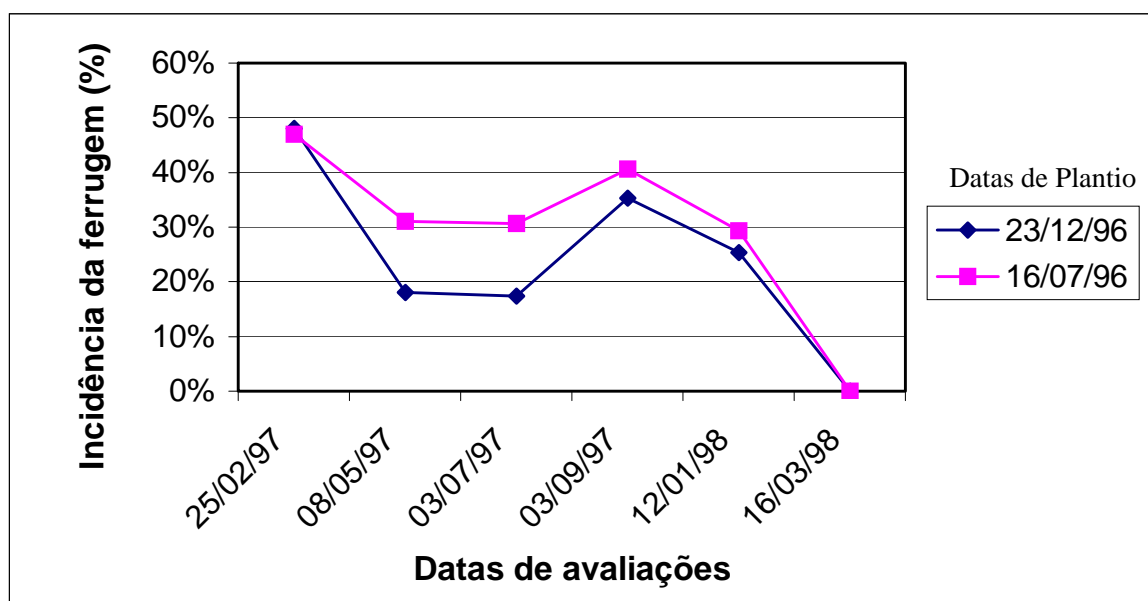


Figura 04: Incidência da ferrugem em plantios de duas diferentes idades, na região de Guararema - SP.

Na figura 03, observou-se que em plantas da mesma idade, em todas as regiões avaliadas, independente da procedência utilizada, houve um comportamento mais ou menos semelhante com relação à ferrugem. De modo geral, para as três regiões avaliadas, foi constatada maior incidência da doença em fevereiro, com decréscimo em maio e aumento em julho com pico em setembro. A partir do mês de dezembro a incidência da doença no campo começou a decrescer.

O mesmo comportamento foi observado quando avaliou-se a incidência da doença em plantios constituídos de duas diferentes idades (datas de plantio 23/12/96 e 10/07/96), na região de Guararema, de acordo com a Figura 04.

Esses resultados contrariam as estimativas da ferrugem pelo modelo matemático. De acordo com os resultados obtidos, para o índice de infecção estimado, nos anos de 1993 à 1997, na região do Vale do Paraíba, os meses de maior probabilidade de ocorrência da ferrugem estão concentrados no período de maio à julho, com picos de incidência em junho. No ano de 1997, as maiores estimativas de incidência da ferrugem foram de maio à julho (Figura 02) e a ocorrência da doença é negativa em fevereiro. O contrário foi verificado nas avaliações realizadas à campo (Figuras 03 e 04) na qual maiores incidências da doença ocorreram nos meses de fevereiro e setembro, independente do local, da procedência e da idade do material.

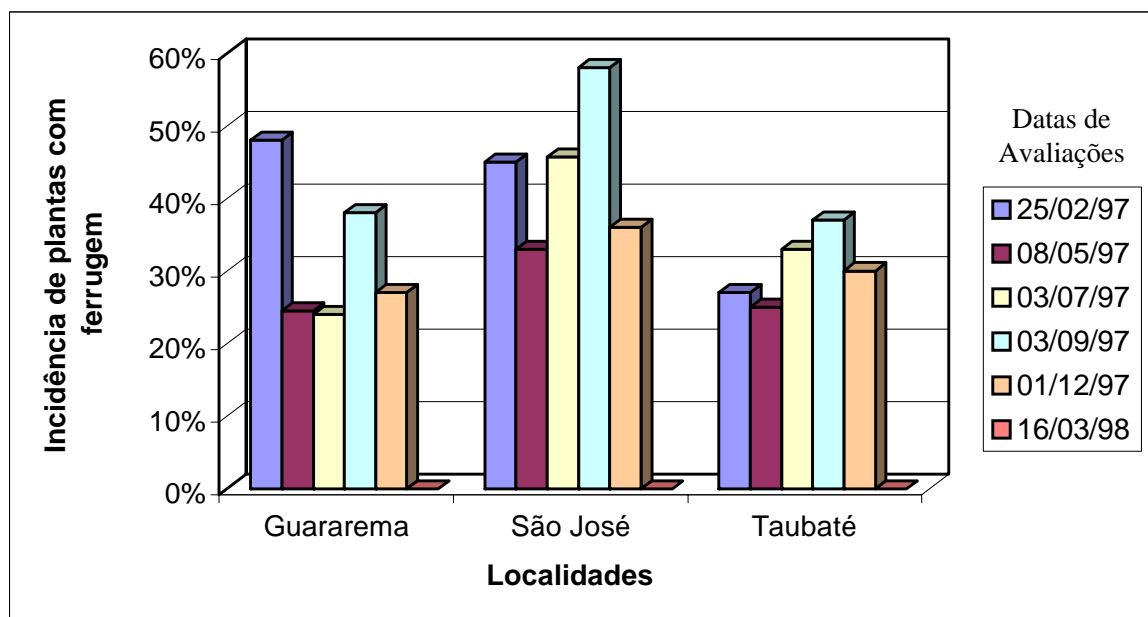


Figura 05. Incidência média da ferrugem nas três localidades da Região do Vale do Paraíba - SP.

Outro fator que reforça a discordância entre dados estimados e dados observados pode ser observado na Figura 05. Verificou-se maiores incidências da doença na primeira e quarta avaliações que correspondem, respectivamente, aos períodos de final de fevereiro e início de setembro. A partir da sexta avaliação não foi constatada a ferrugem nas plantas, ocorrendo uma recuperação das plantas de acordo com o avanço da idade, nas três regiões de observação. Dados semelhantes ao observado por Takahashi et al., 1999a.

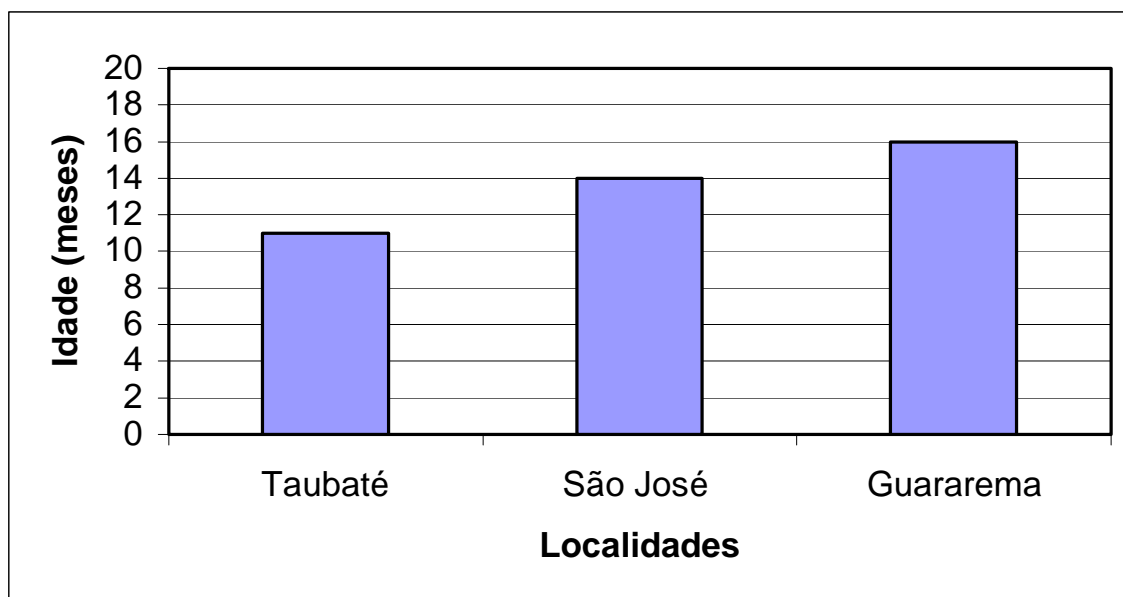


Figura 06. Idade máxima em que a planta apresenta sintomas de ferrugem de acordo com a região.

Uma explicação para a discordância entre dados observados e estimados pode estar no fato de que além da variável climática, o estágio fenológico do eucalipto também pode favorecer a ocorrência e influenciar a severidade da doença no campo (Ferreira, 1989; Coutinho et al., 1998). Conforme resultados obtidos, na Figura 06, o eucalipto foi extremamente suscetível a doença até a idade de 1,5 ano, dado semelhante ao encontrado por Ferreira (1989), que relata a ocorrência da ferrugem na planta até o estágio de crescimento A, que corresponde até os dois anos de idade da planta. Após essa idade não foi constatada a doença no campo, dados semelhantes ao encontrado pelo mesmo autor que observou sintomas da doença em menor frequência em plantas que constituem o estágio fenológico B, que corresponde a idade de dois a quatro anos.

### 4.3 Quantificação dos danos causados pela ferrugem do eucalipto

Nesse experimento foram avaliadas 900 plantas, como sugerido por Walker (1983). Na análise dos dados, das 900 árvores avaliadas foram selecionadas 381 árvores, distribuídas nas três regiões, para a avaliação da produção e sua correlação com a área abaixo da curva de progresso da doença (AUDPC). Essas árvores foram selecionadas para representar o total de plantas doentes e sadias.

Após as primeiras constatações no Brasil a ferrugem foi considerada uma doença pouco expressiva por não causar grandes danos às plantas infectadas. Atualmente, sabe-se que a variação natural na distribuição espacial da doença e a variação no tempo são eventos tão importantes quanto os danos causados por doenças, e podem ter um efeito de ocorrência de diferentes quantidades de produção ou danos, que são objetos de estudo do presente trabalho.

Em todos os campos experimentais, ocorreu a epidemia de ferrugem. O emprego do método de plantas individuais, nesse estudo, apresentou vantagens como a rapidez na obtenção de resultados e a facilidade em adaptá-lo em um plantio comercial, como é o caso da Votorantim Celulose e Papel. A sua maior desvantagem do método está associada a alta variação natural na produção individual (Bergamin & Amorim, 1991 e 1996). Segundo Walker (1983), em culturas perenes essa variação pode ser de ano a ano. Com relação às outras desvantagens do método de plantas individuais procurou-se eliminar, nesse trabalho, alguns itens que poderiam eventualmente interferir na avaliação de danos, como a interação de danos. Uma vez que a cultura encontra-se no campo, sua produção pode ser comprometida não

apenas pela doença, em que o estudo está focalizado, mas também por outras pragas, doenças, plantas daninhas, deficiência nutricional ou déficit hídrico (Walker, 1983).

Um outro fenômeno que também interferir nas estimativas de danos é a compensação de plantas sadias devido a redução de plantas infectadas (Bergamin & Amorim, 1991 e 1996; Walker, 1983). Segundo Tuleen & Frederiksen (1982) plantas sadias adjacentes às plantas doentes e/ou mortas tendem a produzir mais devido à baixa competição por luz, água e nutrientes, assim como plantas doentes tendem a produzir menos devido à dominância das plantas sadias. Esse fenômeno, não sendo objeto desse estudo, foi descartado adotando-se a exclusão das principais fontes de erros, como plantas com valores superestimados ou subestimados, e também através do aumento do número de amostragem.

Os dados foram submetidos à análise de regressão e os resultados obtidos: coeficientes angulares ( $r$ ), intersecções com o eixo x ( $y_0$ ) e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das retas de regressão linear entre AUDPC e volume médio estão no Quadro 03. Os valores correspondentes aos gráficos de dispersão estão apresentados nas Figuras 07 à 12.

Quadro 03. Coeficientes das regressões lineares entre AUDPC e volume médio de madeira ( $m^3$ ), para as três regiões.

Região	Guararema		São José		Taubaté	
Procedência	Paraibuna	Paraibuna	Salto	Botucatu	Taubaté	Resende
Plantio	10/07/96	23/12/96	20/11/96	01/08/96	18/07/96	28/06/96
$y_0$	0,3670	0,3763	0,3567	0,3354	0,4265	0,4344
$r$	- 0,0116	- 0,0122	- 0,0106	- 0,0088	- 0,0156	- 0,0199
$R^2$	0,8071	0,8942	0,6563	0,6879	0,8677	0,8428

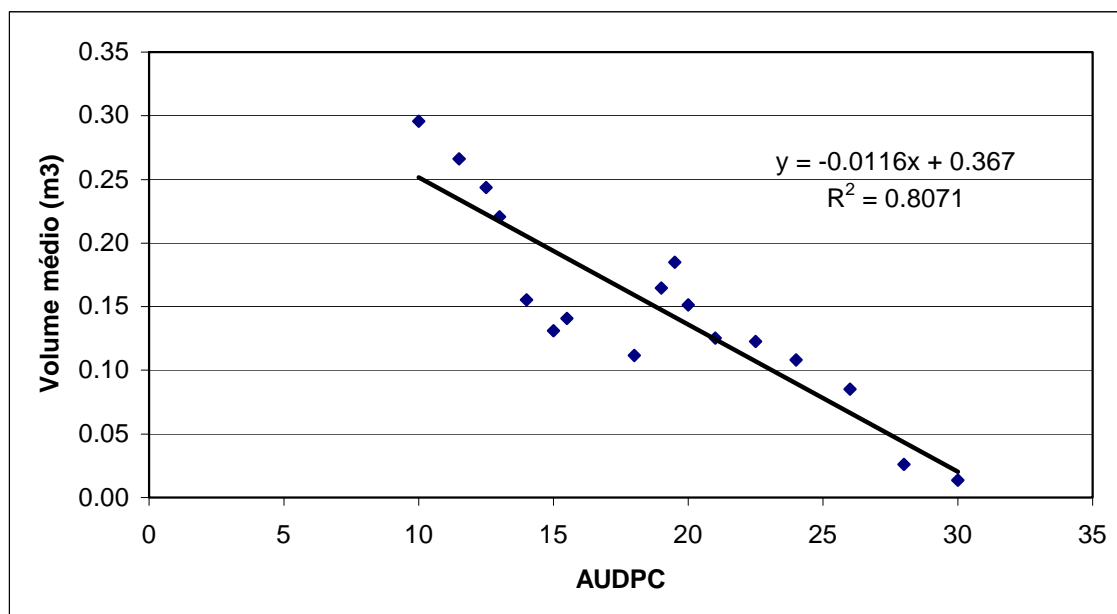


Figura 07. Volume médio de madeira (m<sup>3</sup>) em função da AUDPC de plantas individuais de *E. grandis*, procedência Paraibuna, em Guararema-SP. Data de plantio: 10/07/96.

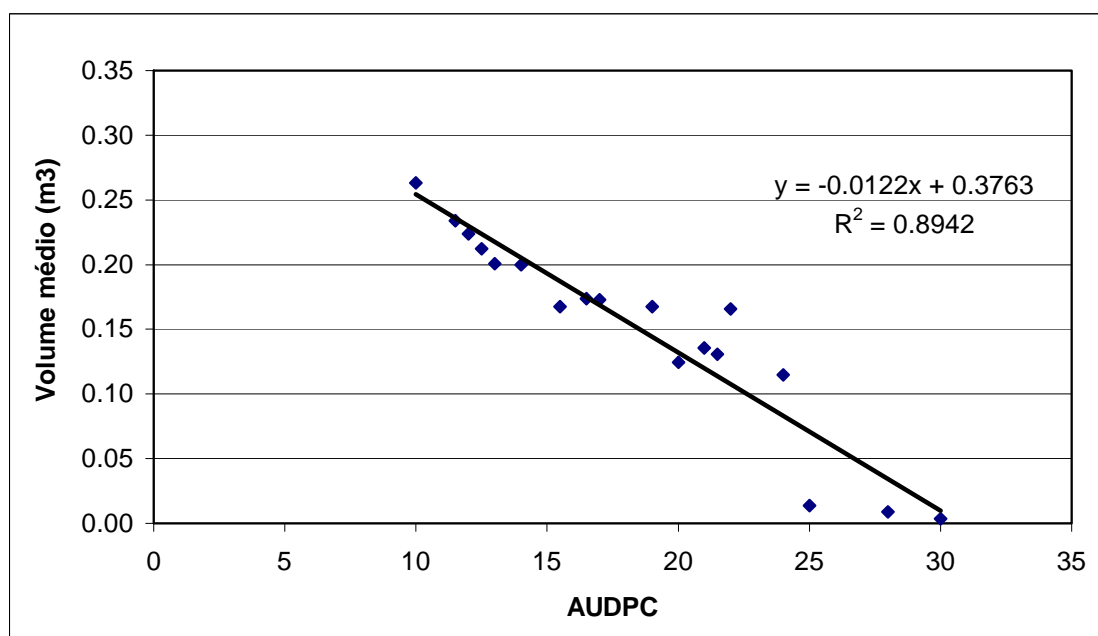


Figura 08. Volume médio de madeira (m<sup>3</sup>) em função da AUDPC de plantas individuais de *E. grandis*, procedência Paraibuna, em Guararema-SP. Data de plantio: 23/12/96.

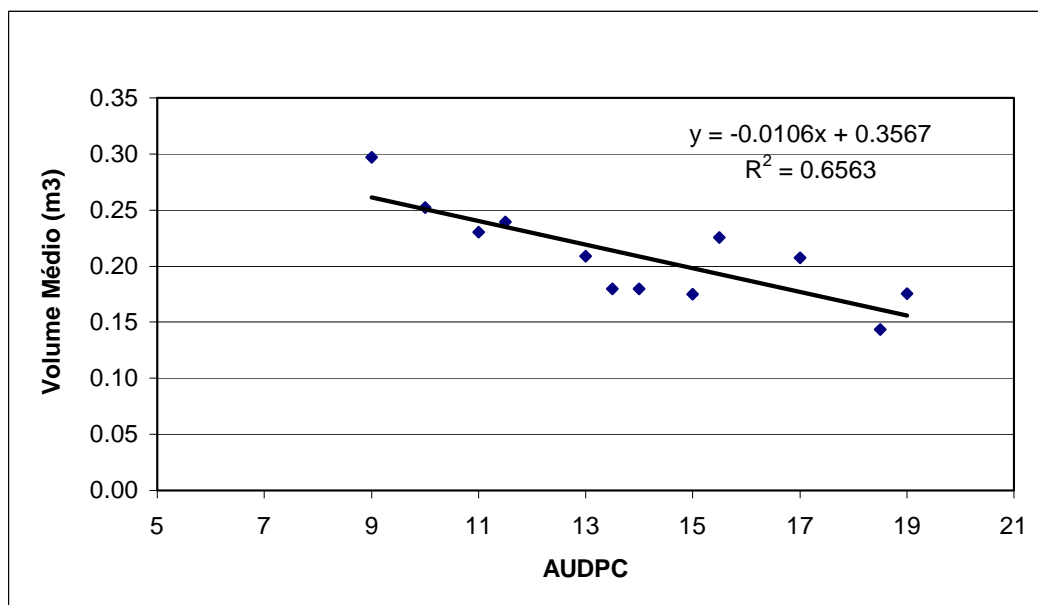


Figura 09. Volume médio de madeira (m<sup>3</sup>) em função da AUDPC de plantas individuais de *E. grandis*, procedência Salto, em São José - SP. Data de plantio: 20/11/96.

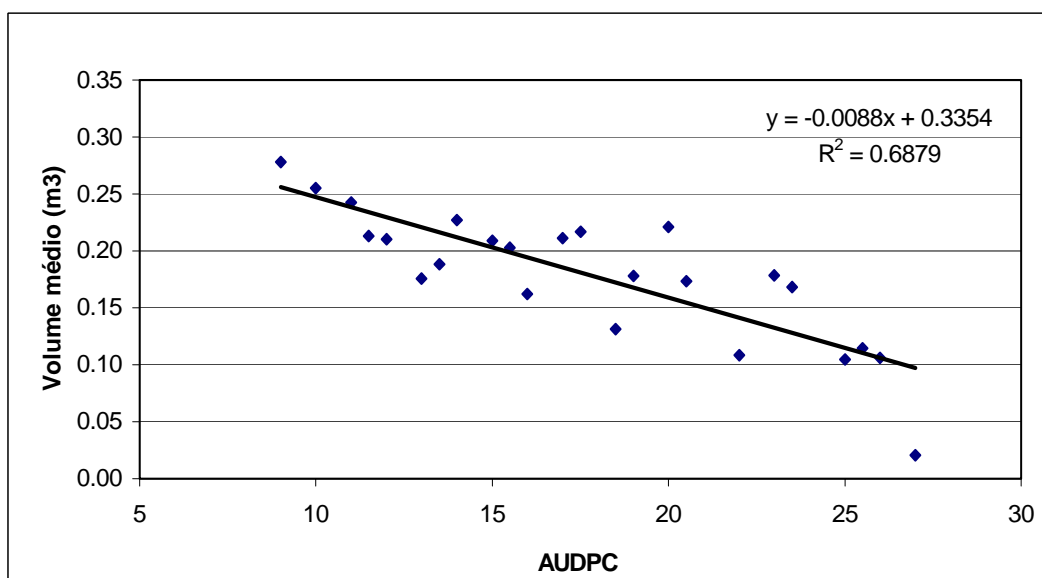


Figura 10. Volume médio de madeira (m<sup>3</sup>) em função da AUDPC de plantas individuais de *E. grandis*, procedência Botucatu, em São José - SP. Data de plantio: 01/08/96



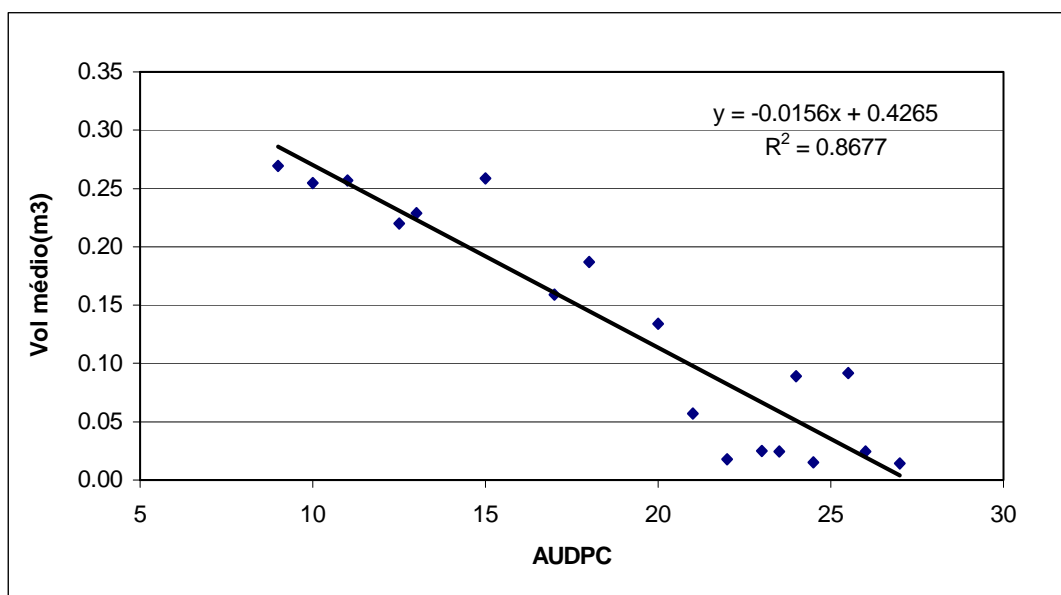


Figura 11. Volume médio de madeira (m<sup>3</sup>) em função da AUDPC de plantas individuais de *E. grandis*, procedência Taubaté, em Taubaté - SP. Data de plantio: 18/07/96

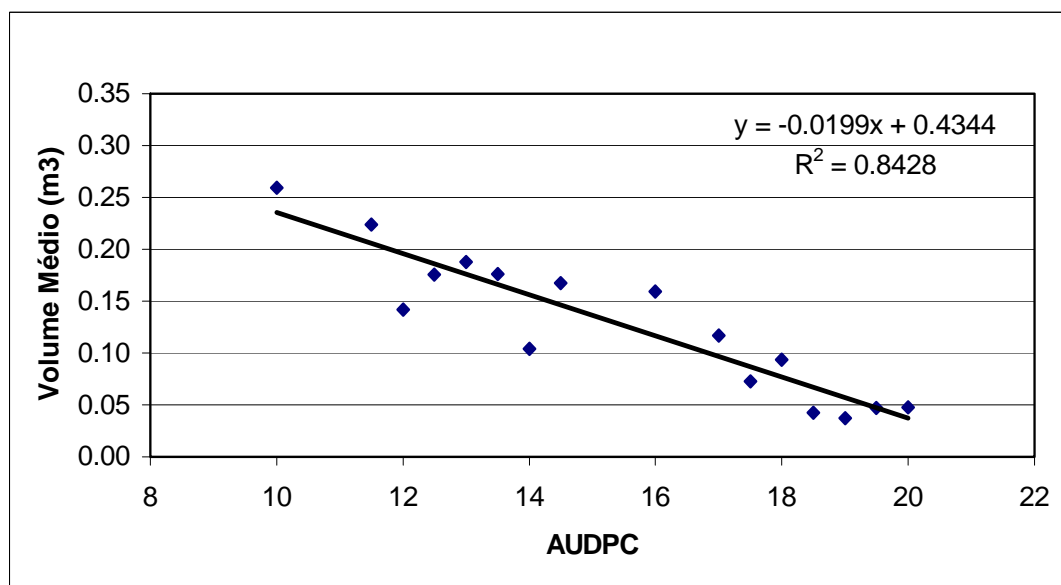


Figura 12. Volume médio de madeira (m<sup>3</sup>) em função da AUDPC de plantas individuais de *E. grandis*, procedência Resende, em Taubaté - SP. Data de plantio: 28/06/96

O modelo adotado assumiu uma relação linear simples entre danos na produção e severidade da doença, representada pela AUDPC. Nesse estudo os componentes de contribuição individual foram fáceis de determinar, apesar de serem influenciados pelo ambiente como foi constatado por Bowen et al. (1991).

Com relação aos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), foram encontrados valores relativamente elevados, entre 0,66 a 0,89. Considerando-se que se trata de um ensaio de campo (Campbell & Madden, 1990), onde a unidade experimental é uma planta individual (Bergamin Filho & Amorim, 1991).

Observou-se grande similaridade, para as três regiões, entre os coeficientes angulares, de intersecção no eixo x e de determinação, sendo que os coeficientes de determinação mais elevados foram constatados para a região de Guararema e Taubaté e os mais baixos para a região de São José.

Nesse aspecto a AUDPC foi uma variável adequada para o ajuste das funções de danos causados pela ferrugem do eucalipto. Outros autores já utilizaram com sucesso a AUDPC em modelos de previsão de danos (Shaner, 1973; Schneider et al., 1976; Fried et al., 1979; Royse et al., 1980; Broscious et al., 1987; Lipps & Madden, 1989; Bisht & Agrawal, 1994; Massola Junior et al., 1999).

Em termos de praticidade a AUDPC foi substituída pelo nível médio de severidade, calculado através da média das severidades, conforme escala diagramática (Figura 01), das cinco primeiras avaliações. O nível médio representa uma ferramenta prática para as empresas e pequenos produtores de madeira pois seu cálculo é simples e oferece uma visão da intensidade e severidade da doença no campo. De acordo com as Figuras 13 à 18,

observou-se que o coeficiente de determinação foi elevado entre os valores de AUDPC e de nível médio.

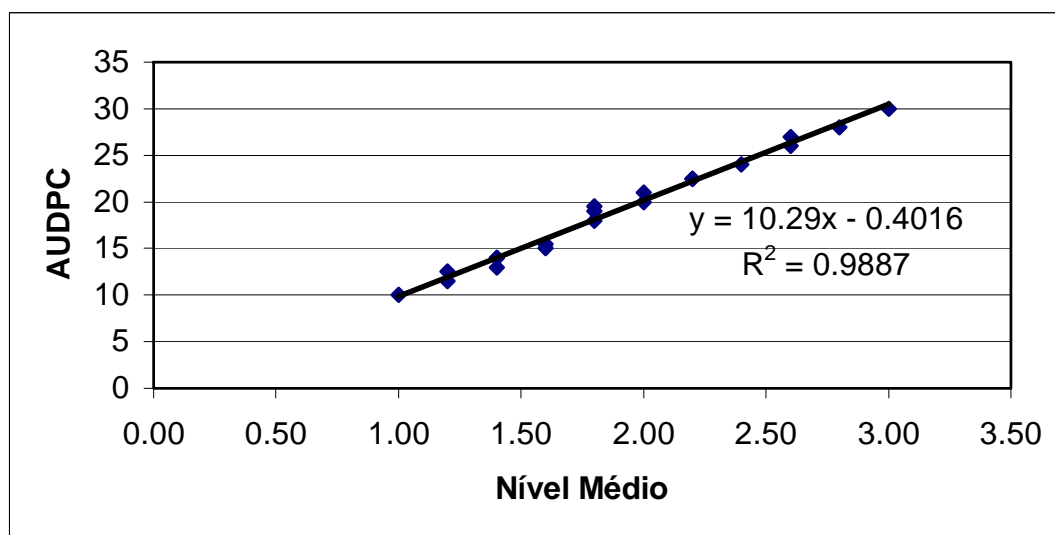


Figura 13: Correlação entre AUDPC e nível médio na Fazenda Rogemar, talhão 3, região de Guararema – SP. Data de plantio: 10/07/96

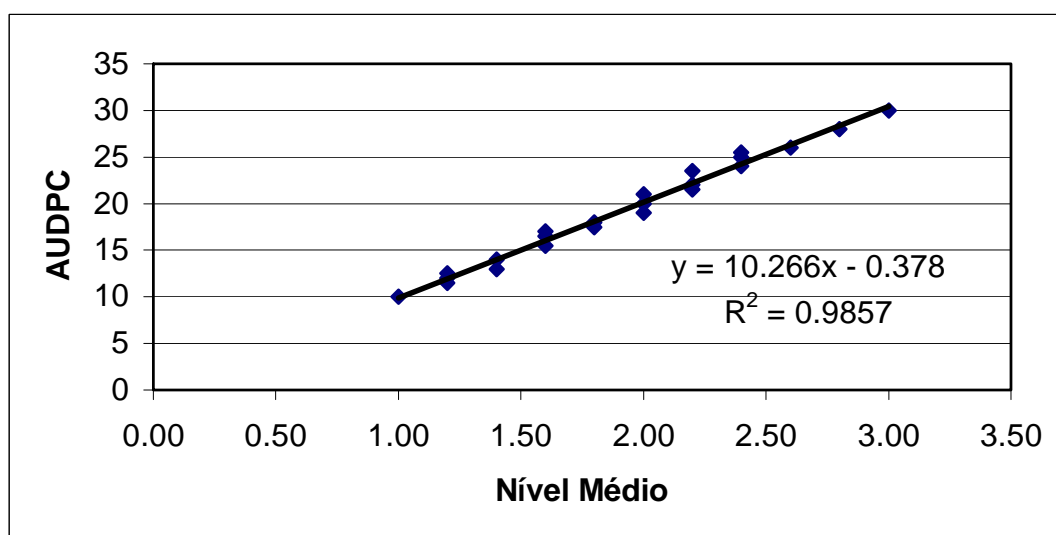


Figura 14: Correlação entre AUDPC e nível médio na Fazenda Rogemar, talhão 6, região de Guararema – SP. Data de plantio: 23/12/96

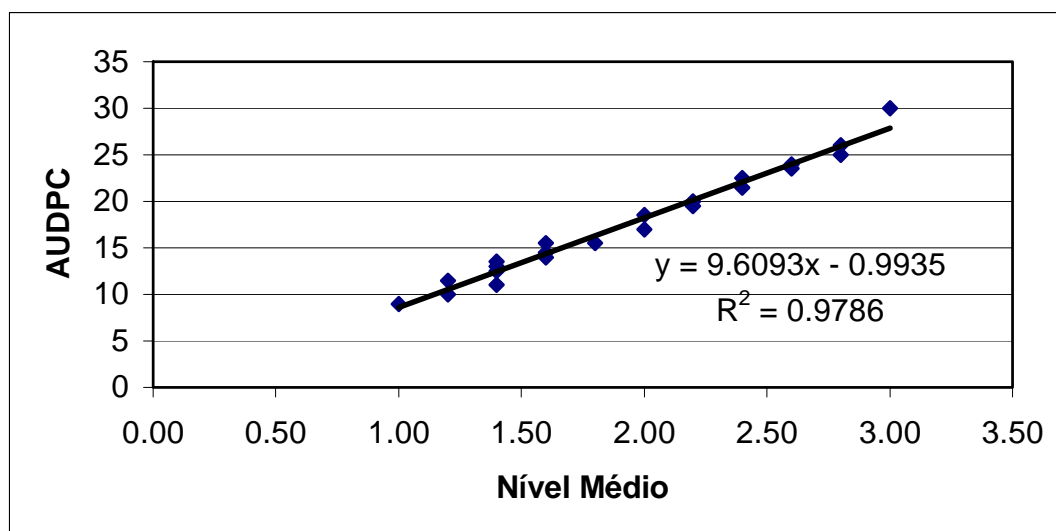


Figura 15: Correlação entre AUDPC e nível médio na Fazenda Varadouro, talhão 10, região de São José – SP. Data de plantio: 20/11/96

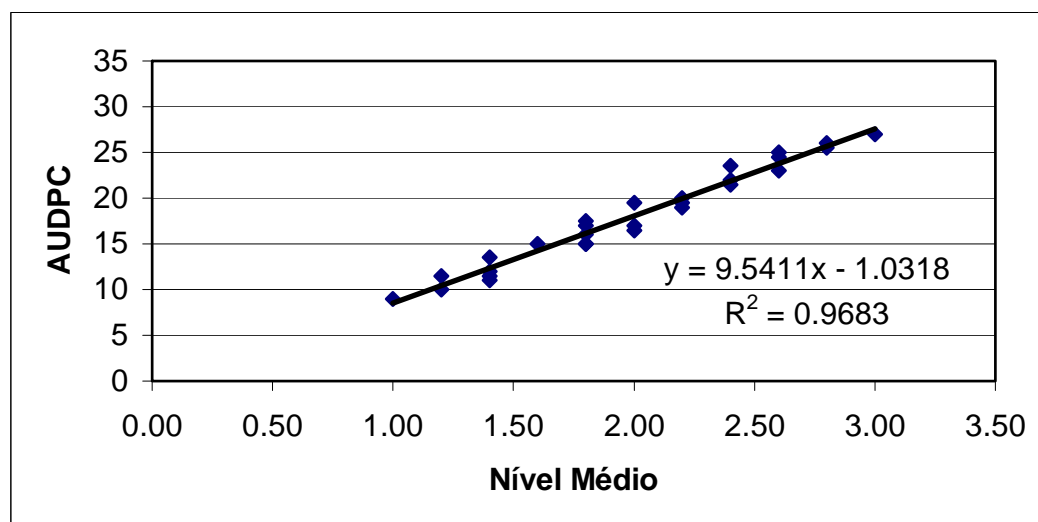


Figura 16: Correlação entre AUDPC e nível médio na Fazenda São Pedro I, talhão 6, região de São José – SP. Data de plantio: 01/08/96

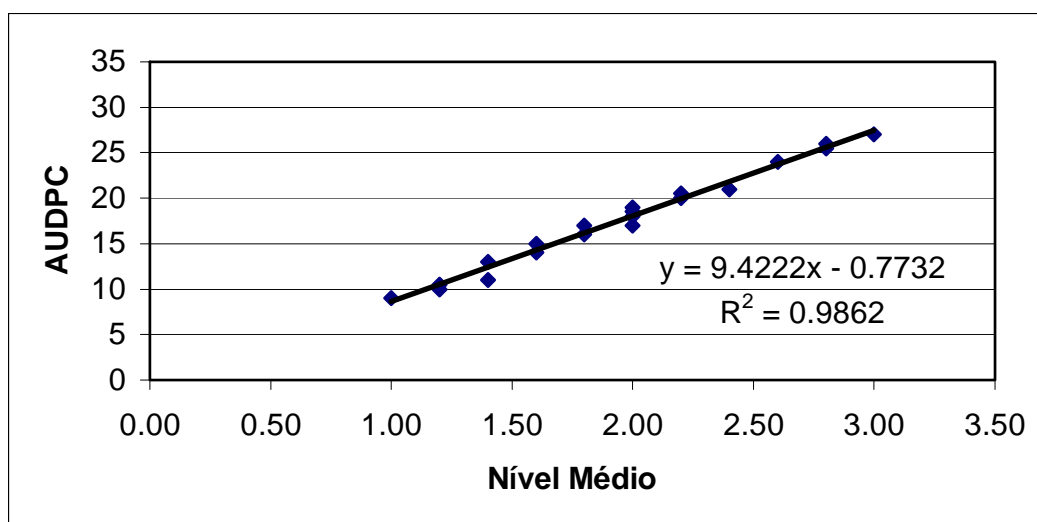


Figura 17: Correlação entre AUDPC e nível médio na Fazenda Nossa Senhora Ajuda, talhão 9, região de Taubaté – SP. Data de plantio: 18/07/96

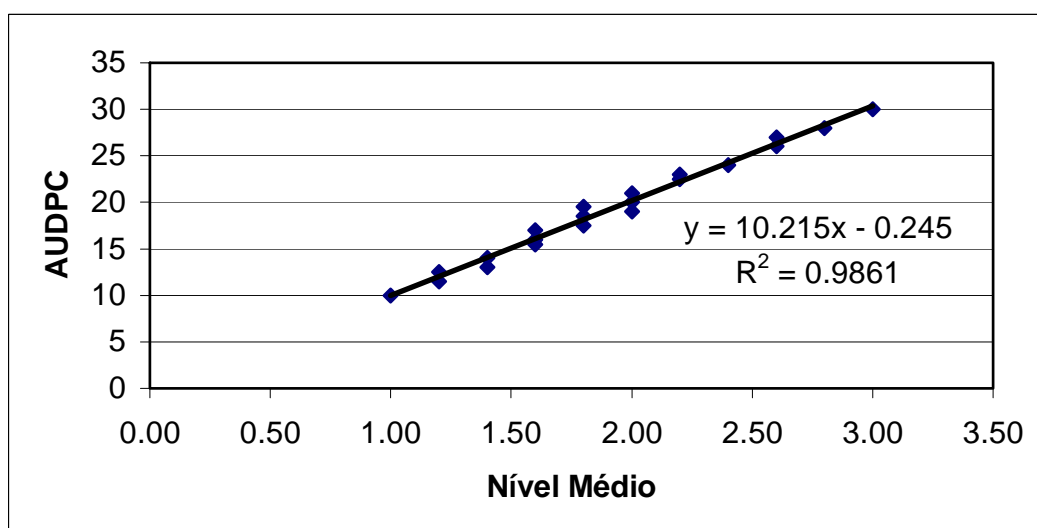


Figura 18: Correlação entre AUDPC e nível médio na Fazenda Gaspar, talhão 7, região de Taubaté – SP. Data de plantio: 28/06/96

Nos quadros a seguir a AUDPC está correlacionada com o nível médio e a sua representação em avaliações de campo, por idade e por região.

Quadro 04: Comparação entre AUDPC e nível médio para *E. grandis*, procedência Paraibuna, na Fazenda Rogemar, região de Guararema-SP. Data de plantio: 10/07/96.

Nível médio	AUDPC	Ava 1	Ava 2	Ava 3	Ava 4	Ava 5
1,00	10,00	1	1	1	1	1
1,20	11,50	2	1	1	1	1
	12,50	1	1	1	2	1
1,40	13,00	1	3	1	1	1
	14,00	3	1	1	1	1
	14,00	1	1	1	2	2
1,60	15,00	3	1	1	2	1
	15,50	2	1	1	2	2
1,80	18,00	3	2	1	2	1
	19,00	1	3	1	2	2
	19,50	1	3	2	2	1
2,00	20,00	2	3	2	2	1
	21,00	1	3	2	2	2
2,20	22,50	3	3	2	2	1
	22,50	2	3	2	2	2
2,40	24,00	3	3	2	2	2
2,60	26,00	3	3	3	2	2
	27,00	1	3	3	3	3
2,80	28,00	3	3	2	3	3
3,00	30,00	3	3	3	3	3

Quadro 05: Comparação entre AUDPC e nível médio para *E. grandis*, procedência Paraibuna, na Fazenda Rogemar, região de Guararema-SP. Data de plantio: 23/12/96.

Nível médio	AUDPC	Ava 1	Ava 2	Ava 3	Ava 4	Ava 5
1,00	10,00	1	1	1	1	1
1,20	11,50	2	1	1	1	1
	12,00	1	1	2	1	1
	12,50	1	1	1	2	1
1,40	13,00	3	1	1	1	1
	14,00	2	1	1	2	1
1,60	15,50	3	1	1	2	1
	16,50	2	2	1	2	1
1,80	17,00	3	1	1	2	2
	17,50	2	1	2	2	2
	18,50	1	2	2	2	2
2,00	19,00	3	1	2	2	2
	20,00	2	2	2	2	2
	21,00	2	3	2	2	1
2,20	21,50	3	2	2	2	2
	22,00	3	3	1	2	2
	23,50	2	3	2	3	1
2,40	24,00	3	3	2	2	2
	25,00	2	3	2	3	2
2,60	25,50	3	2	2	3	3
	26,00	3	3	1	3	3
2,80	28,00	3	3	2	3	3
3,00	30,00	3	3	3	3	3

Quadro 06: Comparação entre AUDPC e nível médio para *E. grandis*, procedência Salto, na Fazenda Varadouro, região de São José-SP. Data de plantio: 20/11/96.

Nível médio	AUDPC	Ava 1	Ava 2	Ava 3	Ava 4	Ava 5
1,00	9,00	1	1	1	1	1
1,20	10,00	1	2	1	1	1
	11,50	1	1	1	2	1
1,40	11,00	2	1	1	2	1
	12,50	2	1	1	2	1
	13,00	1	1	1	2	2
	13,50	1	1	2	2	1
1,60	14,00	2	1	1	2	2
	14,50	2	1	2	2	1
	15,00	1	1	2	2	2
2,00	15,50	3	1	2	2	2
	17,00	3	1	2	2	2
	18,50	2	3	2	2	1
2,20	19,50	3	3	2	2	1
	20,00	2	3	2	2	2
2,40	21,50	3	2	2	3	2
	22,50	2	3	2	3	2
2,60	23,50	3	3	2	3	2
	24,00	2	3	2	3	3
	25,00	1	3	3	3	3
2,80	26,00	3	3	2	3	3
3,00	30,00	3	3	3	3	3



Quadro 07: Comparação entre AUDPC e nível médio para *E. grandis*, procedência Botucatu, na Fazenda São Pedro I, região de São José-SP. Data de plantio: 01/08/96.

Nível médio	AUDPC	Ava 1	Ava 2	Ava 3	Ava 4	Ava 5
1,00	9,00	1	1	1	1	1
1,20	10,00	2	1	1	1	1
	11,50	1	1	1	2	1
1,40	11,00	3	1	1	1	1
	12,00	2	2	1	1	1
	13,50	1	2	1	2	1
1,60	15,00	1	1	2	2	2
1,80	15,00	3	3	1	1	1
	15,50	3	1	1	2	2
	16,00	2	1	2	2	2
	17,00	1	2	2	2	2
	17,50	1	3	2	2	1
2,00	17,00	3	1	2	2	2
	16,50	2	3	2	2	1
	19,50	1	3	3	2	1
2,20	19,00	3	2	2	2	2
	20,00	2	3	2	2	2
2,40	21,50	3	3	3	2	1
	22,00	2	3	3	2	2
	23,50	1	3	3	3	2
2,60	24,50	3	3	3	1	3
	25,00	1	3	3	3	3
2,80	25,50	3	3	3	3	2
	26,00	2	3	3	3	3
3,00	27,00	3	3	3	3	3

Quadro 08: Comparação entre AUDPC e nível médio para *E. grandis*, procedência Taubaté, na Fazenda Nossa Senhora Ajuda, região de Taubaté-SP. Data de plantio: 18/07/96.

Nível médio	AUDPC	Ava 1	Ava 2	Ava 3	Ava 4	Ava 5
1,00	9,00	1	1	1	1	1
1,20	10,00	2	1	1	1	1
	10,50	1	1	1	1	2
1,40	11,00	3	1	1	1	1
	13,00	1	1	1	2	2
1,60	14,00	2	1	1	2	2
	15,00	1	1	2	2	2
1,80	16,00	2	1	2	2	2
	17,00	1	2	2	2	2
2,00	17,00	3	1	2	2	2
	18,00	2	2	2	2	2
	18,50	2	3	2	2	1
	19,00	1	3	2	2	2
2,20	20,00	2	3	2	2	2
	20,50	2	2	2	3	2
2,40	21,00	3	3	2	2	2
2,60	24,00	2	2	3	3	3
2,80	25,50	3	3	3	3	2
	26,00	2	3	3	3	3
3,00	27,00	3	3	3	3	3

Quadro 09: Comparação entre AUDPC e nível médio para *E. grandis*, procedência Resende, na Fazenda Gaspar, região de Taubaté-SP. Data de plantio: 28/06/96.

Nível médio	AUDPC	Ava 1	Ava 2	Ava 3	Ava 4	Ava 5
1,00	10,00	1	1	1	1	1
1,20	11,50	2	1	1	1	1
	12,50	1	1	1	2	1
1,40	13,00	3	1	1	1	1
	14,00	1	1	1	2	2
1,60	15,50	3	1	1	2	1
	16,00	1	1	2	2	2
	17,00	1	2	2	2	1
1,80	17,50	3	1	2	2	1
	18,50	1	2	2	2	2
	19,50	1	3	2	2	1
2,00	19,00	3	1	2	2	2
	20,00	2	2	2	2	2
	21,00	1	3	2	2	2
2,20	22,50	2	3	2	2	2
	23,00	1	3	3	2	2
2,40	24,00	3	3	2	2	2
2,60	26,00	3	3	3	2	2
	27,00	1	3	3	3	3
2,80	28,00	2	3	3	3	3
3,00	30,00	3	3	3	3	3

Nos Quadros 04 a 09, o nível médio variou de 1,00 à 3,00. De acordo com a intensidade e a severidade da ferrugem na planta nas cinco avaliações iniciais, o nível médio expressou-se de maneira constante, em intervalos de 0,20.

No Quadro 10, encontram-se resumidos os valores de nível médio e a sua forma de representação no campo, em cinco avaliações, em diferentes combinações de níveis de severidade (Figura 01).

Quadro 10: Resumo da severidade, em nível médio, em função da intensidade e da severidade da ferrugem na planta.

Nível Médio	Avaliações <sup>1</sup>				
	1	2	3	4	5
1,00	1	1	1	1	1
1,20	2	1	1	1	1
1,40	3	1	1	1	1
1,60	3	2	1	1	1
1,80	2	2	2	1	1
	2	2	2	2	1
	3	2	2	1	1
2,00	3	3	1	1	1
	2	2	2	2	2
	3	2	2	2	1
2,20	3	3	2	1	1
	3	3	2	2	1
	3	2	2	2	2
2,40	3	3	3	1	1
	3	3	2	2	2
	3	3	3	2	1
2,60	3	3	3	3	1
	3	3	3	3	1
	3	3	3	2	2
2,80	3	3	3	3	2
	3	3	3	3	2
3,00	3	3	3	3	3

<sup>1</sup> Os níveis de severidade não necessariamente, em condições de campo, ocorrem nessa ordem. O presente quadro tem apenas a finalidade de ilustrar.

Com relação a estimativa de danos, estes estão expressos no Quadro

11.

Quadro 11: Estimativas de danos na produção de madeira para as três regiões do Vale do Paraíba.

Região	Guararema		São José		Taubaté	
Procedência	Paraibuna	Paraibuna	Salto	Botucatu	Taubaté	Resende
Plantio	10/07/96	23/12/96	20/11/96	01/08/96	18/07/96	28/06/96
Produção Estimada (m <sup>3</sup> /ha)	369,38	388,75	371,50	347,63	337,00	324,00
Produção Real (m <sup>3</sup> /ha)	252,17	251,15	297,99	257,57	226,83	190,85
% Dano	31,73	23,60	19,79	25,91	32,69	41,09

De acordo com os dados do Quadro 10, pode-se observar que as estimativas de danos da ferrugem em eucalipto variaram entre 19,79% a 41,09% em termos de produção de volume de madeira. Esse parâmetro variou de acordo com a procedência utilizada, localidade e data de plantio, resultados semelhantes encontrados por Shtienberg et al. (1990). A função perda não foi estimada nesse trabalho, por ser mais difícil de ser determinada porque depende da situação econômica da área e do momento.

## 5 CONCLUSÕES

- ↪ A Região do Vale do Paraíba é mais propícia à ocorrência da doença em relação à Região de Ribeirão Preto, devido às condições climáticas locais.
- ↪ O mês mais favorável à ocorrência da doença foi o mês de setembro.
- ↪ O *Eucalyptus grandis* apresentou-se suscetível até a idade de 1,5 ano.
- ↪ O nível médio de severidade correlaciona-se com a AUDPC.
- ↪ Os danos em árvores que apresentaram sintomas da ferrugem variaram de 19,79% a 41%.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A.C., DEMUNER, N.L., BARBOSA, M.M. Eucalipto: a ferrugem e as opções de controle. *Correio Agrícola*, n.1, p.18-20, 1989.

ALFENAS, A.C., MAFFIA, L.A., MACABEU, A.J, SARTÓRIO, A.C. Eficiência de triadimenol, oxicarboxin e difenoconazole para o controle da ferrugem (*Puccinia psidii*) em brotações de *Eucalyptus cloeziana*, em condições de campo. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 247-63, 1993.

ALFENAS, A.C., BROMMONSCHENKEL, S.H., MAFFIA, L.A., JUNGHANS, D.T., XAVIER, A.A., RUIZ, R.A.R., ODA, S., MELLO, E.J. Ferrugem do eucalipto: etiologia, epidemiologia e controle. In: *Seminário de ferrugem do eucalipto*, 1, 2000. 6 p.

ALMEIDA, A.M.R., CHAVES, G.M., ZAMBOLIM, L. Influência da época de ataque de *Uromyces phaseoli typica* Arth. sobre o rendimento de duas variedades de feijão

- (*Phaseolus vulgaris* L.) em casa-de-vegetação. *Fitopatologia brasileira*, v. 2, p. 17-21, 1977.
- AMORIM, L. BERGAMIN FILHO, A., GODOY, C.V., IAMAUTI, M.T., NUNES, W.M., CARNEIRO, S.M.T.P.G. Avaliação de danos na cultura do feijoeiro. *Summa Phytopathologica*, v. 21, p. 82-4, 1995.
- BACCHI, L.M.A., SILVA, C.G., TOKURA, A.M. Danos causados por podridões de colmo em quatro genótipos de milho. *Fitopatologia brasileira*, v. 22, p. 248, 1997. (Abstract 94)
- BACKMAN, P.A., CRAWFORD, M.F. Relationship between yield loss and severity of early and late leaf spot diseases of peanut. *Phytopathology*, v.74, p.1101-03, 1984.
- BASHI, E., ROTEM, J. Adaptation of four pathogens to semiarid habitat as conditioned by penetration rate and germinating spore survival. *Phytopathology*, v 64, p. 1035-9, 1974.
- BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de danos e perdas. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H., AMORIM, L. (Eds.) Manual de Fitopatologia, volume 1, 3<sup>a</sup> ed., São Paulo, Agronômica Ceres, p. 672-90, 1995. 919p.
- BERGAMIN FILHO, A., AMORIM, L. Avaliação de perdas causadas pelas doenças. *Summa Phytopathologica*, v.17, p.57-67, 1991.



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

BERGAMIN FILHO, A., LOPES, D.B., AMORIM, L., GODOY, C.V. & BERGER, R.D. Avaliação de danos causados por doenças de plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, v. 3, p. 133-84, 1995.

BERGAMIN FILHO, A., CARNEIRO, S.M.T.P.G., GODOY, C.V., AMORIM, L., BERGER, R.D., HAU, B. Angular leaf spot of Phaseolus beans: relationship between disease, healthy leaf area and yield. *Phytopathology*, v.87, p.506-15, 1997.

BERGAMIN FILHO, A., AMORIM, L. LARANJEIRA, F.F., BERGER, R.D., HAU, B. Etiologia do amarelecimento fatal do dendezeiro. *Fitopatologia brasileira*, v. 25, p. 286-8, 2000.

BERGER, R.D. The analysis of the effects of control measures on the development of epidemics. In: KRANZ, J., ROTEM, J (Eds.) *Experimental techniques in plant disease epidemiology*, Heidelberg, Springer-Verlag, p. 137-51, 1988.

BISHT, I.S., AGRAWAL, R.C. Modeling the relationship between purple blotch and yield loss in garlic and effect of leaf damage on bulb yield. *Annals of Applied Biology*, v. 225, p. 293-300, 1994.

- BISSONETTE, S.M., D'ARCY, C.J., PEDERSEN, W.L. Yield loss in two spring oat cultivars due to *Puccinia coronata* f.sp. *avenae* in the presence or absence of barley yellow dwarf virus. *Phytopathology*, v.84, p.363-71, 1994.
- BOWEN, K.L., EVERTS, K.L., LEATH, S. Reduction in yield of winter wheat in North Carolina due to powdery mildew and leaf rust. *Phytopathology*, v. 81, p. 503-11, 1991.
- BROSCIOUS, S.C., PATAKY, J.K., KIRBY, H.W. Quantitative relationship between yield and foliar diseases of alfalfa. *Phytopathology*, v. 77, p. 887-92, 1987.
- BURLEIGH, J.R., ROELFS, A.P., EVERSMEYER, M.G. Estimating damage to wheat caused by *Puccinia recondita tritici*. *Phytopathology*, v.62, p.944-6, 1972.
- CAMARGO, F.R.A., TAKAHASHI, S.S., FURTADO, E.L., VALLE, C.F., BONINE, C.A.V. Ocorrência e evolução da ferrugem do eucalipto em duas regiões do Estado de São Paulo. *Fitopatologia Brasileira*, v. 22, p. 254, 1997. (Abstract 129)
- CAMPBELL, C.L., MADDEN, L.V. *Introduction to plant disease epidemiology*, New York, John Wiley & Sons, 1990.
- CAMPBELL, C.L., PENNYPACKER, S.P. Distribution of hypocotyl rot caused in soybean by *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*, v. 70, p. 521-5, 1980.

CANTERI, M.G., DALLA PRIA, M., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A. Uso do radiômetro de múltiplo espectro para quantificar danos. *Fitopatologia brasileira*, v.21, p.433, 1996. (Abstract)

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

CANTERI, M.G., DALLA PRIA, M., SILVA, O.C. AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A. Relações entre produtividade, área foliar sadia, refletância e severidade da mancha angular em plantas de feijoeiro. In: Congresso Paulista de Fitopatologia, 12, 1999. Jaboticabal. *Resumos...* Jaboticabal, Grupo Paulista de Fitopatologia, p.05, 1999. (Abstract 74).

CARNEIRO, M.T.P.G., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de danos provocados pela mancha angular em feijoeiro: relação entre severidade, área foliar e componentes de produção. *Fitopatologia brasileira*, p. 427-31, 1997.

CARSON, M.L. Epidemiology and yield losses associated with *Alternaria* blight of sunflower. *Phytopathology*, v. 75, p. 1151-6, 1985.

CARVALHO, A.O., ALFENAS, A.C., MAFFIA, L.A., CARMO, M.G.F. Avaliação do progresso da ferrugem (*Puccinia psidii*) em brotações de *Eucalyptus cloeziana* no sudeste da Bahia, de 1987 a 1981. *Revista Árvore*, v.3, n.18, p.265-74, 1994.

CASTRO, H.A. *Padronização da metodologia de inoculação e avaliação da resistência de Eucalyptus spp à ferrugem causada por Puccinia psidii WINTER*. Piracicaba, 1983. 116p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo.

CASTRO, H.A., KRUGNER, T.L., IDERIHA, C.H.F., CAPELLO, M.S.C., MARCHI, A.B. Inoculação cruzada de *Eucalyptus*, goiaba (*Psidium guajava*) e jameiro (*Syzygium jambos*) com *Puccinia psidii* WINTER. *Fitopatologia brasileira*, v. 8, p. 491-7, 1983.

CHESTER, K.S. Plant Disease losses. Their appraisal and interpretation. *Plant Disease*, v. 193, p. 189-362, 1950.

CHIARAPPA, L. Crop loss assesment methods: FAO manual on the evaluation and prevention of losses by pests, diseases and weeds. *FAO and Commonwealth Agricultural Bureaux*, Farnham Royal, U.K, 1971. 124p.

CHIARAPPA, L. Cross assesment methods. Supplement 3. *FAO and Commonwealth Agricultural Bureaux*, Farnham Royal, U.K., 1981. 123p.

- CORNELL, J.A., BERGER, R.D. Factors that influence the value of the coefficient of determination in simple linear and non linear regression models. *Phytopathology*, v. 77, p. 63-70, 1987.
- COSTA, R.V, ZAMBOLIM, L., MIZUBUTI, E.S.G., VALE, F.X.R. Curva de progresso da requeima do tomateiro. *Fitopatologia brasileira*, v. 25, p. 367, 2000. (Abstract 238)
- COUTINHO, T.A., WINGFIELD, M.J., ALFENAS, A.C., CORUS, P.W. Eucalyptus rust: a disease with the potencial for serious international implications. *Plant Disease*, v. 82, p. 819-25, 1998.
- DEMUNER, N.L., ALFENAS, A.C. Fungicidas sistêmicos para controle da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em *Eucalyptus cloeziana*. *Fitopatologia brasileira*, v.16, n. 3, p. 174-7, 1991.
- DENTI, E.A., TRENTO, S.M., REIS, E.M. Efeito da rotação da cultura, de monocultura e da população de plantas na incidência e danos causados por podridões da base do colmo no rendimento de grãos de milho, em 1998/99. *Fitopatologia brasileira*, v. 24, p. 363, 1999. (Abstract 698)
- DIAS, V.M., SILVEIRA, S.F., LIBERATO, J.R., SOUZA FILHO, B.F. Progresso da ferrugem em quatro épocas de plantio do feijoeiro em Campos do Goytacazes, RJ. *Fitopatologia brasileira*, v. 25, p. 369, 2000. (Abstract 248)

- ENNIS, W.B. Economic aspects of crop losses caused by weeds. In: *FAO. Papers presented at the FAO symposium on crop losses*, FAO, Rome, p.127-45, 1967. 330p.
- FERREIRA, F.A. Ferrugem do eucalipto: ocorrências, temperatura para germinação de uredosporo, produção de teliosporo, hospedeiro alternativo e resistência. *Fitopatologia brasileira*, v. 6, p. 603-4, 1981.
- FERREIRA, F.A., SILVA, A.R. Comportamento de procedência de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus saligna* à ferrugem (*Puccinia psidii*). *Fitopatologia brasileira*, v.7, p. 23-8, 1982.
- FERREIRA, F.A. Ferrugem do eucalipto. *Revista Árvore*, v.7, n. 2, p. 91-109, 1983.
- FERREIRA, F.A. Ferrugem do eucalipto. In:\_\_\_\_. *Patologia Florestal - principais doenças florestais no Brasil*, Viçosa, Sociedade de Investigações Florestais, p.129-151, 1989. 570p.
- FIGUEIREDO, M.B. Ciclo vital e ecologia de *Puccinia psidii*. In: *Seminário de ferrugem do eucalipto*, 1, 2000. 4 p.
- FIGUEIREDO, M.B., HENNEN, J.F. Uredinales (ferrugens) no Brasil e no Estado de São Paulo. *Biológico*, São Paulo, v.60, p.17-29, 1998.

FORCELINI, C.A., REIS, E.M., SEVERO, J.L., SCHEFFER, A.C. Perdas atribuídas à ferrugem da folha (*Puccinia coronata* f.sp. *avenae*) da aveia no sul do Brasil. *Fitopatologia brasileira*, v. 18, p. 315, 1993.

FRIED, P.M., MACKENZIE, D.R., NELSON, R.R. Disease progress curve of *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici* on chancellor wheat and four multilines. *Phytopathology*, v. 95, p. 151-66, 1979.

FUJIHARA, A.K., KAZI, M.C.M., SARTORI, M.S. Zoneamento de *Eucalyptus* spp. no Brasil e ocorrência de patógenos. Trabalho apresentado na disciplina de Patologia Florestal, UNESP, Botucatu, 1994, 35p. (datilografado)

GEILS, B.W., JACOBI, W.R. Effects of comandra blister rust on growth and survival of lodgepole pine. *Phytopathology*, v. 83, p. 638-44, 1993.

GIANASI, L., FERNANDES, N., LOURENÇO, S.A., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A. Antracnose do feijoeiro: relação entre doença, área foliar sadia e produção. In: Congresso Paulista de Fitopatologia, 12, 1999. Jaboticabal. *Resumos*, Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, p. 74, 1999. (Abstract 4).

GLORIA, R., BOSQUÊ, G., REZENDE, J.A.M., AMORIM, L. KITAJIMA, E.W. Avaliação de perdas causadas pelo "Passion Fruit Woodness Virus" (PWV) em maracujazeiro em São Paulo. *Fitopatologia brasileira*, v. 24, p. 354, 1999. (Abstract 647)

- GODOY, C.V., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A. Análise temporal e climática do progresso da mancha de *Phaeosphaeria* do milho. *Fitopatologia brasileira*, v. 24, p. 288, 1999a. (Abstract 255)
- GODOY, C.V., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A., SILVA, W.J. da, ZEFERINO, O.B., SILVA, H.P., PEREIRA, D.A.P. Avaliação do progresso da ferrugem do milho em diferentes localidades e épocas de plantio. In: *Congresso Paulista de Fitopatologia*, 21, Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, p. 117, 1999b. (Abstract 144)
- GREGORY, P.H. The multiple-infection transformation. *Annual Apply Biology*, v. 35, p. 412-7, 1948.
- HENNEN, J.F.; HENNEN, M.M., FIGUEIREDO, M.B. Índices das ferrugens (Uredinales) do Brasil. *Arquivo Instituto Biológico*, São Paulo, v. 49, 1982. 201p.
- HOPF, H.S.; MORLEY, G.E.J., HUMPHRIES, J.R.O. Rodent damage to growing crops and village storage in tropical and subtropical regions: results of a postal survey 1972-1973. *Centre for Overseas Pest Research and Tropical Products Institute*. London, 1976. 115p.
- IAMAUTI, M.T., BERGAMIN FILHO, A., AMORIM, L. Avaliação de danos causados por *Uromyces appendiculatus* no feijoeiro. *Fitopatologia brasileira*, v. 22, p.269-70, 1997. (Abstract 219)



IKEMORI, Y.K. Resultados preliminares sobre o enraizamento de estacas de *Eucalyptus* spp.

Aracruz. Centro de Pesquisas de Aracruz, *Informativo Técnico*, n.1, 1975. 12p.

IMHOFF, M.W., LEONARD, K.J., MAIN, C.E. Analysis of disease progress curve, gradients, and incidence-severity relationships for field and phytotron bean rust epidemics.

*Phytopathology*, v. 72, p. 72-80, 1982.

JAMES, W.C. Assessment of plant diseases and losses. *Annual Review of Phytopathology*,

v.12, p.27-48, 1974.

JAMES, W.C., SHIH, C.S. Relationship between incidence of powdery mildew and leaf rust

on winter wheat. *Phytopathology*, v. 63, p. 183-7, 1973.

JAMES, W.C., TENG, P.S. The quantification of production constraints associated with plant

diseases. *Annual Applied Biology*, v.4, p. 201-67, 1979.

JAMES, W.C., CALLBECK, L.C., HODGSON, W.A., SHIH, C.S. Evaluation of a method

used to estimate loss in yield of potatoes caused by late blight. *Phytopathology*, v.61, p.1471-6, 1971.

JAMES, W.C., SHIH, C.S., HODGSON, W.A., CALLBECK, L.C. The quantitative relationship between the development of late blight and loss in tuber yield.

*Phytopathology*, v. 63, p. 92-96, 1972.

JENKYN, N.F. Modifying epidemics in field experiments. In: DOVINDU, H.C., VEERESH, G.K., WALKER, P.T., JENKYN, J.F. *Assesment of crop losses due to pests and diseases*. University of Agricultural Sciences, Bangalore, India, p. 80-90, 1980. 300p.

JESUS JUNIOR, W.C., VALE, F.X.R., COELHO, R.R., HAU, B., ZAMBOLIM, L., COSTA, L.C. Efeito da infecção conjunta de *Phaeoisariopsis griseola* e *Uromyces appendiculatus* na produção de feijoeiro. *Fitopatologia brasileira*, v.25, p. 317, 2000a. (Abstract 310)

JESUS JUNIOR, W.C., VALE, F.X.R., COELHO, R.R., POZZOPANE, J.E.M., ZAMBOLIM, L., ARAUJO, K.L. Relações entre refletância, área foliar sadia, severidade da mancha angular e produtividade do feijoeiro. *Fitopatologia brasileira*, v.25, p.382, 2000b. (Abstract 311).

JOHNSON, K.B. Modeling the influences of plant infection rate and temperature on potato foliage and yield losses caused by *Verticillium dahliae*. *Phytopathology*, v. 78, p. 1198-1205, 1988.

JUDENKO, E. A Method of assessing losses in spring oats from fruit fly shoot attack. *Bulletin Entomology Research*, v. 59, p. 479-84, 1968.

JUDENKO, E. Analytical method for assessing field losses causade by pests on cereals with and without pesticides. *Bulletin 2*. Centre for Overseas Pest Research, London, 1973. 31p.

JULIATTI, F.C. & SANTOS, M.A. Métodos de avaliação de doenças de plantas induzidas por fungos e nematóides. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, v. 7, p. 407-54, 1999.

JUNGHANS, D.T., ALFENAS, A.C., MAFFIA, L.A. Escala de notas para quantificação da ferrugem do eucalipto. *Fitopatologia brasileira*, v. 25, p. 382, 2000. (Abstract 313)

KINGSOLVER, C.H., SCHMITT, C.G., PEET, C.E., BROMFIELD, K.R. Epidemiology of stem rust: II Relation of quantity of inoculum and growth stage of wheat and rye at infection to yield reduction by stem rust. *Plant Disease*, v. 43, p. 855-62, 1959.

KRANZ, J. Comparision of epidemics. *Annual Review of Phytopathology*, 12, p. 355-74, 1974.

KRANZ, J. The role and scope of mathematical analysis and modeling in epidemiology. In: \_\_\_\_\_ *Epidemics of plant disease: mathematical analysis and modeling*. Bulin, Springer Verlag, p. 7-54, 1994.

KRANZ, J. The epidemiology of plant disease resistance. In: ZAMBOLIM, L. & VALE, F.X.R. (Eds.) *Resistência de plantas a doenças*; Palestras. Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 30, 1997, Poços de Caldas, 1997, p. 29-40.

KRANZ, J. Measuring plant disease. In: KRANZ, J., ROTEM, J. (Eds.) *Experimental techniques in plant disease epidemiology*, Heidelberg, p. 35-50, 1988.

- KRUGNER, T.L. Doença do eucalipto. In: GALLI, F. (Ed.) *Manual de Fitopatologia*, volume 2, 2<sup>a</sup> ed., São Paulo, Agronômica Ceres, p. 275-96, 1980.
- KUHN, G.B. Danos causados pelo vírus do enrolamento da folha da videira na cultivar Sémillion. *Fitopatologia brasileira*, v. 22, p. 336, 1997. (Abstract 609)
- KUSHALAPPA, A.C. Proportion of areas under the disease progress and host removal curves, in relation to that under host growth curve. *Fitopatologia brasileira*, v. 9, p. 277-81, 1984.
- KUSHALAPPA, A.C., LAGESSE, R.M. LEAFAL: A computer program for quantitative analysis of leaf fall in coffee, principally from rust. *Phytopathology*, Z, v. 101, p. 97-105, 1981.
- LARGE, E.C. The interpretation of progress curves for potato late blight and other diseases. *Plant Pathology*, v. 1, p. 109-117, 1952.
- LARGE, E.C. Measuring plant disease. *Annual Review of Phytopathology*, v. 4, p. 9-28, 1966.
- LENE, R.F., PEET, C.E., KINGSOLVER, C.A. The effect of the stem rust on yield of wheat at Stillwater, Oklahoma. *Phytopathology*, v. 57, p. 819, suplemento, 1967.

- LIM, L.G., GAUNT, R.E. Leaf area as a factor in disease assesment. *Journal Agriculture Science*, v. 97, p. 481-3, 1981.
- LIM, L.G., GAUNT, R.E. The effect of powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) and leaf rust (*Puccinia hordei*) on spring barley in New Zealand. I. epidemic development, green leaf area and yield. *Plant Pathology*, v. 35, p. 44-53, 1986.
- LIPPS, P.E., MADDEN, L.V. Assesment of methods of determining powdery mildew severity in relation to grain yield of winter wheat cultivares in Ohio. *Phytopathology*, v. 79, p. 462-70, 1989.
- LOBO JR, M., LOPES, C.A., SILVA, WL.C. Perdas ocasionadas por *Sclerotinia sclerotium* em tomateiro para processamento industrial em relação à intensidade de doença. *Fitopatologia brasileira*, v. 22, p. 277, 1997a. (Abstract 263)
- LOBO JR, M., LOPES, C.A., SILVA, WL.C. Perdas ocasionadas por *Sclerotinia sclerotium* em tomateiro para processamento industrial em relação à época de aparecimento dos sintomas. *Fitopatologia brasileira*, v. 22, p. 277, 1997b. (Abstract 264)
- LOPES, D.B., BERGER, R.D. & BERGAMIN FILHO, A. Absorção de área foliar sadia (HAA): uma nova abordagem para a quantificação de dano e para o manejo integrado de doenças. *Summa Phytopathologica*, v. 20, p. 142-5, 1994.

- MARTINELLI, J.A. Uso de misturas de variedades: uma abordagem estratégica para evitar epidemias e estabilizar os rendimentos. *Fitopatologia brasileira*, v. 22, p. 281, 1997. (Abstract 285)
- MARTINELLI, J.A., FEDERIZZI, L.C., BENNEDETTI, A.C. Redução do rendimento de grãos de aveia em função da severidade da ferrugem da folha. *Summa Phytopathologica*, v. 20, p. 116-8, 1994.
- MASSOLA JUNIOR, N.S., BEDENDO, I.P., AMORIM, L., LOPES, J.R.S. Quantificação de danos causados pelo enfezamento vermelho e enfezamento pálido do milho em condições de campo. *Fitopatologia brasileira*, v.24, p.136-42, 1999.
- MEDEIROS, C.A., REIS, E.M., GABRIEL, N. Danos causados pelo vírus do nanismo amarelo da cevada (VNAC) em cultivares de aveia, em Passo Fundo, RS, em 1996. *Fitopatologia brasileira*, v. 22, p. 338, 1997. (Abstract 618)
- MEDERICK, F.M., SACKSTON, W.E. Effects of temperature and duration of dew period on germination of rust urediniospores on corn leaves. *Can. J. Plt. Sci.* v. 52, p. 551-7, 1972.
- MICHEL, C.A., FUNCK, G.R.D. Limiar de dano econômico de manchas foliares em cultivares de trigo. *Fitopatologia brasileira*, v. 25, p. 395, 2000. (Abstract 373).

- MICHEL, C.A., FUNCK, G.R.D., SILVA, R.A. Limiar de dano econômico de *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* em cultivares de trigo. *Fitopatologia brasileira*, v. 25, p. 395, 2000. (Abstract 372).
- MICHEL, C.A., MARTINELLI, J.A., FEDERIZZE, L.C. Progresso da ferrugem da folha em misturas de genótipos de aveia: II uso de fungicidas via tratamento de sementes. *Fitopatologia brasileira*, v. 23, n. 2, p. 109-15, 1998.
- MORAES, T.S. de A., GONÇALVES, E.L., REZENDE, G.C. de, MENDES, J., SUITER, F.W. Evolução da ferrugem causada pela *Puccinia psidii* Winter em *Eucalyptus* spp. Dados preliminares. IPEF, *Circular Técnica 144*, p. 1-12, 1982.
- MOURA, G.L., GHELLER, A.C.A., AMTSUOKA, S., GIGLIOTI, E.A. The impact of rust (*Puccinia melanocephala*) on sugarcane production in the State of São Paulo. *Fitopatologia brasileira*, v. 24, p. 279, 1999. (Abstract 206)
- MUNKVOLD, G.P., DUTHIE, J.A., MAROIS, J.J. Reduction in yield and vegetative growth of grapevines due to *Eutypa* dieback. *Phytopathology*, v. 84, p.186-92, 1994.
- NUNES, W.M.C. & BERGAMIN FILHO, A. Avaliação dos danos causados pela antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) do feijoeiro. *Fitopatologia brasileira*, v. 75, p. 436-42, 1996.

NUTMAN, F.J., ROBERTS, F.M. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk et Br.

*Trans. Brit. Mycol. Soc.*, v. 46, p 27-48, 1963.

NUTTER, F.W., PEDERSON, V.D., TIMIAN, R.G. Relationship between seed infection by

Barley Stripe Mosaic Virus and yield loss. *Phytopathology*, v. 74, p. 363-6, 1984.

NUTTER, F.W., TENG, P.S., SHOKES, F.M. Disease assesment terms and concepts. *Plant*

*Disease*, v. 75, p. 1187-8, 1991.

NUTTER, F.W., TENG, P.S., RYER, M.H Terms and concepts for yield, crop loss, and

disease thresholds. *Plant Disease*, v. 77, p. 211-5, 1993.

PARKER, C., FRYER, J.D. Weed problems causing major reductions in world food supplies.

*FAO Plant Protection Bulletin.*, v. 23, p. 83-95, 1975.

PATAKY, J.K. Relationships between yield of sweet cor and northen leaf blight caused by

*Exserohilum turcicum*. *Phytopathology*, v. 82, p. 370-5, 1992.

PINHO, R.G.V., RAMALHO, M.A.P., SILVA, H.P., RESENDE, I.C., POZAR, G. Danos

causados pelas ferrugens polissora e tropical do milho. *Fitopatologia brasileira*, v. 24, n. 3, p. 400-9, 1999.



- PIZA, S.M. de T., RIBEIRO, I.J.A. Influência da luz e da temperatura na germinação de uredosporos de *Puccinia psidii*. *Bragantia*, v. 47, p. 75-8, 1988.
- REIS, E.M. *Manual de identificação de doenças do trigo*. Gráfica Estrela, Agroalpha, Passo Fundo, 1994. 59p.
- REIS, E.M., CASA, R.T., HOFFMAN, L.L. Efeito de oídio, causado por *Eryshiphe graminis* f. sp. *tritici*, sobre o rendimento de grãos de trigo. *Fitopatologia brasileira*, v. 22, p.492-5, 1997.
- REIS, E.M., CASA, R.T., HOFFMAN, L.L., MENDES, C.M. Effect of leaf rust on wheat grain yield. *Fitopatologia brasileira*, v. 25, n. 1, p. 67-71, 2000.
- RESENDE, I.C., SILVA, H.P., PEREIRA, O.A.P. Perda na produção de milho causada por *Puccinia polysora* Underw. In: *Congresso Nacional do Milho e Sorgo*, 20, Goiânia, suplemento, p. 174, 1999.
- REZENDE, J.L.P., JÚNIOR, V.B.L., SILVA, M.L.O. O setor florestal brasileiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p. 7-14, 1997.
- RICHARDSON, M.J., RENNIE, W.J. An estimate of loss of yield caused by *Cephalosporium gramineum* in wheat. *Plant Pathology*, v. 19, p. 138-40, 1970.

- RICHARDSON, M.J., WHITTLE, A.M., JACKS, M. Yield loss relationships in cereals. *Plant Pathology*, v. 25, p. 21-30, 1976.
- RODRIGUES, L.C., NUNES, W.M.C., CORAZZA-NUNES, M.J., TESSMAN, D.J. Análise temporal da clorose variegada dos citros (CVC) na região noroeste do Paraná. *Fitopatologia brasileira*, v. 25, p. 456, 2000. (Abstract 673)
- ROGERS, C.E. Sunflower beed moth, *Suleima*: behavior and impact of lava on sunflower seed production in the Southern Plains. *Environmental Entomology*, v. 8, p. 113-6, 1979.
- ROMIG, R.W., CALPOUZOS, L. The relationship between stem rust and loss in yield of spring wheat. *Phytopathology*, v. 60, p. 1801-05, 1970.
- ROTEM, J., BASHI, E., KRANZ, J. Studies of crop loss in potato blight caused by *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology*, v. 32, p. 117-22, 1983a.
- ROTEM, J., KRANZ, J., BASHI, E. Measurement of healthy and diseased haulm area for assessing late blight epidemics in potatoes. *Plant Pathology*, v. 32, p. 109-15, 1983b.
- ROYSE, D.J., GREGORY, L.V., AYERS, J.E., COLE, H.JR. Powdery mildew of wheat: relation of yield components to disease severity. *Canadian Journal Plant Pathology*, v. 2, p. 131-6, 1980.

RUIZ, R.A.R., ALFENAS, A.C. Absorção e translocação de fungicidas sistêmicos em *Eucalyptus grandis* para o controle da ferrugem do eucalipto, causada por *Puccinia psidii*. *Fitopatologia brasileira*, v. 14, p. 47-50, 1989a.

RUIZ, R.A.R., ALFENAS, A.C. Progresso da ferrugem do eucalipto, causada por *Puccinia psidii*, em condições de campo. *Fitopatologia brasileira*, v. 14, p. 73-81, 1989b.

RUIZ, R.A.R., ALFENAS, A.C., FERREIRA, F.A., ZAMBOLIM, L. Fungicidas protetores e sistêmicos para o controle da ferrugem do eucalipto, causadas por *Puccinia psidii*, *Revista árvore*, v. 11, p. 56-65, 1987.

RUIZ, R.A.R., ALFENAS, A.C., MAFFIA, L.A., BARBOSA, M.M. Progresso da ferrugem do eucalipto causado por *Puccinia psidii* em condições de campo. *Fitopatologia brasileira*, v. 14, p. 73-81, 1989.

SANCHEZ, F.F. Rodents affecting food supplies in developing countries. *FAO Plant Protection Bulletin*, v. 23, p. 96-102, 1975.

SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura. Home Page: [www.sbs.org.br](http://www.sbs.org.br). 2001

SCHNEIDER, R.W., WILLIAMS, R.J., SINCLAIR, J.B. Cercospora leaf spot of cowpea: models for estimating yield loss. *Phytopathology*, v. 66, p. 384-8, 1976.

SCHONS, J., DALBOSCO, M., PANESSON, E., BOLLER, W. SOUZA, R. Danos causados pelo Braley Yellow Dwarf Virus em trigo. *Fitopatologia brasileira*, v. 25, p.448, 2000.

(Abstract 634)

SCHONS, J., NICOLI, F. KUYAVA, S., SOARES, D.C., FLOSS, E.L. Danos causados pelo vírus do nanismo amarelo da cevada em dezessete cultivares de aveia. *Fitopatologia brasileira*, v. 24, p. 360, 1999. (Abstract 681)

SCOTT, P.R., HOLLINS, T.W. Effects of eyespot on yield of winter wheat. *Annual Apply Biology*, v. 78, p. 269-79, 1974.

SHANER, G. Evaluation of flow-mildewing resistance of Know wheat in the yield. *Phytopathology*, v. 63, p. 867-72, 1973.

SHANER, G., FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, v. 67, p. 1051-6, 1977.

SHTINENBERG, D., BERGERON, S.N., NICHOLSON, A.G., FRY, W.E., EWING, E.E. Development and evaluation of general model for yield loss assesment in potatos. *Phytopathology*, v. 80, p. 466-72, 1990.

- SILVA, E. Avaliação quantitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil. Viçosa, 1994. 309p. Tese (Doutorado/Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa..
- SILVA, S.R., RIOS, G.P. Influência do período de molhamento na reação de cultivares de feijoeiro à ferrugem (*Uromyces appendiculatus*). In: *Congresso Paulista de Fitopatologia*, 12, , 1999. Jaboticabal. *Resumos...* Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, p. 125-6, 1999. (Abstract 173).
- SILVA, M.B., VALE, F.X.R., HAU, B., ZAMBOLIM, L. Uso da área foliar verde para estimativa de dano. *Fitopatologia brasileira*, v. 22, p. 310, 1997. (Abstract 457)
- SILVA, M.B., VALE, F.X.R., ZAMBOLIM, L., PAULA JUNIOR, T.J. Caracterização da curva de progresso da ferrugem do feijão em diferentes épocas de plantio em Viçosa, MG. *Fitopatologia brasileira*, v. 23, p. 139-42, 1998.
- SIMÕES, J.W., BRANDI, R.M., LEITE, N.B., BALLONI, EA. *Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento*. Brasília, IBDF, 1981. 131p.
- SIVIERO, A.; ZAMBOLIM, L.; VALLE, F.X.R. Persistência de fungicidas sistêmicos triazóis em mudas de cafeeiros visando o controle de *Hemileia vastatrix*. *Fitopatologia brasileira*, v. 17, n. 2, 1992.

SUBBA RAO, K.V., YANG, X.B., BERGGREN, G.T., SHOW, J.P. A multiple regression model to estimate the contributions of leaves and the effects of eaf rusts on yield of winter wheat. *Phytopathology*, v. 79, p. 1233-8, 1989.

SUMNER, D.R., MINTON, N.A. Crop losses in corn induced by *Rhizoctonia solani* AG 2-2 e nematóides. *Phytopathology*, v. 79, p. 934-1, 1989.

TAKAHASHI, S.S., CAMARGO, F.R.A., FURTADO, E.L. Avaliação de danos da ferrugem do eucalipto. In: *Seminário de ferrugem do eucalipto*, 1, 2000. 12p.

TAKAHASHI, S.S., FURTADO, E.L., CAMARGO, F.R.A., RAMIRO, G.A. Avaliação de clones e procedências de eucalipto à ferrugem na região do Vale do Paraíba – SP. *Fitopatologia brasileira*, v. 22, p. 313-4, 1997a.

TAKAHASHI, S.S., FURTADO, E.L., CAMARGO, F.R.A., RAMIRO, G.A. Controle químico curativo da ferrugem do eucalipto na região do Vale do Paraíba – SP. *Fitopatologia brasileira*, v. 22, p. 313, 1997b.

TAKAHASHI, S.S., FURTADO, E.L., CAMARGO, F.R.A. Análise espacial da ferrugem do eucalipto (*Puccinia psidii*) na região do Vale do Paraíba, utilizando o software 2DCORR. In: *Congresso Paulista de Fitopatologia*, 12, 1999. Jaboticabal. *Resumos...* Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, p. 86, 1999a. (Abstract 42).

TAKAHASHI, S.S., FURTADO, E.L., CAMARGO, F.R.A., RAMIRO, G.A. Teste de modelo para estimativa da incidência e evolução da ferrugem do eucalipto *Puccinia psidii* Winter em duas regiões de plantio no Estado de São Paulo. In: *Forest: Congresso e Exposição Internacional sobre Florestas*, 5, Curitiba, 1999b. (CD ROOM)

TENG, P.S., GAUNT, R.E. Modelling system of disease and yield loss in cereals. *Agriculture System*, v. 6, p. 131-54, 1980.

TENG, P.S., JOHNSON, K.B. Analysis of epidemiological components in yield loss assesment. In: KRANZ, J., ROTEM, J. (Eds.) *Experimental techniques in plant disease epidemiology*, Springer-Verlag, New york, p. 179-89, 1988.

TULEEN, D.M., FREDERIKSEN, R.A. Evaluating a crop loss model for head smut of sorghum. *Phytopathology*, v. 72, p. 1278-80, 1982.

VALE, F.X.R. & ZAMBOLIM, L. Influência da temperatura e da umidade nas epidemias de doenças de plantas. *Revisão anual de patologia de plantas*. v. 4, p. 149-207, 1996.

VALE, F.X.R., SILVA, M.B., ZAMBOLIM, L. Relações entre área foliar abaixo da curva de progresso da doença, duração de área foliar sadia, absorção da área foliar sadia e produção na cultura do feijoeiro. *Fitopatologia brasileira*, v. 22, p. 317, 1997. (Abstract 495)

- VALLE, L.A.C., ALFENAS, A.C. BROMMONSCHENKEL, S.H., BERTOLUCCI, F.L.  
Resistência à ferrugem (*Puccinia psidii*) em clones elites de *Eucalyptus* spp.  
*Fitopatologia brasileira*, v. 22, p. 317, 1997. (Abstract 496)
- VANDERPLANK, J.E. *Plant diseases: epidemics and control*. Academic Press, New York,  
1963. 349p.
- VEIGA, R.A.A. Dendrometria e inventário florestal. *Fundação de Estudos e Pesquisas  
Agrícolas e Florestais*, Boletim Didático n.1, Botucatu, SP, 1984. 108p.
- VIEIRA JR, J.R., SILVEIRA, S.F., CAETANO, L.C.S. Escala diagramática de severidade  
para ferrugem da figueira. *Fitopatologia brasileira*, v. 25, p. 433-4, 2000. (Abstract 561)
- WAGGONER, P.E. Progress curves of foliar disease: their interpretation and use. In:  
LEONARD, K.J., FRY, W.E. (Eds.) *Plant Disease Epidemiology*, vol 2, New York, p. 3-  
37, 1986.
- WAGGONER, P.E., BERGER, R.D. Defoliation, disease and growth. *Phytopathology*, v. 77,  
n. 3, p. 393-8. 1987.
- WALKER, P.T. Crop losses: the need to quantify the effects of pests, diseases and weeds on  
agricultural production. *Agriculture, Ecosystems and environment*, v. 9, p. 119-58, 1983.



ZADOKS, J.C. On the conceptual basis of crop loss assessment: the treshold theory. *Annual Review of Phytopathology*, v. 23, p. 455-73, 1985.