

**CARACTERIZAÇÃO MORFO-FISIOLÓGICA DE  
*Tranzschelia discolor*, EFEITO DA UMIDADE NA  
PATOGENESE E CONTROLE DA FERRUGEM DO  
PESSEGUEIRO**

**MARISE CAGNIN MARTINS**  
Engenheiro Agrônomo

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. LILIAN AMORIM**

Tese apresentada à Escola Superior  
de Agricultura "Luiz de Queiroz",  
Universidade de São Paulo, para  
obtenção do título de Doutor em  
Agronomia, Área de Concentração:  
Fitopatologia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Janeiro – 1999

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP**

Martins, Marise Cagnin

Caracterização morfo-fisiológica de *Tranzschella discolor*, efeito da umidade na patogênese e controle da ferrugem do pessegueiro / Marise Cagnin Martins. - - Piracicaba, 1999.

81 p.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.  
Bibliografia.

1. Controle químico 2. Efeito do clima 3. Efeito do melhoramento 4. Ferrugem-do-pessegueiro 5. Fisiologia microbiana 6. Fungicida 7. Fungo fitopatogênico 8. Morfologia 9. Pêssego I. Título

**"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O Autor"**

CDD 634.2

**Aos meus pais** Edmilson e Maria Alice  
e meus irmãos ***Mônica, Mauricio e Marcio***  
pelos momentos de ausência e impaciência,  
**DEDICO.**

***“O sábio não é o homem que fornece as verdadeiras respostas; é o que  
formula as verdadeiras perguntas (Lévi-Strauss)”***

***“A ciência avança passo a passo, não aos saltos (Thomas Macaulay)”***

Ao meu namorado ***João*** pela paciência,  
pelo carinho e pelo apoio profissional,

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

- Gostaria em primeiro lugar de agradecer a minha orientadora **Lilian Amorim**, pela orientação segura, pela amizade, e sobretudo pelo estímulo fornecido nas horas de desânimo. A capacidade de raciocínio e dedicação fizeram dela uma orientadora sem igual.
- Ao professor **Hiroshi Kimati** pelo convívio diário na Clínica Fitopatológica e pelos ensinamentos transmitidos desde o meu ingresso na área de Fitopatologia.
- Ao Professor **Armando Bergamin Filho** pelo convívio e brincadeiras no nosso “cafezinho”.
- Ao Professor **Tasso Leo Krugner** pela confecção do Summary e pela ajuda despendida para término do meu doutoramento, na condição de chefe do Departamento.
- Aos demais professores do Departamento de Fitopatologia da ESALQ/USP, pelas contribuições fornecidas na minha vida acadêmica e profissional.
- Aos funcionários do Departamento, nas pessoas do Sr. **Pedro da Silva**, Sr. **Pedro Arthuso** e **Sílvia Afonseca Lourenço** pelo auxílio na execução da parte experimental e pela amizade.
- Aos professores **Antonio Augusto Franco Garcia** e **Carlos Tadeu dos Santos Dias** do Departamento de Matemática e Estatística pelo auxílio nas análises estatísticas.

- Aos colegas do curso de Pós - graduação, os epidemiologistas **Cláudia Vieira Godoy** (Kika), **Luciana Celeste Carneiro**, **Nilceli Aparecida Fernandes** e **Renato Beozzo Bassanezi** pela ajuda nos trabalhos de campo e pelas trocas de informações, aos fisiologistas do Parasitismo **José Renato Stangarlin** (Conídio) e a **Kátia R. F. Schwan-Estrada** amigos de todas as horas e a nova epidemiologista **Louisie Larissa May de Mio**.
- À '**Renatinha**', futura estagiária da Clínica Fitopatológica, pela ajuda no recebimento e processamento das muitas amostras enviadas para análise e sobretudo pela amizade.
- À **Lucila Wadt**, pela assistência fornecida nos campos experimentais em Paranapanema - SP.
- À bibliotecária **Eliana M. G. Sabino** pela correção das referências bibliográficas e ao **Geraldo Pereira Jr.** pela confecção da ficha catalográfica.
- A quem por ventura eu possa ter esquecido de citar, mas que de alguma forma desempenhou um papel na conclusão de mais essa etapa da minha vida.
- A Deus que nas horas dos problemas aparentemente sem soluções fornecia a força necessária para solucioná-los.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	xiv
RESUMO.....	xvi
SUMMARY.....	xviii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Caracterização do agente causal da ferrugem do pessegueiro...	3
2.2 Efeito de fatores climáticos no desenvolvimento da ferrugem.....	6
2.3 Controle da ferrugem.....	11
3 EFEITO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO FOLIAR EM COMPONENTES MONOCÍCLICOS DA FERRUGEM DO PESSEGUEIRO.....	15
3.1 Introdução.....	15
3.2 Material e métodos.....	16
3.3 Resultados e discussão.....	19
4 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E FISIOLÓGICA DE ISOLADOS DE <i>Tanzschelia discolor</i> DE ESPÉCIES DE <i>Prunus</i> .....	26
4.1 Introdução.....	26
4.2 Material e métodos.....	27
4.2.1 Caracterização morfológica de isolados de <i>T. discolor</i> .....	27
4.2.2 Especialização fisiológica de <i>T. discolor</i> .....	28
4.3 Resultados e discussão.....	31
4.3.1 Caracterização morfológica de isolados de <i>T. discolor</i> .....	31
4.3.2 Especialização fisiológica de <i>T. discolor</i> .....	35
5 REAÇÃO DE CULTIVARES DE PESSEGUEIRO À FERRUGEM E CONTROLE QUÍMICO DA DOENÇA.....	42
5.1 Introdução.....	42

5.2 Material e métodos.....	43
5.2.1 Reação de cultivares de pessegueiro à ferrugem.....	43
5.2.2 Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem.....	44
5.2.3 Eficiência de um sistema de pulverização baseado em variáveis climáticas.....	48
5.3 Resultados e discussão.....	51
5.3.1 Reação de cultivares de pessegueiro à ferrugem.....	51
5.3.2 Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem.....	55
5.3.3 Eficiência de um sistema de pulverização baseado em variáveis climáticas.....	62
6 CONCLUSÕES.....	69
ANEXOS.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

## LISTA DE FIGURAS

	Página
3 EFEITO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO FOLIAR EM COMPONENTES MONOCÍCLICOS DA FERRUGEM DO PESSEGUEIRO.....	15
01 Curvas de germinação de urediniósporos de <i>Tranzschelia discolor</i> utilizados como inóculo nos primeiro (triângulos), segundo (círculos) e terceiro (quadrados) ensaios, em função do número de horas de exposição à umidade no ponto de saturação em meio ágar-água.....	19
02 Curvas de progresso da ferrugem do pessegueiro em mudas da cultivar Ximarrita inoculadas com urediniósporos de <i>T. discolor</i> e submetidas a períodos de 4, 8 e 24 horas de molhamento. Médias observadas representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz.....	23
03 Curvas de progresso da ferrugem do pessegueiro em mudas da cultivar Flor da Prince inoculadas com urediniósporos de <i>T. discolor</i> e submetidas a períodos de 6, 9, 12 e 24 horas de molhamento. Médias observadas representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz.....	24



04	Curvas de progresso da ferrugem do pessegueiro em mudas da cultivar Flor da Prince inoculadas com urediniósporos de <i>T. discolor</i> e submetidas a períodos de 4, 8, 12, 24 e 48 horas de molhamento. Médias observadas representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz.....	25
4 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E FISIOLÓGICA DE ISOLADOS DE <i>Tranzschelia discolor</i> DE ESPÉCIES DE <i>Prunus</i> ...		26
01	Urediniósporos de <i>T. discolor</i> coletados de folhas de pessegueiro (A) e ameixeira (B) e teliósporos obtidos de ameixeira (C).....	32
02	Dendrograma mostrando a similaridade morfológica (comprimento x largura de urediniósporos) entre os isolados de <i>T. discolor</i> coletados de plantas de ameixeira, nectarina e pessegueiro, através da análise de “cluster” (método UPGA, distâncias Euclidianas).....	33
03	Curvas de progresso da ferrugem em mudas de nectarina ‘Rubrosol’ e pessegueiro ‘Ximarrita’ inoculadas com urediniósporos de <i>T. discolor</i> coletados de pessegueiro. Médias representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz, $R^2$ o coeficiente de determinação do ajuste, $B_1$ a assíntota máxima (pústulas/cm <sup>2</sup> ) e L o período latente (horas).....	37

04	Curvas de progresso da ferrugem em mudas de pessegueiro 'Flor da Prince' e nectarina 'Rubrosol' inoculadas com urediniósporos de <i>T. discolor</i> coletados de nectarina. Médias representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz, $R^2$ o coeficiente de determinação do ajuste, $B_1$ a assíntota máxima (pústulas/cm <sup>2</sup> ) e L o período latente (horas).....	38
05	Curva de progresso da ferrugem em mudas de ameixeira 'Rubi I' inoculadas com urediniósporos de <i>T. discolor</i> coletados de ameixeira. Médias representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz, $R^2$ o coeficiente de determinação do ajuste, $B_1$ a assíntota máxima (pústulas/cm <sup>2</sup> ) e L o período latente (horas).....	39
06	Superfícies superior e inferior de folha de ameixeira (A C) e pessegueiro (B e D) inoculadas com urediniósporo de <i>T. discolor</i> coletados de ameixeira.....	40
5	REAÇÃO DE CULTIVARES DE PESSEGUEIRO À FERRUGEM E CONTROLE QUÍMICO DA DOENÇA.....	42
01	Croqui da área experimental do experimento de controle químico da ferrugem do pessegueiro. <u>Tratamentos</u> : 1 = difenoconazole; 2 = captan alternado com mancozeb; 3 = triadimenol; 4 = tebuconazole na formulação concentrado emulsionável (CE); 5 = fluquinconazole; 6 = tebuconazole na formulação pó molhável (PM) e 7 = testemunha.....	45

- 02 Escala diagramática de severidade (porcentagem da área foliar afetada) da ferrugem do pessegueiro (Martins, 1994)..... 47
- 03 Croqui da área experimental do experimento de controle químico da ferrugem em plantas de nectarina. Tratamentos: 1 = mistura de difenoconazole e propiconazole; 2 = difenoconazole; 3 = testemunha; 4 = tebuconazole alternado com mancozeb; 5 = tebuconazole na formulação pó molhável (PM) e 6 = tebuconazole (PM) aplicado de acordo com o monitoramento do clima..... 49
- 04 Posições de colocação dos papéis sensíveis nas árvores: A = ramo inferior próximo ao centro da copa, B = ramo inferior mais afastado do centro da copa, C = centro da copa na mesma altura das posições A e B, D = centro da copa mais alto que a posição C e E = centro da copa no topo da árvore. .... 50
- 05 Curvas de progresso da ferrugem em mudas de pessegueiro das cultivares Regis, Aurora II e Ximarrita inoculadas com urediniósporos de *T. discolor*. Médias representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz,  $R^2$  o coeficiente de determinação do ajuste,  $B_1$  a assíntota máxima (pústulas/cm<sup>2</sup>) e L o período latente (horas)..... 52

- 06 Curvas de progresso da ferrugem em mudas de pessegueiro das cultivares Aurora II, Coral, Dourado, Flor da Prince e Rio Grande inoculadas com urediniósporos de *T. discolor*. Médias representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz,  $R^2$  o coeficiente de determinação do ajuste,  $B_1$  a assíntota máxima (pústulas/cm<sup>2</sup>) e L o período latente (horas)..... 53
- 07 Curva de progresso da ferrugem (A) e índice de área foliar (B) da testemunha durante todo o período de condução do ensaio. p = poda de verão executada pelo produtor..... 56
- 08 Dados climáticos (temperaturas mínima, média e máxima, representadas por linhas, e pluviometria total, representada em barras) obtidos na estação meteorológica de Paranapanema - SP..... 57
- 09 Efeito de fungicidas na severidade da doença (% de área foliar afetada) de plantas de pessegueiro cultivar Flor da Prince. Média de 2 repetições. Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Tratamentos: 1 = difenoconazole; 2 = captan alternado com mancozeb; 3 = triadimenol; 4 = tebuconazole na formulação concentrado emulsionável (CE); 5 = fluquinconazole; 6 = tebuconazole na formulação pó molhável (PM) e 7 = testemunha..... 58

- 10 Efeito de fungicidas no índice de área foliar do pessegueiro cultivar Flor da Prince. Média de 2 repetições. Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Tratamentos: 1 = difenoconazole; 2 = captan alternado com mancozeb; 3 = triadimenol; 4 = tebuconazole na formulação concentrado emulsionável (CE); 5 = fluquinconazole; 6 = tebuconazole na formulação pó molhável (PM) e 7 = testemunha..... 59
- 11 Efeito dos tratamentos tebuconazole na formulação concentrado emulsionável (CE) (1), tebuconazole na formulação pó molhável (PM) (2), protetor (captan alternado com mancozeb) (3) e testemunha (4) na ferrugem do pessegueiro..... 60
- 12 Dados climáticos (temperaturas mínima, média e máxima, representadas por linhas, e umidade relativa, representada em barras) registrados pelo termohigrógrafo instalado na área experimental, durante todo o período de condução do ensaio..... 63
- 13 Severidade da ferrugem (A) e índice de área foliar (B) de plantas de nectarina cultivar Rubrosol não tratadas (testemunha) durante todo o período de condução do experimento. Média de 2 repetições..... 65

- 14 Efeito de fungicidas na severidade da doença (% de área foliar afetada) de plantas de nectarina cultivar Rubrosol. Média de 2 repetições. Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Tratamentos: 1 = mistura de difenoconazole e propiconazole, 2 = difenoconazole; 3 = testemunha não tratada, 4 = tebuconazole na formulação (PM) alternado com mancozeb, 5 = tebuconazole (PM) e 6 = tebuconazole (PM) monitorado com o clima..... 66
- 15 Efeito de fungicidas no índice de área foliar (IAF) de plantas de nectarina cultivar Rubrosol. Média de 2 repetições. Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Tratamentos: 1 = mistura de difenoconazole e propiconazole, 2 = difenoconazole; 3 = testemunha não tratada, 4 = tebuconazole na formulação (PM) alternado com mancozeb, 5 = tebuconazole (PM) e 6 = tebuconazole (PM) monitorado com o clima..... 67
- 16 Padrão de distribuição das gotas em vários pontos da árvore (posições A, B, C, D e E)..... 68

## LISTA DE TABELAS

	Página
3 EFEITO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO FOLIAR EM COMPONENTES MONOCÍCLICOS DA FERRUGEM DO PESSEGUEIRO.....	15
1 Período de latência ( $L$ ), em horas, parâmetros estimados pelo modelo de Gompertz, $Y = B_1 \exp(-B_2 \exp(-B_3 X))$ , onde $Y$ representa a frequência de infecção (pústulas por $\text{cm}^2$ ), $B_1$ representa a estimativa da assíntota máxima, $B_2$ é um parâmetro relacionado ao inóculo inicial e $B_3$ a taxa de progresso da doença, e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) dos ajustes realizados por meio de regressão não-linear, para as curvas de progresso da ferrugem do pessegueiro em três ensaios em que o tempo de câmara úmida (horas de molhamento foliar) após a infecção variou de 4 a 48 horas. No primeiro ensaio utilizou-se a cultivar 'Ximarrita' e nos segundo e terceiro ensaios, a cultivar 'Flor da Prince'.....	21
4 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E FISIOLÓGICA DE ISOLADOS DE <i>Tranzschelia discolor</i> DE ESPÉCIES DE <i>Prunus</i> ...	26
1 Dimensões ( $\mu\text{m}$ ) de urediniosporos de <i>T. discolor</i> coletados de folhas de ameixeira, pessegueiro e nectarina, avaliadas sob microscópio óptico.....	33
2 Dimensões ( $\mu\text{m}$ ) de teliosporos de <i>T. discolor</i> coletados de folhas de ameixeira, avaliadas sob microscópio óptico.....	35

3	Dimensões ( $\mu\text{m}$ ) de teliósporos de <i>T. discolor</i> coletados de folhas de ameixeira e pessegueiro, avaliadas sob microscópio óptico.....	35
5	REAÇÃO DE CULTIVARES DE PESSEGUEIRO À FERRUGEM E CONTROLE QUÍMICO DA DOENÇA.....	42
1	Características dos fungicidas avaliados no controle da ferrugem do pessegueiro.....	46
2	Características dos fungicidas avaliados no controle da ferrugem em plantas de nectarina.....	50
3	Conteúdo de clorofila a, b e total (mg/g de peso fresco) de folhas de pessegueiro submetido a vários tratamentos.....	61



# **CARACTERIZAÇÃO MORFO-FISIOLÓGICA DE *Tranzschelia discolor*, EFEITO DA UMIDADE NA PATOGÊNESE E CONTROLE DA FERRUGEM DO PESSEGUEIRO**

Autora: Marise Cagnin Martins

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lilian Amorim

## **RESUMO**

O efeito de diferentes períodos de molhamento foliar (no intervalo entre duas e 48 horas), após a inoculação, na freqüência de infecção (pústulas/cm<sup>2</sup>) e na latência (tempo para o aparecimento de 50 % das pústulas esporulantes) de *Tranzschelia discolor*, agente causal da ferrugem do pessegueiro, foi avaliado em mudas de pessegueiro das cultivares Ximarrita (um ensaio) e Flor da Prince (dois ensaios), inoculadas sob condições controladas (23 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas). O período mínimo de molhamento foliar para a infecção foi de quatro horas. A freqüência de infecção aumentou com o aumento do período de molhamento.

A caracterização morfológica de isolados de *T. discolor* foi realizada comparando-se as dimensões de urediniósporos e teliósporos do fungo, coletados de folhas de ameixeira, nectarina e pessegueiro, por meio de análises de variância uni e multivariada. A caracterização fisiológica foi investigada através de inoculações cruzadas em mudas de pessegueiro ('Ximarrita' e 'Flor da Prince'), nectarina ('Rubrosol') e ameixeira ('Rubi I'), sob condições controladas (23 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas). A análise de cluster mostrou que os isolados provenientes de pessegueiro e nectarina apresentaram grande similaridade entre si, distanciando-se do isolado de ameixeira. Os isolados

coletados de pessegueiro e nectarina causaram infecções recíprocas, embora a severidade da doença tenha sido sempre maior no hospedeiro fornecedor do inóculo, e não infectaram a ameixeira. O isolado coletado de ameixeira só causou infecção na própria ameixeira. Os isolados mostraram especialização fisiológica, sugerindo a existência de *formae speciales* dentro dessa espécie.

A reação das cultivares de pessegueiro Regis, Aurora II e Ximarrita (primeiro ensaio) e Aurora II, Coral, Dourado, Flor da Prince e Rio Grande (segundo ensaio) à ferrugem, avaliada através da frequência de infecção e do período latente, mostrou que a cultivar Regis foi a que apresentou menor frequência de infecção. A eficiência de fungicidas no controle da ferrugem de plantas de pessegueiro e nectarina foi avaliada em áreas experimentais localizadas em Paranapanema – SP. Os fungicidas tebuconazole e mancozeb e captan, aplicados alternadamente, apresentaram elevada eficiência no controle da ferrugem do pessegueiro, já o difenoconazole e o triadimenol foram ineficientes. Os melhores produtos no controle da ferrugem de plantas de nectarina também foram o tebuconazole e o mancozeb. O difenoconazole sozinho ou em mistura com o propiconazole não promoveu um controle satisfatório da doença em plantas de nectarina. Um sistema de previsão da doença baseado em variáveis climáticas foi testado e não se aplicou para o patossistema em questão, uma vez que a faixa de temperatura e de umidade favoráveis para o desenvolvimento da doença é muito ampla e as condições favoráveis (temperaturas média maior ou igual a 13 °C e máxima igual ou inferior a 30 °C e mínimo de 4 horas de molhamento) sempre foram satisfeitas.

# MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF *Tranzschelia discolor*, EFFECT OF MOISTURE ON PATHOGENESIS AND CONTROL OF PEACH RUST

Author: Marise Cagnin Martins

Adviser: Prof. Dr. Lilian Amorim

## SUMMARY

The effect of different post inoculation wetness periods (two - 48 hours) on pustule frequency (pustules / cm<sup>2</sup>) and latency (period required for appearance of 50 % of sporulating pustules) of *Tranzschelia discolor*, causal agent of peach rust, was evaluated by inoculation with *Tranzschelia discolor* of peach seedlings of cultivar Ximarrita (one trial) and Flor da Prince (two trials) kept under controlled conditions (23 ± 2 °C and photoperiod of 12 h). The minimum leaf wetness period for infection was 4 hours. Infection frequency increased with the leaf wetness period.

The morphological characterization of *T. discolor* was performed through univariate and multivariate analysis of variance of urediniospore and teliospores dimension. The spores were collected from plum, nectarine and peach leaves. Physiological characterization was evaluated through inoculations of peach ('Ximarrita' and 'Flor da Prince'), nectarine ('Rubrosol') and plum ('Rubi l') seedlings kept under controlled conditions (23 ± 2 °C and photoperiod of 12 h). Cluster analysis showed that isolates from peach and nectarine were very similar among themselves, differing, however, from the plum isolate. Peach and nectarine isolates caused reciprocal infections on peach and nectarine, but not on plum. Disease severity, however, was always higher in the host which

provided the inoculum. The plum isolate was specific to its host. The results suggested the existence of physiological specialization of the pathogen at the species (level, *formae speciales* probably occurring).

Reaction of peach cultivars to the pathogen was evaluated through the determination of infection frequency and latent period using the following cultivars: Regis, Aurora II and Ximarrita (1<sup>st</sup> trial) and Aurora II, Coral, Dourado, Flor da Prince and Rio Grande (2<sup>nd</sup> trial). Regis showed the smallest infection frequency.

Fungicide efficiency for the rust control was evaluated in the field in Paranapanema, SP. Tebuconazole and mancozeb + captan applied alternately showed high control efficiency in peach, whereas difenoconazole and triadimenol did not. The best products for nectarine plants were tebuconazole and mancozeb. Difenoconazole alone or in combination with propiconazole did not promote a satisfactory control in nectarine plants.

A forecast system of the disease based on weather variable was tested but it was not applicable for the pathosystem under study. The temperature and moisture ranges favorable for disease development is too wide and favorable conditions (medium temperatures higher than or equal to 13 °C and maximum equal to or smaller than 30 °C and a minimum wetness period of 4 h) were always satisfied.

## 1 INTRODUÇÃO

A ferrugem, causada pelo fungo *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel & Litvinov, é atualmente uma das mais preocupantes doenças da cultura do pessegueiro nas regiões subtropicais.

Os prejuízos ocasionados pela ferrugem são decorrentes da queda precoce das folhas nos meses de dezembro a fevereiro, que estimula a planta a emitir uma brotação nova, a qual é perdida na época de desfolha natural, entre abril e junho. Esse gasto desnecessário de energia, por parte da planta, resulta na diminuição da produção na safra seguinte (Margarido, 1988).

A doença é de importância relativamente recente, visto que até alguns anos atrás o pessegueiro era cultivado exclusivamente em regiões mais frias, desfavoráveis à sua ocorrência (Martins & Amorim, 1996). O desenvolvimento de cultivares, geneticamente melhoradas, tolerantes a clima mais quente, propiciou a expansão da cultura para novas áreas de clima subtropical, no Estado de São Paulo, onde as condições climáticas favorecem a doença. Temperaturas propícias à infecção entre 18 e 23 °C (Martins, 1994) ocorrem freqüentemente na região do município de Paranapanema - SP, onde há intenso cultivo de pessegueiro. A influência de outras variáveis climáticas no desenvolvimento da doença, no entanto, naquela região, permanece desconhecida. Além disso, o controle da ferrugem no Estado de São Paulo é feito com base nas recomendações estabelecidas para a Região Sul do País, que possui sistemas de cultivo, clima e cultivares diferentes. Sistemas de cultivo com plantio de diferentes espécies do gênero *Prunus* são comuns no município de Paranapanema, mas o efeito destes sistemas nas epidemias de ferrugem

em cada espécie do hospedeiro é ignorado. A eficiência de outras medidas de controle como a combinação de cultivares resistentes com a aplicação, em épocas estratégicas, de novos fungicidas também nunca foi testada na região subtropical do Estado de São Paulo. Pouco se sabe, aliás, sobre a reação de cultivares à doença e a eficiência de fungicidas sistêmicos no seu controle.

Os objetivos do presente trabalho foram:

- 1) Avaliar o efeito do período de molhamento foliar em componentes monocíclicos da ferrugem do pessegueiro;
- 2) Realizar a caracterização morfológica e fisiológica de isolados de *T. discolor* em diferentes espécies de *Prunus*;
- 3) Avaliar a reação de cultivares de pessegueiro à ferrugem e a eficiência de diferentes fungicidas no controle da doença.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização do agente causal da ferrugem do pessegueiro

O agente causal da ferrugem do pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) é o fungo *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel & Litvinov, que já foi relatado também como patógeno de plantas de nectarina (*Prunus persica* var. *nucipersica*), damasco (*P. armeniaca* L.), amêndoa (*P. dulcis* (Mill.) Webb), ameixa européia (*P. domestica* L.) e ameixa japonesa (*P. salicina* Lindl.) (Kable et al., 1986).

O patógeno *T. discolor* é macrocíclico e heteróico. Em pessegueiro, normalmente são encontrados apenas urediniósporos, enquanto em ameixeira o fungo produz urediniósporos na estação de cultivo e teliósporos no final do ciclo anual da cultura (Smith, 1947). Os urediniósporos são equinulados, exceto na ponta, que é lisa, e medem 15 a 23 x 28 a 42  $\mu\text{m}$  (Anderson, 1956).

O nome do agente causal da ferrugem de *Prunus* spp. já foi alterado várias vezes. Uma denominação que persistiu por muito tempo foi *Tranzschelia pruni-spinosae* (Pers.). Dunegan, em 1938, por meio da combinação dos hospedeiros dos estádios aecial e telial e diferenças na morfologia dos teliósporos denominou *T. pruni-spinosae typica* para os isolados que ocorrem sobre espécies selvagens do gênero *Prunus* e *T. pruni-spinosae discolor* para os que ocorrem sobre espécies cultivadas.

A “forma” *typica* produz o estágio aecial sobre várias espécies de *Ranunculaceae* e a “forma” *discolor* produz aeciósporos sobre *Anemone coronaria*. Macroscopicamente, os teliósporos produzidos em folhas de espécies selvagens de *Prunus* são pulverulentos e castanho-escuros, enquanto

os das espécies cultivadas aparecem em grupos compactos, de coloração preta (Dunegan, 1938). Microscopicamente, na “forma” *discolor*, o poro germinativo de cada uma das duas células do teliosporo localiza-se próximo ao septo entre as células, com o promicélio emergindo da porção central do teliosporo. Na “forma” *typica* o poro germinativo na célula superior do teliosporo é apical, na célula basal encontra-se próximo ao pedicelo, resultando na germinação do promicélio pelas pontas do esporo (Dunegan & Smith, 1941). Segundo Smith (1947), ambas as células dos teliosporos da “forma” *typica* são aproximadamente do mesmo formato, tamanho e cor, com ornamentações em toda a superfície. Na “forma” *discolor*, a célula basal varia de globosa a irregular e sua parede pode apresentar ornamentações em parte da superfície ou ser quase completamente lisa, dependendo do isolado.

A nomenclatura *T. pruni-spinosae discolor*, proposta por Dunegan (1938) para isolados que ocorrem sobre espécies cultivadas de *Prunus*, foi alterada por pesquisadores americanos para *T. discolor*. Em alguns países, o fungo ainda é relatado como *T. pruni-spinosae* (Ogawa & English, 1991).

Observações realizadas em campo e resultados de testes de inoculações inter-específicas de urediniósporos indicaram que a ferrugem do pessegueiro e a ferrugem da ameixeira são causadas por pelo menos duas estirpes diferentes (Smith, 1947). Segundo Anderson (1956), formas especializadas (*formae speciales*) de *T. discolor*, isto é, patógenos morfológicamente idênticos, mas que atacam gêneros ou espécies de hospedeiros diferentes, têm sido demonstradas por inoculações cruzadas.

Sztejnberg (1976), inoculando plantas de damasco, ameixa européia, ameixa japonesa e pêsego, com isolados de *T. discolor* obtidos de cada uma dessas espécies, encontrou cinco “raças” fisiológicas (na verdade, cinco *formae speciales*), separadas de acordo com a espécie de *Prunus* fonte. De uma maneira geral, somente as espécies de *Prunus* originais foram suscetíveis a uma “raça” particular do patógeno. Sztejnberg & Afek (1979) reforçaram os



resultados da existência de “raças” fisiológicas do fungo trabalhando com isolados coletados de cinquenta localidades diferentes de Israel, de acordo com as reações diferenciais à infecção com aeciósporos, sobre damasco, pêssago, ameixa européia e ameixa japonesa.

Estudos realizados por Bolkan et al. (1985) indicam que isolados de *T. discolor* são altamente específicos, infectando somente os hospedeiros originais. Esses isolados, obtidos de diferentes espécies cultivadas de *Prunus*, não podem ser separados pelas características morfológicas e sim pela patogenicidade, sendo portanto sugerido pelos autores o uso de *formae speciales* para separar os isolados de *T. discolor* como *T. discolor* f. sp. *dulcis* para isolados que atacam amendoeiras, *T. discolor* f. sp. *persicae* para os de pessegueiro e *T. discolor* f. sp. *domesticae* para os de ameixeira européia.

Kable et al. (1986), através de inoculações cruzadas, constataram especialização fisiológica do fungo na Austrália. Quando urediniósporos de *T. discolor* de pessegueiro e ameixeira foram inoculados reciprocamente, houve infecção nos dois hospedeiros, embora o menor período latente e a maior frequência de infecção tenha ocorrido sempre que o isolado era proveniente do próprio hospedeiro. Já Duan et al. (1992), através de inoculações cruzadas, verificaram que o patógeno causador da ferrugem da ameixeira pode infectar pessegueiro, mas o patógeno do pessegueiro não infecta a ameixeira. Os diferentes resultados obtidos pelos diversos autores não permitiram a alteração da nomenclatura do agente causal da ferrugem de espécies de *Prunus*, que mantém-se como *T. discolor*, independentemente do hospedeiro em que se desenvolve.

O conhecimento de especialização fisiológica de *T. discolor* pode ser de grande valia em programas de manejo da doença no Estado de São Paulo, visto que geralmente todo produtor de pêssago, também produz ameixa e nectarina, planta da mesma espécie botânica do pessegueiro, que apresenta como única diferença a ausência de pilosidade nos frutos, conferida no

pessegueiro por um caráter genético recessivo (Steinberg, 1989). Desta forma, caso a especialização do patógeno nos diferentes hospedeiros do gênero *Prunus* seja confirmada, pode-se recomendar intercalar essas espécies no pomar, como uma maneira de diminuir a disseminação do inóculo dentro da área.

## **2.2 Efeito de fatores climáticos no desenvolvimento da ferrugem**

O desenvolvimento de qualquer doença é resultante da interação entre uma planta suscetível, um agente patogênico e fatores ambientais favoráveis. O ambiente pode influenciar o hospedeiro ou o patógeno diretamente, como também a interação entre o hospedeiro e o patógeno, e conseqüentemente o desenvolvimento da doença (Colhoun, 1973). O ambiente, portanto, é um componente relevante nesta interação, podendo impedir a ocorrência da doença, mesmo na presença do hospedeiro e do patógeno (Bedendo, 1995). Em fruteiras de clima temperado, a ocorrência e a severidade de uma doença estão também condicionadas ao estado nutricional das plantas, à localização da cultura, ao tipo de resistência genética das cultivares e à diversidade das espécies no espaço em que se insere o pomar (Steinberg, 1989).

Os fatores do ambiente podem determinar o grau de predisposição do hospedeiro e/ou podem ter efeito direto ou indireto sobre o patógeno, favorecendo ou desfavorecendo sua sobrevivência e desenvolvimento, tanto no hospedeiro como no meio. A ação direta do ambiente sobre o patógeno é exercida de diversas formas, podendo interferir nos processos de sobrevivência, disseminação, infecção, colonização e reprodução. A ação indireta pode causar, por exemplo, alteração de populações ou atividades microbianas que podem ter uma relação sinérgica ou antagônica com o agente patogênico (Bedendo, 1995).

As variáveis climáticas que mais influenciam o processo de infecção são temperatura e umidade (Sutton, 1988). Em doenças foliares e em

condições de campo é muito difícil separar a influência da temperatura da influência da umidade, devido à interação entre elas, podendo-se citar como exemplo o fato do teor de umidade atmosférica na superfície das folhas depender rigorosamente da temperatura (Zentmyer & Bald, 1977). Para conhecer o efeito dessas variáveis isoladamente no estabelecimento e progresso de doenças são necessários experimentos em condições de ambiente controlado, normalmente fornecido por câmaras de crescimento de plantas (Rotem, 1988).

Dados sobre o efeito da temperatura na germinação e crescimento do tubo germinativo de urediniósporos de *T. discolor*, *in vitro*, são encontrados na literatura, mas dados do efeito da temperatura e da umidade sobre o processo infeccioso são raros. Goldsworthy & Smith (1931) encontraram as temperaturas de 8 e 38 °C, como sendo os limites mínimo e máximo, respectivamente, para a germinação *in vitro* de urediniósporos de *T. discolor*, com o ótimo situando-se entre 13 e 26 °C. As temperaturas de 14 e 26 °C foram os limites para o crescimento do tubo germinativo, com o máximo crescimento observado entre 22 e 24 °C. Dunegan & Smith (1941) obtiveram uma faixa de temperatura favorável para a germinação de urediniósporos de *T. discolor* mais estreita (10 a 25 °C). Segundo esses autores, apenas poucos esporos iniciaram a germinação a 30 °C e nenhum germinou a 35,5 °C. Martins (1994) obteve resultados semelhantes, encontrando a faixa de 10 a 22 °C como sendo a mais favorável para a germinação dos esporos. Contrariamente aos autores citados acima, Menniti (1993) determinou 0 °C como a temperatura mínima para germinação dos esporos *in vitro*, sendo a temperatura máxima superior a 35 °C.

Com respeito ao efeito da temperatura no processo infeccioso de *T. discolor*, Martins (1994), inoculando mudas de pessegueiro sob condições controladas, observou que 18 °C favorece o processo de infecção e 23 °C, o processo de colonização. A autora inferiu que uma alternância de temperaturas

diurna/noturna de 23/18 °C seria ideal para o desenvolvimento do ciclo das relações patógeno-hospedeiro.

Com relação à umidade, sabe-se que a água é essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas e dos patógenos (Zentmyer & Bald, 1977). A água, na forma de chuva, orvalho ou irrigação (aspersão ou sulco), altera a umidade do ar e do solo, favorecendo ou prejudicando as atividades de fungos, bactérias e nematóides (Bedendo, 1995). A umidade é indispensável para a germinação de esporos fúngicos e para a posterior penetração do tubo germinativo no hospedeiro (Agrios, 1997). Desempenha também papel importante na disseminação de patógenos (Colhoun, 1973; Agrios, 1997).

O molhamento foliar, definido por Sutton et al. (1984) como a presença de orvalho ou chuva sobre a superfície da parte aérea das plantas, é essencial para o processo de infecção de muitos patógenos foliares (Wallin, 1967). Embora a grande maioria dos fungos dependa do molhamento da superfície da planta para a germinação, alguns são desfavorecidos por esta condição. Nestes casos, a germinação processa-se com alta umidade do ar (próximo da saturação) (Bedendo, 1995). Estudos sobre o efeito da umidade na infecção indicam que a maioria dos patógenos, exceto os oídios, requer água livre ou umidade relativa elevada na superfície foliar para que a infecção seja bem sucedida (Vale & Zambolim, 1996).

A duração do molhamento foliar, assim como a quantidade e forma (ex.: gotas, filmes, etc.) de água livre são de interesse na epidemiologia de doenças. A duração do molhamento foliar varia consideravelmente, não somente com as condições climáticas, mas também com o tipo e estágio de desenvolvimento da cultura, posição, ângulo e geometria das folhas e a localização específica da folha individual (Sutton et al., 1984). É importante, portanto, que os registros meteorológicos que darão origem a experimentos epidemiológicos sejam feitos dentro da cultura, medindo adequadamente o microclima (Politowski & Browning, 1975).

A duração da umidade sobre a superfície foliar necessária para que ocorra a infecção, bem como a temperatura, variam entre os diferentes patógenos, com os organismos biotróficos infectando em períodos de molhamento mais curtos que os necrotróficos (Sutton, 1988). Por exemplo, um período mínimo de cinco horas de molhamento foi requerido por *Exserohilum turcicum* para infectar milho doce (Levy & Cohen, 1983), enquanto que quatro horas de molhamento, a 21 °C, foram necessárias para *Puccinia coronata* causar infecção em aveia (Politowski & Browning, 1975).

Segundo Code et al. (1985), cerca de oito horas de orvalho são necessárias para a ocorrência da ferrugem do feijoeiro (*Uromyces appendiculatus*), embora em condições controladas, Mendes & Bergamin Filho (1989), tenham observado que, sob temperaturas entre 15 e 20 °C, um mínimo de quatro horas de molhamento foliar foi suficiente para a infecção do patógeno.

Biggs e Northover (1988) verificaram incidência de podridão parda (*Monilinia fructicola*) em frutos de pessegueiro superior a 70 %, com 22,5 a 25 °C e 12 horas de molhamento. Para o patossistema *Ascochyta*-lentilha, seis horas de molhamento permitiram a formação de apenas poucas lesões, mas severidade elevada ocorreu com períodos de 24 e 48 horas de molhamento (Pedersen & Morral, 1994). A frequência de infecção (número de pústulas por folha) da ferrugem em alfafa aumentou linearmente com o aumento da duração do molhamento foliar após a inoculação, de quatro a 24 horas (Webb & Nutter, 1997).

Para a ferrugem do pessegueiro, há uma afirmação generalizada de que os períodos quentes e úmidos, frequentes nas áreas subtropicais, nos meses de setembro a abril, são os mais favoráveis para a infecção. Segundo Bleicher e Tanaka (1982), epidemias de ferrugem podem ocorrer em anos chuvosos e com temperaturas elevadas. Epidemias de ferrugem em ameixeira também são favorecidas por períodos chuvosos no verão e temperaturas ao

redor de 20 a 23 °C (Simeone et al., 1984). Essas informações são baseadas em dados coletados no campo, onde fatores climáticos são de difícil monitoramento e controle. Estudos sob condições controladas se fazem necessários para obtenção de informações mais específicas sobre o efeito dos fatores do ambiente sobre a doença.

A duração do período de molhamento necessário para a infecção por *T. discolor* a diferentes temperaturas é desconhecida, embora saiba-se que um período de 18 horas de molhamento a 20 °C é suficiente para infecção severa (Ogawa et al., 1995). Um período de incubação de 16 horas a 87 % de umidade relativa e 25 °C permitiu a ocorrência da ferrugem em ameixeira, já períodos de seis e 12 horas de incubação sob umidade em torno de 85 a 90 % ou umidade abaixo de 78 % foram insuficientes para a manifestação da doença (Menniti & Maccaferri, 1994).

Segundo Broers & Wallenburg (1989), o ambiente tem um importante impacto sobre as relações patógeno-hospedeiro. Melhoristas de plantas selecionam materiais genéticos com resistência a uma doença em um ambiente, mas essa seleção pode resultar em resistência não efetiva em um outro ambiente (Arama, 1993). De acordo com Butler et al. (1994), a compreensão do modo pelo qual o clima afeta determinada doença deve permitir melhorar os métodos de seleção em programas de melhoramento de resistência, além da elaboração de sistemas seguros de previsão de doenças epidêmicas.

Para alguns patossistemas, como por exemplo a sarna da macieira, pode-se prever a ocorrência de epidemias através do monitoramento ambiental feito nas estações de aviso, onde dados de umidade e temperatura são registrados por equipamentos simples. Através desse sistema, uma vez registradas umidade e temperatura necessárias para a ocorrência de epidemias, os agricultores são informados e partem para o controle curativo da doença. No caso da ferrugem do pessegueiro, nada há sobre este assunto,

fazendo com que as tentativas de controle sigam padrões fixos de pulverização preventiva.

### **2.3 Controle da ferrugem**

O controle da ferrugem do pessegueiro tem sido baseado exclusivamente no uso de fungicidas, já que não existem cultivares comerciais completamente resistentes à doença (Bleicher & Tanaka, 1982). No entanto, Barbosa et al. (1994) verificaram em lotes de germoplasma de frutíferas de caroço, diferentes níveis de infecção de ferrugem, detectados pelo maior ou menor enfolhamento das plantas no final do verão, o que segundo os autores pode estar relacionado à presença de material mais tolerante à ferrugem. A detecção de cultivares menos suscetíveis à doença constitui avanço para utilização em pomares comerciais, diminuindo os custos com os tratamentos fitossanitários.

Segundo Wadt<sup>1</sup>, em campo, podem ser observadas reações quantitativamente diferentes de algumas cultivares de pessegueiro em relação a ferrugem. Em levantamento preliminar da incidência da ferrugem em coleções de plantas de pêssegos e nectarinas na Estação Experimental de Jundiaí – SP, Barbosa et al. (1994) verificaram que todas as cultivares avaliadas mostraram-se suscetíveis à ferrugem, entretanto as seleções apresentaram diferentes níveis de suscetibilidade. Os pessegueiros das cultivares Regis e IAC 4685-45 e as nectarinas 'Josefina' e 'IAC N 2680-91' apresentaram maior enfolhamento.

O controle químico da ferrugem do pessegueiro, apesar de ser a única medida de controle empregada atualmente, apresenta-se deficiente devido ao pequeno número de produtos registrados, produtos esses que nem sempre fornecem controle satisfatório, e da falta de informações pertinentes às práticas adequadas de manejo, tais como a época ideal de aplicação.

---

<sup>1</sup> WADT, L. Comunicação Pessoal, 1998.

Antigamente, os produtos cúpricos e os sulfurados eram os mais utilizados no controle da ferrugem do pessegueiro (Goldsworthy & Smith, 1931), mas atualmente, com o aumento considerável de importância da doença é necessário selecionar produtos sistêmicos eficientes, uma vez que a doença atinge seu pico no verão, época chuvosa, o que diminui a persistência dos fungicidas protetores.

Segundo Steinberg (1989), para o controle da ferrugem do pessegueiro são recomendados os mesmos produtos indicados para controle da podridão parda, tais como captan e mancozeb. Kable et al. (1987b), sob condições de inoculação natural, constataram a superioridade dos ditiocarbamatos mancozeb e zineb sobre dithianon, captafol ou triforine no controle da ferrugem da ameixeira francesa. Estudos adicionais envolvendo inoculação artificial reforçaram os resultados, com uma única pulverização de mancozeb e zineb fornecendo aproximadamente 12 a 13 semanas de proteção. Nestes estudos, chlorothalonil e bitertanol também foram superiores a dithianon e captafol, mas pareceram ser menos persistentes do que os ditiocarbamatos. Propiconazole e myclobutanil foram relativamente ineficientes como protetores. Segundo os autores, os produtos propiconazole e myclobutanil, em doses relativamente baixas, apresentam alto efeito curativo sobre *T. discolor* em folhas de ameixeira francesa (Kable et al., 1987a).

Sastre et al. (1988) obtiveram bom controle da ferrugem do pessegueiro usando flusilazole e maneb, seguido por bitertanol. Bhardwaj (1991) obteve controle eficiente da ferrugem da amêndoa com hexaconazole (0,05 %), flutriafol (0,05 %) e mancozeb (0,25 %). Sharma & Gupta (1993) verificaram que a ferrugem da amêndoa foi efetivamente controlada por três pulverizações de triadimefon (0,2 %), carbendazin (0,1 %) ou bitertanol (0,2 %), aplicados quinzenalmente desde o aparecimento dos sintomas. A eficiência do mancozeb, aplicado duas ou três vezes no verão, no controle da ferrugem da ameixeira



francesa também foi verificada por Teviotdale et al. (1994). Segundo os autores o mancozeb foi superior ao enxofre.

Contrariamente a alguns trabalhos citados, Martins (1994) constatou a ineficiência do bitertanol no controle da ferrugem do pessegueiro. A mesma autora constatou a eficiência dos produtos captan, mancozeb e tebuconazole, nas formulações pó molhável e concentrado emulsionável, e o potencial de controle do inseticida cartap (Martins et al., 1997).

Um problema enfrentado pelos produtores de frutas de caroço diz respeito à escolha da época ideal para controle da doença. Ensaio de campo conduzidos durante 8 anos com pessegueiros mostraram que a melhor época para aplicação de fungicidas foi durante o máximo desenvolvimento da doença (Sastre et al., 1988).

Produtores da região de Paranapanema – SP realizam aplicações de fungicidas durante o ano inteiro para controle da ferrugem de *Prunus* spp. O esquema de pulverização adotado por eles consiste em pulverizações quinzenais de captan e mancozeb de agosto até meados de setembro. A partir de setembro até final de novembro, os agricultores fazem aplicações de produtos sistêmicos como o tebuconazole, a cada quinze dias, intercalando pulverizações com os fungicidas protetores em épocas chuvosas. De dezembro até final de janeiro recomendam-se pulverizações semanais de captan e mancozeb e de fevereiro até abril utilizam o tebuconazole quinzenalmente (Daamen<sup>2</sup>).

De acordo com Bleicher & Tanaka (1982), quatro pulverizações quinzenais no verão, com mancozeb, maneb, thiram e zineb são suficientes para o controle da ferrugem do pessegueiro. Segundo os autores, pulverizações outonais ou tratamentos de inverno podem ser realizados visando a diminuição

---

<sup>2</sup> DAAMEN, T.A.J. (Consultoria Theodorus Anthonius Johannes, Itapetininga) Comunicação Pessoal, 1993.

do inóculo inicial. Penteado (1983) também recomenda quatro pulverizações no verão, com os mesmos produtos mais propineb.

De acordo com Michailides & Ogawa (1986), uma única aplicação de mancozeb em meados do verão é necessária para controle da ferrugem da ameixeira francesa, quando a doença não está presente na área e duas pulverizações quando a doença já existe. Na Austrália, o controle da ferrugem da ameixeira francesa têm sido realizado com aplicações mensais de fungicidas protetores entre meados de outubro e dezembro. Em épocas úmidas as aplicações são estendidas até meados de março ou abril. Este programa de pulverização é baseado na experiência do produtor, mas não existem dados experimentais que validem ou não este manejo dos fungicidas (Ellison et al., 1990). No sul do Brasil, de acordo com recomendações da EMBRAPA (1990), apenas duas pulverizações de mancozeb, uma antes e outra após a colheita, são suficientes para o controle da ferrugem do pessegueiro.

De uma maneira geral, as recomendações de controle químico existentes são preestabelecidas, não levando em consideração a influência das condições ambientais sobre o ciclo das relações patógeno-hospedeiro. Segundo Ellison et al. (1990), este programa rotineiro de controle pode resultar em desperdício de produto e trabalho em anos secos, já em épocas úmidas pode proporcionar um controle inadequado.

Dúvidas também existem com respeito à forma de aplicação dos produtos, pois há regiões onde o verão tem chuvas freqüentes e a utilização de fungicidas foliares fica dificultada, havendo, nesses casos, a necessidade de testar outras formas de aplicação, como a via solo.

Do exposto observa-se que trabalhos referentes ao controle químico da ferrugem de *Prunus* spp., especialmente no Brasil, são poucos. Estudos visando a seleção de um número maior de produtos eficientes no controle da doença, assim como a época e o modo de aplicação dos produtos é de suma importância no controle da doença.

## **3 EFEITO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO FOLIAR EM COMPONENTES MONOCÍCLICOS DA FERRUGEM DO PESSEGUEIRO**

### **3.1 INTRODUÇÃO**

O molhamento foliar e a umidade relativa desempenham importante papel no desenvolvimento de epidemias de doenças de plantas (Vale & Zambolim, 1996). No processo monocíclico (que inclui todos os eventos de um ciclo de infecção desde a deposição do esporo na superfície do hospedeiro até a liberação do inóculo da lesão resultante, segundo Zadoks & Schein, 1979) de doenças fúngicas, a umidade tem papel fundamental na infecção. Para muitos patógenos, a umidade também é indispensável para a esporulação e em apenas alguns casos (como, por exemplo, *Monilinia fructicola* em cerejas, segundo Biggs & Northover, 1988) afeta a colonização (Huber & Gillespie, 1992).

A importância da umidade na penetração e infecção de fungos causadores de ferrugens é conhecida de longa data (Yarwood, 1956). Por ser indispensável à germinação dos urediniósporos, como também da maioria dos esporos fúngicos, a umidade é considerada a variável-chave que determina a ocorrência ou não da doença (Jones, 1986). A temperatura, principalmente em cultivos tropicais e subtropicais, tem um papel regulatório, modulando o progresso da doença, já que temperaturas limitantes aos fitopatógenos raramente ocorrem nos trópicos. Nessas condições, é a presença e duração da umidade, e especialmente do molhamento foliar, que determinam o aparecimento de doenças. Por estar intrinsecamente relacionada à ocorrência

de epidemias e em razão do progresso recente nos aparelhos que permitem medir o período de molhamento com precisão (Huber & Gillespie, 1992), esta variável tem sido utilizada como suporte em diferentes sistemas de previsão de doenças foliares (Jones, 1986).

O período de molhamento mínimo para a infecção varia de zero a 100 horas, dependendo do fungo e da temperatura de exposição (Huber & Gillespie, 1992). Para as ferrugens este intervalo é mais estreito, variando de quatro a 25 horas, segundo os mesmos autores. O intervalo de temperatura mais favorável à infecção de *Tranzschelia discolor* é de 18-23 °C (Martins, 1994), mas o requerimento mínimo de molhamento foliar permanece ignorado.

O objetivo desse trabalho foi determinar o efeito de diferentes períodos de molhamento foliar em componentes monocíclicos (freqüência de infecção e período de latência) da ferrugem do pessegueiro.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram realizados na área experimental do Departamento de Fitopatologia da ESALQ/USP, localizada em Piracicaba – SP, em salas climatizadas com temperatura e luminosidade controladas.

No primeiro experimento avaliou-se o efeito dos períodos de duas, quatro, oito e 24 horas de molhamento na freqüência de infecção (número de pústulas/cm<sup>2</sup> de folha) e no período latente (período de tempo compreendido entre a inoculação e o aparecimento de 50% das pústulas esporulantes) da ferrugem do pessegueiro em mudas da cultivar 'Ximarrita'.

A inoculação das mudas consistiu na aspensão de uma suspensão de urediniósporos de *T. discolor*, retirados de plantas naturalmente infectadas, nas superfícies inferior e superior de todas as folhas das plantas, até o ponto de escorrimento superficial. A suspensão de urediniósporos foi preparada em água destilada com Tween 80 (uma gota para cada 100 mL de suspensão), na

concentração de  $6,8 \times 10^4$  urediniósporos/mL. Após a inoculação, as plantas foram cobertas com sacos plásticos transparentes umedecidos por períodos de duas, quatro, oito e 24 horas e mantidas em sala de incubação com temperatura de  $23 \pm 2$  °C, no escuro. Após 24 horas, as plantas permaneceram na respectiva temperatura, sob fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas três repetições (três plantas) por tratamento.

A porcentagem de germinação dos urediniósporos de *T. discolor* utilizados como inóculo foi determinada nos mesmos períodos de molhamento testados, por meio do plaqueamento de uma alíquota de 0,1 mL da suspensão sobre placas de Petri contendo meio ágar-água (2 %). As placas de Petri foram mantidas na mesma sala de incubação das mudas. Simultaneamente à retirada das câmaras úmidas das mudas, foram depositadas três gotas de lactofenol em cada placa da Petri com a finalidade de paralisar a germinação dos urediniósporos. A avaliação da porcentagem de germinação de urediniósporos foi feita sob microscópio óptico comum. Durante a avaliação, dividiu-se a superfície inferior das placas em quatro quadrantes para facilitar a contagem, evitando-se assim contar o mesmo esporo mais de uma vez. Foram contados os 100 primeiros esporos encontrados por placa, sob a objetiva de 10 x. Eram considerados germinados os esporos que apresentavam tubo germinativo de comprimento igual ou maior ao comprimento do esporo.

A avaliação da doença consistiu de contagens diárias do número de pústulas esporulantes em todo o limbo foliar. As contagens iniciaram-se quando do aparecimento das primeiras pústulas e estenderam-se até a estabilização no número de pústulas formadas. Foram avaliadas todas as folhas dos ramos marcados, que eram em número de três por planta. O comprimento e a maior largura das folhas foram medidos na primeira e na última avaliação, visando estimar a área foliar, através da função  $y = (\ln a) \times b$ , onde  $y$  representa a área da folha (cm<sup>2</sup>),  $a$  é o comprimento (cm) do limbo foliar e  $b$ , sua maior largura (cm) (Martins, 1994). A frequência de infecção de cada repetição, a cada data

de avaliação, foi calculada pela média do número de pústulas dividido pelo tamanho de cada uma das folhas dos três ramos.

A análise dos dados foi feita por meio de equações de regressão não-lineares com o modelo de Gompertz ( $Y = B_1 \times \exp(-B_2 \times \exp(-B_3 \times X))$ ), onde  $Y$  = frequência de infecção, expressa em número de pústulas/cm<sup>2</sup>,  $B_1$  = estimativa da assíntota máxima, ou seja, do número final de pústulas esporulantes/cm<sup>2</sup>,  $B_2$  = parâmetro relacionado ao inóculo inicial,  $B_3$  = taxa de infecção e  $X$  = tempo, em horas após a inoculação), utilizando-se o programa Statistica (StatSoft, Tulsa, E.U.A.). A frequência de infecção final de cada tratamento foi expressa pelo parâmetro  $B_1$ , estimado pelo modelo de Gompertz, e o período latente (horas) foi calculado também pelo modelo de Gompertz após  $Y$  ser igualado a  $B_1/2$ . As correlações entre a frequência de infecção e o número de horas de molhamento (em análise conjunta dos segundo e terceiro ensaios) e entre período latente e número de horas de molhamento (análise conjunta dos três ensaios) foi expressa pelo coeficiente de correlação de Pearson ( $R$ ).

O segundo experimento foi instalado de maneira semelhante, em mudas de pessegueiro da cultivar 'Flor da Prince', com o objetivo de testar os períodos de três, seis, nove, 12 e 24 de horas de molhamento. A concentração de inóculo utilizada foi de  $1,1 \times 10^4$  urediniósporos/mL. O plaqueamento da suspensão utilizada na inoculação das mudas, para determinação da porcentagem de germinação dos urediniósporos, foi realizado conforme descrito no primeiro experimento. Os dados foram coletados e analisados da mesma forma do primeiro experimento.

O terceiro experimento foi instalado de maneira análoga, testando os períodos de molhamento de duas, quatro, oito, 12, 24 e 48 horas. Mudas de pessegueiro da cultivar 'Flor da Prince' foram inoculadas com uma suspensão de inóculo de  $1,3 \times 10^4$  urediniósporos/mL. A porcentagem de germinação dos urediniósporos *in vitro*, a frequência de infecção e a latência foram analisadas conforme descrito anteriormente.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação dos urediniósporos que serviram de inóculo ocorreu, nos três ensaios, no período mínimo de exposição à umidade no ponto de saturação (duas horas nos primeiro e terceiro ensaios e três horas no segundo, Figura 01).

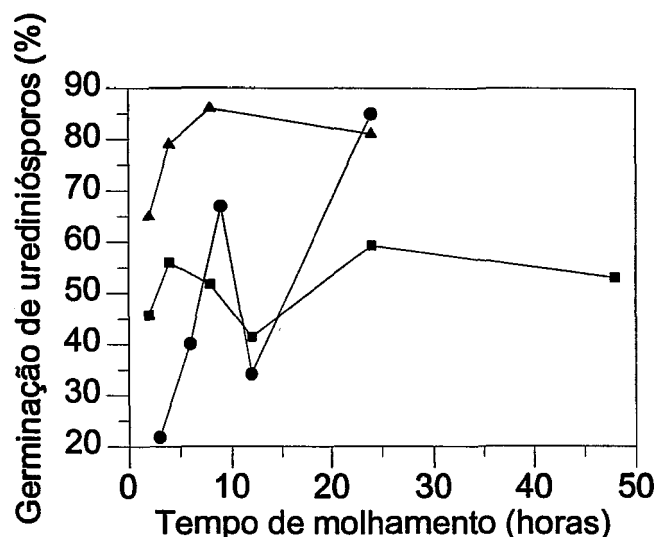


Figura 01. Curvas de germinação de urediniósporos de *Tranzschelia discolor* utilizados como inóculo nos primeiro (triângulos), segundo (círculos) e terceiro (quadrados) ensaios, em função do número de horas de exposição à umidade no ponto de saturação em meio ágar-água.

Como a germinação é o primeiro evento do processo infeccioso, as condições que lhe são favoráveis estão normalmente relacionadas às condições favoráveis à infecção. Embora um período de duas horas de molhamento tenha sido suficiente para a germinação dos urediniósporos, a infecção só ocorreu com molhamento de quatro horas (Figuras 02 a 04). Na verdade, durante a germinação, urediniósporos de fungos causadores de ferrugem absorvem água, incham e formam o tubo germinativo (Staples & Macko, 1984). Para que a infecção se complete, contudo, são necessários a

formação de apressório e a invasão do hospedeiro, via estômatos, processos também dependentes de disponibilidade de água na superfície das plantas (Staples & Macko, 1984). Desta forma, é esperado que o período de umidade necessário à infecção exceda aquele necessário à germinação. Urediniósporos de *Puccinia recondita*, agente causal da ferrugem da folha do trigo, por exemplo, germinam com apenas uma hora de molhamento (Eversmeyer et al., 1988). No entanto, a formação de apressórios só ocorre após três horas de molhamento e da vesícula subestomática, após cinco a sete horas, dependendo da temperatura. O período mínimo de molhamento para infecção de *P. recondita* é de nove horas (Eversmeyer et al., 1988). Comportamento semelhante foi observado em *Exserohilum turcicum* que requereu uma, três, quatro e cinco horas de molhamento para a germinação dos conídios, formação de apressórios, formação de peg de penetração e infecção em milho doce, respectivamente (Levy & Cohen, 1983).

Não houve aparecimento de sintomas nas plantas submetidas a duas e três horas de molhamento foliar. Para os demais períodos, em todos os ensaios, as curvas de progresso da doença, expressas em número de pústulas por centímetro quadrado, foram bem representadas pelo modelo de Gompertz, com coeficientes de determinação sempre superiores a 0,97 (Tabela 01). A magnitude do erro padrão da média em cada leitura (representado pelas barras nas Figuras 02 a 04) de até 30 % do valor da média, deve-se à heterogeneidade inerente da unidade amostral. A frequência média de infecção foi calculada pela média de todas as folhas de três ramos de mudas enxertadas. Como folhas de diferentes idades mostram distinta suscetibilidade ao patógeno, a diferença de idade entre as folhas e entre os ramos se reflete em diferentes frequências de infecção. Alta variabilidade na severidade da doença também é observada em condições de campo devido a esta característica da planta (Martins, 1994). Além disso, o método de inoculação utilizado (pulverização até o ponto de escorrimento) não proporciona



homogeneidade de distribuição de gotas, resultando em variação na freqüência de infecção. Apesar deste inconveniente, este método de inoculação tem sido muito empregado em estudos epidemiológicos por seu baixo custo e facilidade de execução (Rotem, 1988).

Tabela 01. Período de latência ( $L$ ), em horas, parâmetros estimados pelo modelo de Gompertz,  $Y = B_1 \exp(-B_2 \exp(-B_3 X))$ , onde  $Y$  representa a freqüência de infecção (pústulas por  $\text{cm}^2$ ),  $B_1$  representa a estimativa da assíntota máxima,  $B_2$  é um parâmetro relacionado ao inóculo inicial e  $B_3$ , a taxa de progresso da doença, e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) dos ajustes realizados por meio de regressão não-linear, para as curvas de progresso da ferrugem do pessegueiro em três ensaios em que o tempo de câmara úmida (horas de molhamento foliar) após a infecção variou de quatro a 48 horas. No primeiro ensaio utilizou-se a cultivar 'Ximarrita' e nos segundo e terceiro ensaios, a cultivar 'Flor da Prince'.

Ensaio / tratamento*	$L$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$R^2$
Ensaio 1 / 4	1194	20,00	3,17	0,0020	0,97
Ensaio 1 / 8	1030	25,89	3,69	0,0028	0,99
Ensaio 1 / 24	997	34,18	2,84	0,0025	0,97
Ensaio 2 / 6	560	1,38	1,66	0,0069	0,99
Ensaio 2 / 9	512	3,88	1,45	0,0094	0,98
Ensaio 2 / 12	521	4,82	1,53	0,0090	0,99
Ensaio 2 / 24	527	9,33	1,39	0,0074	0,97
Ensaio 3 / 4	485	2,04	1,67	0,0051	0,99
Ensaio 3 / 8	436	4,01	4,55	0,0152	0,99
Ensaio 3 / 12	443	5,25	2,96	0,0111	0,99
Ensaio 3 / 24	495	8,44	5,90	0,0117	0,99
Ensaio 3 / 48	479	19,78	6,31	0,0132	0,99

\* número de horas de câmara úmida

Embora a infecção tenha ocorrido com apenas quatro horas de molhamento, períodos superiores de disponibilidade de água provocaram um

aumento na frequência de infecção, estimada pelo parâmetro  $B_1$  do modelo de Gompertz (Tabela 01), corroborando o comportamento de outras ferrugens, como a ferrugem da soja (Marchetti et al., 1976), a ferrugem da folha do trigo (Eversmeyer et al., 1988), a ferrugem do feijoeiro (Bacchi, 1993) e a ferrugem da alfafa (Webb & Nutter, 1997). Estas duas variáveis mostraram correlação significativamente positiva ( $R = 0,99$ ;  $P = 1,3 \cdot 10^{-7}$ ).

O período latente estimado pelo modelo de Gompertz (tempo em que a frequência de infecção se iguala a  $B_1/2$ ) ficou entre 443 horas (18 dias) e 1194 horas (50 dias) e não foi correlacionado com o período de molhamento ( $R = -0,20$ ;  $P = 0,52$ ). *T. discolor*, da mesma forma que a maioria dos patógenos (Agrios, 1997), torna-se independente da umidade externa quando pode obter água do próprio hospedeiro. Desta forma, como o período latente compreende os processos de infecção, colonização e reprodução, ele independe do período de molhamento aplicado por ocasião da inoculação. O período latente da ferrugem do pessegueiro, assim como de outras ferrugens (Rapilly, 1979) é dependente da temperatura, descrevendo uma curva em forma de U, com valores mínimos (400 horas) no intervalo 18-23 °C (Martins, 1994).

Hospedeiro suscetível, patógeno virulento e ambiente favorável são os requisitos para a ocorrência de epidemias (Agrios, 1997). Para doenças de hospedeiros perenes rotineiramente controladas com fungicidas é razoável assumir que hospedeiro suscetível e patógeno virulento estejam sempre presentes, sendo o clima o principal fator que influencia a severidade da doença. Dentre os fatores climáticos, segundo Jones (1986), a umidade, e particularmente a duração do período de molhamento, aparece como fator dominante, seguido pela temperatura. É por essa razão que a duração do período de molhamento tem sido a variável-chave de vários modelos de previsão de doenças, como da podridão negra da videira, causada por *Guignardia bidwelli* (Spotts, 1977), da sarna da macieira, causada por *Venturia inaequalis* (Jones et al., 1980) e da ferrugem da macieira, causada por

*Gymnosporangium juniperi-vinginiana* (Jones, 1986). A capacidade de *T. discolor* causar infecção mesmo após curtos períodos de molhamento indica que essa variável climática tem pouca utilidade na previsão de epidemias de ferrugem do pessegueiro, pois nas regiões em que a cultura está instalada é muito freqüente a ocorrência de períodos mais prolongados de molhamento.

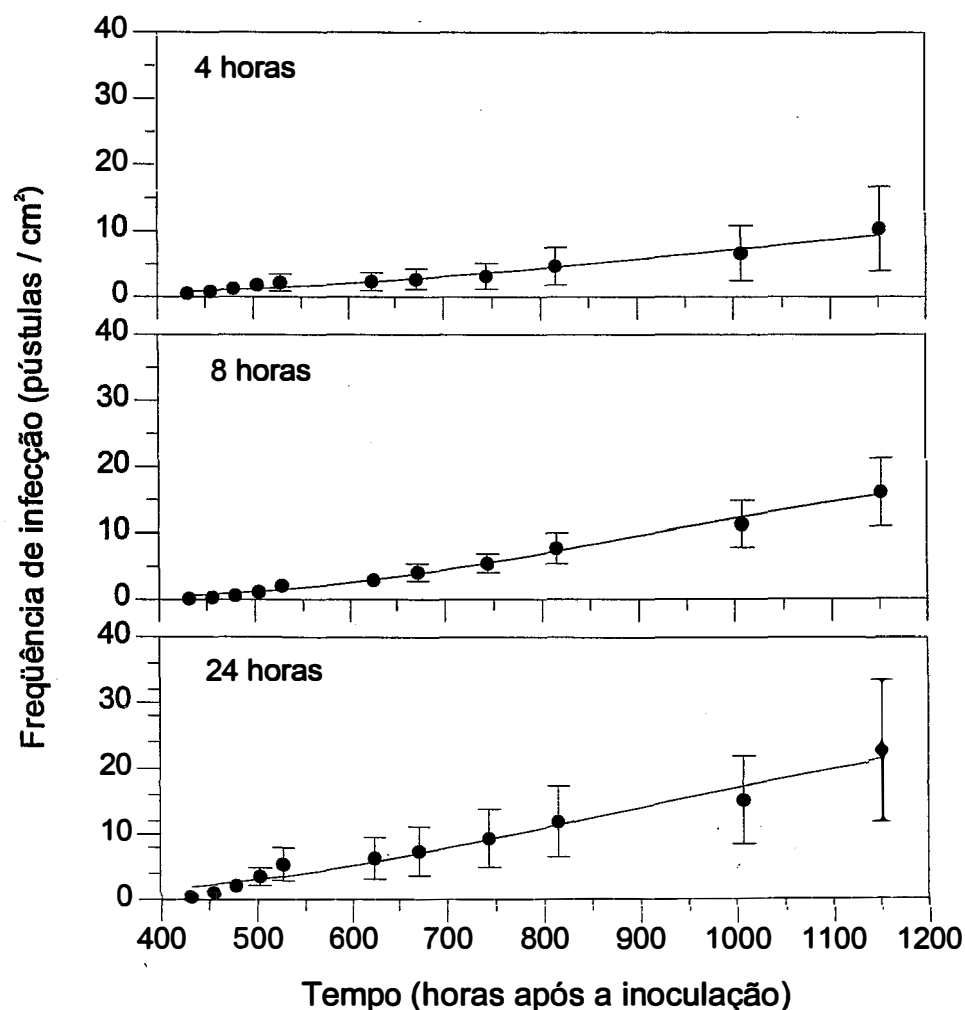


Figura 02. Curvas de progresso da ferrugem do pessegueiro em mudas da cultivar Ximarrita inoculadas com urediniósporos de *T. discolor* e submetidas a períodos de 4, 8 e 24 horas de molhamento. Médias observadas representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz.

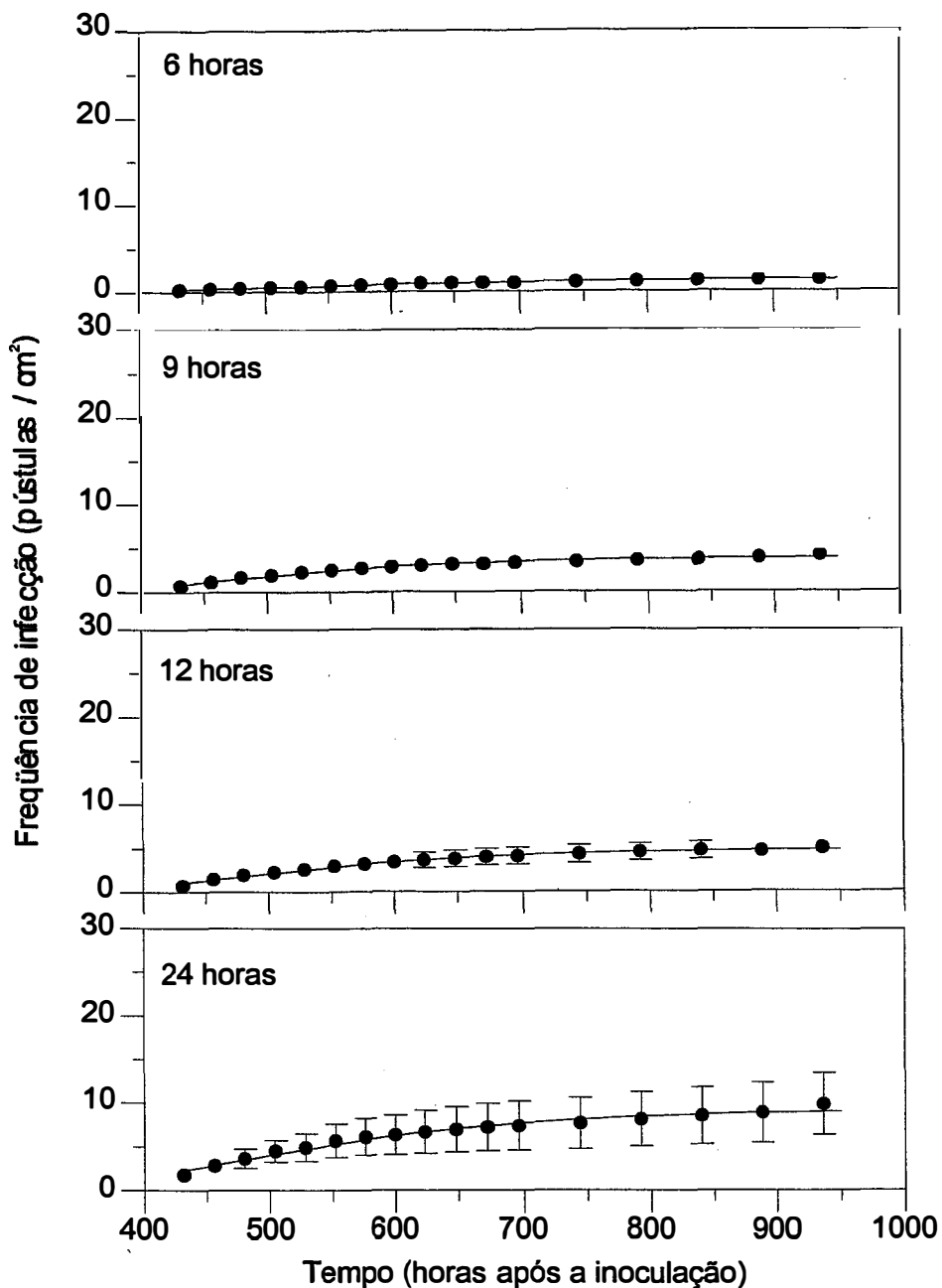


Figura 03. Curvas de progresso da ferrugem do pessegueiro em mudas da cultivar Flor da Prince inoculadas com urediniósporos de *T. discolor* e submetidas a períodos de 6, 9, 12 e 24 horas de molhamento. Médias observadas representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz.

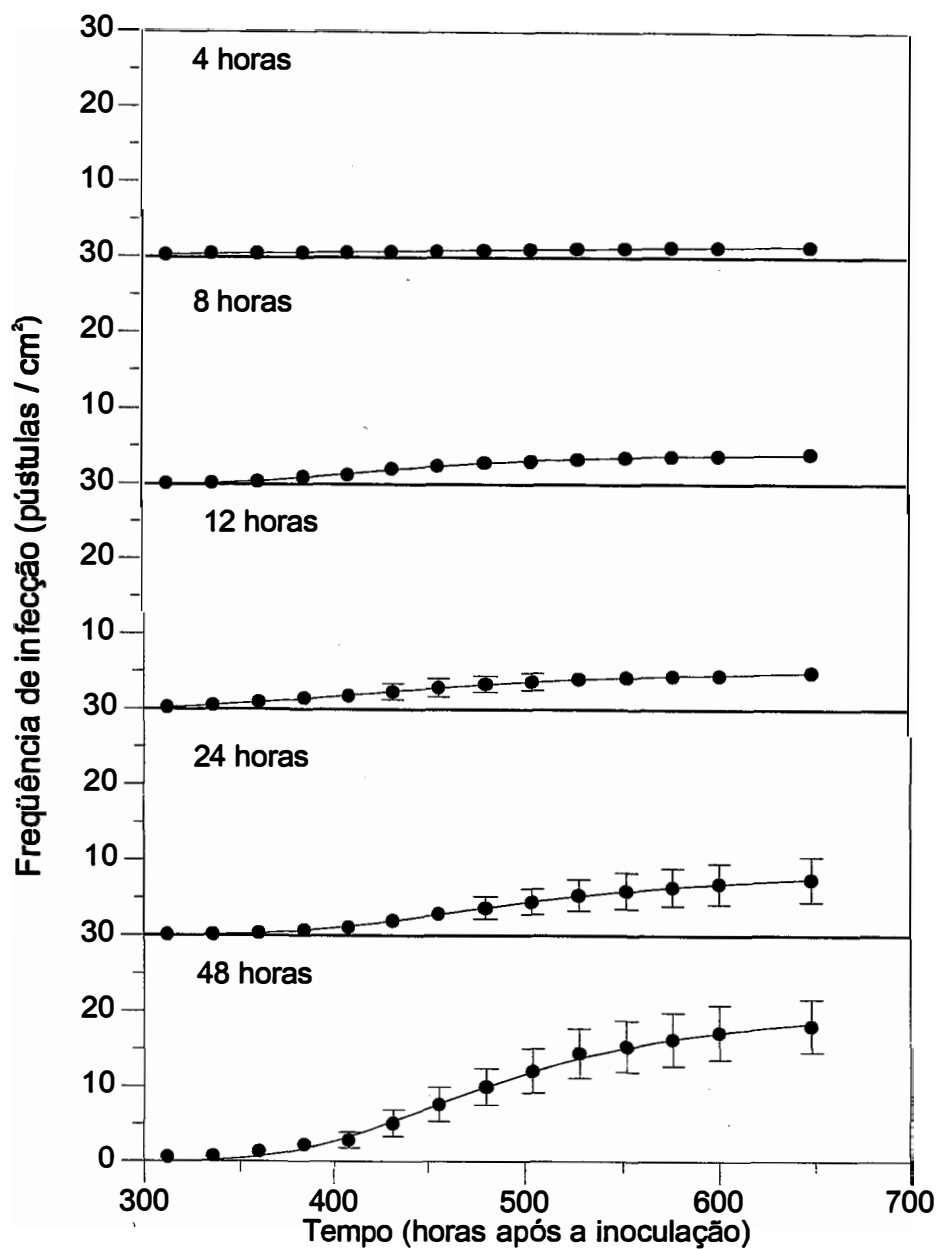


Figura 04. Curvas de progresso da ferrugem do pessegueiro em mudas da cultivar Flor da Prince inoculadas com urediniósporos de *T. discolor* e submetidas a períodos de 4, 8, 12, 24 e 48 horas de molhamento. Médias observadas representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz.

## **4 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E FISIOLÓGICA DE ISOLADOS DE *Tranzschelia discolor* DE ESPÉCIES DE *Prunus***

### **4.1 INTRODUÇÃO**

Os fungos causadores de ferrugens são parasitas altamente especializados, podendo apresentar diversas *formae speciales* ou raças dentro de uma mesma espécie. Segundo Agrios (1997), fungos morfológicamente idênticos que infectam gêneros ou espécies diferentes de plantas são considerados como *formae speciales*, ao passo que aqueles que infectam somente certas cultivares dentro de uma espécie de planta são denominados de raças.

A especialização fisiológica é um fenômeno conhecido em várias espécies de fungos, como por exemplo *Colletotrichum graminicola* (Gerald, 1981), *Fusarium oxysporum* (Zuniga et al., 1997), *Puccinia graminis* (McVey et al., 1997), *Puccinia recondita* (Watkins et al., 1998), entre outros. Esta especialização é fruto da coevolução entre patógeno e hospedeiro, que pode ser definida como o processo biológico onde a capacidade de adaptação de uma espécie depende, de um lado de sua estrutura genética, e de outro lado, da estrutura genética da espécie com a qual ele interage estreitamente (Carton, 1988). A variabilidade patogênica das populações de fungos causadores de ferrugens torna-as suficientemente versáteis para adaptar-se a mudanças na população do hospedeiro, decorrentes do plantio de novas cultivares. Desta forma, informações sobre a variabilidade patogênica da população são necessárias para o manejo da doença por meio da utilização de cultivares resistentes.

Para *Tranzschelia discolor*, fungo causador da ferrugem do pessegueiro, há fortes evidências da ocorrência de *formae speciales*, conforme relatado por vários autores (Smith, 1947; Anderson, 1956; Sztejnberg, 1976; Sztejnberg & Afek, 1979; Bolkan et al. 1985, Kable et al., 1986; Duan, 1992). No entanto, como os resultados obtidos nas diferentes investigações sobre a especialização fisiológica dessa espécie apresentaram discrepâncias, não houve consenso na mudança taxonômica de *T. discolor* e sua subdivisão em *formae speciales*. O potencial de *T. discolor* para infectar várias espécies de *Prunus* pode ter sérias conseqüências epidemiológicas, porque produtores de pessegueiro freqüentemente instalam pomares com pessegueiro, nectarina e ameixeira lado a lado e as espécies infectadas podem funcionar como fontes adicionais de inóculo para novas infecções. A comprovação da existência de especialização fisiológica de *T. discolor* sobre as diferentes espécies de *Prunus* pode ter reflexo em programas de manejo da doença, podendo-se recomendar o plantio intercalar dessas espécies no pomar, como uma maneira de diminuir a disseminação do inóculo dentro da área, e conseqüentemente a taxa de progresso da doença.

Do exposto, os objetivos do presente trabalho foram comparar morfológicamente os isolados de *T. discolor* coletados de pessegueiro (*Prunus persica*), ameixeira européia (*Prunus domestica*) e nectarina (*Prunus persica* var. *nucipersica*) e investigar a especialização fisiológica destes isolados por meio de inoculações cruzadas.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.2.1 Caracterização morfológica de isolados de *T. discolor***

Os experimentos de caracterização morfológica de isolados de *T. discolor* foram conduzidos nos laboratórios do Departamento de Fitopatologia da ESALQ/USP, em Piracicaba – SP.

Foram realizados dois experimentos com metodologia idêntica. No primeiro experimento, folhas de ameixeira com sintomas de ferrugem foram coletadas em uma propriedade localizada no município de Brotas – SP e folhas de pessegueiro também infectadas, em uma área experimental do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP. Os esporos, presentes nas lesões, foram retirados das folhas com auxílio de uma bomba a vácuo. Das folhas de ameixeira foram retirados urediniósporos (coloração marrom) e teliósporos (coloração preta) e das folhas de pessegueiro apenas urediniósporos. Montou-se lâminas dos esporos em azul de algodão com lactofenol para análise ao microscópio óptico. A largura e o comprimento de 54 urediniósporos de *T. discolor* coletados de ameixeira e 54 de pessegueiro foram medidos com auxílio de micrômetro, acoplado ao microscópio óptico, utilizando aumento de 400 x. Cinqüenta teliósporos foram medidos, determinando-se o comprimento e a largura das células superior e inferior.

No segundo experimento, folhas de ameixeira, pessegueiro e nectarina com sintomas de ferrugem foram coletadas em Paranapanema - SP. Foram medidos 100 urediniósporos de cada isolado e 60 teliósporos dos isolados da ameixeira e pessegueiro.

Os dados obtidos foram comparados estatisticamente pelas análises de variância univariada, utilizando o teste de Duncan, e multivariada, utilizando os testes Wilk's Lambda, Pillai's Trace, Hotelling – Lawley Trace e Roy's Greatest Root, a 0,01 e 0,05 % de significância. Um dendrograma originado de análise de "cluster" (método Unweight Pair Group Analyses - UPGA, distâncias Euclidianas) foi construído utilizando o programa de computador Statistica (Statsoft, Tulsa, E.UA.).

#### **4.2.2 Especialização fisiológica de *T. discolor***

Os experimentos de caracterização fisiológica de isolados de *T. discolor* coletados de folhas de pessegueiro, nectarina e ameixeira foram conduzidos na



área experimental do Departamento de Fitopatologia da ESALQ/USP, em Piracicaba – SP, em sala climatizada, e consistiram de inoculações cruzadas dos diferentes isolados nestas espécies de *Prunus*.

No primeiro ensaio mudas de pessegueiro 'Ximarrita', ameixeira 'Rubi I' e nectarina 'Rubrosol' foram inoculadas com uma suspensão de urediniósporos coletados de pessegueiro, na concentração de  $1,3 \times 10^4$  urediniósporos/mL.

A inoculação das mudas consistiu na aspersão da suspensão de urediniósporos nas superfícies inferior e superior de todas as folhas das plantas, até o ponto de escorrimento superficial. Após a inoculação, as plantas foram cobertas com sacos plásticos transparentes umedecidos por 48 horas e mantidas sob temperatura de  $23 \pm 2$  °C, no escuro. Decorridas as 48 horas, as plantas permaneceram na respectiva temperatura, sob fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas três repetições (três plantas) por tratamento.

A avaliação da doença consistiu de contagens diárias do número de pústulas esporulantes, iniciando-se quando do aparecimento das primeiras pústulas e estendendo-se até a estabilização no número de pústulas formadas. Foram avaliadas todas as folhas dos ramos marcados, que eram em número de três por planta. O comprimento e a maior largura das folhas foram medidos na primeira e na última avaliação, para estimar a área foliar, através da função  $y = (\ln a) \times b$ , onde  $y$  representa a área foliar (cm<sup>2</sup>),  $a$  é o comprimento (cm) do limbo foliar e  $b$  sua maior largura (cm) (Martins, 1994).

A análise dos dados foi feita por meio de equações de regressão não lineares com o modelo de Gompertz ( $Y = B_1 \times \exp(-B_2 \times \exp(-B_3 \times X))$ ), onde  $Y$  = frequência de infecção, expressa em número de pústulas/cm<sup>2</sup>,  $B_1$  = estimativa da assíntota máxima,  $B_2$  = parâmetro relacionado ao inóculo inicial e  $B_3$  = taxa aparente de infecção), utilizando-se o programa Plottt (Einsensmith, 1985). Os parâmetros monocíclicos avaliados foram o período latente e a frequência de infecção. A frequência de infecção foi considerada como o número máximo de

pústulas esporulantes por  $\text{cm}^2$  de área foliar e o período latente como o tempo entre a inoculação e o aparecimento de 50 % dessas pústulas.

No segundo experimento, mudas de pessegueiro 'Flor da Prince', ameixeira 'Rubi I' e nectarina 'Rubrosol' foram inoculadas por aspersão de uma suspensão de urediniósporos retirados de plantas de nectarina, na concentração de  $1,0 \times 10^5$  urediniósporos/mL. Foram utilizadas três repetições por tratamento. Os procedimentos de inoculação, incubação das mudas e avaliação foram realizados conforme descrito para o primeiro experimento.

No terceiro experimento mudas de pessegueiro 'Ximarrita', ameixeira 'Rubi I' e nectarina 'Rubrosol' foram inoculadas por aspersão de uma suspensão de urediniósporos retirados de plantas de ameixeira, na concentração de  $1,2 \times 10^4$  urediniósporos/mL. Foram utilizadas quatro repetições por tratamento.

A avaliação do número de pústulas maduras foi feita com o auxílio de uma lupa manual em uma área delimitada da folha, procedimento adotado devido ao excessivo número de pústulas formadas e ao tamanho diminuto das mesmas.

Visando avaliar a viabilidade dos urediniósporos utilizados como inóculo nos três experimentos plaqueou-se uma alíquota de 0,1 mL da suspensão utilizada na inoculação das plantas em placa de Petri contendo ágar-água (2 %). As placas de Petri (três repetições) foram mantidas na mesma sala de incubação das mudas. Simultaneamente à retirada da câmara úmida das plantas, foram depositadas três gotas de lactofenol por placa para paralisação da germinação e efetuou-se a avaliação da porcentagem de germinação de urediniósporos sob microscópio óptico comum. Durante a avaliação, dividiu-se a superfície inferior das placas em quatro quadrantes para facilitar a contagem, evitando-se assim contar o mesmo esporo mais de uma vez. Foram contados os 100 primeiros esporos encontrados por placa, sob a objetiva de 10 x. Eram

considerados germinados os esporos que apresentavam tubo germinativo de comprimento igual ou maior ao comprimento do esporo.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1 Caracterização morfológica de isolados de *T. discolor*

Por meio da análise de variância multivariada (Anexo A), observou-se que os isolados de *T. discolor* coletados de plantas de ameixa e pêssigo (primeiro ensaio), e ameixa, nectarina e pêssigo (segundo ensaio) diferiram quanto à forma e ao tamanho dos urediniósporos.

Com a análise univariada pôde-se detectar diferenças significativas no comprimento dos urediniósporos de *T. discolor* coletados de plantas de ameixa, nectarina e pêssigo, embora com relação à largura a diferença entre os urediniósporos provenientes de ameixeira e pessegueiro tenha sido detectada apenas no primeiro ensaio (Tabela 01). No primeiro experimento, observa-se que os urediniósporos de ameixeira são mais largos (13,5 a 17,6  $\mu\text{m}$ ) e curtos (21,0 a 32,7  $\mu\text{m}$ ) que os de pessegueiro (12,6 a 16,7 x 22,9 a 37,1  $\mu\text{m}$ ) (Figura 01). Já no segundo experimento, os urediniósporos coletados de plantas de ameixa, nectarina e pêssigo, diferiram mais em comprimento do que em largura (Tabela 01). Os urediniósporos coletados de nectarina foram mais compridos que os de pessegueiro, que por sua vez foram mais compridos que os de ameixeira. A amplitude da largura dos urediniósporos de ameixeira, nectarina e pessegueiro foi de 12,6 a 19,0  $\mu\text{m}$ ; 11,5 a 20,3  $\mu\text{m}$  e 12,8 a 19,8  $\mu\text{m}$ , respectivamente, e para o comprimento a amplitude foi de 19,6 a 37,4  $\mu\text{m}$ ; 25,9 a 38,7  $\mu\text{m}$  e 21,4 a 37,8  $\mu\text{m}$ , respectivamente. Com relação à largura, os urediniósporos de ameixeira e nectarina diferiram estatisticamente entre si, e os de pessegueiro, apesar de serem ligeiramente mais largos que os de ameixeira e mais estreitos que os de nectarina, foram semelhantes estatisticamente aos demais. De um modo geral, os urediniósporos obtidos de plantas de nectarina foram os maiores (mais compridos e mais largos).

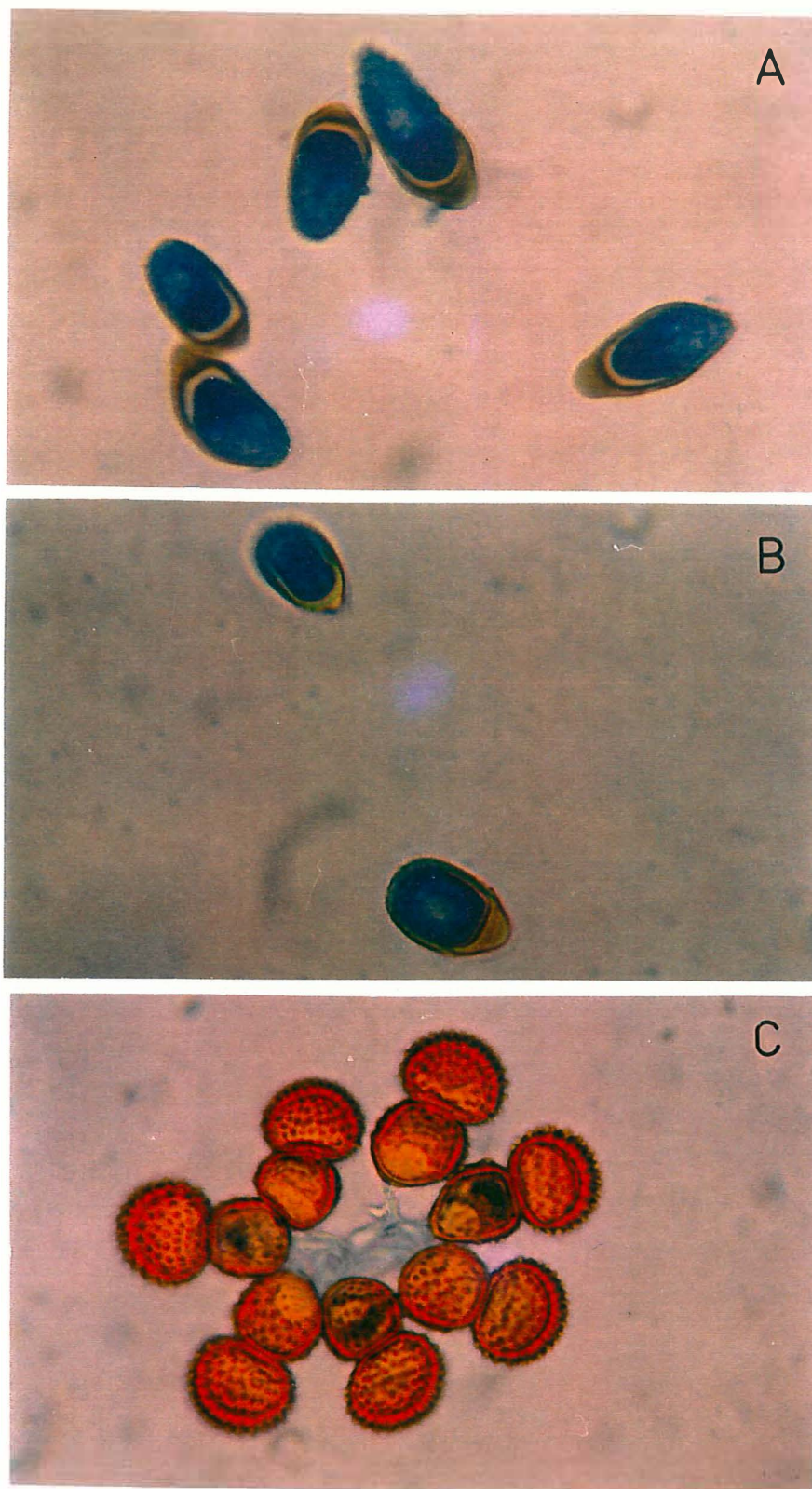


Figura 01. Urediniósporos de *T. discolor* coletados de folhas de pessegueiro (A) e ameixeira (B) e teliósporos obtidos de ameixeira (C).

TABELA 01 - Dimensões<sup>1</sup> ( $\mu\text{m}$ ) de urediniósporos de *T. discolor* coletados de folhas de ameixeira, pessegueiro e nectarina, avaliadas sob microscópio óptico.

Cultura	Dimensões ( $\mu\text{m}$ )			
	Ensaio 1		Ensaio 2	
	Comprimento	Largura	Comprimento	Largura
Ameixeira	26,14 b	15,29 a	27,50 c	15,64 b
Pessegueiro	28,69 a	14,71 b	30,61 b	15,73 ab
Nectarina	---	---	32,49 a	16,16 a
CV (%)	11,66	7,12	11,62	10,31

<sup>1</sup> Médias de 54 medidas no primeiro ensaio e 100 medidas no segundo ensaio. Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 0,01 de significância.

O dendrograma construído com as médias do comprimento e da largura dos urediniósporos de *T. discolor*, obtidas no segundo experimento, mostra que os isolados de *T. discolor* de nectarina e pessegueiro apresentaram maior similaridade morfológica, distanciando-se do isolado de ameixeira (Figura 02).

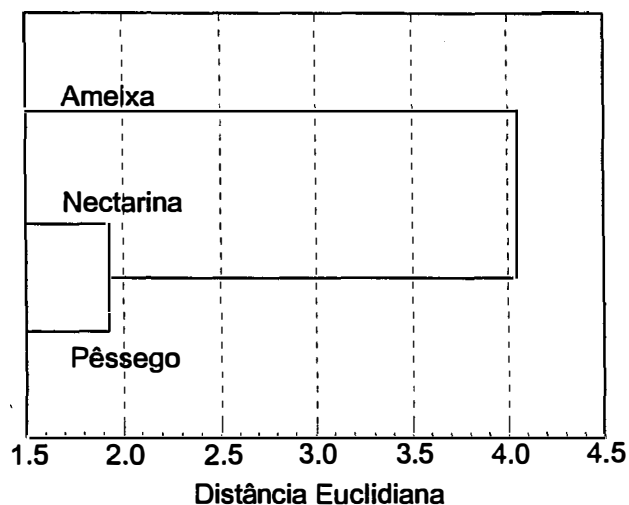


Figura 02. Dendrograma mostrando a similaridade morfológica (comprimento x largura de urediniósporos) entre os isolados de *T. discolor* coletados de plantas de ameixeira, nectarina e pessegueiro, através da análise de "cluster" (método UPGA, distâncias Euclidianas).

Na literatura vigente nada há relatado a este respeito, mas a diferença observada levanta a hipótese de características morfológicas distintas ser consequência de uma especialização patogênica do fungo nas diferentes espécies cultivadas de *Prunus* durante o seu processo evolutivo.

Uma outra diferença observada entre os isolados testados foi a produção de teliósporos bastante comum no final do ciclo anual da cultura de ameixeira, ao passo que em pessegueiro é bastante rara, fato já relatado por Smith em 1947. Teliósporos sobre folhas de pessegueiro foram encontrados apenas uma única vez em mais de 5 anos de observações em campo, em uma brotação da cultivar Okinawa utilizada como porta enxerto.

Os teliósporos coletados em ameixeira, no primeiro experimento, foram observados na página inferior das folhas no final do ciclo vegetativo da cultura, próximo à época de desfolha natural das plantas. As folhas de ameixeira apresentavam urediniósporos de coloração marrom e teliósporos de coloração preta, o que segundo Dunegan & Smith (1941), caracteriza teliósporos de *T. discolor*, já que os teliósporos de *T. pruni-spinosae*, patógeno que infecta espécies selvagens de *Prunus*, possuem coloração castanho - escura. Com relação ao tamanho dos teliósporos, pode-se observar que a célula superior é maior que a inferior, que é mais curta e mais estreita (Tabela 02). No tocante ao formato dos teliósporos, pode-se visualizar na Figura 01 que as duas células variam em forma, com a célula inferior sendo mais irregular e tendendo a globóide em alguns casos, concordando com as características descritas por Smith (1947) para teliósporos de *T. discolor*. Segundo o autor, teliósporos de *T. pruni-spinosae* apresentam as células basal e apical do mesmo formato, tamanho, cor e são uniformemente ornamentadas em toda a superfície. Teliósporos de *T. discolor* possuem a célula basal menos ornamentada.

No segundo experimento, os teliósporos de *T. discolor* coletados de ameixeira e pessegueiro diferiram estatisticamente entre si na análise de variância multivariada (Anexo B). Diferenças estatísticas foram observadas

entre as quatro variáveis analisadas simultaneamente (comprimento e largura das células superior e inferior). Os teliosporos de pessegueiro, encontrados em porta-enxerto de pessegueiro Okinawa, mostraram similaridade aos teliosporos retirados de ameixeira apenas no comprimento da célula inferior (Tabela 03).

Tabela 02. Dimensões<sup>1</sup> ( $\mu\text{m}$ ) de teliosporos de *T. discolor* coletados de folhas de ameixeira, avaliadas sob microscópio óptico.

	Dimensões ( $\mu\text{m}$ )	
	Comprimento	Largura
Célula superior	18,56 a	21,49 a
Célula inferior	16,71 b	18,14 b
CV(%)	11,81	6,35

<sup>1</sup>Médias de 50 medidas. Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 0,01 de significância.

Tabela 03. Dimensões ( $\mu\text{m}$ )<sup>1</sup> de teliosporos de *T. discolor* coletados de folhas de ameixeira e pessegueiro, avaliadas sob microscópio óptico.

Cultura	Célula superior		Célula inferior	
	Comprimento	Largura	Comprimento	Largura
Ameixeira	18,54 a	21,87 a	15,56 a	18,40 a
Pessegueiro	17,82 b	20,37 b	15,19 a	17,38 b
CV (%)	8,56	8,23	14,48	9,49

<sup>1</sup>Média de 100 medidas. Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 0,05 de significância.

Os resultados obtidos nos experimentos indicaram que os isolados de *T. discolor* provenientes de plantas de ameixa, nectarina e pessegueiro diferiram quanto a forma e tamanho dos urediniosporos. No entanto, para a determinação precisa da amplitude de cada célula, um maior número de isolados, de locais e cultivos diferentes deve ser analisado, uma vez que este trabalho se restringiu a isolados coletados no Estado de São Paulo.

#### 4.3.2 Especialização fisiológica de *T. discolor*

Urediniosporos de *T. discolor* coletados de plantas de pêssigo e nectarina causaram infecção em nectarina e pessegueiro, mas não em

ameixeira (Figuras 03 e 04). Urediniósporos coletados de ameixeira causaram sintomas típicos da doença apenas em ameixeira (Figura 05). Algumas folhas de ameixeira inoculadas com urediniósporos de *T. discolor* coletados de pessegueiro exibiram sintomas semelhantes ao de reação de hipersensibilidade (Figura 06) e vice-versa, fato observado também por Ogawa & English (1991).

As curvas estimadas de progresso da doença, expressas em número de pústulas por centímetro quadrado, nos três ensaios, foram bem representadas pelo modelo de Gompertz, com coeficientes de determinação sempre superiores a 0,99 (Figuras 03 a 05) e a porcentagem média de germinação *in vitro* dos urediniósporos de pessegueiro, nectarina e ameixeira utilizados na inoculação das plantas, foi de 53, 57 e 59 %, respectivamente, valores suficientes para causar níveis satisfatórios de infecção nos hospedeiros suscetíveis.

As equações das curvas estimadas de progresso da doença em plantas inoculadas com urediniósporos coletados de pessegueiro foram  $Y = 6,43 * \exp(-358,3 * \exp(-0,0122 * X))$  para nectarina e  $Y = 19,78 * \exp(-526,2 * \exp(-0,01321 * X))$  para pessegueiro (Figura 03) e aquelas das plantas inoculadas com urediniósporos de *T. discolor* de nectarina foram  $Y = 133,2 * \exp(-1220 * \exp(-0,01678 * X))$  para nectarina e  $Y = 27,24 * \exp(-172,6 * \exp(-0,01226 * X))$  para pessegueiro (Figura 04). A freqüência de infecção máxima, estimada pelo parâmetro  $B_1$ , em ambos os casos, foi maior nos hospedeiros fornecedores do inóculo. Assim, plantas de pessegueiro apresentaram freqüência de infecção máxima superior à estimada para nectarina quando o pessegueiro foi a fonte de inóculo e plantas de nectarina exibiram freqüência de infecção maior do que as plantas de pessegueiro quando o inóculo foi retirado de nectarina. Esses resultados estão de acordo com os relatados por Ogawa & English (1991), segundo os quais inoculações cruzadas entre hospedeiros diferentes causam infecção, mas com período latente e expressão dos sintomas variável. Segundo



Steinberg (1989), a nectarina e o pessegueiro são variedades botânicas da mesma espécie, sugerindo que os isolados testados sejam raças diferentes.

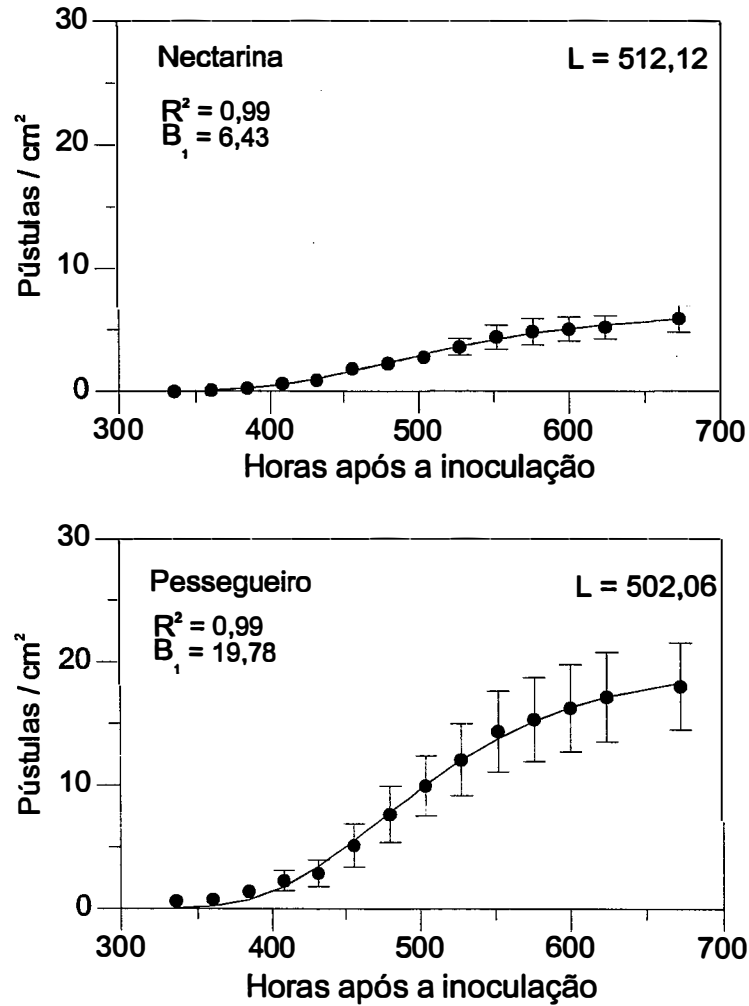


Figura 03. Curvas de progresso da ferrugem em mudas de nectarina 'Rubrosol' e pessegueiro 'Ximarrita' inoculadas com urediniósporos de *T. discolor* coletados de pessegueiro. Médias representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz,  $R^2$  o coeficiente de determinação do ajuste,  $B_1$  a assíntota máxima (pústulas/cm<sup>2</sup>) e L o período latente (horas).

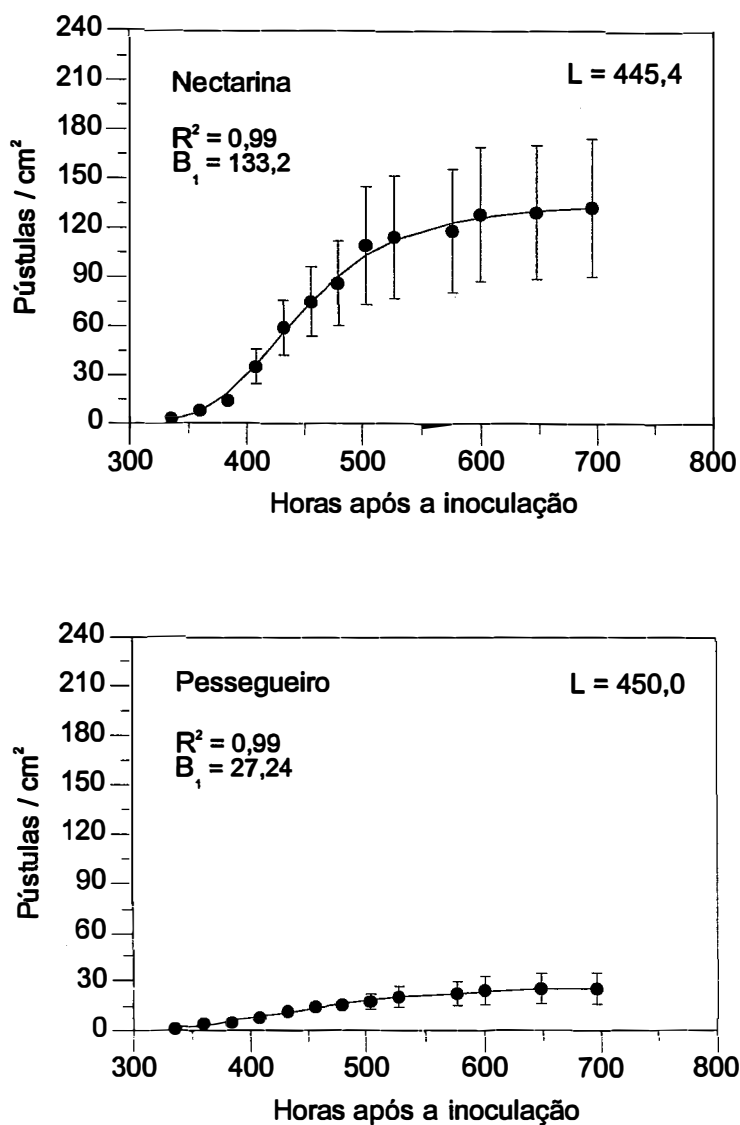


Figura 04. Curvas de progresso da ferrugem em mudas de pessegueiro 'Flor da Prince' e nectarina 'Rubrosol' inoculadas com urediniósporos de *T. discolor* coletados de nectarina. Médias representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz,  $R^2$  o coeficiente de determinação do ajuste,  $B_1$  a assíntota máxima (pústulas/cm<sup>2</sup>) e L o período latente (horas).

Urediniósporos de *T. discolor* coletados de ameixeira causaram infecção apenas em ameixeira, obtendo-se a função da curva estimada de progresso da doença  $Y = 15,16 * \exp(-7267 * \exp(-0,02471 * X))$  (Figura 05).

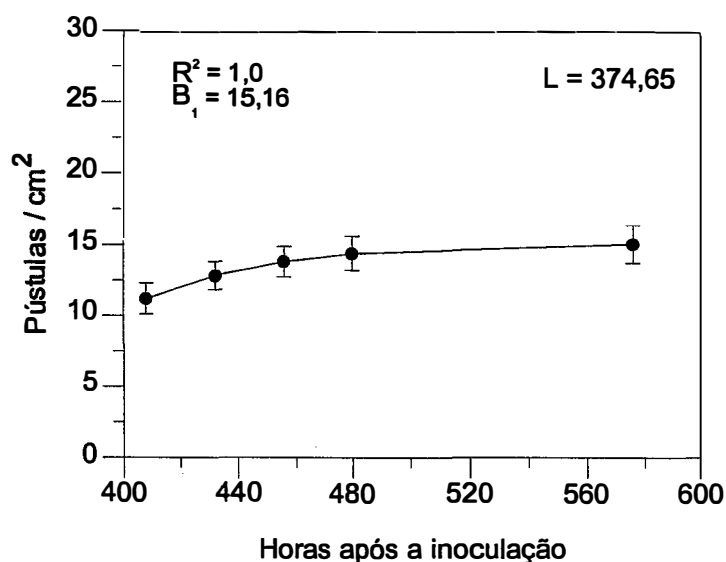


Figura 05. Curva de progresso da ferrugem em mudas de ameixeira 'Rubi' inoculadas com urediniósporos de *T. discolor* coletados de ameixeira. Médias representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz,  $R^2$  o coeficiente de determinação do ajuste,  $B_1$  a assíntota máxima (pústulas/cm<sup>2</sup>) e L o período latente (horas).

Contrariamente, Kable et al. (1986), através de inoculações cruzadas entre ameixeira e pessegueiro observaram infecção recíproca, porém com menor período latente e maior frequência de infecção no hospedeiro fonte do inóculo. Já segundo Duan et al. (1992), o patógeno da ameixeira pode infectar pessegueiro, mas o patógeno do pessegueiro não consegue infectar a ameixeira. Apesar dos resultados contraditórios, um fato a ser considerado é que *T. discolor* difere quanto a especialização patogênica sobre estes dois

hospedeiros, o que já havia sido relatado por Smith (1947), que afirmou que a ferrugem do pessegueiro e da ameixeira são causadas por pelo menos duas estirpes diferentes do fungo. Resultados conflitantes da especialização fisiológica de *Septoria tritici* em trigo também foram relatados, com cultivares de trigo considerados resistentes em um país, se comportando como suscetíveis em outro país. Para esse patossistema, vários pesquisadores têm sido incapazes de distinguir claramente raças fisiológicas do patógeno, embora os isolados difiram em virulência (Arama, 1993). Como a ameixeira é uma espécie diferente do pessegueiro e da nectarina e pela ausência de infecção nas inoculações cruzadas, os isolados devem pertencer a *formae speciales* diferentes.

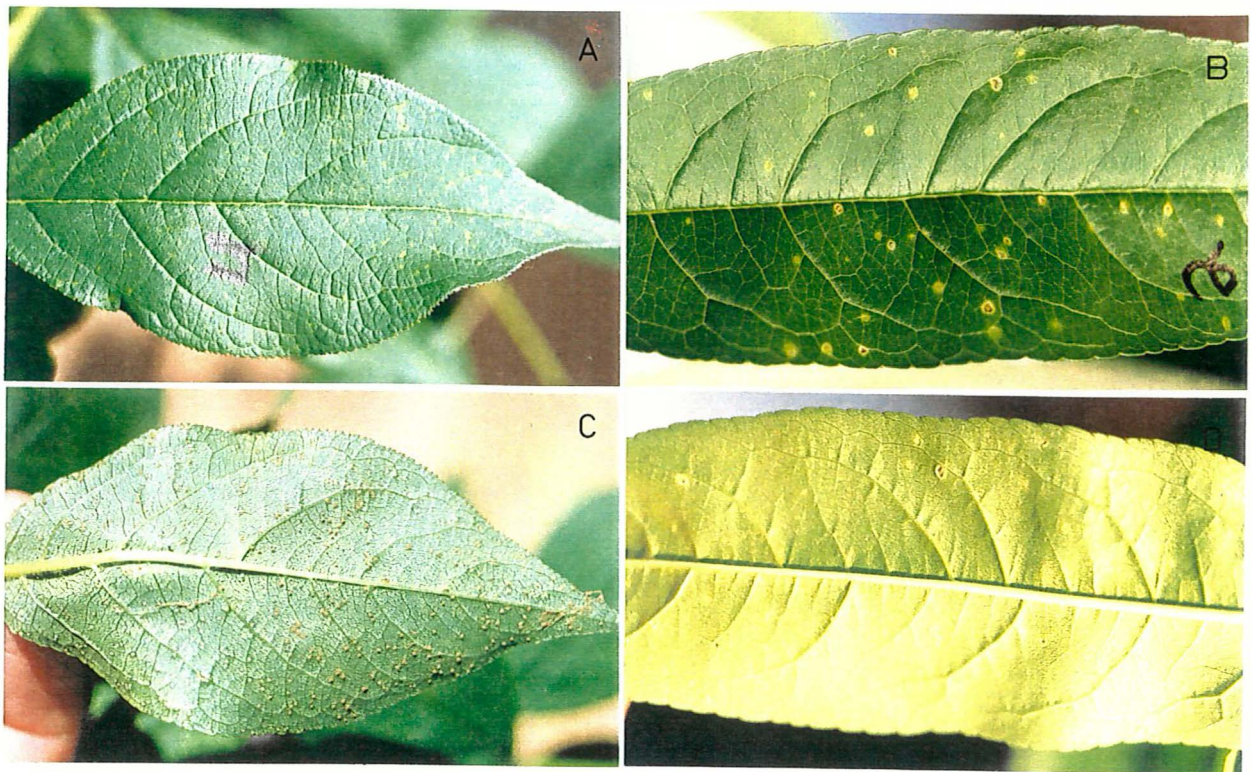


Figura 06. Superfícies superior e inferior de folha de ameixeira (A e C) e pessegueiro (B e D) inoculadas com urediniósporos de *T. discolor* coletados de ameixeira.

De um modo geral, urediniósporos de *T. discolor* obtidos de pessegueiro infectaram pessegueiro e nectarina, mas não causaram doença em ameixeira; urediniósporos de nectarina causaram doença em pessegueiro e nectarina e urediniósporos coletados de ameixeira infectaram apenas ameixeira. Os resultados de inoculações cruzadas entre esses três hospedeiros vêm reforçar a hipótese da existência de especialização fisiológica entre isolados obtidos dessas culturas. O uso de *formae speciales* na nomenclatura de *T. discolor*, conforme proposto por Bolkan et al. (1985), deve ser aceito para diferenciar os isolados de pessegueiro e nectarina dos de ameixeira.

## **5 REAÇÃO DE CULTIVARES DE PESSEGUEIRO À FERRUGEM E CONTROLE QUÍMICO DA DOENÇA**

### **5.1 INTRODUÇÃO**

Um dos fatores responsáveis pelo aumento considerável de importância da ferrugem do pessegueiro, causada pelo fungo *Tranzschelia discolor*, nas regiões subtropicais, é a falta de um controle eficiente da doença. Atualmente, o controle é baseado exclusivamente no uso de fungicidas, já que cultivares totalmente resistentes não estão disponíveis no mercado (Bleicher & Tanaka, 1982).

O controle químico da ferrugem do pessegueiro, apesar de ser a única medida de controle utilizada, não é eficiente em todas as situações, pois é baseado na aplicação de fungicidas seguindo um calendário fixo. Há poucos produtos registrados para controle da doença e faltam informações sobre a eficiência de novos ingredientes ativos e sobre a época adequada para aplicação do tratamento. As recomendações de controle químico existentes são preestabelecidas, não levando em consideração a influência das condições ambientais sobre o ciclo das relações patógeno-hospedeiro, o que, segundo Ellison et al. (1990) pode resultar em desperdício de produto e trabalho em épocas secas e em um controle inadequado em épocas úmidas. Para alguns patossistemas, como por exemplo a sarna da macieira, pode-se prever a ocorrência de epidemias através do monitoramento ambiental feito nas estações de aviso. No caso da ferrugem do pessegueiro, nada há sobre este

assunto, fazendo com que as tentativas de controle sigam padrões fixos de pulverização preventiva.

Um outro aspecto a ser considerado é que observações realizadas em campo por produtores e pesquisadores (Barbosa et al., 1994; Wadt<sup>1</sup>) indicam que algumas cultivares apresentam um nível diferencial de resistência à doença, o que seria muito desejável para uso em programas de manejo, mas estudos a esse respeito também são escassos.

Os objetivos deste trabalho foram:

- 1) avaliar a reação de cultivares de pessegueiro à ferrugem;
- 2) avaliar a eficiência de fungicidas no controle da doença, aplicados em calendário fixo;
- 3) avaliar a eficiência de um sistema de pulverização baseado em variáveis climáticas.

## **5.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.2.1 Reação de cultivares de pessegueiro à ferrugem**

Os experimentos de reação de cultivares de pessegueiro à ferrugem, em número de dois, foram realizados na área experimental do Departamento de Fitopatologia da ESALQ/USP, em Piracicaba – SP, em sala climatizada com temperatura de  $23 \pm 2$  °C.

No primeiro experimento, mudas de pessegueiro das cultivares Aurora II, Ximarrita e Regis foram inoculadas com uma suspensão de  $1,2 \times 10^4$  urediniósporos/mL. A suspensão de inóculo foi aspergida na planta inteira até o ponto de escoamento superficial. As mudas permaneceram cobertas com sacos plásticos transparentes umedecidos por 48 horas, no escuro, sendo mantidas depois na mesma sala de incubação com fotoperíodo de 12 horas.

A avaliação consistiu na contagem do número de pústulas esporulantes. A contagem foi iniciada com a formação das pústulas e estendeu-

se até a estabilização no número de pústulas formadas. Foram avaliados dois ramos marcados por planta, num total de quatro repetições (quatro plantas) por tratamento. Os parâmetros avaliados foram a freqüência de infecção e o período latente. O comprimento e a maior largura das folhas foram medidos na primeira e na última avaliação, visando estimar a área foliar, através da função  $y = (\ln a) \times b$ , onde  $y$  representa a área da folha ( $\text{cm}^2$ ),  $a$  é o comprimento (cm) do limbo foliar e  $b$  sua maior largura (cm) (Martins, 1994).

A análise dos dados foi feita por meio de equações de regressão não-lineares com o modelo de Gompertz ( $Y = B_1 \times \exp(-B_2 \times \exp(-B_3 \times X))$ ), onde  $Y$  = freqüência de infecção, expressa em número de pústulas/ $\text{cm}^2$ ,  $B_1$  = estimativa da assíntota máxima, ou seja, do número final de pústulas esporulantes,  $B_2$  = parâmetro relacionado ao inóculo inicial,  $B_3$  = taxa de infecção e  $X$  = tempo, em horas, após a inoculação), utilizando-se o programa PlotIt (Einsensmith, 1985). A freqüência de infecção final de cada tratamento foi expressa pelo parâmetro  $B_1$ , estimado pelo modelo de Gompertz, e o período latente, como o período de tempo (horas) compreendido entre a inoculação e o aparecimento de 50 % das pústulas esporulantes. O período latente foi calculado também pelo modelo de Gompertz após  $Y$  ser igualado a  $B_1/2$ .

No segundo experimento as cultivares testadas foram Aurora II, Coral, Dourado, Flor da Prince e Rio Grande. A concentração de inóculo utilizada na inoculação das mudas foi  $1,1 \times 10^4$  urediniósporos/mL e a câmara úmida foi de 48 horas. A avaliação foi realizada conforme descrito no primeiro experimento, em três ramos marcados por planta, num total de três repetições por tratamento.

### **5.2.2 Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem**

O experimento de controle químico da ferrugem do pessegueiro foi conduzido em uma propriedade localizada no município de Parapanema – SP, cooperada da HOLAMBRA II.



O primeiro experimento foi instalado em área de pessegueiros da cultivar Flor da Prince, de aproximadamente cinco anos de idade.

A área experimental foi constituída de cinco linhas da cultura. As duas linhas das extremidades e a linha mediana foram deixadas como bordadura e nas demais linhas foram distribuídos os tratamentos, com cinco plantas tratadas e três não tratadas e assim sucessivamente. As três árvores não tratadas, além de funcionarem como fonte de inóculo foram deixadas para evitar a deriva dos produtos durante a aplicação. Os tratamentos foram repetidos duas vezes na área (Figura 01).

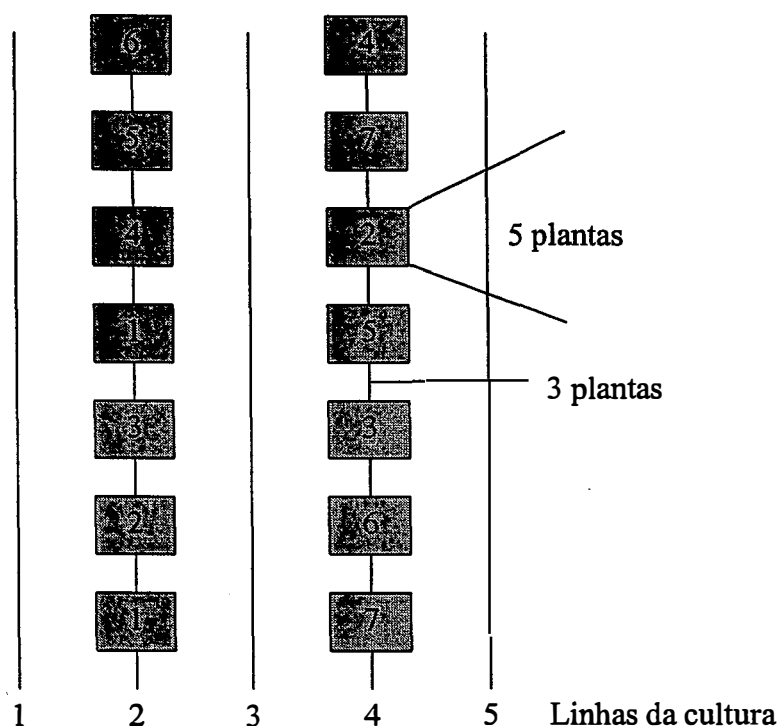


Figura 01. Croqui da área experimental do experimento de controle químico da ferrugem do pessegueiro. Tratamentos: 1 = difenoconazole; 2 = captan alternado com mancozeb; 3 = triadimenol; 4 = tebuconazole na formulação concentrado emulsionável (CE); 5 = fluquinconazole; 6 = tebuconazole na formulação pó molhável (PM) e 7 = testemunha.

As aplicações dos fungicidas, a cada 15 dias aproximadamente (exceção para o triadimenol), foram realizadas com pulverizador costal motorizado, da marca Jacto, com capacidade de 13 litros. As dosagens utilizadas, assim como o nome técnico e comercial de cada produto estão especificados na Tabela 01. O volume de calda aplicado foi de 2,0 a 2,6 L/planta, dependendo do enfolhamento da planta. O produto triadimenol foi aplicado em dose única em quatro covas feitas na projeção da copa de cada árvore. A aplicação do produto foi feita com uma matraca da marca Mebuki, sendo realizada a seguir uma irrigação nas covas, para facilitar a absorção do produto pela planta.

As datas das pulverizações, num total de onze, foram: 10/08/1995, 31/08/1995, 18/09/1995, 02/10/95, 26/10/1995, 16/11/1995, 05/12/1995, 20/12/1995, 16/01/1996, 25/01/1996 e 08/02/1996.

Tabela 01. Características dos fungicidas agrícolas avaliados no controle da ferrugem do pessegueiro.

Nome Técnico	Nome Comercial	Dosagem
captan	Captan 500 PM	240 g/100 L
difenoconazole	Score	20 mL/100 L
isotridecanol <sup>1</sup>	Impress	50 mL/100 L
fluquinconazole	Palisade	100 g/100 L
mancozeb	Manzate 800	200 g/100 L
tebuconazole	Folicur 200 CE	100 mL/100 L
tebuconazole	Folicur PM	75 g/100 L
triadimenol	Baysiston GR	40 g/cova

<sup>1</sup>isotridecanol é o espalhante adesivo que foi misturado com os produtos formulados em pó.

A eficiência dos produtos no controle da ferrugem foi avaliada através da severidade da doença e do enfolhamento da planta. A avaliação foi feita em ramos marcados nos quatro quadrantes da árvore, em todas as datas de aplicação dos produtos e quinze dias após a última. A avaliação da severidade da doença foi feita usando uma escala diagramática (Figura 02) desenvolvida

por Martins (1994) e o enfolhamento foi computado por meio do índice de área foliar (IAF), estimado por um ceptômetro (Light Bar) da marca Decagon.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os resultados foram analisados estatisticamente e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância, sendo os dados de cada avaliação transformados quando necessário. Os dados meteorológicos (temperatura e precipitação) foram monitorados durante todo o período de condução do ensaio na estação meteorológica da Holambra II.

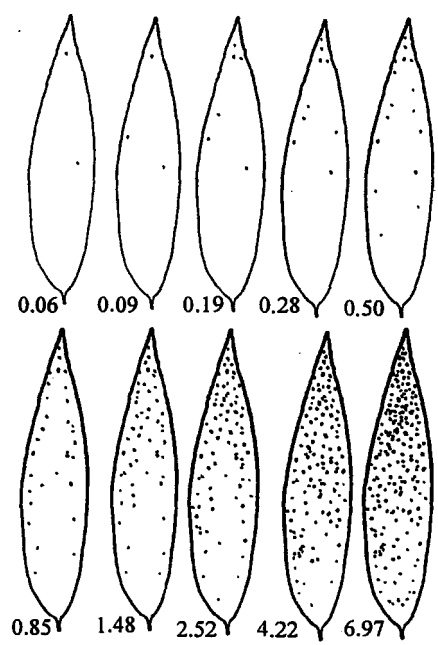


Figura 02. Escala diagramática de severidade (porcentagem da área foliar afetada) da ferrugem do pessegueiro (Martins, 1994).

Por ocasião da décima avaliação, foram coletadas aleatoriamente três folhas por árvore, totalizando 30 folhas por tratamento. As folhas foram misturadas, retirando-se duas ou três por tratamento, das quais foi determinado o teor de clorofila, segundo técnica de MacKinney (1941). O limbo foliar de cada amostra, após descarte das pontas, foi pesado e partido em pedaços. Os fragmentos de folhas de pessegueiro ( $\pm 0,25$  g) foram homogeneizados no

Ultra-Turrax, em presença de acetona 80 %, 4 °C e escuro (tubos de ensaio envoltos em papel alumínio). A seguir, o homogeneizado foi filtrado à vácuo, no papel de filtro Watman nº 1, e o volume completado com acetona para 25 mL. A absorvância do filtrado foi lida nos comprimentos de onda de 645, 663 e 652 nm. As quantidades de clorofila a, b e total, expressas em mg por g de peso fresco, foram calculadas pelas fórmulas: clorofila a =  $(12,7 (A_{663}) - 2,69 (A_{645})) \times V/1000 \times p$ ; clorofila b =  $(22,9 (A_{645}) - 4,68 (A_{663})) \times V/1000 \times p$  e clorofila total =  $(20,2 (A_{645}) + 8,02 (A_{663})) \times V/1000 \times p$ ; onde A = absorvância, V = volume final do extrato (mL) e p = peso fresco do tecido foliar (g). Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

### **5.2.3 Eficiência de um sistema de pulverização baseado em variáveis climáticas**

Este experimento foi conduzido em plantas de nectarina da cultivar Rubrosol, com cerca de 15 anos de idade, em uma propriedade localizada no município de Paranapanema –SP, cooperada da HOLAMBRA II.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, constituído por oito linhas de cultivo da cultura, contendo 99 plantas cada. As duas linhas de cada extremidade e as duas linhas medianas não foram pulverizadas, foram deixadas como bordadura, para evitar deriva dos produtos e servindo como fonte de inóculo. Os tratamentos foram distribuídos nas terceira e sexta linhas. Em cada linha 13 plantas foram tratadas e três deixadas sem tratar e assim sucessivamente. Os tratamentos foram repetidos duas vezes na área (Figura 03).

Os produtos foram aplicados com pulverizador com capacidade de 1500 L, tracionado por trator. As dosagens utilizadas para cada produto estão apresentadas na Tabela 02. No tratamento com tebuconazole aplicado de acordo com as variáveis climáticas, o produto foi pulverizado sempre que a temperatura média, coletada no intervalo entre as aplicações dos produtos,

manteve-se abaixo de 30 °C e acima de 13 °C, além da ocorrência de no mínimo quatro horas de molhamento.

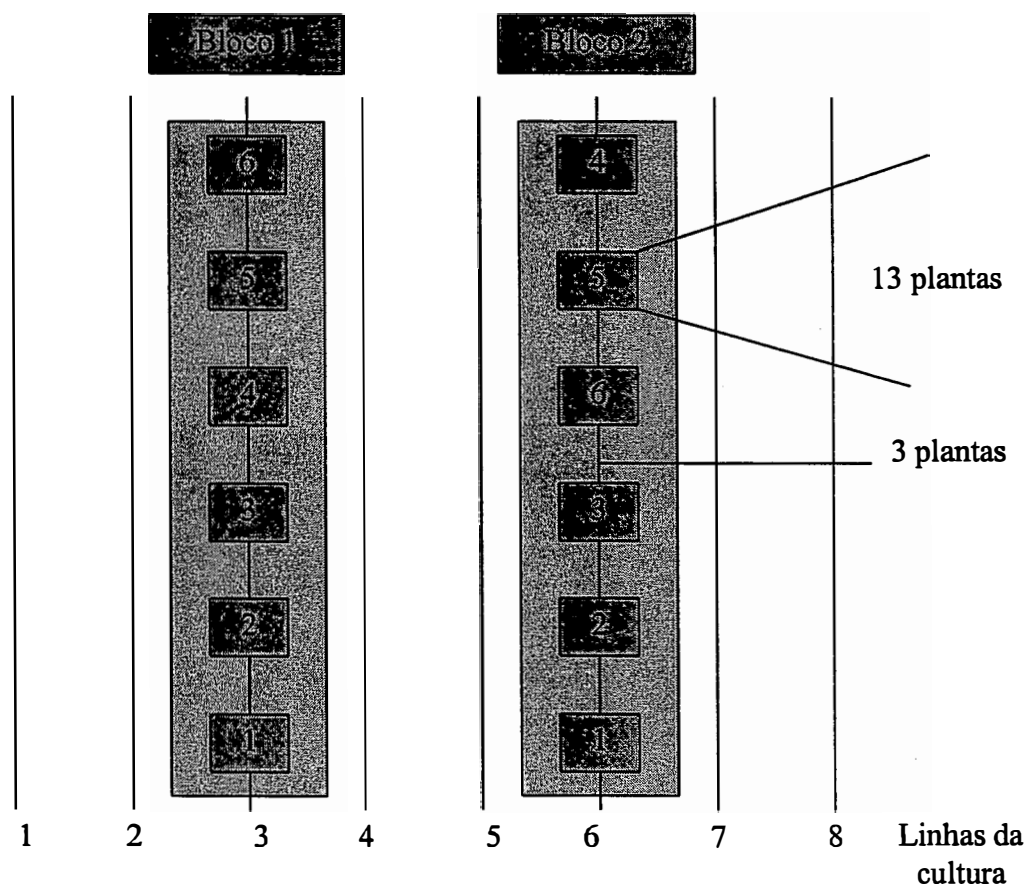


Figura 03. Croqui da área experimental do experimento de controle químico da ferrugem em plantas de nectarina. Tratamentos: 1 = mistura de difenoconazole e propiconazole; 2 = difenoconazole; 3 = testemunha; 4 = tebuconazole alternado com mancozeb; 5 = tebuconazole na formulação pó molhável (PM) e 6 = tebuconazole (PM) aplicado de acordo com o monitoramento do clima.

A eficiência dos produtos foi avaliada, nas cinco plantas centrais de cada parcela de 13 plantas, pela severidade da doença e pelo índice de área foliar (IAF). A avaliação foi feita em ramos marcados nos quatro quadrantes da

árvore, em todas as datas de aplicação dos produtos. A avaliação da severidade e do índice da área foliar foram realizados conforme descrito no primeiro experimento. Os dados meteorológicos (temperatura e umidade relativa) foram monitorados durante todo o período do ensaio por meio de um termohigrógrafo instalado na área.

Tabela 02. Características dos fungicidas avaliados no controle da ferrugem em plantas de nectarina.

Nome técnico	Nome comercial	Dosagem
difenoconazole*	Score	50 mL/100 L
mancozeb	Manzate 800	200 g/100 L
propiconazole	Tilt	20 mL/100 L
tebuconazole	Folicur PM	100 g/100 L

\* O difenoconazole quando em mistura com o propiconazole foi usado na dosagem de 20 mL/100 l.

Por ocasião da terceira pulverização, foram colocados papéis sensíveis em vários pontos da árvore para verificação da uniformidade de distribuição do produto na planta, conforme esquema representado na Figura 04.

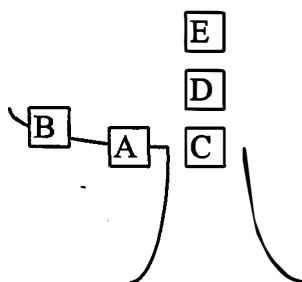


Figura 04. Posições de colocação dos papéis sensíveis nas árvores: A = ramo inferior próximo ao centro da copa, B = ramo inferior mais afastado do centro da copa, C = centro da copa na mesma altura das posições A e B, D = centro da copa mais alto que a posição C e E = centro da copa no topo da árvore.

Paralelamente ao experimento de controle químico, foi feito o tratamento químico de plantas de nectarina com tebuconazole (Folicur 200 CE)

para análise de resíduos. Foram feitas 4 pulverizações na época de frutificação, sendo os frutos colhidos 15 dias após a última pulverização. A análise de resíduo foi feita no laboratório de Resíduos de Pesticidas, no Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, em Piracicaba - SP. O método de análise de resíduo utilizado foi o de Allmendinger (1991).

### **5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **5.3.1 Reação de cultivares de pessegueiro à ferrugem**

As curvas de progresso da doença nas cultivares de pessegueiro obtidas no primeiro e segundo ensaios foram bem representadas pelo modelo de Gompertz, com coeficientes de determinação superiores a 0,99, exceto para a cultivar Coral (Experimento 2) que apresentou coeficiente de 0,95.

As equações das curvas estimadas de progresso da ferrugem obtidas no primeiro experimento foram  $Y = 3,16 * \exp(-3123 * \exp(-0,01868 * X))$  para 'Regis',  $Y = 4,40 * \exp(-10130 * \exp(-0,0193 * X))$  para 'Aurora II' e  $Y = 4,39 * \exp(-1678 * \exp(-0,01644 * X))$  para 'Ximarrita' (Figura 05) e no segundo experimento foram  $Y = 0,07 * \exp(-270,5 * \exp(-0,01499 * X))$  para 'Coral',  $Y = 0,16 * \exp(-316,1 * \exp(-0,0158 * X))$  para 'Dourado',  $Y = 0,32 * \exp(-75,54 * \exp(-0,0108 * X))$  para 'Rio Grande',  $Y = 0,20 * \exp(-1264 * \exp(-0,01888 * X))$  para 'Aurora II' e  $Y = 0,22 * \exp(-54,23 * \exp(-0,01152 * X))$  para 'Flor da Prince' (Figura 06).

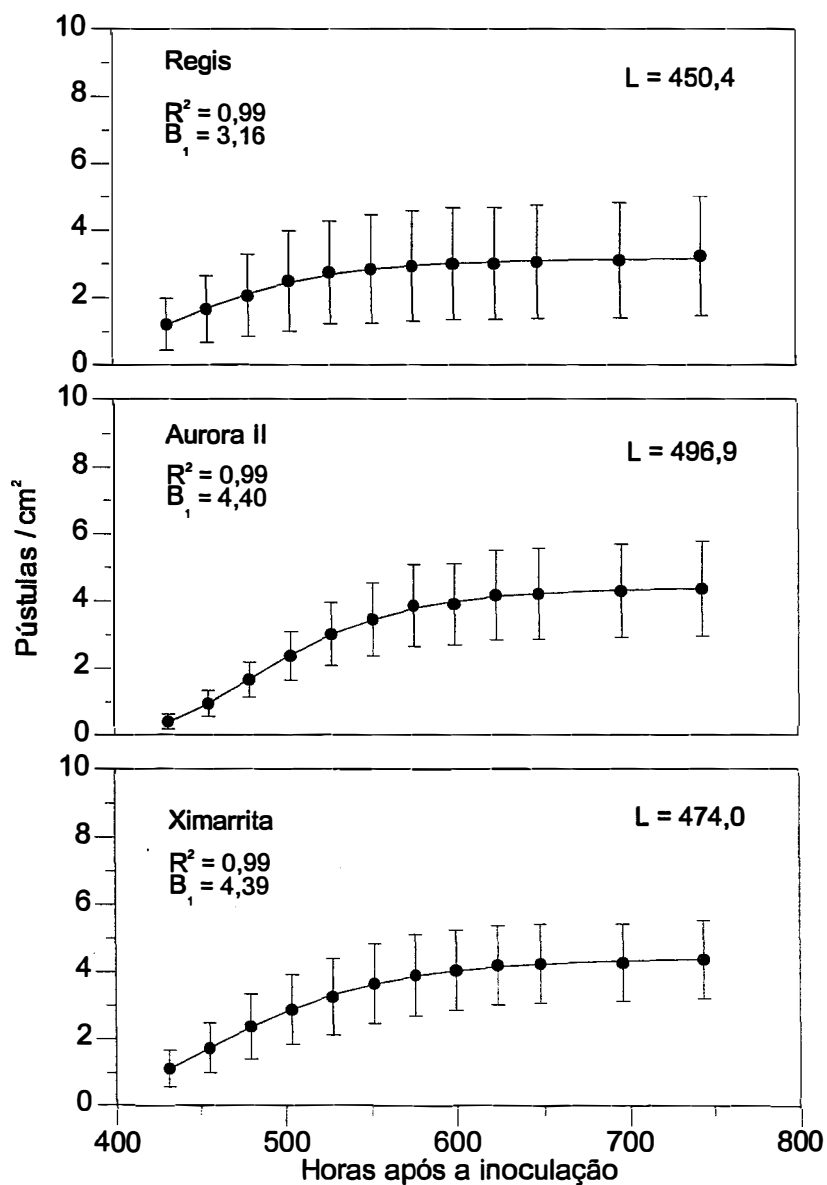


Figura 05. Curvas de progresso da ferrugem em mudas de pessegueiro das cultivares Regis, Aurora II e Ximarrita inoculadas com urediniósporos de *T. discolor*. Médias representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz,  $R^2$  o coeficiente de determinação do ajuste,  $B_1$  a assíntota máxima (pústulas/cm<sup>2</sup>) e L o período latente (horas).



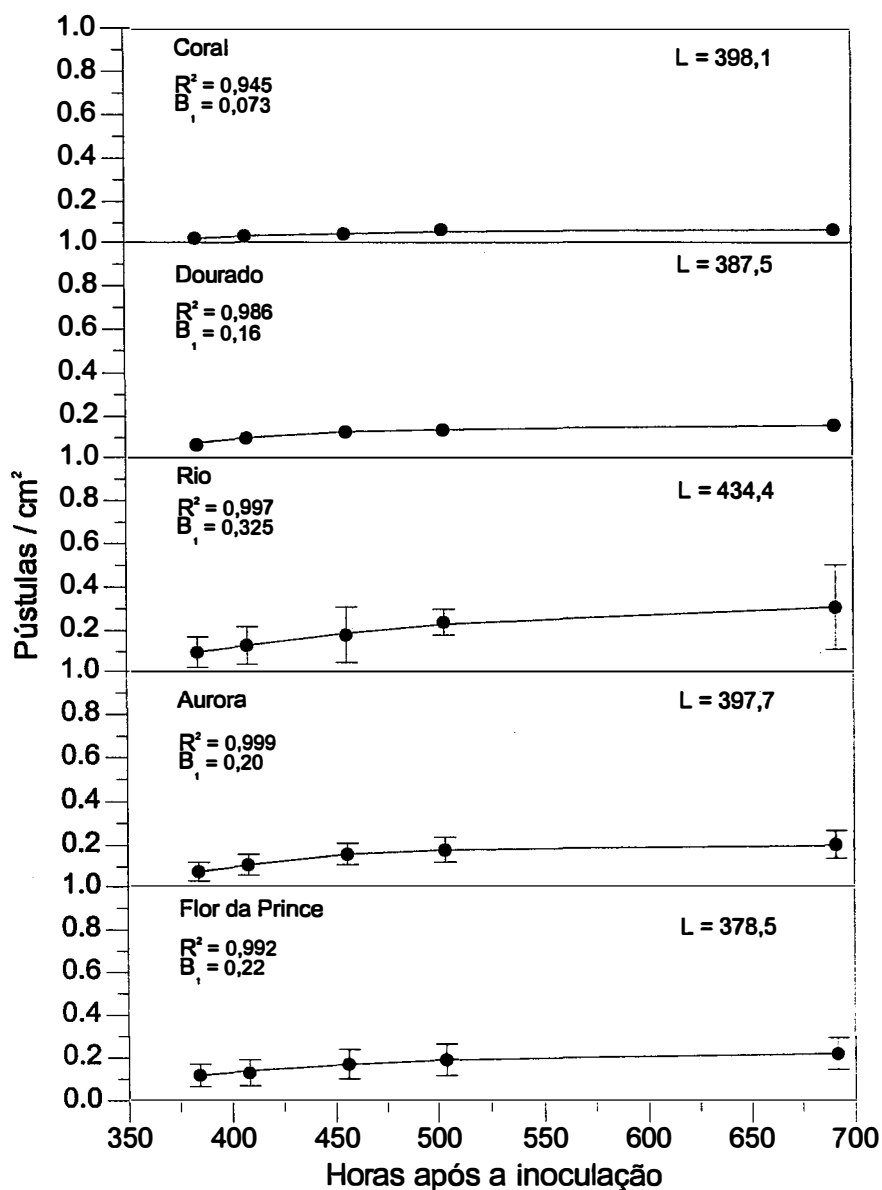


Figura 06. Curvas de progresso da ferrugem em mudas de pessegueiro das cultivares Aurora II, Coral, Dourado, Flor da Prince e Rio Grande inoculadas com urediniósporos de *T. discolor*. Médias representadas por círculos e erro padrão representado por barras. A linha representa o modelo de ajuste de Gompertz,  $R^2$  o coeficiente de determinação do ajuste,  $B_1$  a assíntota máxima (pústulas/cm<sup>2</sup>) e L o período latente (horas).

Analisando as curvas de progresso da ferrugem, observa-se que no primeiro ensaio a cultivar Regis foi a que apresentou menor frequência de infecção, seguida das cultivares Aurora II e Ximarrita, com frequência de infecção praticamente iguais (Figura 05). A menor frequência de infecção à ferrugem apresentada pela cultivar Regis já havia sido observada por Barbosa et al. (1994), em condições de campo. No segundo experimento (Figura 06), as cultivares que apresentaram menores frequência de infecção foram Coral e Dourado.

Os valores de período latente não apresentaram correlação com a frequência de infecção máxima de cada cultivar, que pudesse auxiliar no ordenamento das cultivares em relação à maior ou menor suscetibilidade à doença, caso observado por exemplo no pessegueiro 'Regis' (primeiro ensaio), que apresentou a menor frequência de infecção e o menor período latente. A falta de correlação entre infecção e período latente pode ser devida ao cálculo da latência, feito com os parâmetros do modelo de Gompertz. Dos parâmetros gerados pelo modelo, apenas  $B_1$ , que indica a assíntota máxima de progresso da doença, foi considerado confiável para comparar as cultivares. Os parâmetros  $B_2$  e  $B_3$ , que estão relacionados ao inóculo inicial e à taxa de progresso da doença, apresentaram alta correlação, o que significa que alterações na estimativa taxa podem ser compensadas por alterações na estimativa do inóculo inicial e vice-versa, sem causar desvios no ajuste, expressos por coeficientes de determinação semelhantes. A latência, apesar de utilizada no passado como um importante componente da resistência horizontal, (Parlevliet, 1979), já não tem servido de critério para a classificação de cultivares, que atualmente é feita de acordo com a severidade (Arama, 1993; Danial, 1993).

### 5.3.2 Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem

Os resultados da avaliação da eficiência de fungicidas no controle da ferrugem do pessegueiro encontram-se nas Figuras 07 a 11 e na Tabela 03.

Analisando-se a curva de progresso da doença no tratamento testemunha (Figura 07-A), observa-se que até a sétima avaliação a severidade da doença manteve-se baixa, aumentando progressivamente a partir da oitava avaliação e atingindo valor máximo na décima primeira avaliação. Por ocasião da última avaliação, houve um decréscimo na severidade, decorrente da desfolha precoce provocada pela doença e representada através do índice de área foliar (Figura 07-B). Na sexta avaliação houve uma queda drástica no índice de área foliar devido a uma poda de verão executada pelo produtor.

Os baixos índices de severidade até a sétima avaliação podem ser explicados pelas condições climáticas desfavoráveis ao progresso da doença nesse período (Figura 08). Em agosto, além da temperatura mínima ter sido baixa para a infecção por *T. discolor*, o mês foi muito seco; já em novembro o problema limitante deve ter sido a alta temperatura máxima, próxima a 35 °C, uma vez que sabe-se que acima de 30 °C há grande inibição da taxa de germinação dos urediniosporos do fungo (Dunegan & Smith, 1941; Martins, 1994). Nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro a temperatura mínima foi mais alta e a máxima foi menor, além da precipitação total ter aumentado, condições essas favoráveis à ocorrência da doença.

A baixa severidade da doença até a sétima avaliação foi observada em todos os tratamentos (Figura 09). Na primeira avaliação, houve homogeneidade das parcelas experimentais, que se apresentavam sadias. Na oitava avaliação, os tratamentos começaram a diferirem entre si, com os produtos tebuconazole, tanto na formulação pó molhável como concentrado emulsionável, e os protetores se mostrando como os mais eficientes no controle da ferrugem.

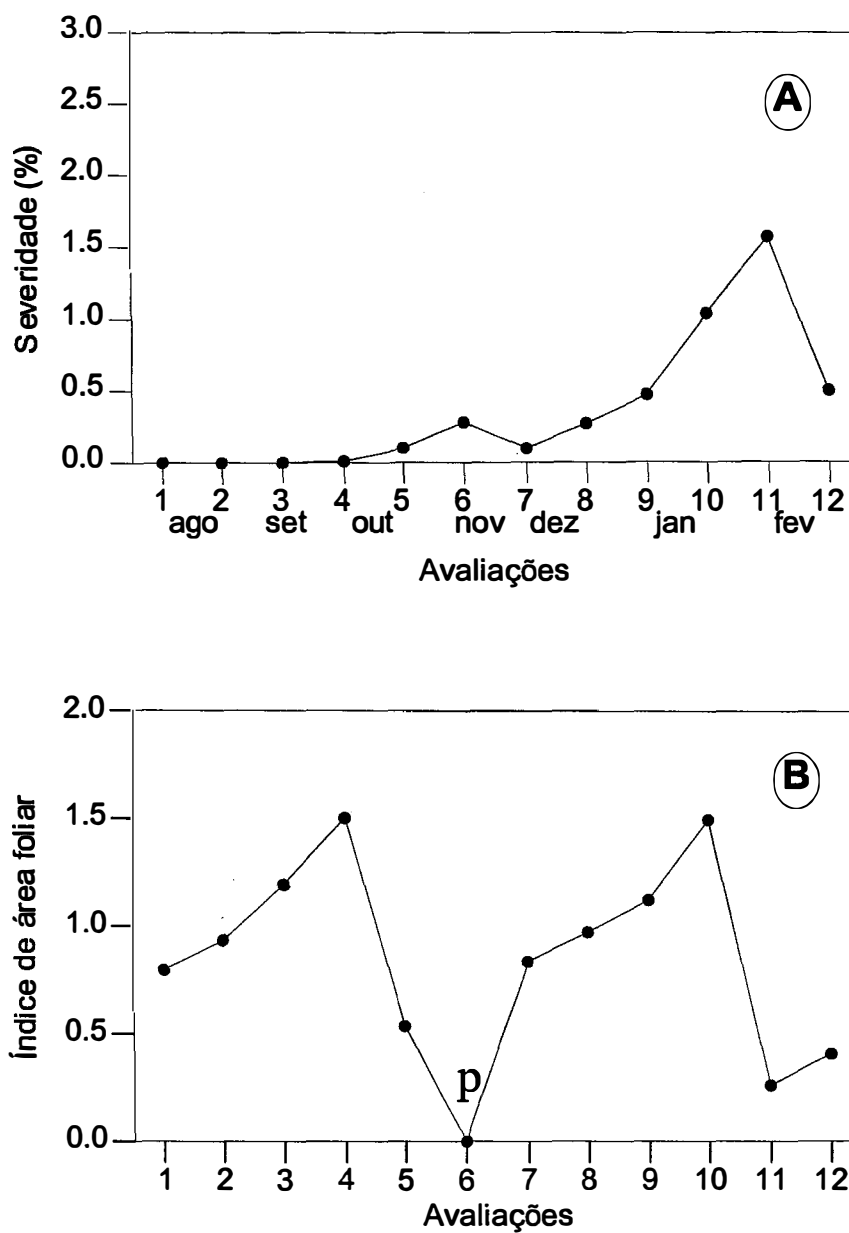


Figura 07. Curva de progresso da ferrugem (A) e índice de área foliar (B) da testemunha durante todo o período de condução do ensaio.  
p = poda de verão executada pelo produtor.

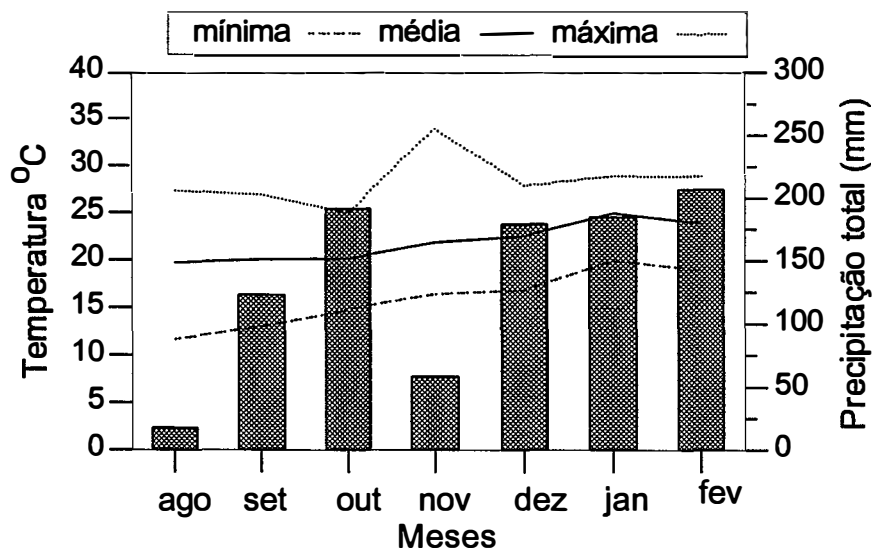


Figura 08. Dados climáticos (temperaturas mínima, média e máxima, representadas por linhas, e pluviometria total, representada em barras) obtidos na estação meteorológica de Paranapanema - SP.

Na décima primeira avaliação, observa-se que os melhores tratamentos no controle da ferrugem continuaram a ser o tebuconazole, nas duas formulações, e os fungicidas protetores. Difenconazole, triadimenol, fluquinconazole e testemunha apresentaram níveis de severidade praticamente iguais. Na última avaliação não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos e os produtos com menor severidade foram o triadimenol e tebuconazole. No entanto, na Figura 10 nota-se que plantas tratadas com triadimenol apresentaram índice de área foliar semelhante ao dos piores tratamentos, o que indica que a baixa severidade foi resultado da desfolha. Com a desfolha a planta emitiu uma brotação nova e provavelmente as folhas avaliadas (folhas novas) estavam ainda com pouca doença.

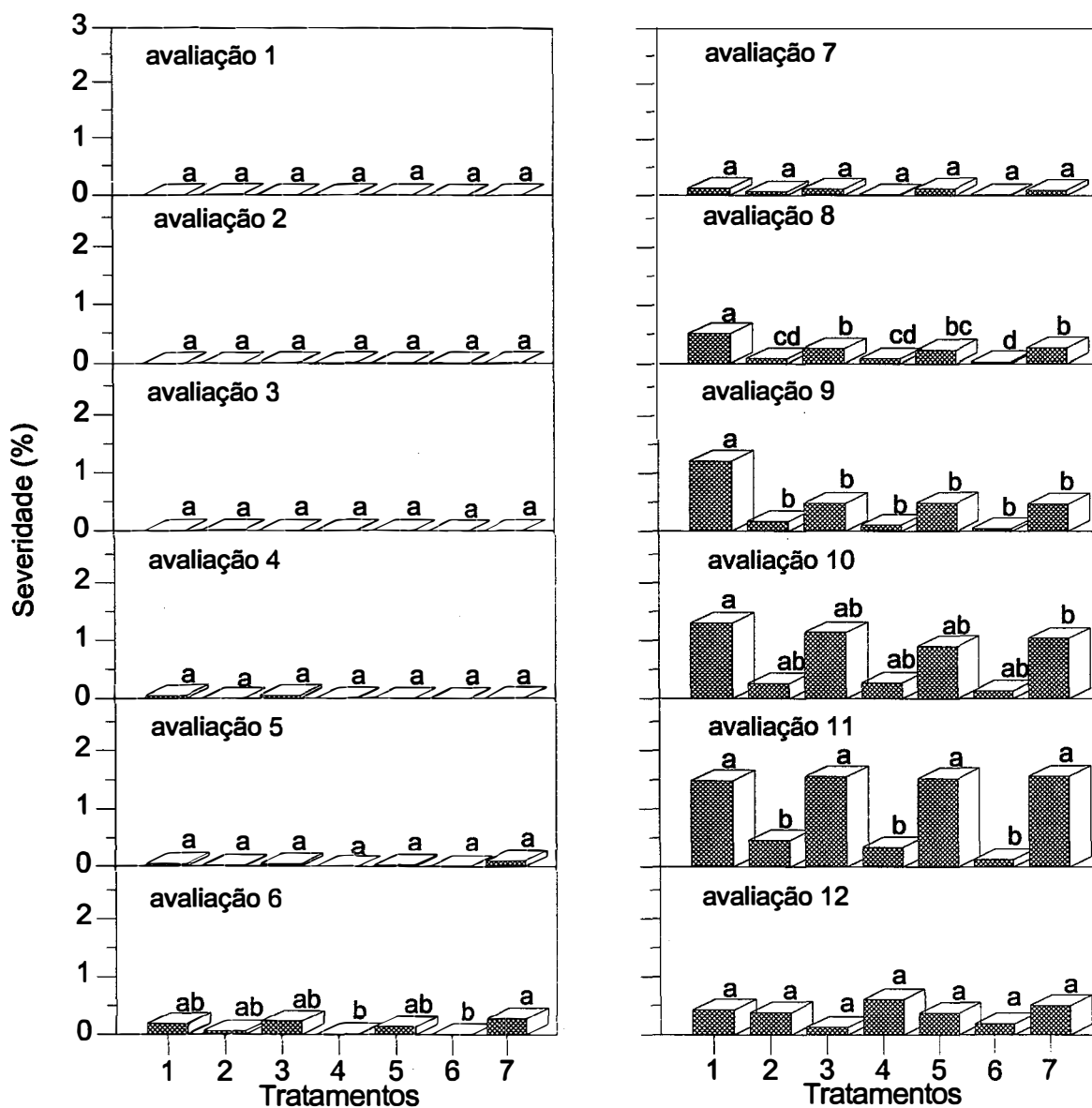


Figura 09. Efeito de fungicidas na severidade da doença (% de área foliar afetada) de plantas de pessegueiro cultivar Flor da Prince. Média de 2 repetições. Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Tratamentos: 1 = difenoconazole; 2 = captan alternado com mancozeb; 3 = triadimenol; 4 = tebuconazole na formulação concentrado emulsionável (CE); 5 = fluquinconazole; 6 = tebuconazole na formulação pó molhável (PM) e 7 = testemunha.

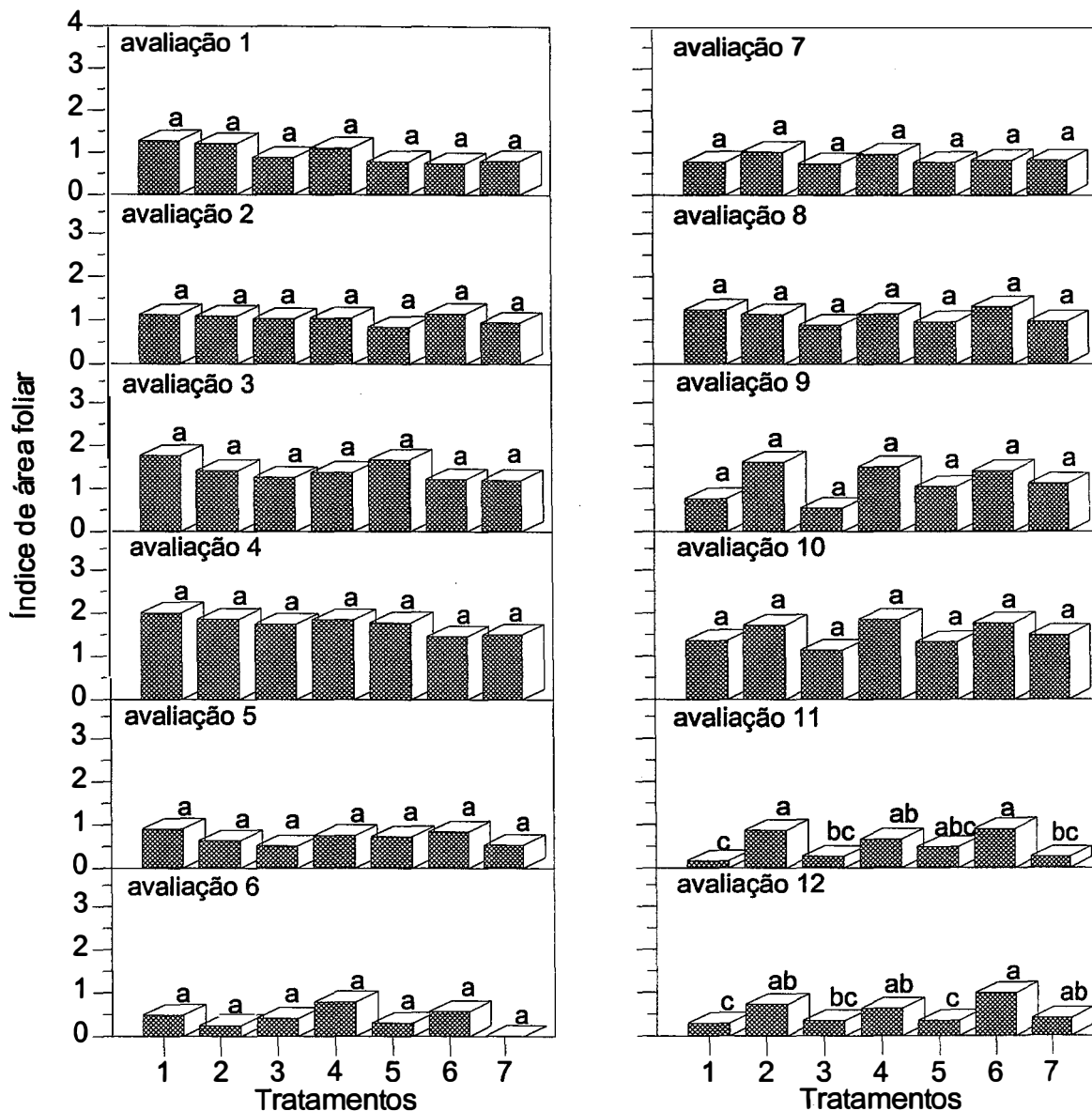


Figura 10. Efeito de fungicidas no índice de área foliar do pessegueiro cultivar Flor da Prince. Média de 2 repetições. Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Tratamentos: 1 = difenoconazole; 2 = captan alternado com mancozeb; 3 = triadimenol; 4 = tebuconazole na formulação concentrado emulsionável (CE); 5 = fluquinconazole; 6 = tebuconazole na formulação pó molhável (PM) e 7 = testemunha.

Quanto ao índice de área foliar, diferenças significativas só puderam ser percebidas na penúltima e última avaliação, com severidade alta da doença. No tratamento testemunha houve grande redução da área foliar devido à poda de verão na sexta avaliação, apesar desse tratamento não ter diferido estatisticamente dos demais. Os melhores produtos no controle da doença foram os protetores e o tebuconazole nas duas formulações. Examinando-se a porcentagem de desfolha ocorrida, constata-se a superioridade deles sobre a testemunha (Figura 11).



Figura 11. Efeito dos tratamentos tebuconazole na formulação concentrado emulsionável (CE) (1), tebuconazole na formulação pó molhável (PM) (2), protetor (captan alternado com mancozeb) (3) e testemunha (4) na ferrugem do pessegueiro.



Na Tabela 03, pode-se observar que não houve muita variação no conteúdo de clorofila das folhas em função dos tratamentos recebidos pelas plantas. Apenas os produtos tebuconazole na formulação PM e difenoconazole diferiram estatisticamente entre si quanto ao conteúdo de clorofila a, clorofila b e clorofila total. Esses resultados estão de acordo com os resultados de severidade obtidos por ocasião da décima avaliação, época de coleta das folhas para a análise do teor de clorofila. Na época de coleta das folhas, provavelmente o nível de severidade, que ainda não era o mais alto, não permitiu uma melhor classificação dos produtos. No entanto, pode-se inferir que a ferrugem do pessegueiro, à semelhança de outras ferrugens, afetando o conteúdo de clorofila, afeta a taxa fotossintética da planta.

Tabela 03. Conteúdo de clorofila a, b e total (mg/g de peso fresco) de folhas de pessegueiros submetidos a vários tratamentos.

Tratamentos	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total
captan/mancozeb	0,58 ab <sup>1</sup>	0,23 ab	0,83 ab
difenoconazole	0,42 b	0,20 b	0,63 b
fluquinconazole	0,69 ab	0,27 ab	0,98 ab
tebuconazole (formulação PM)	0,82 a	0,33 a	1,17 a
tebuconazole (formulação CE)	0,65 ab	0,26 ab	0,93 ab
triadimenol	0,55 ab	0,23 ab	0,79 ab
testemunha	0,63 ab	0,26 ab	0,91 ab
CV (%)	19,55	16,96	18,41

<sup>1</sup> Médias de 3 leituras. Médias com letras distintas na coluna diferem entre si a 0,05 de significância pelo teste de Tukey.

De um modo geral, os melhores produtos no controle da ferrugem do pessegueiro foram os protetores captan e mancozeb e o tebuconazole, os quais, visualmente, não causaram qualquer efeito de fitotoxidez nas plantas tratadas. Os protetores são recomendados principalmente durante a época de repouso vegetativo da cultura, uma vez que a eficiência dos produtos sistêmicos é reduzida, devido ao baixo metabolismo das plantas. Segundo Daamen<sup>2</sup>, esses fungicidas de contato devem ser usados alternadamente para

evitar um desequilíbrio natural causado pela morte dos inimigos naturais da cochonilha branca, praga do pessegueiro, provocada pelo mancozeb.

Um dado importante a ser relatado é que Martins (1994) em um experimento de controle químico da ferrugem do pessegueiro com as pulverizações começando em novembro, obteve uma severidade máxima da doença semelhante à alcançada neste experimento, iniciado em agosto. Apesar das condições experimentais não terem sido as mesmas, pode-se deduzir que possivelmente aplicações desnecessárias de fungicidas podem estar sendo feitas. Essa constatação deve ser considerada em estudos futuros visando a determinação das épocas adequadas para o controle da doença.

### **5.3.3 Eficiência de um sistema de pulverização baseado em variáveis climáticas**

Os resultados do experimento conduzido com nectarina estão representados nas Figuras 12 a 16.

O sistema de previsão da doença baseado em variáveis climáticas não se aplica para o patossistema em questão, uma vez que a faixa de temperatura e de umidade favoráveis para o desenvolvimento da doença é muito ampla, ou seja, as condições favoráveis (temperaturas média maior ou igual a 13 °C e máxima igual ou inferior a 30 °C e mínimo de 4 horas de molhamento) sempre são satisfeitas (Figura 12). No presente experimento, o tratamento tebuconazole aplicado de acordo com a favorabilidade climática teve a mesma frequência de pulverização que a do calendário fixo, por esta razão na discussão dos resultados, os dois tratamentos serão considerados como um só.

Analisando-se a curva de progresso da doença do tratamento testemunha durante todo o período de condução do ensaio, observa-se que a severidade da ferrugem foi aumentando gradativamente até atingir seu pico na terceira avaliação, a partir de quando começou a decrescer, devido à diminuição de tecido foliar disponível, decorrente da desfolha provocada pela

doença, o que pode ser comprovado quando se analisa o IAF das plantas (Figura 13).

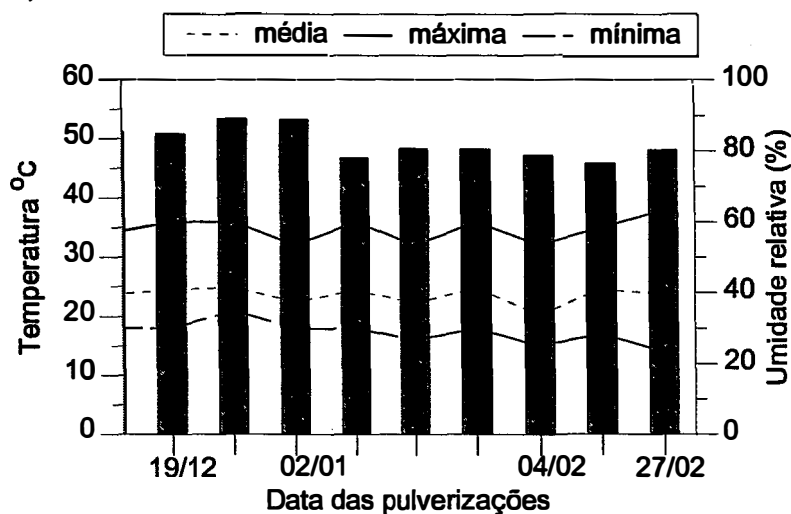


Figura 12. Dados climáticos (temperaturas mínima, média e máxima, representadas por linhas, e umidade relativa, representada em barras) registrados pelo termohigrógrafo instalado na área experimental, durante todo o período de condução do ensaio.

Com relação a severidade de doença (Figura 14), alcançado em cada tratamento em todas as avaliações, nota-se que na primeira e segunda avaliações, as parcelas experimentais estavam homogêneas quanto à intensidade de doença. Na terceira avaliação, o tratamento testemunha foi o que apresentou maior severidade, diferindo estatisticamente dos tratamentos tebuconazole e tebuconazole alternado com mancozeb. Os produtos difenoconazole e a mistura de difenoconazole e propiconazole apesar de terem sido estatisticamente semelhantes ao tebuconazole e tebuconazole alternado com mancozeb, também foram semelhantes à testemunha não tratada. Na quarta avaliação, houve diferença estatística apenas entre o difenoconazole e a testemunha, sendo os demais tratamentos semelhantes entre si. Nessa última avaliação, analisando-se o nível de severidade das plantas, pode-se notar que

o menor e o maior valor foram obtidos com os tratamentos testemunha e difenoconazole, respectivamente. A menor severidade apresentada pela testemunha pode ser explicada pela desfolha provocada pela doença. As folhas avaliadas eram folhas novas que estavam com baixa severidade. Apesar de não terem sido detectadas diferenças no IAF (Figura 15) entre os tratamentos em nenhuma avaliação, pode-se observar que os menores índices foram alcançados nos tratamentos testemunha e difenoconazole.

Na Figura 16, pode-se observar o padrão de distribuição das gotas dos fungicidas. De um modo geral, o pulverizador utilizado forneceu uma boa distribuição do produto na planta, inclusive nas partes mais altas (posição E).

Um fato a ser considerado e que pode ter influenciado nos resultados obtidos é que as plantas de nectarina utilizadas, apesar de homogêneas na época de instalação do experimento, na última avaliação estavam quase completamente desfolhadas e mostravam diferenças na conformação da planta, apresentando alguns ramos quebrados em virtude da infecção por *Fusicocum amygdali*, patógeno causador do cancro do ramo.

De uma maneira geral, os melhores tratamentos no controle da ferrugem de plantas de nectarina foram o tebuconazole e o tebuconazole alternado com mancozeb.

Os resultados da análise de resíduo de tebuconazole (Folicur 200 CE) indicaram que 15 dias após a pulverização os frutos não continham a presença de nenhum resíduo tóxico do produto.

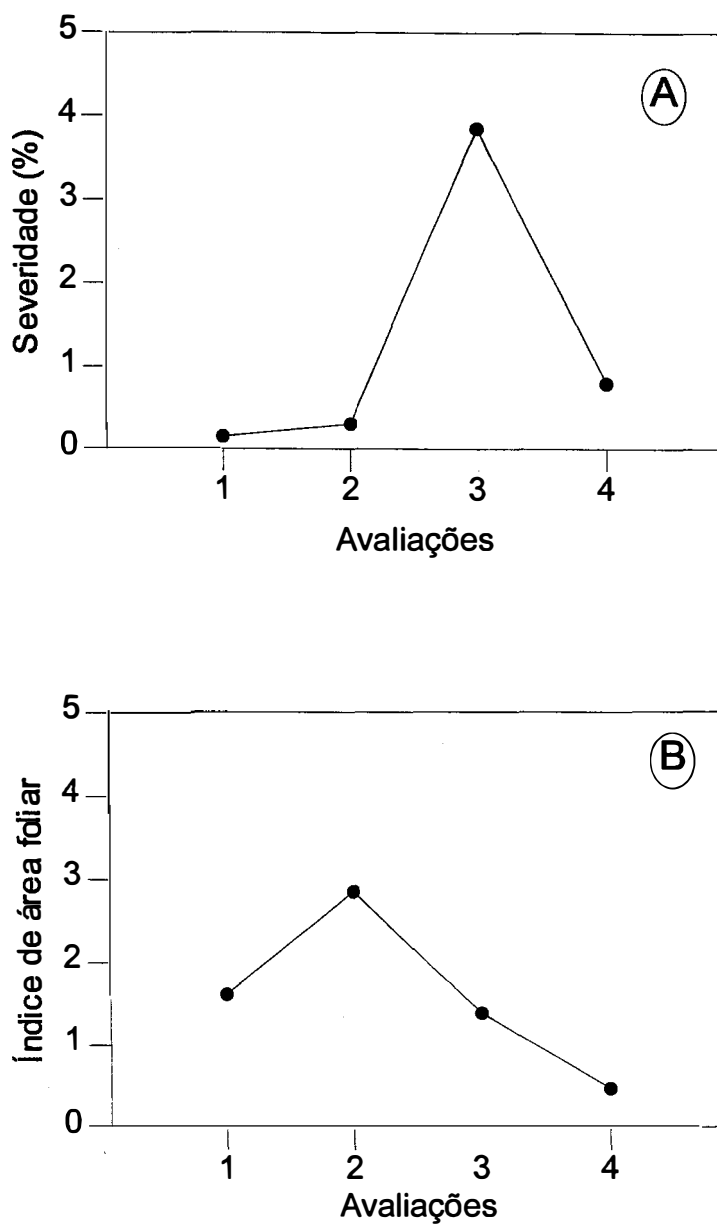


Figura 13. Severidade da ferrugem (A) e índice de área foliar (B) de plantas de nectarina cultivar Rubrosol não tratadas (testemunha) durante todo o período de condução do experimento. Média de 2 repetições.

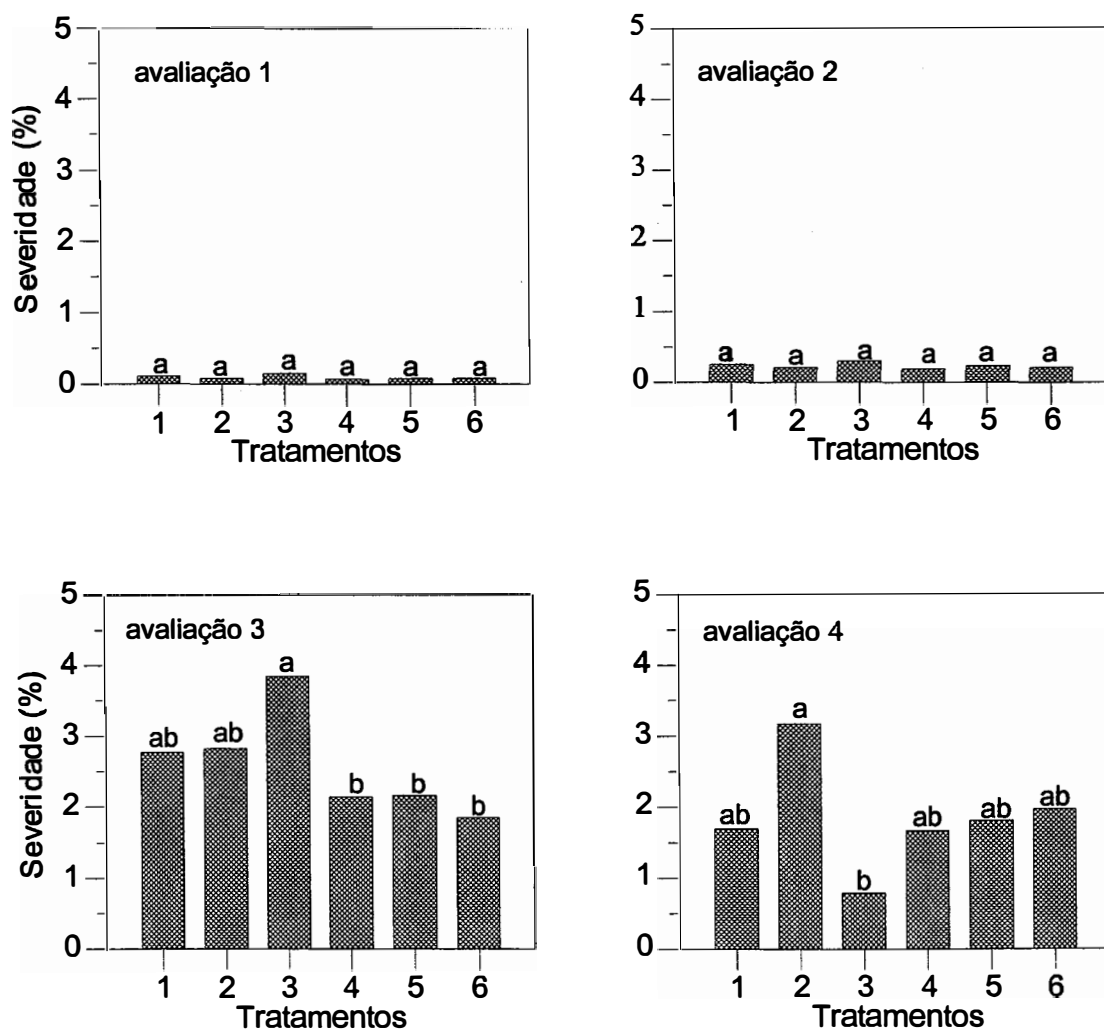


Figura 14. Efeito de fungicidas na severidade da doença (% de área foliar afetada) de plantas de nectarina cultivar Rubrosol. Média de 2 repetições. Médias com letras distintas diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey. Tratamentos: 1 = mistura de difenoconazole e propiconazole, 2 = difenoconazole; 3 = testemunha não tratada, 4 = tebuconazole na formulação pó molhável (PM) alternado com mancozeb, 5 = tebuconazole (PM) e 6 = tebuconazole (PM) monitorado com o clima.

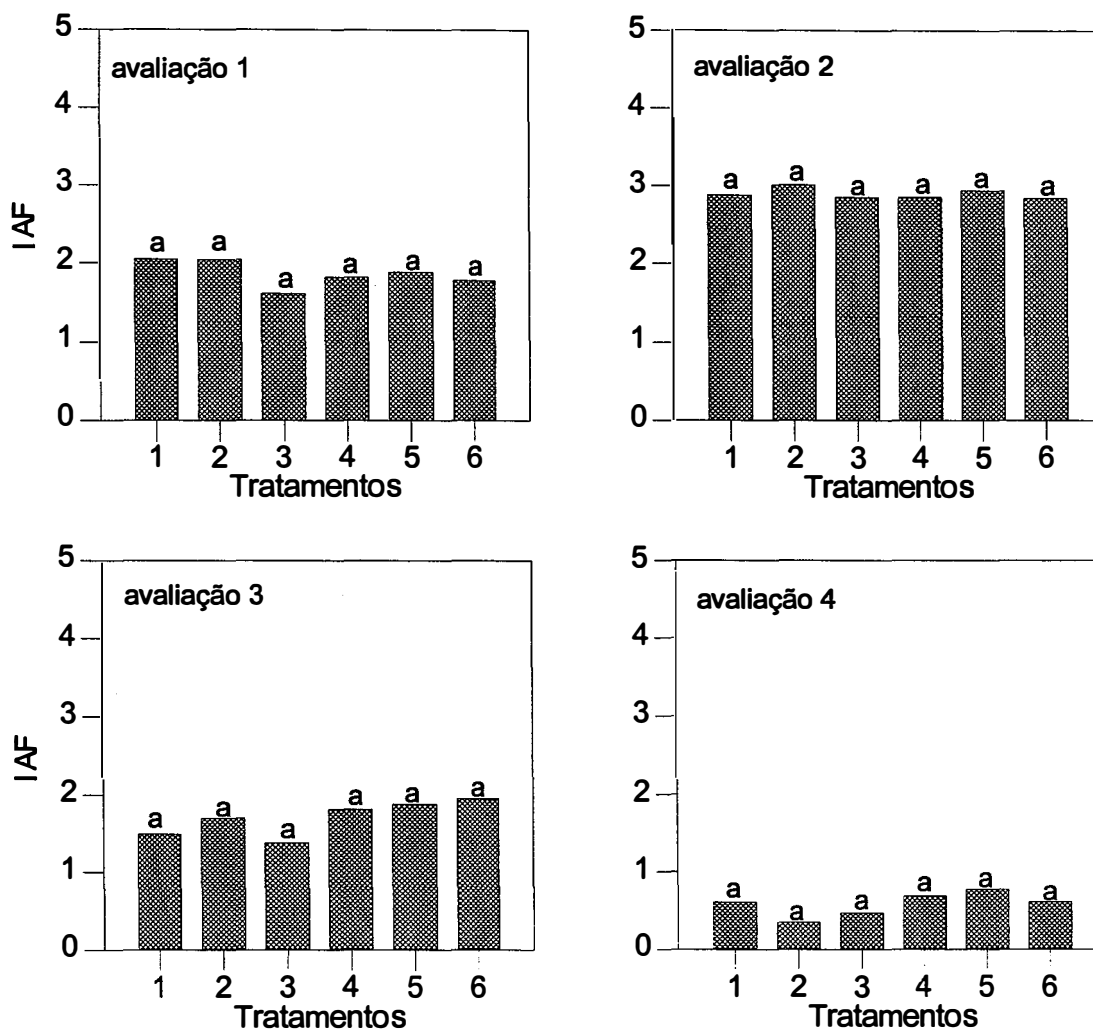


Figura 15. Efeito de fungicidas no índice de área foliar (IAF) de plantas de nectarina cultivar Rubrosol. Média de 2 repetições. Médias com letras distintas diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey. Tratamentos: 1 = mistura de difenoconazole e propiconazole, 2 = difenoconazole; 3 = testemunha não tratada, 4 = tebuconazole na formulação pó molhável (PM) alternado com mancozeb, 5 = tebuconazole (PM) e 6 = tebuconazole (PM) monitorado com o clima.

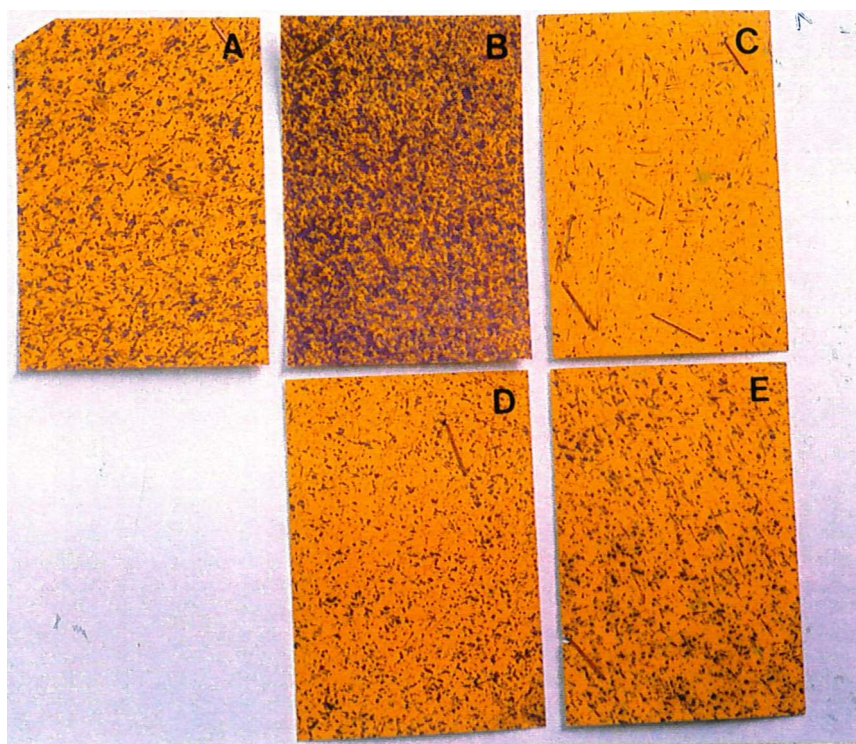


Figura 16. Padrão de distribuição das gotas em vários pontos da árvore (posições A, B, C, D e E).



## 6 CONCLUSÕES

1) A infecção de *T. discolor* em pessegueiro ocorre com um mínimo de quatro horas de molhamento foliar.

2) Os isolados de *T. discolor* de ameixeira, nectarina e pessegueiro diferem entre si quanto a forma e tamanho dos urediniósporos. Os urediniósporos de nectarina são maiores (mais compridos e mais largos) que os de pessegueiro e ameixeira.

3) Os isolados de *T. discolor* de ameixeira, nectarina e pessegueiro apresentam especialização fisiológica. O uso de *formae speciales* na nomenclatura de *T. discolor* deve ser aceito para diferenciar os isolados de pessegueiro e nectarina dos de ameixeira.

4) Os fungicidas tebuconazole, aplicado isoladamente ou alternadamente com mancozeb, e captan, aplicado alternadamente com mancozeb, apresentam elevada eficiência no controle da ferrugem do pessegueiro. O difenoconazole e o triadimenol são ineficientes no controle da doença.

5) O controle da ferrugem baseado em variáveis climáticas, proposto neste trabalho, não é vantajoso para o patossistema *Tranzschelia discolor* - *Prunus persica* var. *nucipersica* quando comparado ao convencional.

Anexo A. Valores de F obtidos na análise de variância multivariada visando a comparação simultânea das variáveis comprimento e largura de urediniósporos de *T. discolor* coletados de plantas de ameixa e pêsego (ensaio 1) e ameixa, nectarina e pêsego (ensaio 2).

Teste estatístico	Ensaio 1		Ensaio 2	
	F	Pr >F	F	Pr >F
Wilk's Lambda	9,68	0,0001	28,89	0,0001
Pillai's Trace	9,68	0,0001	26,32	0,0001
Hotelling – Lawley Trace	9,68	0,0001	31,48	0,0001
Roy's Greatest Root	9,68	0,0001	62,80	0,0001

Anexo B. Valores de F obtidos na análise de variância multivariada visando a comparação simultânea das variáveis comprimento e largura das células superior e inferior de teliósporos de *T. discolor* coletados de ameixeira e pessegueiro.

Teste estatístico	F	Pr >F
Wilk's Lambda	7,86	0,0001
Pillai's Trace	7,86	0,0001
Hotelling – Lawley Trace	7,86	0,0001
Roy's Greatest Root	7,86	0,0001

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALLMENDINGER, H. A method for determining residues of the fungicides Folicur and Bayfidan in plant material and soil by chromatography. **Pflanzenschutz – Nachrichten Bayer**, v.44, n.1, p.5-19, 1991.

ANDERSON, H.W. **Diseases of fruit crops**. New York: Mc Graw Hill, 1956. 501p.

ARAMA, P.F. Breeding and selection of bread wheat for resistance to *Septoria tritici*. In: SYMPOSIUM ON DURABILITY OF DISEASE RESISTANCE, Wageningen, 1992. **Durability of disease resistance**; proceedings, edited by T. Jacobs, J.E. Parlevliet. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. p.191-194. (Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, 18).

BACCHI, L.M.A. Quantificação de parâmetros monocíclicos relacionada a epidemias no sistema *Uromyces appendiculatus* - feijoeiro. Piracicaba, 1993. 99p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M.; KALIL, G.P.C.; LOVATE, A.A. RIBEIRO, I.J.A.; MARTINS, F.P.; NOGUEIRA, E.M.C. Incidência de ferrugem em folhas de pessegueiro e nectarineira do germoplasma IAC. **Scientia Agrícola**, v.51, n.1, p.90-93, 1994.
- BEDENDO, I.P. Ambiente e doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.) **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap.18, p.330-341.
- BHARDWAJ, L.N. Chemical control of almond rust in dry temperate zone of Himachal Pradesh. **Plant Disease Research**, v.6, n.2, p.89-91, 1991. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1993-94/
- BIGGS, A.R.; NORTHOVER, J. Influence of temperature and wetness duration on infection of peach and sweet cherry fruits by *Monilinia fructicola*. **Phytopathology**, v.78, n.10, p.1352-1356, 1988.
- BLEICHER, J.; TANAKA, H. **Doenças do pessegueiro no Estado de Santa Catarina**. 2.ed. Florianópolis: EMPASC., 1982. 53p. (EMPASC. Boletim Técnico, 4).
- BOLKAN, H.A.; OGAWA, J.M.; MICHAILIDES, T.J.; KABLE, P.F. Physiological specialization in *Tranzschelia discolor*. **Plant Disease**, v.69, n.6, p.485-486, 1985.
- BROERS, L.H.M.; WALLENBURG, S.C. Influence of post-infection temperature on three components of partial resistance in wheat leaf rust. **Euphytica**, v.44, p.215-224, 1989.

BUTLER, D.R.; WADIA, K.D.R.; JADHAV, D.R. Effects of leaf wetness and temperature on late leaf-spot infection on groundnut. **Plant Pathology**, v.43, p.112-120, 1994.

CARTON, Y. La coevolution. **La recherche**, n.202, p.1022-1031, 1988.

CODE, J.L.; IRWIN, J.A.G.; BARNES, A. Comparative etiological and epidemiological studies on rust diseases of *Phaseolus vulgaris* and *Macroptilium atropurpureum*. **Australian Journal of Botany**, v.33, p.147-157, 1985.

COLHOUN, J. Effects of environmental factors on plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, v.11, p.343-364, 1973.

DANIAL, D.L. Is partial resistance a suitable approach to obtain durable resistance in wheat to stripe rust? In: SYMPOSIUM ON DURABILITY OF DISEASE RESISTANCE, Wageningen, 1992. **Durability of disease resistance**; proceedings, edited by T. Jacobs, J.E. Parlevliet. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. p.185-189. (Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, 18).

DUAN, C.H.; TU, C.C.; TSAI, W.H. Survival of peach rust fungi in Taiwan. **Plant Pathology Bulletin**, v.1, n.3, p.111-114, 1992. /Resumo em CAB Abstracts on CD-ROM, 1993-94/.

DUNEGAN, J.C. The rust of stone fruits. **Phytopathology**, v.28, n.6, p.411-427, 1938.

- DUNEGAN, J.C.; SMITH, C.O. Germination experiments with uredio and teliospores of *Tranzschelia pruni-spinosae discolor*. **Phytopathology**, v.31, p.189-191, 1941.
- EISENSMITH, S.P. **Plotit graphics and statistics**. Frankfurt: ICS, 1985.
- ELLISON, P.J.; CULLIS, B.R.; BAMBACH, R.W.; KABLE, P.F. The effect of temperature on *in vitro* germination and germ tube growth of urediniospores of *Tranzschelia discolor*. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.41, n.3, p.479-488, 1990.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cartilha do produtor de pêssego**. Pelotas, 1990. 30 p.
- EVERSMEYER, M.G.; KRAMER, C.L.; HASSAN, Z.M. Environmental influences on the establishment of *Puccinia recondita* infection structures. **Plant Disease**, v.72, p.409-412, 1988.
- GERALDI, M.A.P. Caracterização patogênica e serológica de *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils. (*sensu* Arx, 1957) do trigo e resistência varietal em *Triticum aestivum* L. Piracicaba, 1981. 39p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- GOLDSWORTHY, M.C.; SMITH, R.E. Studies on a rust of clingstone peaches in California. **Phytopathology**, v.21, n.2, p.133-168, 1931.
- HUBER, L.; GILLESPIE, T.J. Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology. **Annual Review of Phytopathology**, v.30, p.553-577, 1992.

- JONES, A.L. Role of wet periods in predicting foliar diseases. In: LEONARD, K.J.; FRY, W.E. (Ed.) **Plant disease epidemiology: population dynamics and management**. New York: Macmillan, 1986. v.2, p. 87-100.
- JONES, A.L.; LELLEVICK, S.L.; FISHER, P.D.; STEBBINS, T.C. A microcomputer-based instrument to predict primary apple scab infection periods. **Plant Disease**, v.64, p.69-72, 1980.
- KABLE, P.F.; ELLISON, P.J.; BAMBACH, R.W. Physiologic specialization of *Tranzschelia discolor* in Australia. **Plant Disease**, v.70, n.3, p.202-204, 1986.
- KABLE, P.F.; KEEN, B.J.; BAMBACH, R.W. Evaluation of fungicides for curative activity against *Tranzschelia discolor*, cause of the rust disease of French prune (*Prunus domestica* L.). **Australian Journal of Agricultural Research**, v.38, n.3, p.577-585, 1987a.
- KABLE, P.F.; BAMBACH, R.W.; ELLISON, P.J.; WATSON, A.; KALDOR, C.J. Fungicidal control of rust of French prune caused by *Tranzschelia discolor*. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.38, n.3, p.565-576, 1987b.
- LEVY, Y.; COHEN, Y. Biotic and environmental factors affecting infection of sweet corn with *Exserohilum turcicum*. **Phytopathology**, v.73, n.5, p.722-725, 1983.
- MARCHETTI, M.A.; MELCHING, J.S.; BROMFIELD, K.R. The effects of temperature and dew period on germination and infection by uredospores of *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, v.66, p.461-463, 1976.

- MARGARIDO, S.M.F. **Pêssego e nectarina: beleza e delícias no pomar.** São Paulo: Ícone Editora, 1988. 104p.
- MARTINS, M.C. Quantificação dos parâmetros monocíclicos e controle químico da ferrugem do pessegueiro. Piracicaba, 1994. 68p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MARTINS, M.C.; AMORIM, L. A ferrugem do pessegueiro. **Summa Phytopathologica**, v.22, p.193-199, 1996.
- MARTINS, M.C.; AMORIM, L.; KIMATI, H. Protective, curative, and eradivative effects of the insecticide cartap in controlling peach trees rust in a controlled environment. **Fitopatologia Brasileira**, v.22, n.3, p.403-406, 1997.
- MackINNEY, G. Absorption of lighth by chlorophyll solutions. **Journal of Biological Chemistry**, v.140, p.315-322, 1941.
- McVEY, D.V.; LONG, D.L.; ROBERTS, J.J. Races of *Puccinia graminis* in the United States during 1995. **Plant Disease**, v.81, n.3, p.306-310, 1997.
- MENDES, B.M.J.; BERGAMIN FILHO, A. Influence of temperature, wetness duration, and leaf type on the quantification of monocyclic parameters of bean rust. **Journal of Phytopathology**, v.126, p.183-189, 1989.
- MENNITI, A.M. Effect of temperature on the germination of uredospores of *Tranzschelia pruni-spinosae* var. *discolor*. **Petria**, v.3, n.1, p.21-26, 1993. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1993-94/



- MENNITI, A.M.; MACCAFERRI, M. Influence of humidity on infection of plum rust (*Tranzschelia pruni-spinosae* (Persoon) Dietel). **Informatore Fitopatologico**, v.44, n.12, p.51-54, 1994. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1996-98/
- MICHAILIDES, T.J.; OGAWA, J.M. Chemical control of prune leaf rust (*Tranzschelia discolor* f. sp. *domesticae*) in California. **Plant Disease**, v.70, n.4, p.307-309, 1986.
- OGAWA, J.M.; ENGLISH, H. **Diseases of temperate zone tree fruit and nut crops**. Division of Agriculture and Natural Resources, 1991. 461p.
- OGAWA, J.M.; ZEHR, E.I.; BIRD, G.W.; RITCHIE, D.F.; URIU, K.; UYEMOTO, J.K. **Compendium of stone fruit diseases**. St. Paul: APS Press, 1995. 98p.
- PARLEVLIET, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, v.17, p.203-222, 1979.
- PEDERSEN, E.A.; MORRALL, R.A.A. Effects of cultivar, leaf wetness duration, temperature, and growth stage on infection and development of *Ascochyta* blight of lentil. **Phytopathology**, v.84, n.10, p.1024-1030, 1994.
- PENTEADO, S.R. Os inimigos da cultura do pêssego. **Correio Agrícola**, v.1, p.488-496, 1983.
- POLITOWSKI, K.; BROWNING, J.A. Effect of temperature, light, and dew duration on relative numbers of infection structures of *Puccinia coronata avenae*. **Phytopathology**, v.65. p.1400-1404, 1975.

- RAPILLY, F. Yellow rust epidemiology. **Annual Review of Phytopathology**. v.17, p.59-73, 1979.
- ROTEM, J. Techniques of controlled-condition experiments. In: KRANZ, J.; ROTEM, J. (Ed.). **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Berlin: Springer Verlag, 1988. p.19-31.
- SASTRE C.; TORRELL, A.; HERRERA, P.; VIRGILI, A. Testing the control strategy for peach rust (*Tranzschelia pruni-spinosae* Pers). **Fulls-d' Informacio-Tecnica**, n.150, 1988. 7p. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1993-94/
- SHARMA, I.M.; GUPTA, V.K. Field evaluation of some fungicides against almond rust in Himachal Pradesh. **Indian Journal of Mycology and Plant Pathology**, v.23, n.2, p.203-205, 1993. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1993-94/
- SHARP, E.L. Prepenetration and postpenetration environment and development of *Puccinia striiformis* on wheat. **Phytopathology**, v.55, p.198-203, 1965.
- SIMEONE, A.M.; IALONGO, M.T.; CORAZZA, L. The reaction of certain plum cultivars to rust (*Tranzschelia pruni-spinosae* (Persoon) Dietel var. *discolor* (Fuckel) Dunegan) in the Latium litoral region. **Annali-dell' Istituto-Sperimentale-per-la-Frutticoltura**, v.17, n.15, p.39-49, 1984. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1984-86/
- SMITH, C.O. A study of *Tranzschelia pruni-spinosae* on *Prunus* species in California. **Hilgardia**, v.17, n.7, p. 251-266, 1947.

- SPOTTS, R. A. Effect of leaf wetness duration and temperature on the infectivity of *Guignardia bidwellii* on grape leaves. **Phytopathology**, v.67, p.1378-1381, 1977.
- STAPLES, R.C.; MACKO, V. Germination of urediospores and differentiation of infection structures. In: BUSHNELL, W.R.; ROELFS, A.P. (Ed.) **The cereal rusts: origins, specificity, structure and physiology**. Orlando: Academic Press, 1984. v.2, p.255-289.
- STEINBERG, E. **Pêssego e nectarina**. São Paulo: Livraria Nobel, 1989. 64p.
- SUTTON, J.C. Predictive value of weather variables in the epidemiology and management of foliar diseases. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, n.4, p.305-312, 1988.
- SUTTON, J.C.; GILLESPIE, T.J.; HILDEBRAND, P.D. Monitoring weather factors. **Plant Disease**, v.68, n.1, p.78-84, 1984.
- SZTEJNBERG, A. Physiologic specialization in rust of stone fruits. **Poljoprivredna- Znanstvena - Smotra**, v.39, p.253-259, 1976. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1976/
- SZTENJBERG, A; AFEK-U. Physiological races of the stone fruit rust *Tranzschelia pruni-spinosae* var. *discolor* on *Anemone coronaria* plants from different sites. **Phytoparasitica**, v.7, n.1, p.51, 1979.

- TEVIOTDALE, B.L.; HARPER, D.M.; MICHAILIDES, T.J.; SIBBETT, G.S. Lack of effect of stone fruit rust on yield of French prune trees and survival of urediniospores of the pathogen on leaves, shoots, and buds. **Plant Disease**, v.78, n.2, p.141-145, 1994.
- 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.149-208, 1996.
- WALLIN, J.R. Agrometeorological aspects of dew. **Agricultural Meteorology**, v.4, n.1967, p.85-102, 1967.
- WATKINS, J.E.; RUTLEDGE, S.S.; BAENZIGER, P.S.; YOUNGQUIST, W. Physiologic specialization of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in Nebraska during 1995 and 1996. **Plant Disease**, v.82, n.6, p.679-682, 1998.
- WEBB, D.H.; NUTTER JR, F.W. Effects of leaf wetness duration and temperature on infection efficiency, latent period, and rate of pustule appearance of rust in alfalfa. **Phytopathology**, v.87, n.9, p.946-950, 1997.
- YARWOOD, C.E. Humidity requirements of foliage pathogens. **Plant Disease Reporter**, v.40, p.318-321, 1956.
- ZADOKS, J.C.; SCHEIN, R.D. **Epidemiology and plant disease management**. Oxford: Oxford University Press, 1979. 427p.
- ZENTMYER, G.A; BALD, J.G. Management of the environment. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. **Plant disease: an advanced treatise**. New York: Academic Press, 1977. cap.7, p.121-144.

ZUNIGA, T.L.; ZITTER, T.A; GORDON, T.R.; SCHROEDER, D.T.; OKAMOTO, D. Characterization of pathogenic races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* causing Fusarium wilt of melon in New York. **Plant Disease**, v.81, n.6, p.592-596, 1997.