FRANCISLENE ANGELOTTI

EPIDEMIOLOGIA DA FERRUGEM (*Phakopsora euvitis*) DA VIDEIRA

MARINGÁ

PARANÁ – BRASIL

DEZEMBRO – 2006

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

FRANCISLENE ANGELOTTI

EPIDEMIOLOGIA DA FERRUGEM (*Phakopsora euvitis*) DA VIDEIRA

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Proteção de Plantas, para obtenção do Título de Doutor.

MARINGÁ

PARANÁ – BRASIL

DEZEMBRO – 2006

FRANCISLENE ANGELOTTI

EPIDEMIOLOGIA DA FERRUGEM (*Phakopsora euvitis*) DA VIDEIRA

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Proteção de Plantas, para obtenção do Título de Doutor.

APROVADA em:

Prof. Dr. Álvaro Figueredo dos Santos

Prof. Dr. Marcelo Giovanetti Canteri

Prof. Dr. Willian M. de Carvalho Nunes

Prof. Dr. João Batista Vida

Prof. Dr. Dauri José Tessmann
(Orientador)

A Deus, pela proteção constante

OFEREÇO...

Aos meus pais, Orlando e Rosina pelo amor que permitiram tornar-me a pessoa que eu sou.
Às minhas irmãs, Josiane, Elaini e à minha sobrinha Anna Julia, pelo carinho, apoio e incentivo durante os estudos,

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da Vida, por me acompanhar, dando-me força, coragem e capacidade de realizar;

ao professor Dr. Dauri José Tessmann, pela oportunidade, confiança, e orientação;

aos meus pais, pelo apoio e por estarem ao meu lado em todos os momentos;

às minhas irmãs Josiane, Elaini e cunhados Junior e Gustavo pelo incentivo, apoio e carinho;

à minha pequena sobrinha Anna Julia, pelo carinho constante;

aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia da UEM;

aos funcionários e amigos do Laboratório de Fitopatologia pela amizade, companheirismo, em especial ao Mauro José Moreira pelo auxílio na parte prática dos trabalhos;

à Cláudia Regina Scapin, pela pronta colaboração e auxílio na condução do experimento;

à Universidade Estadual de Maringá e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela oportunidade e concessão de bolsa-auxílio;

à Ana Paula, Aline, Amanda, pela amizade, pelo apoio constante e paciência em todos os momentos;

ao Vanderson por toda atenção e carinho;

à EMBRAPA Semi-árido por permitir a conclusão desse trabalho

aos novos amigos da EMBRAPA Semi-Árido em especial à Márcia, Débora, Robson pela força e apoio;

enfim, a todas as pessoas que tornaram possível a conclusão dessa tese, pois as conquistas nunca são individuais.

BIOGRAFIA

FRANCISLENE ANGELOTTI, filha de Orlando Angelotti e Rosina C. Angelotti, nasceu em Marialva, Paraná, aos cinco dias do mês de outubro de 1978.

Graduou-se em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá, em julho de 2002.

Participou, quando estudante de graduação, do Programa Especial de Treinamento (PET), de palestras, seminários, congressos, estágios e cursos relacionados à Agronomia.

Em novembro de 2003, obteve o título de Mestre em Agronomia, na área de Proteção de Plantas, na Universidade Estadual de Maringá.

Em abril de 2005, iniciou o curso de especialização em Economia e Gestão do Agronegócio, na Universidade Estadual de Maringá.

Em dezembro de 2003, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, na área de Proteção de Plantas, na Universidade Estadual de Maringá, completando, com este trabalho, os requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Em julho de 2006, foi aprovada e classificada no concurso público para o cargo de Pesquisador II na área de Mudanças Climáticas junto à EMBRAPA Semi-Árido.

Que a força do medo que tenho não me impeça de ver o que anseio
Que a morte de tudo em que acredito não me tape os ouvidos e a boca
pois metade de mim é o que eu grito, mas a outra metade é silêncio...

Que a música que ouço ao longe seja linda ainda que tristeza
que a mulher que eu amo seja pra sempre amada mesmo que distante
porque metade de mim é partida, mas a outra metade é saudade...

Que as palavras que falo não sejam ouvidas como prece nem repetidas com
fervor apenas respeitadas como a única coisa que resta a um homem inundado
de sentimento porque metade de mim é o que ouço, mas a outra metade é o
que calo...

Que essa minha vontade de ir embora se transforme na calma e na paz que eu
mereço que essa tensão que me corrói por dentro seja um dia recompensada
porque metade de mim é o que penso e a outra metade um vulcão...

Que o medo da solidão se afaste que o convívio comigo mesmo se torne ao
menos suportável que o espelho reflita em meu rosto um doce sorriso
que me lembro ter dado na infância porque metade de mim é a lembrança do
que fui e a outra metade não sei...

Que não seja preciso mais que uma simples alegria pra me fazer aquietar o
espírito e que o teu silêncio me fale cada vez mais
porque metade de mim é abrigo mas a outra metade é cansaço

Que a arte nos aponte uma resposta mesmo que ela não saiba
e que ninguém a tente complicar porque é preciso simplicidade pra fazê-la
florescer porque metade de mim é platéia e a outra metade é a canção...

E que a minha loucura seja perdoada porque metade de mim é amor
e a outra metade também.

(Oswaldo Montenegro)

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS x

LISTA DE FIGURAS xi

RESUMO xiii

ABSTRACT xv

1 INTRODUÇÃO GERAL 1

1.1 CULTURA DA VIDEIRA 1

1.2 FERRUGEM DA VIDEIRA 3

1.2.1 Distribuição geográfica 3

1.2.2 Sintomatologia e danos 3

1.2.3 Etiologia 4

1.2.4 Epidemiologia 5

1.2.5 Controle 6

1.3 DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS MONOCÍCLICOS E DE COMPONENTES DE RESISTÊNCIA A FERRUGENS EM CONDIÇÕES CONTROLADAS 7

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA 9

CAPÍTULO I 10

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA UMIDADE NA INFECÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO DA FERRUGEM DA VIDEIRA 10

1 INTRODUÇÃO 10

2 MATERIAL E MÉTODOS 12

2.1 PRODUÇÃO DE MUDAS 12

2.2 OBTENÇÃO, MANUTENÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DO INÓCULO ... 12

2.3 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DURAÇÃO DO MOLHAMENTO FOLIAR NA INFECÇÃO DE *Phakopsora euvitis* EM VIDEIRA 'NIAGARA ROSADA' 12

2.4 INFLUÊNCIA DA DURAÇÃO DA LUZ SOBRE A INFECÇÃO DE *Phakopsora euvitis* EM VIDEIRA 'NIAGARA ROSADA' 13

2.5 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO DA FERRUGEM DA VIDEIRA 14

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 15

3.1 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DURAÇÃO DO MOLHAMENTO FOLIAR NA INFECÇÃO DE *Phakopsora euvitis* EM VIDEIRA 'NIAGARA ROSADA' 15

3.2 INFLUÊNCIA DA LUZ NA INFECÇÃO 17

3.3 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO DA DOENÇA 18

4 CONCLUSÕES 22

CAPÍTULO II 23

VIABILIDADE E GERMINAÇÃO DE UREDINIÓSPOROS DE *Phakopsora euvitis* 23

1 INTRODUÇÃO 23

2 MATERIAL E MÉTODOS 25

2.1 INFLUÊNCIA DA DURAÇÃO DO PERÍODO DE INCUBAÇÃO NA GERMINAÇÃO *IN VITRO* DE UREDINIÓSPOROS *P. euvitis* 25

2.2 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA LUZ NA GERMINAÇÃO DE UREDINIÓSPOROS 25

2.3 VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS 26

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 27

3.1 INFLUÊNCIA DA DURAÇÃO DO PERÍODO DE INCUBAÇÃO NA GERMINAÇÃO *IN VITRO* DE UREDINIÓSPOROS DE *P. euvitis* 27

3.2 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA LUZ NA GERMINAÇÃO DE UREDINIÓSPOROS DE *P. euvitis* 28

3.3 VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS 29

4 CONCLUSÕES 32

CAPÍTULO III 33

ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA QUANTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DA FERRUGEM DA VIDEIRA 33

1 INTRODUÇÃO 33

2 MATERIAL E MÉTODOS 35

2.1 ELABORAÇÃO DA ESCALA DIAGRAMÁTICA 35

2.2 VALIDAÇÃO DA ESCALA DIAGRAMÁTICA 35

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 36

4 CONCLUSÕES 45

CAPÍTULO IV 46

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FERRUGEM EM GENÓTIPOS DE VIDEIRA, SOB CONDIÇÕES CONTROLADAS 46

1 INTRODUÇÃO 46

2 MATERIAL E MÉTODOS 48

2.1 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DO INÓCULO E DA IDADE DA FOLHA NA INFECÇÃO DE *P. euvitis* NA VIDEIRA 'NIAGARA ROSADA' 48

2.2 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FERRUGEM DE GENÓTIPOS DE VIDEIRA 48

2.2.1 Cultivares e inoculação 48

2.2.2 Componentes de resistência 50

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 51

3.1 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DO INÓCULO E DA IDADE DA FOLHA NA INFECÇÃO DE *P. euvitis* NA VIDEIRA 'NIAGARA' 51

3.2 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FERRUGEM DE GENÓTIPOS DE VIDEIRA 53

4 CONCLUSÕES 58

REFERÊNCIAS 59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Produção de uva e área cultivada nos principais Estados produtores do país 2

Tabela 1 Coeficientes lineares (*a*), coeficientes angulares (*b*) e coeficientes de correlação (R^2) obtidos nas regressões entre as severidades real e estimada 41

Tabela 2 Coeficientes lineares (*a*), coeficientes angulares (*b*) e coeficientes de correlação (R^2) obtidos nas regressões entre as severidades real e estimada. As estimativas foram confrontadas entre os avaliadores 43

Tabela 1 Cultivares de *Vitis spp* e suas origens testadas quanto à resistência a *Phakopsora euvitis* 49

Tabela 2 Características de cultivares de videira inoculada com a ferrugem (*Phakopsora euvitis*) quanto ao número de pústulas por cm^2, número de urediniósporos por pústula, período latente e diâmetro de pústulas 54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Número de pústulas/cm^2 em mudas de videira 'Niagara Rosada', em diferentes temperaturas e períodos de molhamento foliar. T = temperatura; MF = molhamento foliar ... 16

Figura 2 Efeito do fotoperíodo na infecção de *Phakopsora euvitis* em mudas de videira 'Niagara Rosada'. Barras representam o desvio-padrão da média 17

Figura 3 Efeito do fotoperíodo na infecção de *P. euvitis* em mudas de videira 'Niagara Rosada'. Barras representam o desvio-padrão da média 18

Figura 4 Efeito da temperatura no desenvolvimento de *Phakopsora euvitis* 19

Figura 5 Efeito da temperatura no período latente da ferrugem *Phakopsora euvitis*, em mudas de videira 'Niagara Rosada' submetidas a diferentes temperaturas, após 24 horas de câmara úmida a 20°C 20

Figura 1 Porcentagem de germinação de urediniósporos em meio ágar-água após 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 24 horas, no escuro a 25°C 27

Figura 2 Germinação de urediniósporos em meio ágar-água sob diferentes temperaturas, nos regimes de luz contínua (A) e escuro (B) 29

Figura 3 Efeito do tempo de armazenamento na germinação de urediniósporos de *Phakopsora euvitis* 30

Figura 1 Escala diagramática colorida para avaliação da severidade da ferrugem da videira 38

Figura 2 Escala diagramática em preto-e-branco para avaliação da severidade da ferrugem da videira 39

Figura 3 Regressões lineares entre severidades real e estimada, pelos sete avaliadores sem e com o uso da escala diagramática. Linhas tracejadas representam a situação ideal (severidade estimada = real) 40

Figura 4 Erros absolutos (severidade real – severidade estimada) para sete avaliadores da ferrugem da videira 44

Figura 1 Número de pústulas/cm^2 observado após inoculação com *Phakopsora euvitis* com diferentes concentrações de urediniósporos 51

Figura 2 Número de pústulas/cm^2 observado após inoculação com *Phakopsora euvitis* em folhas com diferentes idades 52

Figura 3 Reações de cultivares de videira inoculadas com *Phakopsora euvitis* (A, Isabel ; B, IAC-572 ; C, Niagara; D, Clara) 55

Figura 4 Exemplos de padrões de colonização de *Phakopsora euvitis* na videira. **A** e **B**, formação de pústulas típicas, esporulantes, sem necrosamento no tecido circundante, em folhas de 'Niagara'; **C** e **D**, e pústulas com necrosamento do tecido circundante e esporulação reduzida no porta-enxerto IAC-572 56

RESUMO

ANGELOTTI, Francislene, Dr., Universidade Estadual de Maringá, dezembro de 2006. **Epidemiologia da ferrugem (*Phakopsora euvitis*) da videira**. Professor Orientador: Dr. Dauri José Tessmann. Professor Conselheiro: Dr. João Batista Vida.

A ferrugem da videira, causada pelo fungo *Phakopsora euvitis*, foi constatada pela primeira vez no Brasil em 2001, no norte do Paraná e nos anos seguintes foi observada em outras regiões do país. A doença causa desfolha precoce das plantas de videira, prejudicando o desenvolvimento dos ramos e a maturação dos frutos. Os objetivos deste trabalho foram: (i) avaliar, em condições controladas, a influência da temperatura, da duração do molhamento foliar e da luz na infecção de *P. euvitis* em videira ´Niagara Rosada´, e da temperatura no desenvolvimento da doença; (ii) determinar o efeito da temperatura e luz na germinação, e o efeito da temperatura na manutenção da viabilidade de urediniósporos de *P. euvitis* em ambiente controlado; (iii) elaborar e validar uma escala para avaliação da severidade da ferrugem da videira; (iv) avaliar a resistência à ferrugem em porta-enxertos e cultivares-copas de videira em condições controladas, e o efeito da concentração da suspensão de urediniósporos e da idade da folha na infecção de *P. euvitis* em videira 'Niagara Rosada'. Os resultados obtidos mostraram que os maiores níveis de infecção foram a 20°C com os períodos de molhamento foliar de 12 e 24 horas. Sendo necessário pelo menos seis horas de molhamento foliar a 15 e 25°C para ocorrer a infecção. A 30°C não ocorreu infecção com nenhum tempo de molhamento foliar. Um modelo matemático foi proposto para a descrição do efeito da temperatura e umidade na infecção. O período latente foi de sete dias a 20°C, estendendo-se para 13 dias quando as plantas foram mantidas a 15°C. A fase telial, embora seja eventualmente encontrada em condições de infecção natural, no campo, não foi observada em nenhum dos tratamentos conduzidos em condições controladas. Urediniósporos de *P. euvitis* requerem pelo menos seis horas de incubação para germinação, e o maior índice de germinação ocorreu a 20°C, podendo germinar na presença e na ausência de luz. A escala

diagramática proposta apresentou-se válida como ferramenta para quantificar a severidade da ferrugem da videira. Verificou-se que quanto maior a concentração de urediniósporos, até o limite de 10^7 esporos/mL, maior é o índice de infecção da ferrugem da videira (R^2=97%). O patógeno *P. euvitis* pode colonizar folhas jovens e velhas de videira. Verificou-se que ocorreram diferenças significativas nos níveis de resistência à ferrugem dentre os 17 genotipos de *Vitis* spp avaliados (p=0.05).

Palavras-chave: escala diagramática, fitopatometria, germinação, urediniósporos, *Vitis* spp, parâmetros monocíclicos.

ABSTRACT

ANGELOTTI, Francislene, Dr., Universidade Estadual de Maringá, December 2006. **Biology of grape rust (*Phakopsora euvitis*)**. Adviser: Dr. Dauri José Tessmann. Co-Adviser: Dr. João Batista Vida.

The grape rust, caused by the fungus *Phakopsora euvitis*, was reported by the first time in Brazil in 2001, in the Northern region of Parana State, and since then the disease spread to other regions of the country. The disease causes early defoliation of grape plants, damaging the development of shoots and fruit ripening. The objectives of this research were: (i) to evaluate the effect of temperature, leaf wetness and light on *P. euvitis* infection on Niagara Rosada grape variety under controlled environment, and the effect of temperature on rust development (ii) to determine the effect of temperature and light on germination, and the effect of temperature on viability of *P. euvitis* viability; (iii) to develop and validate a diagrammatic scale for evaluation of grape rust severity; and (iv) to screen rootstock and cultivars for grape rust resistance under controlled conditions, and additionally to assess the effect of urediniospores concentration and leaf age on infection. The highest level of rust infection was at 20°C with 12 to 24 h of leaf wetness and a minimum of 6 h was needed for infection at 15 and 25°C. The rust did not infect the plants at 30°C. The latent period was seven days at 20°C, and 13 days at 15°C. The telial phase of this rust, even though it eventually occurs in field, was not observed in controlled environment. Urediniospores needed at least 6 h of incubation for starting to germinate, and the greatest level of germination occurred at 20°C. Light did not affected germination. The proposed diagrammatic scale was validated as a tool for grape rust severity assessment. Young and mature grape leaves can be colonized by *P. euvitis*, and the infection level increasing was linear up to the concentration of 10^7 spores/mL (R^2=97%). Significant differences in resistance were observed among the 17 genotypes of *Vitis* spp. screened.

Key words: epidemiology, diagrammatic scale, phytopatometry, germination, urediniospores, *Vitis* spp, monocyclic parameter.

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 CULTURA DA VIDEIRA

A videira (*Vitis* spp) é uma das mais antigas plantas cultivadas pelo homem, importante na produção de bebidas, na composição de diversos alimentos e no consumo *in natura* (ALVARENGA et al., 1998). Dados históricos revelam que a primeira introdução da videira, no Brasil, foi feita pelos colonizadores portugueses em 1532, por meio de Martin Afonso de Souza, na então Capitania de São Vicente, hoje Estado de São Paulo (PROTAS et al., 2006).

Atualmente, a viticultura, no Brasil, ocupa uma área de 63 mil hectares e situa-se entre o paralelo 30°S, no Estado do Rio Grande do Sul, e o paralelo 9°S, na região nordeste do país. Em função da diversidade ambiental, existem pólos com viticultura característica de regiões temperadas, com período de repouso hibernal definido; pólos em áreas subtropicais onde, normalmente, a videira é cultivada com dois ciclos anuais, definidos em função de um período de temperaturas mais baixas em que há risco de geadas; e pólos de viticultura tropical onde é possível a realização de podas sucessivas, com dois e meio a três ciclos vegetativos por ano. Os principais Estados produtores de uva no Brasil são: Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia, Pernambuco, Paraná e Minas Gerais (SATO, 2004; MELO, 2006).

Segundo o IBGE, a produção brasileira de uva, em 2005, foi de 1.232.564 toneladas (Tabela 1). O Estado do Paraná foi responsável por 8% da produção, com uma área de 5.603 hectares. No Paraná, a viticultura está concentrada na região norte do Estado onde predominam pequenas propriedades com uso da mão-de-obra familiar, freqüentemente complementados através de contratos de parceria, remunerados com parte da produção. É uma região tradicionalmente produtora de uvas finas de mesa, e, a partir da década de 90, vem diversificando a estrutura produtiva através da introdução das variedades ‘Niagara Rosada’ e ‘Niagara Branca’ (MELO et al., 2006). As cidades de maior importância na produção de uva de mesa no

Estado do Paraná são: Marialva, Assaí, Cornélio Procópio e Francisco Beltrão (IBGE, 2006). As principais cultivares produzidas são: Itália e suas mutações coloridas Rubi, Benitaka, e Brasil, e uvas rústicas com o predomínio da cultivar Niagara Rosada.

Tabela 1 – Produção de uva e área cultivada nos principais Estados produtores do país.

Estado	**Área (ha)**	**Produção (ton x 1000)**	**Valor Produção (Mil Reais)**
Rio Grande do Sul	42.450	611.9	579.262
São Paulo	10.906	231.6	247.441
Paraná	5.603	100.7	92.238
Pernambuco	4.872	153.1	315.469
Santa Catarina	4.224	47.9	34.157
Bahia	3.685	86.3	185.728
Minas Gerais	935	14.3	30.524
Brasil	73.203	1232.5	1.498.779

Fonte: IBGE (2006)

As principais doenças que ocorrem na cultura da uva são causadas por fungos, bactéria e vírus. Dentre as principais doenças fúngicas da videira, no Brasil, estão o míldio [*Plasmopara viticola* (Berk. & Curtis)], o oídio [*Uncinula necator* (Schw.)], a antracnose [*Elsinoe ampelina* (de Bary)], as podridões do cacho [*Botrytis cinérea* (de Bary)*, Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.)] e a ferrugem da videira [*Phakopsora euvitis* (Ono)] (SONEGO et al., 2005). As doenças fúngicas constituem-se um dos principais problemas em todas as regiões produtoras de uva do Brasil.

A importância de cada patógeno varia de acordo com a região geográfica e a resistência varietal. Os fatores ambientais também exercem um importante papel, e podem contribuir para aumentar ou limitar o desenvolvimento das doenças. Nas regiões sul e sudeste predominam doenças como o míldio e as podridões do cacho, devido à maior precipitação

pluviométrica. Por outro lado, na região nordeste, o clima seco favorece as epidemias de oídio (SONEGO et al., 2005).

1.2 FERRUGEM DA VIDEIRA

1.2.1 Distribuição geográfica

A ferrugem da videira foi constatada pela primeira vez, no Brasil, em 2001, no norte do Paraná, no município de Jandaia do Sul em um parreiral comercial da variedade Itália (TESSMANN et al., 2004a). Até 2001, era considerada como praga quarentenária A1. Nos anos seguintes, a doença foi relatada também nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul (PAPA et al. 2003), Mato Grosso (SOUZA, 2004), Pernambuco (TAVARES et al., 2005), Rio de Janeiro (MACAGNAN et al., 2005), Rio Grande do Sul (GAVA et al., 2005) e Santa Catarina (THEODORO et al., 2005).

A ferrugem da videira é endêmica em diversas regiões tropicais, e pode ocorrer em regiões subtropicais e temperadas. No mundo, a doença ocorre desde o Sri Lanka e Índia até o norte da Ásia, incluindo o Japão, China e Coréia (LEU, 1988; ONO, 2000). Na Austrália, a doença foi constatada em 2001 (WEINERT et al., 2003). Nas Américas, a doença ocorre no sul e leste dos Estados Unidos, na América Central, Colômbia e Venezuela (LEU, 1998; ONO, 2000). Não há relato da ocorrência da doença na Europa.

1.2.2 Sintomatologia e danos

Os sintomas da ferrugem da videira são pústulas amarelas, pequenas, formadas na face inferior de folhas maduras. As pústulas coalescem e podem cobrir grande extensão do limbo foliar. Na face superior da folha, aparecem áreas necrosadas no lado oposto às pústulas. Nas pústulas amareladas são formadas massas de urediniósporos do patógeno. Nos estágios mais avançados do desenvolvimento da doença também se observam télios, de coloração marrom escura, entremeados com os urédios. As folhas colonizadas amarelecem e secam, e o ataque severo do patógeno pode causar a queda prematura de folhas. A desfolha precoce causada pela ferrugem reduz o

crescimento de porta-enxertos, prejudica a maturação dos frutos e afeta o acúmulo de reservas das plantas adultas, comprometendo as safras seguintes (LEU, 1988; TESSMANN et al., 2004a; TESSMANN et al., 2004b). No Paraná, na ausência de controle químico, a doença pode causar a perda total da produção em videira 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca* L. x *V. vinifera* L.) produzida na safra temporã, em decorrência dos danos à maturação dos frutos (VIDA; TESSMANN, 2005).

1.2.3 Etiologia

A taxonomia da ferrugem da videira é complexa e a literatura relata mais de uma espécie associada à doença (LEU, 1988). Mais recentemente, Ono (2000) revisou o assunto e identificou três populações no "complexo" *Phakopsora ampelopsidis*, as quais colonizam diferentes gêneros na Família *Vitaceae*. Essas populações são morfologicamente e patogenicamente distintas, em que a espécie *P. ampelopsidis* coloniza apenas espécies do gênero *Ampelopsidis*; a espécie *P. vitis* coloniza espécies do gênero *Parthenocissus* e *P. euvitis* coloniza espécies do gênero *Vitis*. Segundo Ono (2000), além de *P. euvitis*, a espécie *P. uva* também pode estar associada à doença nas Américas. No Brasil, com base nas características de télios e urédios, o patógeno foi identificado como *Phakopsora euvitis* Ono [Reino Eumycota (Fungi), Phylum Basidiomycota, Ordem Uredinales (TESSMANN et al., 2004a).

Segundo Tessmann et al. (2004a), os urédios aparecem como pústulas amarelas com 32 a 55 µm de diâmetro na superfície inferior das folhas. Os urediniósporos são ovóides ou elípticos, com cerca de 17-28 x 12-18 µm. Os télios são subepidérmicos de coloração marrom e os teliósporos podem variar de oblongos a cilíndricos com cerca de 14-30 x 8-12 µm.

O agente causal da doença é parasita obrigatório e o ciclo completo da ferrugem ocorre apenas na Ásia. É uma ferrugem macrocíclica, com cinco fases reprodutivas, das quais três fases ocorrem na videira e duas fases ocorrem em *Meliosma myriantha*, que é hospedeira alternativa da ferrugem. Essa hospedeira da ferrugem é uma planta arbusto que ocorre apenas na Ásia. As fases, espermogonial (fase 0) e aecial (fase I) ocorrem em *M. myriantha*, e

as fases uredinial (fase II), telial (fase III) e basidial (fase IV) ocorrem na videira (*Vitis* spp.) (LEU, 1988).

No Brasil, apenas a ocorrência da fase uredinial e fase telial foram verificadas. Presume-se que a ferrugem não completa seu ciclo e que os urediniósporos constituem o inóculo primário e secundário da doença. Com base nos dados disponíveis até o momento, acredita-se que o patógeno sobrevive de uma safra para outra colonizando folhas verdes de videira. A sobrevivência é possível nas regiões do País nas quais não ocorrem geadas ou possuem inverno ameno, como o norte do Paraná, onde é possível produzir duas safras no ano, e há plantas com folhas verdes durante praticamente o ano todo. Nas regiões em que ocorre desfolha completa das plantas, no inverno, a sobrevivência do patógeno é prejudicada e isso reduz ou impede a manutenção da viabilidade do inóculo inicial da doença para novas epidemias (TESSMANN et al., 2004b).

1.2.4 Epidemiologia

As doenças de plantas resultam da interação de hospedeiros, patógenos e o ambiente (AGRIOS, 1997). Em hospedeiros susceptíveis, dentre os fatores do ambiente que mais influenciam a ocorrência de ferrugens estão a temperatura, a umidade e a luz. A ocorrência de um determinado período de umidade, originada de orvalho, chuva ou água de irrigação, na forma de um filme de água sobre a superfície das plantas é fundamental para a germinação dos esporos das ferrugens e ao processo de infecção. Da mesma forma, as ferrugens possuem uma faixa de temperatura ótima para a infecção e esporulação. Os resultados da quantificação desses efeitos em condições controladas são úteis para o desenvolvimento de medidas de controle dessas doenças no campo, principalmente para programas que visam ao uso racional de fungicidas no seu controle (WEBB; NUTTER JR., 1997; MARTINS; AMORIM, 1999; MAY-DE-MIO; AMORIM, 2002; MULELLER; BUCK, 2002).

As condições favoráveis ao progresso da ferrugem da videira ainda não estão totalmente determinadas no Brasil. No Paraná, a doença ocorre em maior intensidade nos meses mais quentes e úmidos (dezembro a março), nos quais são registradas temperaturas mínimas noturnas superiores a 18°C,

associadas com períodos prolongados de molhamento foliar (TESSMANN et al., 2004b). No campo, foi verificado que o progresso da doença coincidiu com a ocorrência de temperatura noturna média de 21,9ºC e molhamento foliar de 6 horas (MAZIA, 2005).

Leu (1983) verificou, em estudo realizado com folhas de videira destacadas, que o período de incubação foi de 5-6 dias nas temperaturas de 16-30°C, e de 15 a 20 dias em temperaturas inferiores a 12°C. Esse autor observou que a luz exerce efeito inibitório na germinação dos urediniósporos e que a germinação dos urediniósporos *in vitro* ocorreu a partir de duas horas de incubação, com o índice máximo de 68,9%, após 24 horas de incubação. Nesse mesmo estudo, verificou-se que as temperaturas mínima, ótima e máxima para a germinação dos urediniósporos foram 8, 24 e 32°C, respectivamente.

1.2.5 Controle

O controle de doenças de plantas e da ferrugem da videira pode ser realizado com a integração de medidas de controle culturais, controle químico e resistência genética. Medidas preventivas de controle são recomendadas como a escolha de solos com boa capacidade de drenagem, a desbrota e poda verde, para melhorar a insolação e o arejamento, a fim de diminuir o período de água livre na planta e impedir a formação de microclima favorável ao patógeno e, conseqüentemente, diminuir os problemas causados pela doença.

Embora não existam fungicidas registrados para o controle da ferrugem da videira até o momento, algumas pesquisas estão sendo realizadas, com resultados satisfatórios. O controle químico tem se mostrado eficaz e está sendo realizado através de fungicidas protetores e sistêmicos recomendados para cultura da videira. Tessmann et al. (2004) verificaram que os fungicidas tebuconazole, metiram+piraclostrobina, cyproconazole, metconazole e azoxystrobim foram mais eficientes do que mancozeb e oxicloreto de cobre. Papa et al. (2003) verificaram que o fungicida tebuconazole foi o mais eficiente no controle da ferrugem no Estado de São Paulo e Mato Grosso do Sul, confirmado por Mazia (2005) na região norte do Paraná. Da mesma forma, Della Valle et al. (2003) verificaram que os fungicidas tebuconazole, triadimenol

e propineb proporcionaram eficiência superior a 80% de controle da doença. No Paraná, o controle químico da ferrugem da videira tem sido demandado tanto para porta-enxertos em crescimento como para variedades-copa de uvas americanas e híbridas (TESSMANN et al., 2004).

A resistência genética é uma estratégia importante para o controle da doença, e é altamente desejável do ponto de vista ambiental e também por reduzir o custo de produção. Todavia, as informações sobre cultivares resistentes à doença são escassas. Cultivares oriundas de *Vitis labrusca*, *V. vinifera* e *V. rotundifolia* são suscetíveis à ferrugem. Algumas observações no campo relatam que variedades americanas como Niagara e Isabel e diversos porta-enxertos são mais suscetíveis do que variedades européias (TESSMANN et al., 2004; SONEGO et al., 2005).

1.3 DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS MONOCÍCLICOS E DE COMPONENTES DE RESISTÊNCIA A FERRUGENS EM CONDIÇÕES CONTROLADAS

O conhecimento da biologia do patógeno, das condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das epidemias e da resistência varietal é muito importante para o estabelecimento de medidas de controle adequadas. Muitos fatores afetam o ciclo da doença, incluindo fatores ambientais (temperatura, molhamento foliar e luz), fatores relacionados ao hospedeiro (idade da planta, idade da folha, estádio de desenvolvimento da planta) e fatores relacionados ao patógeno (idade dos urediniósporos, densidade dos esporos, idade da lesão).

Dados que explicam o desenvolvimento da epidemia no campo podem ser obtidos através do estudo dos parâmetros monocíclicos da doença em condições controladas. A influência da temperatura, umidade e luz no processo de infecção e colonização de patógenos foliares em câmara de crescimento permitem o isolamento dos efeitos ambientais específicos (ROTEM, 1988). Estudos realizados em condições controladas indicaram que os fatores climáticos tais como: a temperatura, umidade e luz, são os principais determinantes no processo de infecção e desenvolvimento das ferrugens nas plantas (JOSEPH; HERING, 1997; WEBB; NUTTER JR., 1997; MARTINS;

AMORIM, 1999; MAY-DE-MIO; AMORIM, 2002; MUELLER; BUCK, 2002; NEGUSSIE ET AL., 2005).

As ferrugens podem se desenvolver numa ampla faixa de variação de temperatura. A severidade de *Puccinia hemerocallidis* ocorre com maior intensidade em plantas de lírio mantidas a 22ºC (MUELLER; BUCK, 2002). No entanto, a infecção da ferrugem do álamo foi mais elevada na faixa de temperatura entre 16-21°C (MAY-DE-MIO; AMORIM, 2002). Entretanto, flutuações extremas de temperatura podem ser altamente desfavoráveis. O fungo *P. pachyrhizi* não infecta plantas de soja quando submetidas à temperatura maiores de 27,5^{o}C (MARCHETTI et al. 1976). A infecção máxima de *Puccinia psidii* em *Eucalyptus grandis* foi observada na faixa de temperaturas de 20-25°C (RUIZ et al., 1989).

Assim como a temperatura, a duração do molhamento foliar é essencial no processo de infecção das ferrugens e o tempo necessário com água livre varia de um patossistema para o outro (JOSEPH; HERING, 1997; WEBB; NUTTER JR., 1997; GODOY et al., 1999; MAY-DE-MIO; AMORIM, 2002; MUELLER; BUCK, 2002, NEGUSSIE et al., 2005). A infecção de *Puccinia polysora,* em milho, ocorre após 2-4 horas de molhamento foliar, sob a temperatura de 20-25°C (GODOY et al., 1999).

Diferentes períodos latentes são observados para as ferrugens hospedeiros de diversas espécies (MARCHETTI et al., 1976; TESSMANN, 1992; WEBB; NUTTER JR., 1997; MAY-DE-MIO; AMORIM, 2002; MUELLER; BUCK, 2003; PFISTER et al., 2004). Para as ferrugens *Uromyces striatus*, *Thekopsora minima*, *Phakopsora pachyrhizi*, entre outras, o período latente diminui com o aumento da temperatura de 15 para 25°C (WEBB; NUTTER JR., 1997; PFISTER et al., 2004; PIVONIA; YANG, 2006).

A resistência genética é uma estratégia importante para o controle de doenças de maneira geral. Estudos sobre a resistência genética de ferrugens têm sido realizados em diversos patossistemas (PATAKY; HEADRICK, 1988; SILVA et al., 2001; CHAVES et al., 2004; PEI et al., 2004; RIME et al., 2005; CLIFFORD; RODERICK, 1981).

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

(i) Avaliar, em condições controladas, a influência da temperatura, da duração do molhamento foliar e da luz na infecção de *P. euvitis* em videira ´Niagara Rosada´, e da temperatura na colonização do patógeno;

(ii) determinar o efeito da temperatura e da luz na germinação e da temperatura na viabilidade de urediniósporos de *P. euvitis*;

(iii) elaborar e validar uma escala para avaliação da severidade da ferrugem da videira;

(iv) avaliar a resistência à ferrugem em porta-enxertos e cultivares-copas de videira em condições controladas;

(v) determinar o efeito da concentração de urediniósporos de *P. euvitis* e da idade da folha na infecção de *P. euvitis* em videira 'Niagara Rosada'.

CAPÍTULO I

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA UMIDADE NA INFECÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO DA FERRUGEM DA VIDEIRA

1 INTRODUÇÃO

A ferrugem da videira foi constatada no Brasil em 2001, no norte do Paraná, no município de Jandaia do Sul (TESSMANN et al., 2001), e nos anos seguintes foi observada também para outras regiões do país. A doença foi constatada até o momento nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Rio de Janeiro e Pernambuco (GAVA et al., 2003; PAPA et al., 2003; SOUZA et al., 2004; MACAGNAN et al., 2005; TAVARES et al., 2005; THEODORO et al., 2005).

A ferrugem da videira é endêmica em diversas regiões tropicais do mundo, estende-se também para algumas regiões subtropicais e temperadas (Leu, 1988). Na Ásia, a doença ocorre em Bangladesh, na China, na Índia, na Indonésia, no Japão, na Coréia do Norte, na Coréia do Sul, nas Filipinas, no Sri Lanka, em Taiwan e na Tailândia (EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION, 2005). Nas Américas, a doença está presente no Sul e Leste dos EUA, na América Central, na Colômbia e na Venezuela (LEU, 1988; ONO, 2000). A doença foi constatada na Austrália em 2001 (WEINERT et al., 2003) e não há relato da sua ocorrência na Europa e África.

A doença causa desfolha antecipada da videira, prejudica o desenvolvimento dos ramos e a maturação dos frutos. No Paraná, na ausência de controle químico, a doença pode causar a perda total da produção em videira ‘Niagara Rosada’ (*Vitis labrusca* L. x *V. vinifera* L.) produzida na safra temporã, em decorrência dos danos à maturação dos frutos (VIDA; TESSMANN, 2005).

O agente causal da ferrugem da videira é o fungo Phakopsora euvitis Ono, sendo uma ferrugem macrocíclica e heteroécia. No entanto, o ciclo completo de vida do patógeno foi observado apenas na Ásia (ONO, 2000), onde as fases espermogonial (0) e aecial (I) ocorrem na planta arbustiva *Meliosma myriantha* (Sabiaceae), e as fases uredinial (II), telial (III) e basidial (IV) ocorrem em *Vitis* spp. No Brasil, presume-se que essa ferrugem apresente ciclo de vida incompleto porque não ocorre a espécie hospedeira alternante, estimando-se que apenas a fase uredinial tenha importância epidemiológica (VIDA; TESSMANN, 2005).

O estudo dos parâmetros monocíclicos da ferrugem da videira, em condições controladas, é importante para o entendimento da influência de fatores climáticos no progresso da doença no campo. O estudo da influência da temperatura, umidade e luz no processo de infecção e colonização de patógenos foliares, em câmara de crescimento permite o isolamento dos efeitos ambientais específicos, fornecendo dados que explicam o desenvolvimento da epidemia no campo (ROTEM, 1988). Estudos dos parâmetros monocíclicos têm sido realizados para ferrugens em diversas espécies de plantas hospedeiras, evidencia a importância da temperatura, duração do molhamento foliar e da luz na infecção e desenvolvimento da doença (WEBB; NUTTER JR., 1997; MARTINS; AMORIM, 1999; MAY-DE-MIO; AMORIM, 2002; MUELLER; BUCK, 2002).

Os parâmetros monocíclicos da ferrugem da videira ainda não foram estudados em uvas americanas e híbridas de interesse econômico para o Brasil, de modo que o conhecimento do efeito da temperatura, umidade e luz no processo de infecção e no desenvolvimento da doença em uvas cultivadas nas regiões tropicais Brasil é importante para o entendimento da epidemiologia da doença e aplicação de medidas de controle adequadas.

O objetivo do trabalho foi avaliar, em condições controladas, a influência da temperatura, da duração do molhamento foliar e da luz na infecção de *P. euvitis* em videira ‘Niagara Rosada’, e da temperatura na colonização do patógeno.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 PRODUÇÃO DE MUDAS

Os experimentos foram conduzidos em plantas de videira da variedade 'Niagara Rosada', susceptível a *P. euvitis*. As mudas foram obtidas por meio da propagação de estacas em vasos com capacidade de 2000 cm^3. As plantas foram mantidas em casa de vegetação até a inoculação.

2.2 OBTENÇÃO, MANUTENÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DO INÓCULO

O inóculo inicial foi obtido a partir de urediniósporos coletados de folhas de videira da cultivar 'Niagara Rosada' com infecção natural, no município de Marialva, PR. Foi preparada uma suspensão de urediniósporos na concentração de 10^5 esporos/mL em uma solução de água com Tween 20 a 0,01%. A inoculação foi feita em plantas da variedade 'Niagara Rosada' por meio da pulverização da suspensão dos esporos até o ponto de escorrimento. Logo após, os vasos com as mudas inoculadas foram cobertos com saco plástico preto umedecido, vedados próximo à base dos vasos, por 24 horas, a fim de formar uma câmara úmida e simular o período de molhamento do campo. Para a multiplicação do inóculo, as mudas foram mantidas em câmara de crescimento, com fotoperíodo de 12 horas e temperatura de 24±2°C.

2.3 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DURAÇÃO DO MOLHAMENTO FOLIAR NA INFECÇÃO DE *Phakopsora euvitis* EM VIDEIRA 'NIAGARA ROSADA'

Mudas de videira com 4-6 folhas foram inoculadas com uma suspensão de urediniósporos na concentração de 10^5 esporos/mL em solução de Tween 20 a 0,01%, por meio de pulverização, até o ponto de escorrimento. A pulverização foi realizada na face inferior das folhas, inoculando uma a uma. Imediatamente, após inoculação, as mudas foram submetidas às temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C em BOD e aos tempos de molhamento foliar de 0, 3, 6, 12

e 24 horas, no escuro. Para câmara úmida, os vasos umedecidos foram vedados com saco plástico preto (100 litros), e retirados após cada período de molhamento foliar citado. Após cada período de câmara úmida, as mudas foram expostas à ventilação para remover o excesso de água na superfície das folhas. Após o período máximo de câmara úmida, as plantas foram mantidas à temperatura de 23-26°C e fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas três repetições (planta) para cada tratamento. Para quantificar, a doença foi avaliado o número de pústulas por cm^2 de quatro regiões do limbo foliar no período de 6 a 10 dias após a inoculação. A quantificação foi feita através de uma lupa 20x com uma câmera digital acoplada. Os dados foram transferidos para um computador para a contagem das pústulas. Para a avaliação do período latente, foram marcadas duas folhas e contado o número de pústulas, diariamente, até a estabilização. Considerou-se como período latente, o tempo decorrido, em dias, desde a inoculação até o aparecimento de 50% de pústulas esporulantes. Os resultados foram analisados através de regressão múltipla.

2.4 INFLUÊNCIA DA DURAÇÃO DA LUZ SOBRE A INFECÇÃO DE *Phakopsora euvitis* EM VIDEIRA 'NIAGARA ROSADA'

Mudas de videira com 4-6 folhas foram inoculadas com uma suspensão de urediniósporos na concentração de 10^5 esporos/mL em solução de Tween 20 a 0,01%, por meio de pulverização. Imediatamente, após inoculação, as mudas foram transferidas para câmara de crescimento na temperatura de 20-25°C e submetidas a períodos de luz: 2, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas, seguidos de escuro até completarem 24 horas. O mesmo procedimento foi realizado deixando-se as plantas, inicialmente, no escuro por 2, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas, seguidos de luz até completarem 24 horas. Posteriormente, as plantas foram mantidas à temperatura de 23-26°C e fotoperíodo de 12 horas por 10 dias. Para quantificar a doença, foi avaliado o número de pústulas em 2 cm^2 de quatro regiões do limbo foliar no período de 6 a 10 dias após a inoculação.

2.5 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO DA FERRUGEM DA VIDEIRA

Mudas de videira foram inoculadas como descrito no item 2.3. Após a inoculação, as mudas foram submetidas à temperatura 20°C por 24 horas de câmara úmida, no escuro. Posteriormente, as plantas foram mantidas às temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C e fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas quatro repetições e para quantificar a doença foi avaliado o número de pústulas/cm^2 de quatro regiões do limbo foliar, como descrito no item 2.3. Determinou-se o período latente, conforme descrito no item 2.3. A partir dos dados obtidos, obteve-se, por meio de analise de regressão, o efeito da temperatura no desenvolvimento e no período latente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DURAÇÃO DO MOLHAMENTO FOLIAR NA INFECÇÃO DE *Phakopsora euvitis* EM VIDEIRA 'NIAGARA ROSADA'

A temperatura e o período de molhamento foliar influenciaram o processo de infecção de *P. euvitis* (Figura 1). Os primeiros sinais da ferrugem foram visualizados seis dias após a inoculação, nas temperaturas de 20 e 25°C. Os maiores de níveis de infecção foram observados a 20°C com os períodos de molhamento foliar de 12 e 24 horas. Foi necessário o mínimo de seis horas de molhamento foliar para ocorrer infecção nas temperaturas de 15, 20 e 25°C. Não ocorreu infecção nas mudas submetidas a 30°C em nenhum dos tempos de molhamento foliar testados. A relação entre a temperatura e o período de molhamento foliar foi descrita pela equação $Y = -1085,3 + 87,8T + 61,5MF – 1,9T^2 – 1,0MF^2 – 0,9TMF$ ($R^2 = 0,78$), onde Y = número pústulas/cm^2, T = temperatura e MF = molhamento foliar (Figura 1).

Dentre os fatores climáticos, a temperatura, umidade e luz são os principais determinantes no processo de infecção e desenvolvimento das ferrugens nas plantas (WEBB; NUTTER JR., 1997; MARTINS; AMORIM, 1999; MAY-DE-MIO; AMORIM, 2002; MUELLER; BUCK, 2002).

Os níveis de infecção de *P. euvitis* foram mais elevados quando as plantas inoculadas foram mantidas na temperatura de 20ºC. A temperatura ótima para infecção pode variar entre as ferrugens. Resultados semelhantes foram encontrados na infecção de *Puccinia hemerocallidis* onde a severidade da doença ocorreu com maior intensidade em plantas mantidas a 22ºC (MUELLER; BUCK, 2002). No entanto, as maiores taxas de infecção da ferrugem do álamo foi observada na faixa de temperatura entre 16-21°C (MAY-DE-MIO; AMORIM, 2002).

Verificou-se neste trabalho que a 30ºC não ocorreu a infecção de *P. euvitis* em videira 'Niagara Rosada'. Resultado semelhante foi obtido por Marchetti et al. (1976), em plantas de soja inoculadas com *Phakopsora pachyrhizi* e submetidas a 27,5^{o}C.

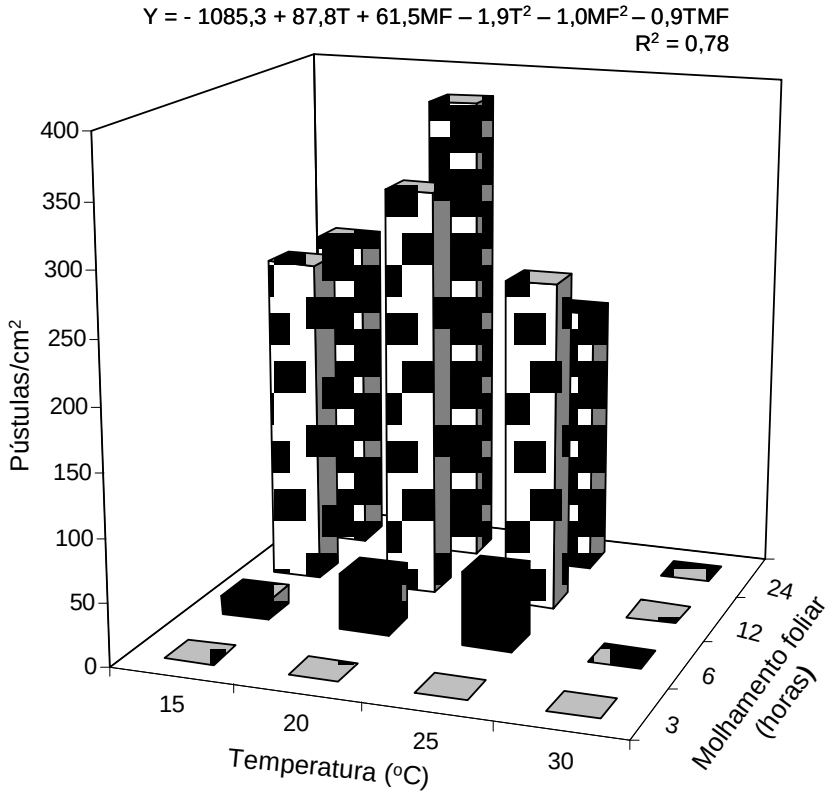

Figura 1 – Número de pústulas/cm^2 em mudas de videira 'Niagara Rosada', em diferentes temperaturas e períodos de molhamento foliar. T = temperatura; MF = molhamento foliar.

Assim como para outras ferrugens, o tempo de duração do molhamento foliar foi essencial no processo de infecção de *P. euvitis* na videira, confirmando a necessidade de água livre para o estabelecimento do patógeno no hospedeiro (JOSEPH; HERING, 1997; WEBB; NUTTER JR., 1997; GODOY et al., 1999; MAY-DE-MIO; AMORIM, 2002; MUELLER; BUCK, 2002, NEGUSSIE et al., 2005). Contudo, o tempo de água livre necessário para a infecção é variável para as diferentes ferrugens. Por exemplo, 2-4 horas de molhamento foliar, sob a temperatura de 20-25°C, foram suficientes para infecção de *Puccinia polysora* em milho (GODOY et al., 1999). Para ocorrer a infecção por *P. euvitis* na videira foram necessários pelo menos seis horas de presença de água livre na superfície das folhas, muito embora o número de pústulas por cm^2 foi sete vezes maior nas plantas submetidas a 12 e 24 horas de molhamento foliar.

3.2 INFLUÊNCIA DA LUZ NA INFECÇÃO

A quantidade de pústulas/cm^2 observadas, após a infecção por *P. euvitis* na videira, variou em função da duração dos períodos inicias de exposição à luz e ao escuro (Figuras 2 e 3). Os níveis de infecção nas plantas foram mais elevados quando a incubação ocorreu sob períodos de escuro prolongados. Quando as mudas foram inoculadas e submetidas aos diferentes períodos iniciais de luz, verificou-se que os maiores níveis de infecção ocorreram nas plantas que permaneceram quatro horas no claro, seguida de 20 horas de escuro. Os níveis de infecção diminuíram com o aumento de horas de exposição inicial à luz (Figura 2).

Quando os períodos iniciais foram de exposição ao escuro, verificaram-se menores níveis de infecção quando as plantas foram submetidas a apenas quatro horas de escuro, seguido de 20 horas de claro. Os maiores níveis de infecção por *P. euvitis* foram observados com o aumento do número de horas de exposição inicial ao escuro (Figura 3). Períodos iniciais de escuro de 12 horas ou mais proporcionaram níveis de infecção mais elevados do que períodos de quatro e oito horas. Porém, também ocorreu infecção quando as plantas foram mantidas o período inicial de 24 horas sob luz contínua.

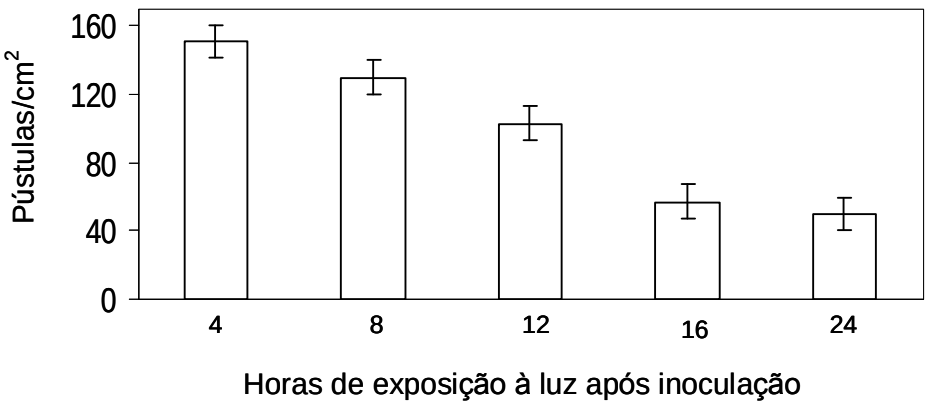

Figura 2 – Efeito do fotoperíodo na infecção de *Phakopsora euvitis* em mudas de videira 'Niagara Rosada'. Barras representam o desvio-padrão da média

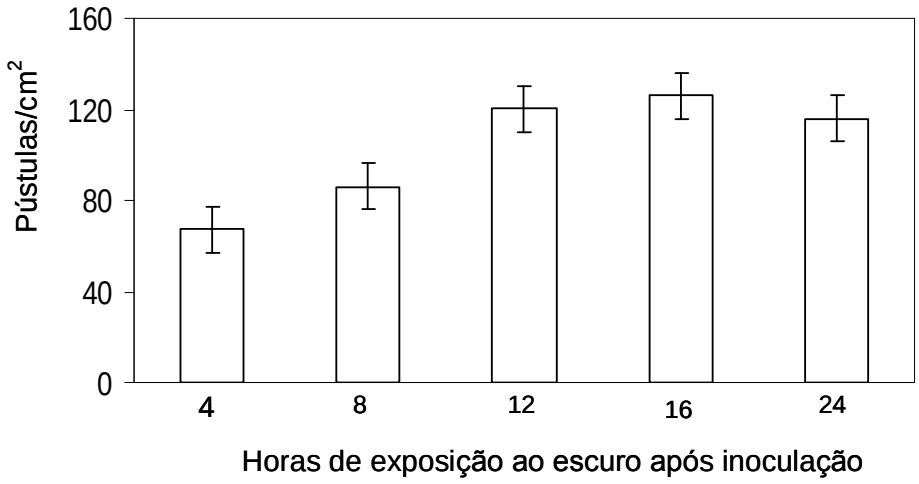

Figura 3 – Efeito do fotoperíodo na infecção de *P. euvitis* em mudas de videira 'Niagara Rosada'. Barras representam o desvio-padrão da média.

Os resultados deste trabalho evidenciam que períodos de molhamento foliar noturnos são mais favoráveis à infecção.

O efeito inibitório da luz na infecção de ferrugens também foi descrito por outros autores. Por exemplo, o efeito da luz durante o período de câmara úmida reduziu a infecção de *Puccinia psidii* em eucalipto. Entretanto, a luz fornecida após o período de incubação estimulou a infecção e a esporulação deste patógeno (RUIZ et al., 1989). Estudos da luz, na pré-inoculação, indicaram que a penetração do fungo *P. striiformis* foi maior em plantas expostas à luz 16 horas antes da inoculação. A luz foi descrita pelos autores como um sinal para atração do tubo germinativo pelo estômato (DE VALLAVIEILLE-POPE et al., 2002).

3.3 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO DA DOENÇA

Verificou-se que a temperatura influenciou o desenvolvimento da ferrugem da videira. Os maiores níveis de infecção foram observados a 20°C e o menor a 30°C. A relação entre a temperatura e o desenvolvimento da ferrugem da videira foi descrita pela equação $Y = - 0,34x^2 + 12,66x – 28,10$ ($R^2 = 0,84$), onde Y = número pústulas/cm^2 e x = temperatura (Figura 4). Nas

temperaturas de 20 e 25°C, o período latente foi de sete dias, sendo o desenvolvimento mais lento na temperatura de 15°C, com período latente de 13 dias (Figura 5). A relação entre o período latente e a temperatura foi descrita pela equação $Y = 1,75x^2 - 10,25x – 21,25$ ($R^2 = 0,94$), onde y = período latente em dias e x = temperatura.

Nas temperaturas testadas, no limite de 60 dias, não foi verificada a formação de teliósporos em condições controladas. No campo, eventualmente constata-se a ocorrência da fase telial (TESSMANN et al., 2004).

A influência da temperatura no desenvolvimento de diversas ferrugens está bem evidenciada na literatura (RUIZ et al., 1989; GODOY et al., 1999; PFISTER et al., 2004). A ferrugem da videira pode se desenvolver numa ampla faixa de variação de temperatura (15 a 30°C), mas, flutuações extremas são altamente desfavoráveis. Resultado semelhante foi observado no desenvolvimento de *P. psidii* no eucalipto (RUIZ et al., 1989).

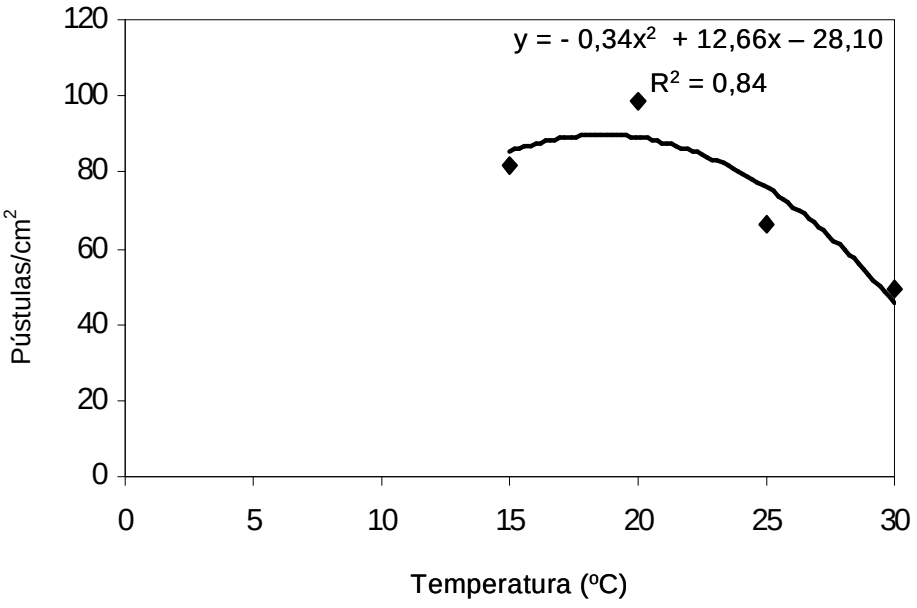

Figura 4 – Efeito da temperatura no desenvolvimento de *P*hakopsora *euvitis*.

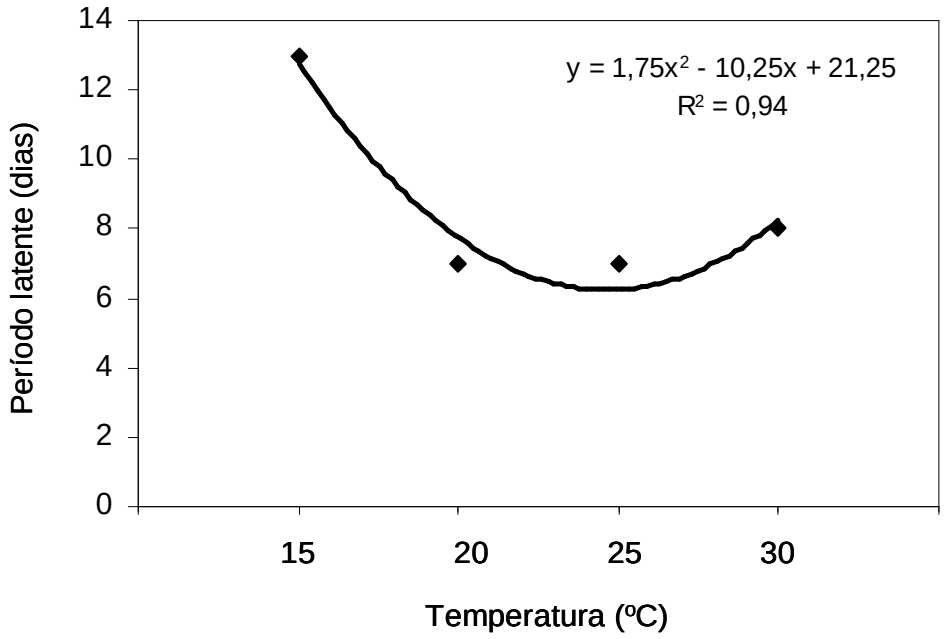

Figura 5 – Efeito da temperatura no período latente da ferrugem *Phakopsora euvitis*, em mudas de videira 'Niagara Rosada' submetidas a diferentes temperaturas, após 24 horas de câmara úmida a 20°C.

O período latente do fungo *P. euvitis* foi de sete dias nas plantas submetidas às temperaturas de 20 e 25°C. Resultados semelhantes foram observados onde o período latente diminuiu com o aumento da temperatura de 15 para 25°C (WEBB; NUTTER JR., 1997; PFISTER et al., 2004). O período latente de *Puccinia polysora* foi de 14 dias a 15°C e de 8-9 dias a 25°C (GODOY et al., 1999). O curto período latente do fungo *P. euvitis* observado a 20-25ºC é um fator que contribui para que epidemias da doença sejam explosivas, em que a maior parte do ciclo da cultura ocorre sob temperaturas de 24-28°C no norte do Paraná.

Naruzawza et al. (2006) verificaram que os primeiros sintomas e sinais da ferrugem da videira, em plantas de videira inoculadas e mantidas no campo, foi de 11 dias em folhas maduras No entanto, no presente trabalho, verificou-se o aparecimento das primeiras pústulas de *P. euvitis aos* 6 a 7 dias após inoculação, sob temperatura constante de 20-25°C.

O período latente da ferrugem da videira foi de 7-8 dias nas temperaturas de 20 e 25°C e de 11 dias na temperatura de 15°C. Diferentes períodos latentes são observados para as diferentes ferrugens em hospedeiros de diversas espécies (MARCHETTI et al., 1976; TESSMANN, 1992; WEBB; NUTTER, 1997; MAY-DE-MIO; AMORIM, 2002; MUELLER; BUCK, 2003; PFISTER et al., 2004). Para *Thekopsora minima*, em azaléia, o menor período latente, 10 dias, ocorreu na temperatura de 23°C (PFISTER et al., 2004). Período latente de 17 dias foi observado para *Uromyces striatus* em alfafa (WEBB; NUTTER, 1997).

Para ferrugem da videira, assim como para outras ferrugens, a temperatura pode determinar a rapidez e a extensão da infecção e o período de molhamento foliar é um fator importante no estabelecimento do processo de infecção. Os resultados deste trabalho poderão ser úteis em trabalhos futuros de epidemiologia e controle da ferrugem da videira no campo.

4 CONCLUSÕES

- A temperatura de 20 e períodos de molhamento foliar entre 12 e 24 horas propiciaram maiores níveis de infecção em mudas de videira 'Niagara Rosada'.
- Maiores níveis de infecção de *P. euvitis* foram observados com o aumento do número de horas de exposição inicial ao escuro após a inoculação, evidenciando que períodos de molhamento foliar noturnos são mais favoráveis à infecção.
- A temperatura durante a colonização influenciou a duração do período latente, com período latente menor (de sete a oito dias) observado nas temperaturas de 20 e 25ºC.

CAPÍTULO II

VIABILIDADE E GERMINAÇÃO DE UREDINIÓSPOROS DE *Phakopsora euvitis*

1 INTRODUÇÃO

A ferrugem da videira é causada pelo fungo *Phakopsora euvitis* Ono (Ono, 2000). Esse patógeno coloniza as folhas da videira (*Vitis* spp.) e causa desfolha precoce das plantas. Embora essa ferrugem apresente ciclo completo na Ásia (ONO, 2000), apenas as suas fases uredinial e telial foram constatadas no Brasil onde se presume que os urediniósporos sejam o inóculo primário e secundário para essa doença (TESSMANN et al., 2004a).

Por ser uma doença constatada recentemente no Brasil, existem poucas informações sobre a biologia do patógeno e a epidemiologia da doença. Após sua constatação no norte do Paraná, em 2001, essa doença disseminou-se e tornou-se endêmica em regiões do Brasil de climas tropical e subtropical, em períodos de inverno com temperaturas amenas, nas proximidades e acima do Trópico de Capricórnio. Tem-se verificado que apenas nessas regiões a ferrugem da videira tem causado danos. Nessas regiões, produzem-se duas safras anuais de uva, ocorrendo tecido foliar verde durante todo o ano. Isso provavelmente porque nessas regiões o patógeno sobrevive de uma safra para outra e coloniza folhas verdes de videira, produz urediniósporos. Nas regiões em que ocorre desfolha completa das plantas no inverno, estima-se que a sobrevivência do patógeno seja prejudicada pela ausência de tecidos verdes da hospedeira e isso reduz ou impede a manutenção da viabilidade do inóculo inicial da doença para novas epidemias (VIDA; TESSMANN, 2005).

A fase de germinação dos urediniósporos na superfície das folhas, que ocorre na fase de pré-infecção, é influenciada por diversos fatores ambientais,

sendo esta a fase crítica para o estabelecimento do patógeno. Vários estudos comprovam a influência da temperatura, água livre e luz na germinação de urediniósporos de várias ferrugens em diversas hospedeiras (PIZA; RIBEIRO, 1988; JOSEPH; HERING, 1997; TAPSOBA; WILSON, 1997; Pfister et al., 2004; NEGUSSIE et al., 2005). A determinação da extensão dos fatores que influenciam na germinação dos esporos é importante para o conhecimento das condições favoráveis para inoculação e infecção de plantas em casa de vegetação (MUELLER; BUCK, 2003).

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da temperatura e da luz na germinação e da temperatura na viabilidade de urediniósporos do agente causal da ferrugem da videira, *P. euvitis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 INFLUÊNCIA DA DURAÇÃO DO PERÍODO DE INCUBAÇÃO NA GERMINAÇÃO *IN VITRO* DE UREDINIÓSPOROS *P. euvitis*

Foi preparada uma suspensão de urediniósporos em água estéril na concentração de 10^5 esporos/mL produzidos em folhas de mudas videira ´Niagara´ e coletados aos 15 dias após a inoculação. Uma alíquota de 100 μL desta suspensão foi espalhada sobre a superfície de cada placa de Petri contendo ágar-água 2%. Foram utilizadas quatro repetições e as placas foram mantidas no escuro a 25°C, por períodos de 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 24 horas. Para manter as placas no escuro, estas foram cobertas com papel alumínio. Foi marcada uma área em cada placa e, após cada período foi avaliado o percentual de esporos germinados e não-germinados em microscópio óptico. Foram considerados germinados os esporos com tubo germinativo de comprimento igual ou maior ao comprimento do esporo.

2.2 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA LUZ NA GERMINAÇÃO DE UREDINIÓSPOROS

Para produção dos esporos, adotou-se o mesmo procedimento do item 2.1. Uma alíquota de 100 μL da suspensão de esporos foi espalhada sobre a superfície de cada placa de Petri, contendo ágar-água 2%. As placas (quatro repetições/temperatura) foram mantidas no escuro (placas foram cobertas com papel alumínio) e sob luz contínua de em estufa incubadora tipo BOD, nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C, por um período de 24 horas. Foram avaliados 100 esporos tomados ao acaso de cada placa, estabelecendo o percentual de esporos germinados e não-germinados, em microscópio óptico. Foram considerados germinados os esporos com tubo germinativo de comprimento igual ou maior ao comprimento do esporo.

2.3 VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS

Urediniósporos de *P. euvitis*, produzidos em mudas de videira 'Niagara Rosada', foram coletados após o 14° dia da inoculação. Os esporos foram colocados em tubos eppendorf (1,5µl), envoltos com papel alumínio e armazenados sob as temperaturas de –20, 5±2, 23±2°C e 33±2°C. A viabilidade foi avaliada através da germinação dos urediniósporos em meio ágar-água. Para a avaliação, foi preparada uma suspensão de urediniósporos em água estéril na concentração de 10^5 esporos/mL, por temperatura de armazenamento. No teste de germinação, uma alíquota de 100 µL desta suspensão foi espalhada sobre a superfície de cada placa de Petri, contendo ágar-água 2%. Foram utilizadas quatro repetições e as placas foram mantidas no escuro a 25°C. A avaliação da germinação dos esporos foi realizada como descrito no item 2.2.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 INFLUÊNCIA DA DURAÇÃO DO PERÍODO DE INCUBAÇÃO NA GERMINAÇÃO *IN VITRO* DE UREDINIÓSPOROS DE *P. euvitis*

A duração do período de incubação influenciou diretamente na porcentagem de germinação dos urediniósporos de *P. euvitis* (Figura 1). Verificou-se a ocorrência de germinação dos esporos após 6 horas de incubação, obtendo-se 2,3% de urediniósporos germinados. O nível de germinação dos esporos aumentou para 8, 15, 29 e 64% ao longo do período de incubação de 8, 10, 12 e 24 horas, respectivamente.

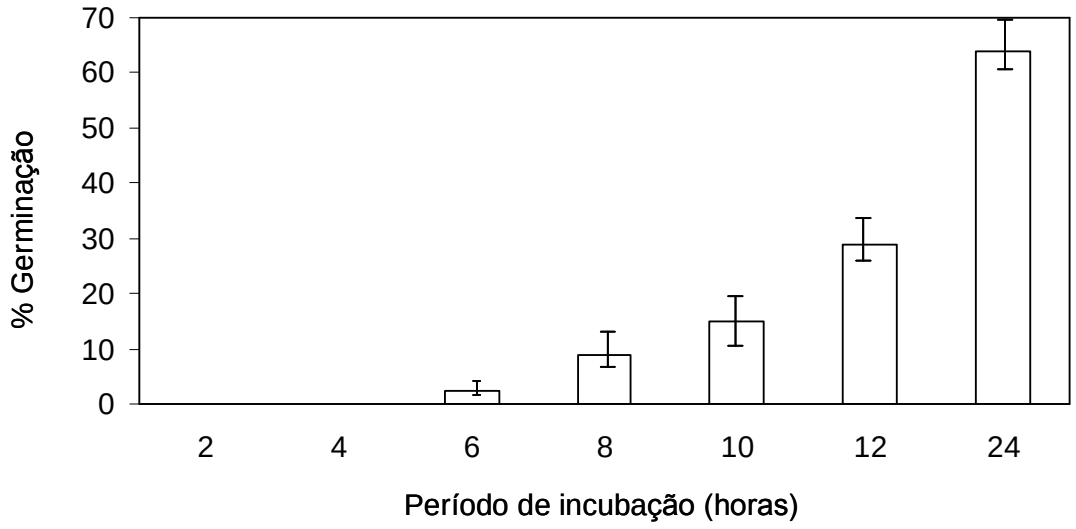

Figura 1 – Porcentagem de germinação de urediniósporos em meio ágar-água após 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 24 horas, no escuro a 25°C.

O tempo necessário para o início da germinação dos urediniósporos *in vitro* é diferente entre as espécies de ferrugens. Por exemplo, o índice de germinação de urediniósporos de *Thekopsora mínima* foi de 49% após 3 horas de incubação (PFISTER et al., 2004); e para *P. pachyrhizi*, o índice de

germinação foi de aproximadamente 24% após 4 horas de incubação e aumentou para aproximadamente 40% após 22 horas de incubação (MARCHETTI et al., 1975).

3.2 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA LUZ NA GERMINAÇÃO DE UREDINIÓSPOROS DE *P. euvitis*

Após 24 horas de incubação, sob o regime de luz, o maior índice de germinação dos urediniósporos foi de 67,5% sob temperatura de 20°C e o menor índice 5,75% a 30°C (Figura 2). As placas armazenadas no escuro, nas temperaturas de 15, 20 e 25°C obtiveram os seguintes índices de germinação 25, 66, 49%, respectivamente (Figura 2). Os esporos não germinaram sob temperatura de 30°C no escuro.

A relação entre a temperatura e a porcentagem de germinação, no escuro, foi descrita pela equação quadrática $y = -0{,}9T^2 + 38{,}66T - 351{,}1$ ($R^2 = 0{,}98$), onde y = porcentagem de germinação e T = temperatura. E a relação entre a temperatura e a porcentagem de germinação, no claro, foi descrita pela equação quadrática $y = -0{,}7T^2 + 29{,}40T - 246{,}51$ ($R^2 = 0{,}946$). A temperatura ótima para germinação no escuro e no claro foi de 21°C (Figura 2).

Ao contrário do que ocorre com outras ferrugens, em que a luz é um fator inibitório na germinação dos urediniósporos (PIZA; RIBEIRO, 1988; WEBB; NUTTER, 1997), *P. euvitis* apresentou alto índice de germinação mesmo quando submetido à luz contínua por 24 horas. Tal efeito também foi verificado para *Puccinia substriata* var. *indica* (TAPSOBA; WILSON, 1997). Segundo Joseph e Hering (1997), urediniósporos de *Uromyces viciae-fabae* apresentam um período de indução na germinação e após este período a germinação não é afetada pela luz.

Temperaturas elevadas, acima de 30°C, inibem a germinação dos esporos de *P. euvitis*. A temperatura ótima para germinação de urediniósporos de *P. euvitis* foi similar à relatada para diversas outras ferrugens, tal como *P. substriata* (TAPSOBA; WILSON, 1997), *T. minima* (PFISTER et al., 2004) e *U. viciae-fabae* (NEGUSSIE et al., 2005). Inclusive, o índice de germinação diminuiu com o aumento da temperatura de 20 para 25°C. Efeito semelhante também foi obtido na germinação de *Puccinia allii* (GILLES; KENNEDY, 2003).

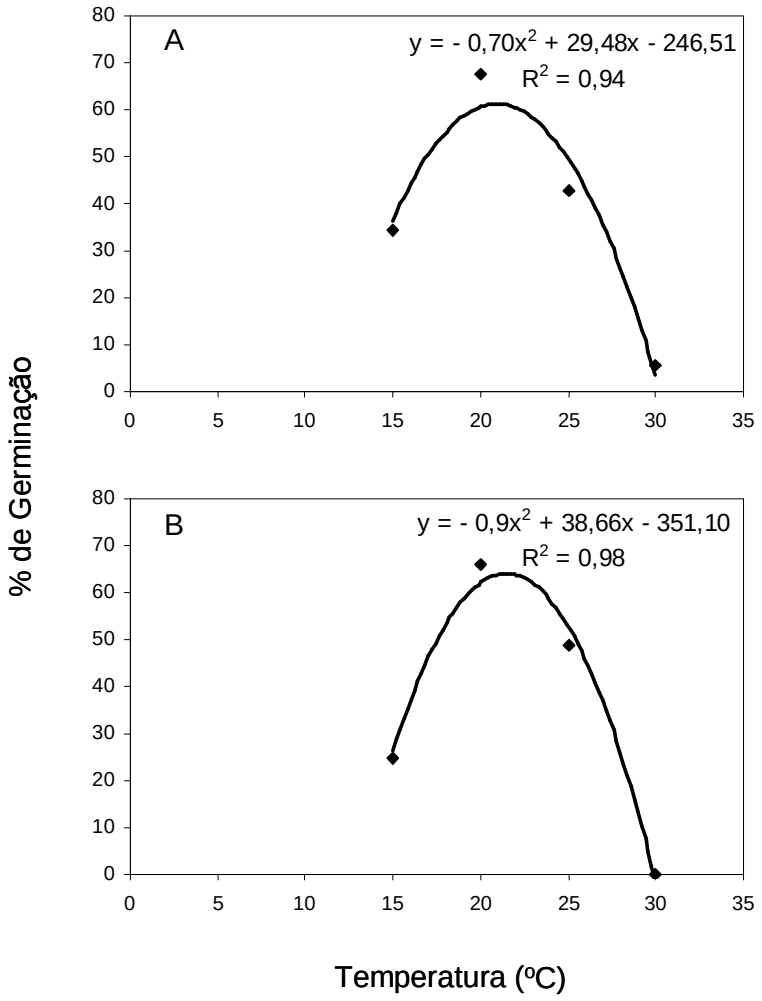

Figura 2 – Germinação de urediniósporos em meio ágar-água sob diferentes temperaturas, nos regimes de luz contínua (A) e escuro (B).

3.3 VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS

O tempo de armazenamento e a temperatura durante o armazenamento tiveram efeito significativo na redução da germinação de urediniósporos de *P. euvitis* (Figura 3). Urediniósporos coletados aos 14 dias após a inoculação apresentaram germinação de 87%, e após 15 dias de armazenamento nas temperaturas de -20, 5±1, 23±2°C, a germinação foi de 55, 58, 60%, respectivamente. A menor porcentagem de germinação foi de 5,6%, observada nos esporos armazenados a 30±2°C.

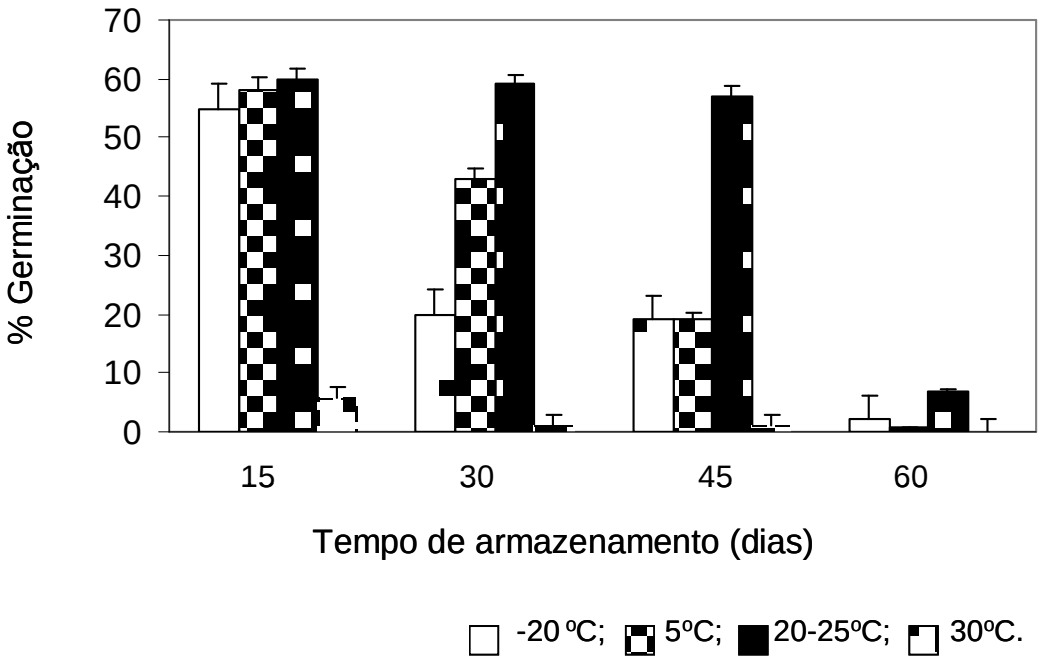

Figura 3 – Efeito do tempo de armazenamento na germinação de urediniósporos de *Phakopsora euvitis*.

A porcentagem de germinação diminuiu com o aumento do período de armazenamento para todas as temperaturas avaliadas. Esporos armazenados a 23±2°C obtiveram o maior índice de germinação. Após 45 dias de armazenamento, houve redução significativa na porcentagem de germinação dos urediniósporos mantidos nas temperaturas de -20, 5±2 e 23±2°C, correspondendo a 19, 19.7 e 57, respectivamente. E após 60 dias de armazenamento, a porcentagem de germinação dos urediniósporos mantidos em todas as temperaturas foi inferior a 10%.

Urediniósporos submetidos a baixas temperaturas podem entrar em dormência, conseqüentemente diminui sua germinação. Possivelmente isso seja uma explicação para a menor porcentagem de germinação verificada aos urediniósporos de *P. euvitis* quando armazenados a – 20 e 5±2°C. Para urediniósporos de *Uromyces appendiculatus* armazenados a 5°C/50% de umidade relativa, a utilização de choque térmico (40°C por 10 minutos) foi essencial, aumentando sua capacidade infectiva (FALEIRO et al., 2000).

Urediniósporos de *P. euvitis* armazenados a 30±2°C tiveram um efeito negativo da temperatura na manutenção da sua viabilidade. Resultados semelhantes foram obtidos para *Puccinia psidii*, em que urediniósporos armazenados a 30°C perderam a capacidade infectiva após 18 dias a 50% de umidade relativa (UR) e 15 dias a 90% de UR (SUZUKI; SILVEIRA, 2003).

Por outro lado, Pfender e Vollmer (1999), verificaram a ocorrência de sobrevivência de *P. graminis* subsp. *graminicola* no tecido da planta como infecções latentes, e ficou evidenciado que temperaturas baixas de inverno podem contribuir para a sobrevivência do inóculo.

Além da temperatura, a umidade relativa tem sido relatada como variável que tem efeito na redução do tempo de armazenamento de esporos (FALEIRO et al., 2000; SUZUKI; SILVEIRA, 2003). Comparando-se os tratamentos 5°C e -20°C e 5°C/50% umidade relativa, Faleiro et al. (2000) verificaram que a umidade relativa foi importante na manutenção da viabilidade dos urediniósporos de *U. appendiculatus*.

Além da temperatura, umidade relativa e luz, a presença de autoinibidores também pode afetar a viabilidade, a germinação e a sobrevivência dos urediniósporos (RUIZ et al. 1989; TESSMANN, 1992; SUZUKI; SILVEIRA, 2003). Aparecido et al. (2003) relatam a possibilidade de existir substâncias nos esporos mais jovens que estimulem a sua germinação, e ainda, na presença de baixas concentrações ou ausência dessas substâncias, a germinação não ocorrerá. A quantidade destas substâncias se modifica com a idade dos urediniósporos.

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciaram que urediniósporos de *P. euvitis* não sobrevivem por períodos prolongados. Mais estudos serão necessários para a determinação da duração do tempo em que urédios permanecem esporulantes e a viabilidade dos urediniósporos nas plantas em condições de campo, sob o efeito da temperatura, umidade e luz.

4 CONCLUSÕES

- Urediniósporos de *P. euvitis* requerem pelo menos 6 horas de incubação para iniciar a germinação.
- O maior índice de germinação dos urediniósporos de *P. euvitis* ocorreu a 20°C.
- Urediniósporos de *P. euvitis* germinaram tanto na presença quanto na ausência de luz.
- Urediniósporos de *P. euvitis* não sobreviveram por períodos prolongados, sendo a temperatura um dos fatores importantes na manutenção da sua viabilidade.

CAPÍTULO III

ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA QUANTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DA FERRUGEM DA VIDEIRA

1 INTRODUÇÃO

A ferrugem da videira (*Phakopsora euvitis* Ono) foi constatada no Brasil em 2001, no norte do Paraná, tornando-se nos anos seguintes uma doença endêmica também em outras regiões do Brasil. A doença causa o desfolhamento antecipado das plantas, e prejudica o desenvolvimento dos ramos e a maturação dos frutos. É uma doença que apresenta grande potencial destrutivo, conforme se tem verificado em algumas regiões do Paraná, que na ausência de controle químico, pode causar a perda total da produção na videira 'Niagara' produzida na safra temporã, em decorrência dos danos à maturação dos frutos (VIDA; TESSMANN, 2005).

Os sintomas típicos da ferrugem da videira são pústulas de urédios, alaranjadas, pequenas, formadas principalmente na face inferior de folhas maduras, e podem também ocorrer com menor intensidade na face superior das folhas. As pústulas coalescem e podem cobrir grande extensão do limbo foliar. Nos estágios mais avançados do desenvolvimento da doença, também se observam télios, de coloração marrom escura, entremeados com os urédios. As folhas colonizadas pelo patógeno amarelecem e secam, e o ataque severo da doença pode causar a queda prematura das folhas. O desfolhamento antecipado das plantas prejudica o desenvolvimento dos ramos e a maturação dos frutos da videira (TESSMANN et al., 2004b).

A quantificação de doenças é necessária tanto para o estudo de medidas de controle, na determinação da eficiência de fungicidas ou na caracterização da resistência varietal, como para a epidemiologia, na construção de curvas de progresso da doença e estimativa dos danos

(AMORIM, 1995). A escala diagramática é uma representação ilustrada de plantas, folhas ou partes de plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade e seu uso tem se tornado uma ferramenta importante para quantificação da severidade de doenças (BERGAMIN FILHO; AMORIN, 1996) em diversas culturas (AMORIM et al., 1993; LEITE; AMORIM, 2002; Martins et al., 2004; SPÓSITO et al., 2004; BELASQUE JR. et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2005).

A primeira escala foi desenvolvida por Nathan Augustus Cobb, em 1892, para ferrugem em cereais, na Austrália. Essa escala foi dividida em cinco níveis de severidade: 1, 5, 10, 25 e 50%. No entanto, um marco significativo no desenvolvimento de escalas diagramáticas foi proporcionado por Horsfall e Barratt, em 1945, que propuseram uma escala levando em consideração a lei de Weber-Fechner. Segundo essa lei, a acuidade visual é inversamente proporcional ao logaritmo do estímulo recebido, de maneira que, quanto maior o estímulo, menor a sua discriminação (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

A quantificação precisa da área doente é uma tarefa difícil. Dessa maneira, entre as estratégias propostas para a avaliação da severidade de doenças, está o uso de escalas diagramáticas que reduzem a subjetividade de cada avaliação. Na elaboração de escalas diagramáticas, deve ser considerado o limite da quantidade máxima e mínima da doença encontrada no campo; os sintomas devem ser próximos aos encontrados nas plantas no campo; e as limitações de acuidade da visão humana para determinar os níveis intermediários da severidade da doença (NUTTER JR.; SCHULTZ, 1995).

Considerando-se a necessidade da geração de informações sobre epidemiologia e manejo da ferrugem da videira no Brasil, demandando-se para isso de metodologias adequadas de quantificação da doença, este trabalho teve por objetivo elaborar e validar uma escala para avaliação da severidade da doença.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ELABORAÇÃO DA ESCALA DIAGRAMÁTICA

Foram coletadas 50 folhas de videira com diferentes níveis de severidade da doença, em parreirais comerciais no município de Marialva – PR. As folhas foram fotografadas com câmera fotográfica digital e as imagens analisadas quanto à proporção de área lesionada pela ferrugem, utilizando-se para isso o programa ASSESS (*Image Analysis Software for Plant Disease Quantification*) (LAMARI, 2002). Foram estabelecidos níveis intermediários de severidade para a escala levando em consideração a lei de Weber-Fechner sobre acuidade visual (CAMPBELL; MADDEN, 1990). A partir dos valores obtidos, estabeleceu-se a escala diagramática, considerando como área doente a parte do tecido que contém pústulas amarelas.

2.2 VALIDAÇÃO DA ESCALA DIAGRAMÁTICA

Para validação da escala, sete avaliadores estimaram a severidade de 30 folhas digitalizadas, com níveis de severidade de 0,3 a 64% de doença. Na primeira etapa, os avaliadores estimaram a severidade sem o auxílio da escala. Posteriormente, a severidade foi estimada utilizando-se a escala diagramática proposta na versão colorida. Após sete dias, as folhas foram avaliadas, utilizando-se a mesma escala, mas na versão preta e branca. A precisão e a acurácia das estimativas visuais de cada avaliador foram determinadas por regressão linear, considerando a severidade real como variável independente e a severidade estimada como variável dependente. A precisão foi estimada pelo coeficiente de determinação da regressão (R^2) e pela variação dos resíduos (severidade estimada menos a severidade real) (KRANZ, 1988; CAMPBELL; MADDEN, 1990; NUTTER JR.; SCHULTZ, 1995). A acurácia foi determinada por meio do teste t aplicado ao coeficiente angular da reta (*b*) para testar a hipótese H_o: b=1 e ao coeficiente linear da reta (*a*) para testar a hipótese H_o: a=0, ambos obtidos pela regressão linear (NUTTER; SCHULTZ, 1995). A

reprodutibilidade das avaliações entre os diferentes avaliadores foi testada por meio de regressões lineares em que tanto a variável dependente quanto a independente foram as estimativas dos diferentes avaliadores. Todos os avaliadores foram confrontados entre si. Avaliou-se a precisão e acurácia das estimativas de todas as combinações (NUTTER; SCHULTZ, 1995).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escala diagramática elaborada neste trabalho representou os níveis de severidade de 1, 5, 12, 25, 50 e 75%, com as escalas nas versões colorida e preto-e-branco (Figuras 1 e 2). Os diferentes níveis representam a área doente do tecido que contém pústulas amarelas, e tais níveis de severidade podem ser normalmente encontrados em plantas naturalmente infectadas no campo. Valores de severidade superiores a 75% são raramente encontrados no campo, pois severidade em torno desse nível ou acima dele causa a queda das folhas.

Os limites máximos de área foliar doente, antes da queda das folhas, variam conforme o patossistema. Por exemplo, para o cancro bacteriano em folhas de videira, verificou-se que a severidade da doença não ocorre com valores de severidade acima de 60% da área foliar doente (NASCIMENTO et al., 2005). Para a ferrugem asiática da soja (*P. phachyrhizi*), valores acima de 80% de severidade nas folhas raramente são encontrados no campo (GODOY et., 2006).

Os níveis de severidade de uma escala podem ser subdivididos em intervalos menores, tal como tem sido proposto por diversos autores (AMORIM et al., 1993; SPÓSITO et al., 2004; MARTINS et al., 2004; NASCIMENTO et al., 2005). No entanto, a escala deve ser elaborada tendo como base a "Lei de Weber-Fechner" de acuidade visual e apresentar incrementos logarítmicos entre os níveis de severidade (NUTTER JR.*;* SCHULTZ, 1995), não sendo necessário o uso de um grande número de intervalos pré-determinados tal como foi utilizado por Horsfall e Barratt (1945).

Na validação da escala apresentada nesse estudo, para a maioria dos avaliadores, os valores da severidade estimada ficaram próximos dos valores da severidade real (Figura 3). Isto pode ser comprovado na análise da acurácia, que reflete a proximidade dos valores quantificados em relação aos valores verdadeiros (NUTTER JR.*;* SCHULTZ, 1995; VALE et al., 2004). Sem o uso da escala, os valores do coeficiente angular (*b*) para os avaliadores 1, 2 e 6 foram significativamente diferentes de 1, indicam a presença de desvios sistemáticos e estes avaliadores não foram acurados.

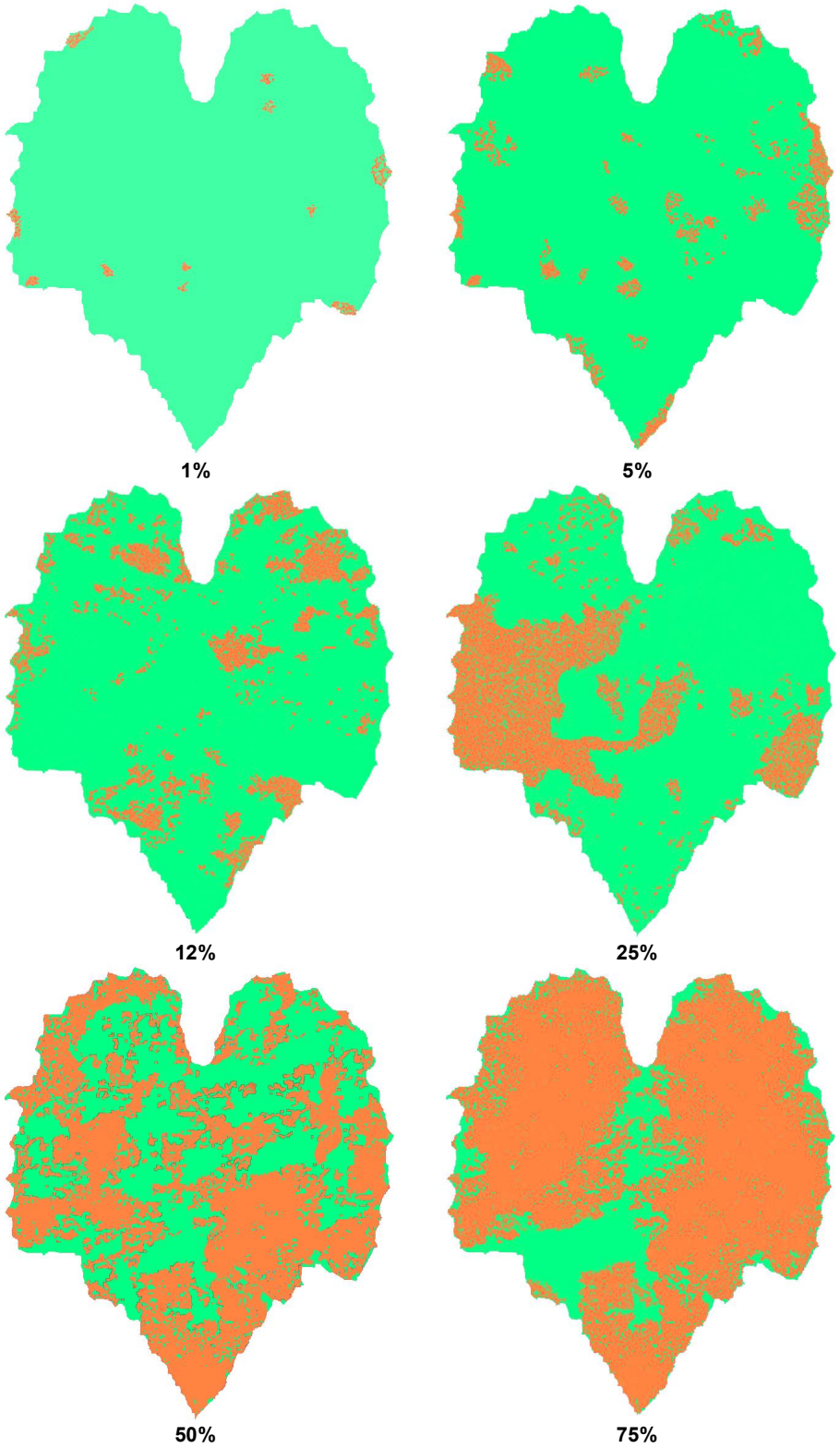

Figura 1 – Escala diagramática colorida para avaliação da severidade da ferrugem da videira.

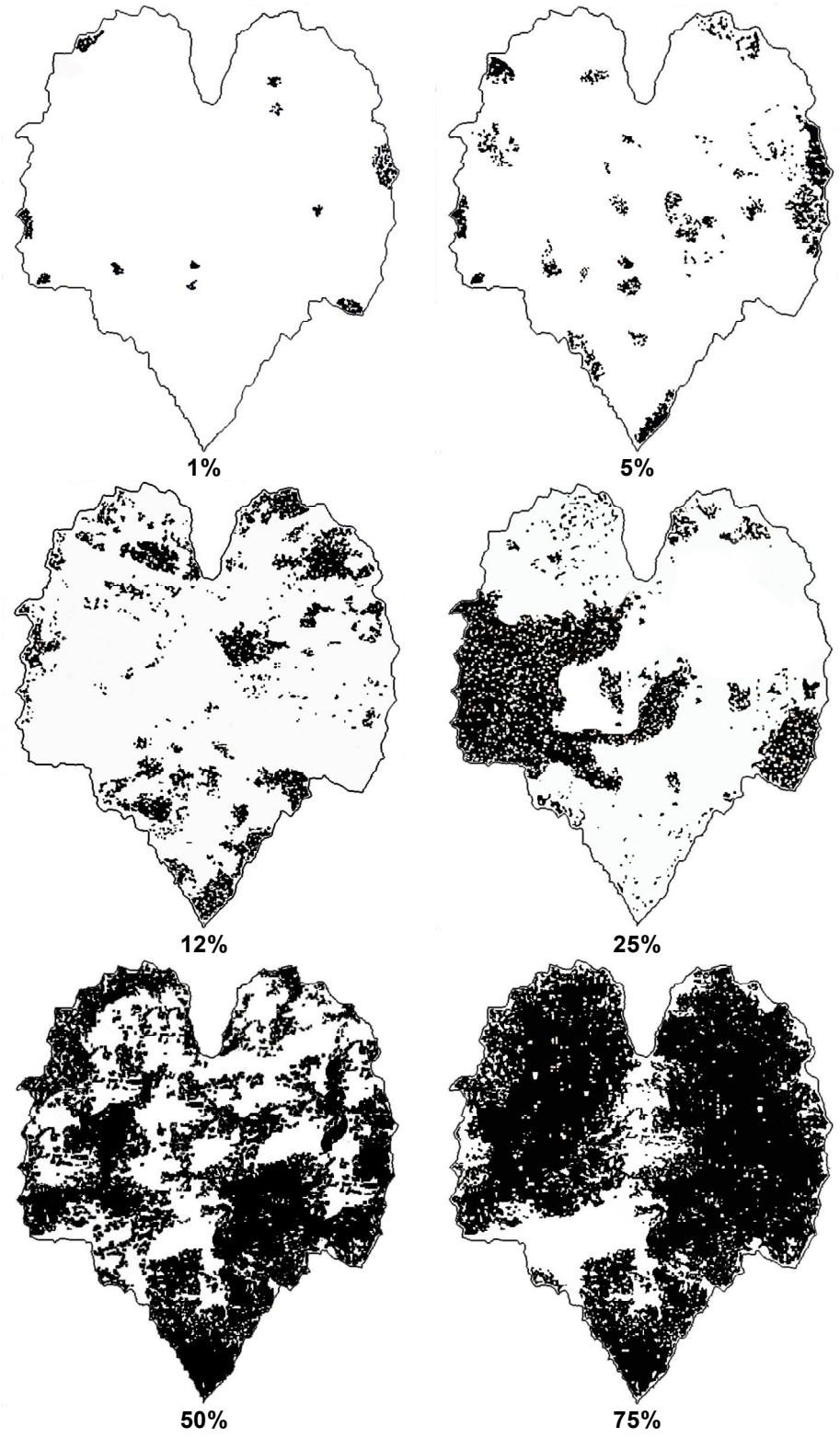

Figura 2 – Escala diagramática em preto-e-branco para avaliação da severidade da ferrugem da videira.

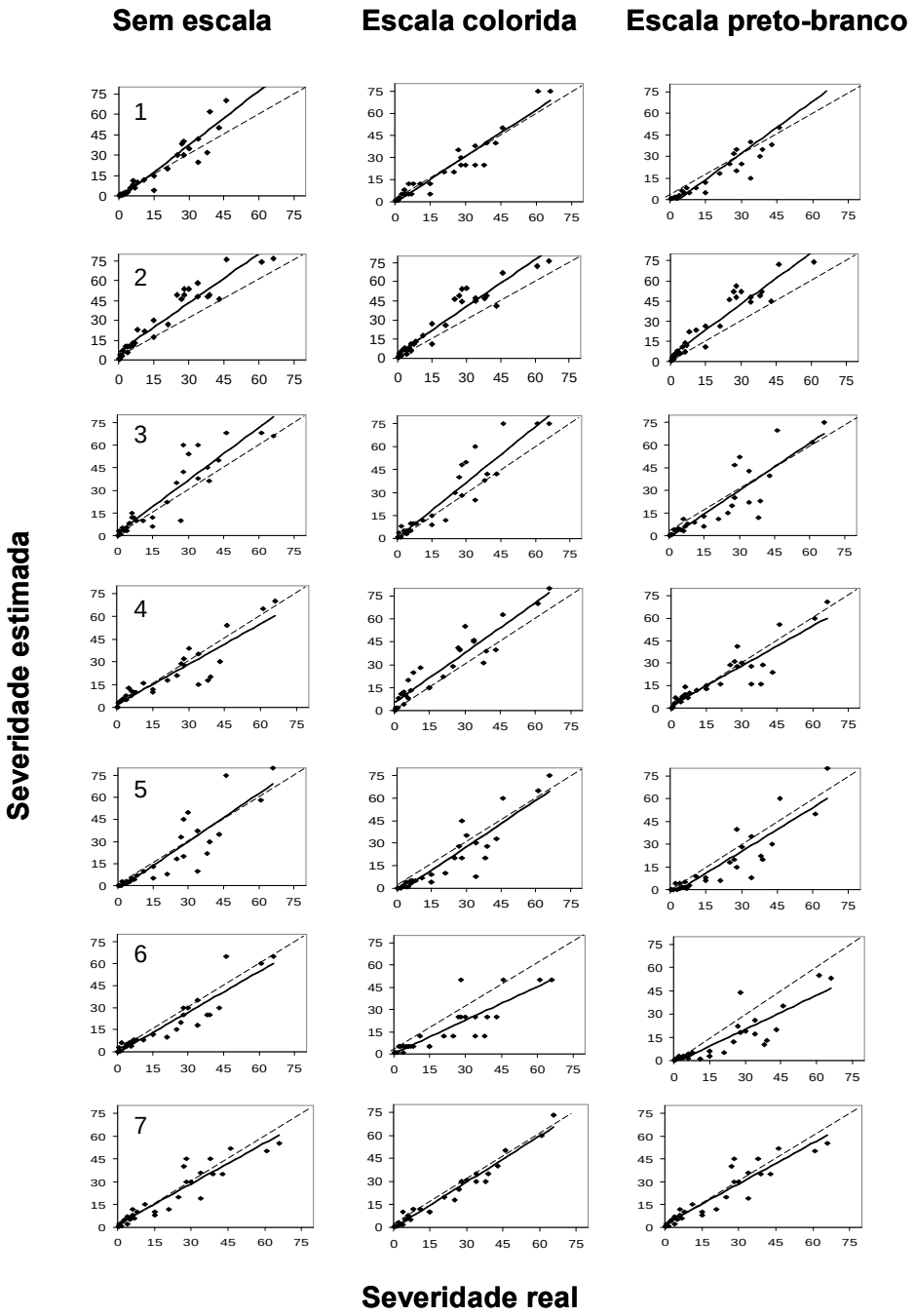

Figura 3 – Regressões lineares entre severidades real e estimada, pelos sete avaliadores sem e com o uso da escala diagramática. Linhas tracejadas representam a situação ideal (severidade estimada = real).

Com o emprego da escala colorida apenas o avaliador 2 não foi acurado, com *b* significativamente diferente de 1. Já com a escala preto-e-branco, os avaliadores 2 e 6 apresentaram *b* diferindo significativamente de 1.

Evidenciando que com a escala diagramática colorida a acurácia foi ligeiramente superior em relação ao uso da escala preto-e-branco e também em relação à não-utilização de escala (Tabela 1).

Tabela 1 – Coeficientes lineares (*a*), coeficientes angulares (*b*) e coeficientes de correlação (R^2) obtidos nas regressões entre as severidades real e estimada.

Avaliadores	Sem escala			Escala Colorida			Escala Preto-e-branco		
	a^i	b^{ii}	R^2	a^i	b^{ii}	R^2	a^i	b^{ii}	R^2
1	0,61	1,29*	0,85	0,99	1,14	0,90	-4,14	1,20	0,88
2	5,97*	1,24*	0,91	3,55	1,22*	0,92	4,21	1,27*	0,91
3	1,68	1,16	0,83	0,21	1,21	0,88	-1,34	1,04	0,78
4	1,89	0,88	0,83	2,49	1,09	0,89	1,69	0,88	0,82
5	-2,70	1,08	0,79	-3,43	1,03	0,84	-4,05	0,98	0,80
6	-0,27	0,85*	0,76	-0,82	0,92	0,87	-1,90	0,73*	0,75
7	-2,28	1,03	0,78	-0,39	0,99	0,96	1,99	0,88	0,86

[i] astericos indicam que o valor do coeficiente linear da reta (*a*) foi diferente de zero pelo teste t (p=0,05);
[ii] astericos indicam que o valor do coeficiente angular da reta (*b*) foi diferente de um pelo teste t (p=0,05).

A precisão refere-se à repetibilidade dos valores, para os quais se espera menor variação possível entre si (NUTTER JR.; SCHULTZ, 1995; VALE et al., 2004). Na primeira etapa da validação, sem o auxílio da escala, os avaliadores apresentaram boa precisão, com coeficientes de determinação da regressão (R^2) entre 0,76 a 0,91 (média = 0,82) (Tabela 1). Porém, a precisão dos avaliadores melhorou quando os mesmos utilizaram a escala diagramática colorida, com R^2 variando de 0,84 a 0,96 (média = 0,89) (Tabela 1, Figura 3). Com a escala em preto-e-branco a precisão média dos avaliadores R^2 variou de 0,75 a 0,91 (média 0,82). A menor precisão observada com o uso da escala preto-e-branco em relação ao uso da escala colorida pode ser explicada pela dificuldade dos avaliadores em compararem a versão preto-e-branco da escala com as cores presentes nas folhas doentes. Leite e Amorim (2002) utilizaram folhas verdes para validação da escala da mancha de Alternaria em girassol, concluindo que a acurácia diminui devido à dificuldade dos avaliadores em comparar folhas verdes e escala preto-e-branco.

A precisão foi confirmada pela variação dos erros absolutos. Os maiores desvios ocorreram na faixa de 20% a 40% de severidade para a maioria dos avaliadores (Figura 3). Outros autores confirmam que os maiores desvios ocorrem quando a severidade é maior do que 10% (BELASQUI JUNIOR et al., 2005). A maioria dos erros absolutos para os diferentes avaliadores, quando utilizaram a escala colorida, ficou dentro dos valores aceitáveis (10%), segundo critério adotado pelo programa de treinamento WinCombro (CANTERI; GIGLIOTI, 1998).

Outro indicativo de precisão é a reprodutibilidade que se refere à menor variação nas estimativas, quando uma mesma amostra for avaliada por diferentes avaliadores (CAMPBELL; MADDEN, 1990). As regressões lineares entre as severidades estimadas pelos sete avaliadores produziram R^2 maiores quando estes utilizaram a escala colorida, entre 0,80 a 0,96 (Tabela 2). Sem o uso da escala, os valores de R^2 variaram de 0,67 a 0,93. E ainda, com a escala preto-e-branco, os valores de R^2 foram de 0,77 a 0,92. Portanto, com o uso da escala colorida, os avaliadores foram mais precisos entre si na estimativa da severidade da doença. Na comparação entre os avaliadores, a maioria dos coeficientes angulares e os lineares foram iguais a 1 e iguais a 0, respectivamente. A estimativa da severidade da doença pode ser praticada por diferentes avaliadores com o uso de escalas diagramáticas, isto porque, a escala aumenta a reprodutibilidade das estimativas, e obtêm-se resultados semelhantes entre avaliadores (SPÓSITO et al., 2004; MARTINS et al., 2004). A variação da acurácia e da precisão dos avaliadores é explicada pela habilidade de estimar a severidade própria de cada indivíduo (NUTTER JR.; SCHULTZ, 1995; AMORIM et al., 1993; O'BRIEN; VAN BRUGGEN, 1992). O treinamento dos avaliadores tem sido proposto por vários autores, que influencia de maneira positiva na precisão e acurácia das estimativas da severidade de doenças de plantas (NUTTER JR.; SCHULTZ, 1995; MICHEREFF et al., 2000; BELASQUI JUNIOR et al., 2005). O uso de escalas diagramáticas tem proporcionado boa acurácia e precisão aos avaliadores, fornecendo de maneira rápida a estimativa da severidade de doenças para diferentes patossistemas (LEITE; AMORIM, 2002; SPÓSITO et al., 2004; MARTINS et al., 2004; BELASQUI JUNIOR et al., 2005).

A escala diagramática elaborada para avaliação da severidade da ferrugem da videira poderá auxiliar em estudos de progresso da doença, em programas de melhoramento para avaliação de cultivares resistentes, na comparação da eficiência de fungicidas, sendo uma ferramenta de fácil utilização.

Tabela 2 – Coeficientes lineares (*a*), coeficientes angulares (*b*) e coeficientes de correlação (R^2) obtidos nas regressões entre as severidades real e estimada. As estimativas foram confrontadas entre os avaliadores.

Comparação entre avaliadores	Sem escala			Escala Colorida			Escala Preto-e-branco		
	a^{i}	b^{ii}	R^2	a^{i}	b^{ii}	R^2	a^{i}	b^{ii}	R^2
1x2	9,09*	1,07	0,81	7,09*	0,87	0,88	10,9*	0,94	0,82
1x3	4,49	1,01	0,75	2,84	0,90	0,91	3,03	0,83	0,80
1x4	2,54	0,84*	0,90	7,98*	0,78*	0,86	5,03*	0,72*	0,89
1x5	-1,53	1,02	0,83	7,58	0,78*	0,86	-0,07	0,78*	0,87
1x6	0,34	0,85	0,89	1,38	0,54*	0,84	0,79	0,60*	0,83
1x7	-1,46	0,98	0,84	3,32	0,74*	0,90	6,48*	0,66*	0,79
2x3	-2,93	0,90	0,85	-2,44	0,95	0,90	-4,21	0,80	0,81
2x4	-0,96	0,66*	0,80	2,57	0,86	0,91	-0,97	0,68*	0,88
2x5	-6,61	0,83	0,79	-5,34	0,80	0,84	-5,98	0,72*	0,81
2x6	-3,71	0,69*	0,83	-1,70	0,60*	0,80	-3,86	0,55*	0,79
2x7	-5,02	0,76	0,72	-1,29	0,74*	0,89	-0,64	0,68*	0,92
3x4	2,81	1,16	0,67	6,09*	0,84	0,89	4,25	0,77*	0,88
3x5	-2,19	0,85	0,79	-3,34	0,84	0,93	-1,42	0,87	0,92
3x6	4,20	1,17	0,83	3,16	1,30*	0,87	3,18	1,27	0,83
3x7	7,88	0,92	0,72	0,82	1,20	0,89	-1,83	1,08	0,77
4x5	-4,61	1,21*	0,92	-6,78	0,89	0,85	-4,89*	1,05	0,91
4x6	1,67	0,99	0,93	-2,70	0,67*	0,81	-2,82	0,80*	0,87
4x7	-3,66	1,12	0,87	-2,63	0,89	0,92	2,56	0,88	0,81
5x6	2,72	0,78*	0,93	2,51	0,74*	0,93	1,77	0,70*	0,81
5x7	1,38	0,89	0,87	5,07*	0,93	0,96	7,20*	0,80	0,82
6x7	-1,44	1,12	0,90	2,81	1,19*	0,93	7,24*	0,98	0,75

[i] astericos indicam que o valor do coeficiente linear da reta (*a*) foi diferente de zero pelo teste t (p=0,01);
[ii] astericos indicam que o valor do coeficiente angular da reta (*b*) foi diferente de um pelo teste t (p=0,01).

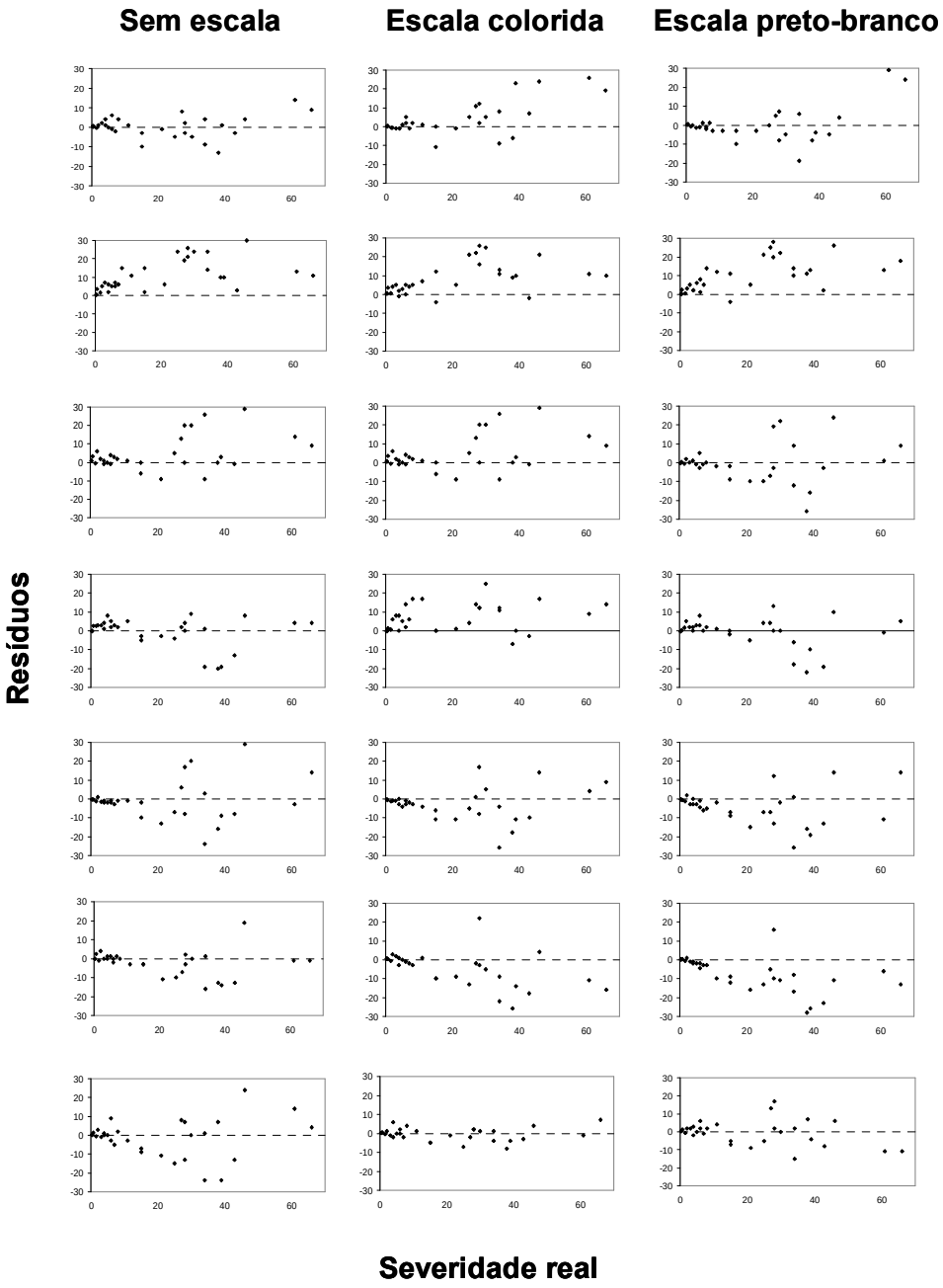

Figura 4 – Erros absolutos (severidade real – severidade estimada) para sete avaliadores da ferrugem da videira.

4 CONCLUSÕES

- Escalas diagramáticas foram desenvolvidas e validadas com níveis de severidade da ferrugem da videira nas versões colorida e preto-e-branco.
- A versão colorida proporcionou acurácia e precisão superior à versão preto-e-branco.
- A escala proposta apresenta-se como uma ferramenta para quantificar a severidade da ferrugem da videira auxiliando avaliações em estudos epidemiológicos e determinação da eficiência de fungicidas ou na caracterização da resistência varietal.

CAPÍTULO IV

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FERRUGEM EM GENÓTIPOS DE VIDEIRA, SOB CONDIÇÕES CONTROLADAS

1 INTRODUÇÃO

A ferrugem da videira (*Phakopsora euvitis* Ono) foi constatada no Brasil em 2001, no norte do Paraná, tornando-se nos anos seguintes uma doença endêmica também em outras regiões do Brasil. A doença causa o desfolhamento antecipado das plantas, prejudica o desenvolvimento dos ramos e a maturação dos frutos. É uma doença que apresenta grande potencial destrutivo, conforme se tem verificado em algumas regiões do Paraná, onde na ausência de controle químico, pode causar a perda total da produção na videira 'Niagara' produzida na safra temporã, em decorrência dos danos à maturação dos frutos (VIDA; TESSMANN, 2005).

Os sintomas da doença são pústulas amarelas, pequenas, formadas na face inferior de folhas. As pústulas coalescem e podem cobrir grande extensão do limbo foliar. Normalmente, a doença ocorre a partir da fase do início da frutificação, pode causar desfolha antecipada das plantas, prejudica com isso a maturação dos frutos e o acúmulo de reservas das plantas. A doença também pode causar desfolha e prejudicar o desenvolvimento de porta-enxertos (LEU, 1988; TESSMANN et al., 2004a; TESSMANN et al., 2004b).

Embora essa ferrugem apresente ciclo completo na Ásia, apenas as fases uredinial e telial foram constatadas em condições de campo no Brasil, estimando-se, com isso, que urediniósporos constituam-se no inóculo primário e secundário da doença no país. Como a hospedeira alternante, *Meliosma myriantha*, não ocorre no Brasil, estima-se que a sobrevivência do inóculo ocorra em folhas de videira colonizadas pelo patógeno (VIDA; TESSMANN, 2005).

Em condições de campo, tem-se verificado que cultivares oriundas de *Vitis labrusca*, *V. vinifera* e *V. rotundifolia* são suscetíveis à ferrugem (Sonego et al. 2005). Embora tenha sido constatada pela primeira vez em uva fina 'Itália' (*V. vinifera*), tem-se verificado que algumas cultivares copa tais como: 'Niagara', 'Isabel', 'Rúbea', 'Vênus', e os porta-enxertos Paulsen 1103, 101-14, 420A são mais afetadas pela doença em condições de campo.

A resistência genética é uma estratégia importante para o controle da doença, sendo altamente desejável do ponto de vista ambiental e econômico. A identificação de variedades de uva com maiores níveis de resistência genética à doença auxiliará programas de melhoramento genético. Para a ferrugem da videira não se conhece ainda a herança da resistência.

O objetivo principal do trabalho foi avaliar a resistência à ferrugem em porta-enxertos e cultivares-copas de videira em condições controladas. Como objetivo adicional, determinou-se previamente o efeito da concentração de urediniósporos de *P. euvitis* e da idade da folha na infecção de *P. euvitis* em videira 'Niagara Rosada'.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DO INÓCULO E DA IDADE DA FOLHA NA INFECÇÃO DE *P. euvitis* NA VIDEIRA 'NIAGARA ROSADA'

Mudas de videira da variedade 'Niagara Rosada', com 4-6 folhas foram inoculadas por meio de pulverização, com uma suspensão de urediniósporos nas concentrações 10^3, 10^4, 10^5, 10^6 e 10^7 esporos/mL. Após inoculação as mudas foram submetidas à temperatura de 23-25°C e 24 horas de molhamento foliar, no escuro. Posteriormente, as plantas foram mantidas à temperatura de 23-25°C e fotoperíodo de 12 horas. Para quantificar a doença foi avaliado o número de pústulas por cm^2 em quatro regiões do limbo foliar.

Mudas de 'Niagara Rosada', obtidas por meio da propagação de estacas em vasos com capacidade de 2000 cm^3, foram podadas e, em seguida, foi aplicado calcianamida (Dormex) 5% nas gemas para quebra de dormência e obtenção de uniformidade na brotação. A partir da brotação, foram marcados os ramos para inoculação. Foram inoculadas folhas com 5, 10, 20, 30 e 60 dias de idade com suspensão de urediniósporos na concentração de 10^5 esporos/mL em solução de Tween 20 a 0,01%. Após inoculação, as mudas foram submetidas à temperatura de 24±2°C e 24 horas de molhamento foliar, no escuro. Posteriormente, as plantas foram mantidas à temperatura de 24±2°C e fotoperíodo de 12 horas. Para quantificar a doença, foi avaliado o número de pústulas por cm^2 de quatro regiões do limbo foliar no período de 6 a 10 dias após a inoculação. A quantificação foi feita por meio de uma lupa 20x acoplada em uma câmera fotográfica digital. Os dados foram transferidos para um computador para a contagem das pústulas.

2.2 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FERRUGEM DE GENÓTIPOS DE VIDEIRA

2.2.1 Cultivares e inoculação

Foram avaliados 17 genótipos incluindo porta-enxertos e copas (Tabela 1), em ensaio com delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições. As

mudas foram obtidas por meio da propagação de estacas em vasos com capacidade de 2000 cm^3 e foram podadas e, em seguida, foi aplicado calcianamida (Dormex) 5% nas gemas para quebra de dormência e obtenção de uniformidade na brotação. Mudas de videira com 4-6 folhas foram inoculadas com uma suspensão de urediniósporos na concentração de 10^5 esporos/mL em solução de Tween 20 a 0,01%, por meio de pulverização, até o ponto de escorrimento. A pulverização foi realizada na face inferior das folhas, inoculando-as uma a uma. Imediatamente, após inoculação, as mudas inoculadas foram cobertas com saco plástico preto umedecido, vedados próximo à base dos vasos, por 24 horas e submetidas à temperatura de 20-25°C, no escuro. Após o período de câmara úmida, as plantas foram mantidas à temperatura de 23-26°C e fotoperíodo de 12 horas.

Tabela 1 – Cultivares de *Vitis spp* e suas origens testadas quanto à resistência a *Phakopsora euvitis*.

Cultivares	Origem
Brasil	Mutação Benitaka
Bordô	*Vitis labrusca*
Clara	CNPUV 154-147 x Centennial Seedless
Concord	*V. labrusca*
IAC-313	Golia x *V. cinerea*
420-A	*V. berlandieri x V. riparia*
IAC572	*V. tiliifolia* x 101-14 Mgt
IAC766	*V. tiliifolia* x 106-8 Mgt [*V. riparia* x (*V. rupestris* x *V. cordifolia*)] x *V. tiliifolia*
Isabel	*V. labrusca x V. vinifera*
Itália	Bicane x Moscatel de Hamburgo
Kober 5BB	*V. berlandieri x V. riparia*
Niagara	Concord (*V. labrusca*) x Cassady (*V. labrusca x V. vinifera*
Morena	Marroo Seedless x Centennial Seedless
Rúbea	Niagara x Bordô
Rupestris	*V. rupestris*
Traviu	*Vitis riparia* x (V*itis rupestris* x V*itis cordifolia*)
Vênus	Alden x NY46000

2.2.2 Componentes de resistência

Foram avaliados os seguintes componentes de resistência:

Eficiência de infecção. A eficiência de infecção foi avaliada por meio de contagem do número de pústulas por cm^2. Para quantificar a doença, foi avaliado o número de pústulas/cm^2 de quatro regiões do limbo foliar no período de 6 a 10 dias após a inoculação. A quantificação foi realizada por meio de uma lupa 20x com uma câmera digital acoplada. Os dados foram transferidos para um computador para a contagem das pústulas.

Comprimento de pústulas. Após 10 dias da inoculação, foram destacadas folhas das diferentes cultivares e medido o diâmetro de 20 pústulas por repetição. Para esta avaliação, foi utilizado microscópio óptico com lente graduada, sob aumento de 80 vezes.

Produção de esporos por pústula. Após 10 dias da inoculação foram coletadas folhas e recortados quatro segmentos de folhas de $1cm^2$. Na lupa, foi contado o número de pústulas de cada segmento e estes foram transferidos para tubos Eppendorf, contendo 1ml de água esterilizada e 1µl de Tween 20. Os tubos foram centrifugados a 5000 rpm por 1 minuto para retirada completa dos esporos. Estimou-se o número de esporos utilizando Câmara de Neubauer. A seguir foi determinado o número de esporos por pústulas para cada segmento.

Período latente. Para a avaliação do período latente, foram marcadas duas folhas por planta e contado o número de pústulas a partir do aparecimento das primeiras pústulas esporulantes até a estabilização. Considerou-se como período latente, o tempo decorrido, em dias, desde a inoculação até o aparecimento de 50% de pústulas esporulantes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DO INÓCULO E DA IDADE DA FOLHA NA INFECÇÃO DE *P. euvitis* NA VIDEIRA 'NIAGARA'

Verificou-se a ocorrência de diferenças significativas nos níveis de infecção da ferrugem da videira (p=0.05), quando pulverizado diferentes concentrações de urediniósporos nas plantas. O maior número de pústulas foi observado na concentração 10^7, com aproximadamente 400 pústulas/cm^2 (Figura 1). Ocorreu o aumento da produção de pústulas com o aumento da densidade de urediniósporos de *P. euvitis*. Isto também foi verificado por Gilles e Kennedy (2003), para ferrugem do alho. Estes autores complementam que urediniósporos de *P. allii* são estimulados a germinar quando ocorrem em altas densidades na superfície das folhas. Ao contrário do que ocorre com o fungo *Puccinia polysora*, em que o aumento da densidade de esporos inibiu a germinação dos urediniósporos nas folhas de milho, indicando que a germinação é um fator primário que reduz a eficiência de infecção do inóculo em altas concentrações (MELCHING, 1981).

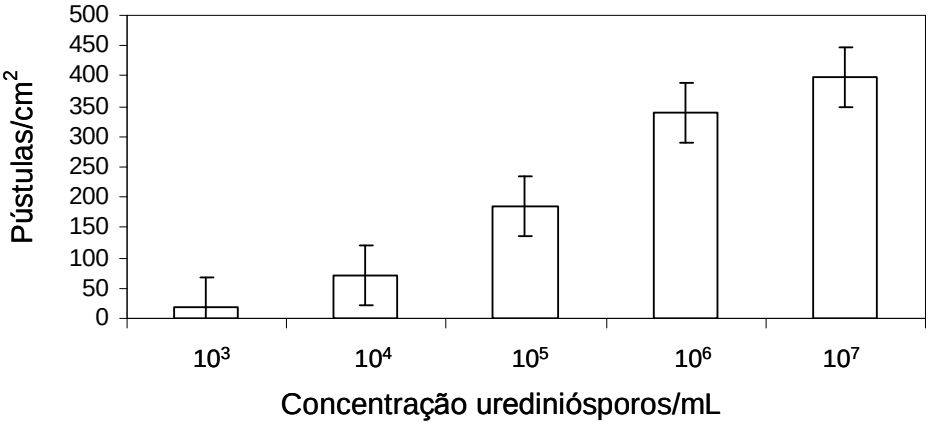

Figura 1 – Número de pústulas/cm^2 observado após inoculação com *Phakopsora euvitis* com diferentes concentrações de urediniósporos.

O maior número de pústulas provocado pela maior densidade de inóculo também foi observado por Pei et al. (2002) no patossistema *Melampsora larici-epitea* e *Salix*. Os autores ressaltam a importância do entendimento da relação entre densidade de inóculo e doença no planejamento de experimentos de caracterização de resistência à ferrugem.

A severidade da ferrugem da videira aumentou em função da concentração de inóculo, ressaltando a importância do controle de urediniósporos nas fontes de inóculo. Visto que, no Paraná, a ocorrência de duas safras no ano favorece a presença do inóculo durante todo o ano.

A infecção de *P. euvitis* pode ocorrer em folhas jovens com até cinco dias após a brotação, entretanto foram observados baixos níveis de infecção, com 10,6 pústulas/cm^2. Os níveis de infecção em folhas de videira aumentaram com o aumento da idade das folhas (Figura 2).

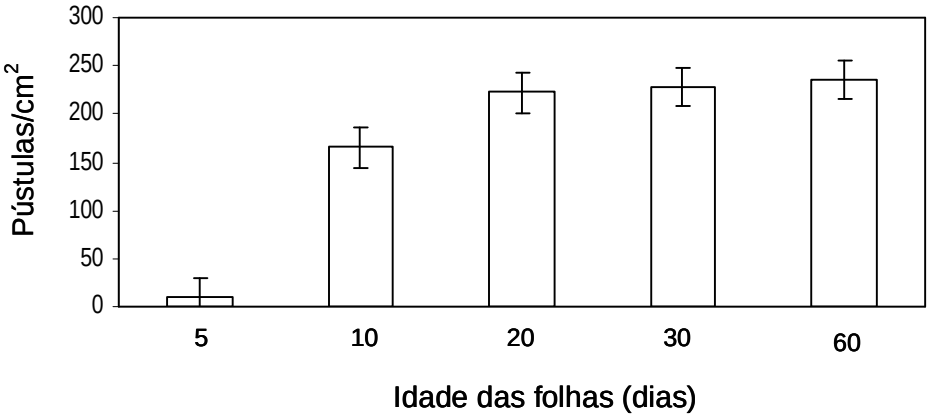

Figura 2 – Número de pústulas/cm^2 observado após inoculação com *Phakopsora euvitis* em folhas com diferentes idades.

No campo não são observados sintomas da ferrugem da videira em folhas jovens. Inclusive, Naruzawa et al. (2006), por meio de teste de patogenicidade em videira, realizado em folhas jovens e maduras de videira no campo, verificaram a ausência de sintomas e sinais da doença em folhas jovens. Contudo, Leu e Wu (1983) verificaram que em folhas jovens de videira inoculadas com *Phakopsora ampelopsidis* (atualmente designada *P. euvitis*)

desenvolveram pústulas. Nesse caso, folhas intermediárias e velhas, com a presença de estômatos bem desenvolvidos apresentaram sintomas da ferrugem sete dias após da inoculação e a doença não ocorreu em folhas muitos jovens de videira, onde não foi observada a presença de estômatos.

Segundo Leu (1988) a infecção da ferrugem da videira ocorre por meio dos estômatos e isto pode explicar o porquê da presença de maior quantidade de pústulas na face inferior das folhas e também do porque da não-infecção em folhas muito jovens.

3.2 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FERRUGEM DE GENÓTIPOS DE VIDEIRA

Os genótipos avaliados apresentaram diferenças significativas em relação à infecção e colonização por *P. euvitis* (p = 0.05) (Tabela 2; Figura 3). Com relação ao número de pústulas por cm^2, dentre as cultivares-copa, os menores níveis de infecção foram observados em Morena, Brasil e Clara; enquanto que Isabel, Itália, Concord, Vênus e Rúbea, apresentaram níveis intermediários de infecção; e Niagara e Bordô apresentaram os níveis mais elevados de infecção. Dentre os porta-enxertos, IAC-766, IAC-572 e IAC-313 e Traviú, foram apresentados os menores níveis de infecção.

Verificou-se diferença na produção de urediniósporos por pústula entre as cultivares analisadas, segundo o Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade (Tabela 2). Evidenciou um ranking com três grupos, em que o maior número de urediniósporos por pústula foi produzido na cultivar Niagara, seguida das cultivares Rúbea e Clara. O menor número de urediniósporos por pústulas foi observado em todos os porta-enxertos e nas cultivares Brasil, Itália e Bordô (Tabela 2).

Com relação ao período latente, a análise estatística permitiu a identificação de dois grupos, com sete e oito dias (Tabela 2).

Tabela 2 – Características de cultivares de videira inoculada com a ferrugem (*Phakopsora euvitis*) quanto ao número de pústulas por cm^2, número de urediniósporos por pústula, período latente e diâmetro de pústulas.

Cultivares	Características	Número pústulas por cm^2	Número urediniósporos por pústula	Período Latente (dias)	Diâmetro pústulas (μm)
IAC-766	porta-enxerto	25.0 d	1792 c	8.0 a	11.3
Morena	copa	35.3 d	9884 b	8.0 a	26.8
Brasil	copa	38.2 d	4840 c	7.8 a	25.5
IAC-572	porta-enxerto	42.2 d	3310 c	8.0 a	13.4
IAC-313	porta-enxerto	46.8 d	2210 c	8.0 a	11.2
Clara	copa	49.3 d	11507 b	7.8 a	25.9
Traviú	porta-enxerto	50.8 d	5477 c	7.0 b	24.6
Rupestris	porta-enxerto	61.6 c	4420 c	7.0 b	17.2
Isabel	copa	66.5 c	9086 b	8.0 a	21.8
Itália	copa	75.8 c	4813 c	7.0 b	25.1
420-A	porta-enxerto	76.7 c	4019 c	7.0 b	17.0
Concord	copa	91.1 b	7373 b	8.0 a	27.7
5BB	porta-enxerto	95.6 b	5241 c	7.0 b	24.2
Vênus	copa	103.3 b	8150 b	8.0 a	20.6
Rúbea	copa	106.7 b	15057 b	7.0 b	29.0
Bordô	copa	138.5 a	6073 c	7.0 b	26.4
Niagara	copa	171.5 a	19013 a	7.0 b	34.5
CV (%)	-	18.5	34.1	2.4	14.3

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade.

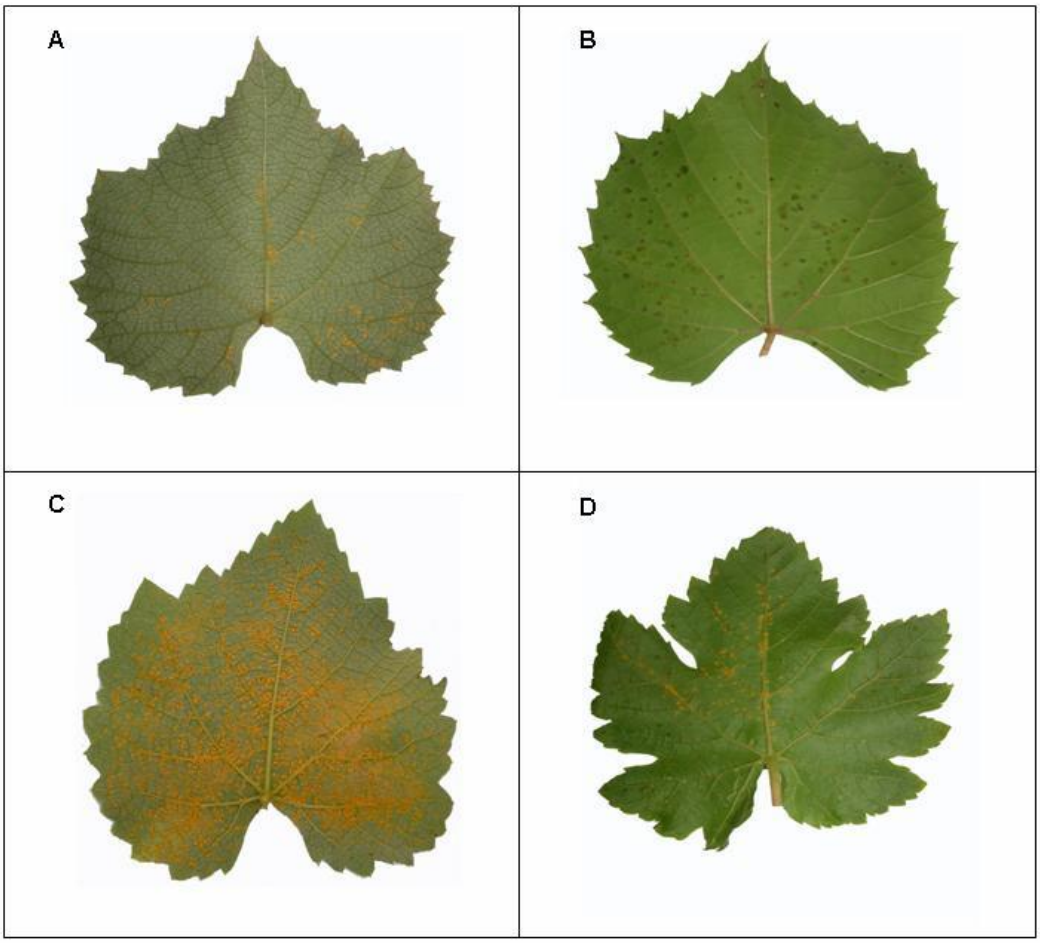

Figura 3 – Reações de cultivares de videira inoculadas com *Phakopsora euvitis* (A, Isabel ; B, IAC-572 ; C, Niagara; D, Clara).

Com base no diâmetro das pústulas, verificaram-se diferenças significativas entre as cultivares analisadas (Tabela 2). O diâmetro das pústulas nas diferentes cultivares variou de 11,2 a 34,5µm. As maiores pústulas foram observadas na cultivar Niagara. Os porta-enxertos IAC-766, IAC-572 e IAC-313 apresentaram os menores diâmetros de pústulas, sendo que todos os porta-enxertos apresentaram necroses no tecido em torno das pústulas (Figura 4).

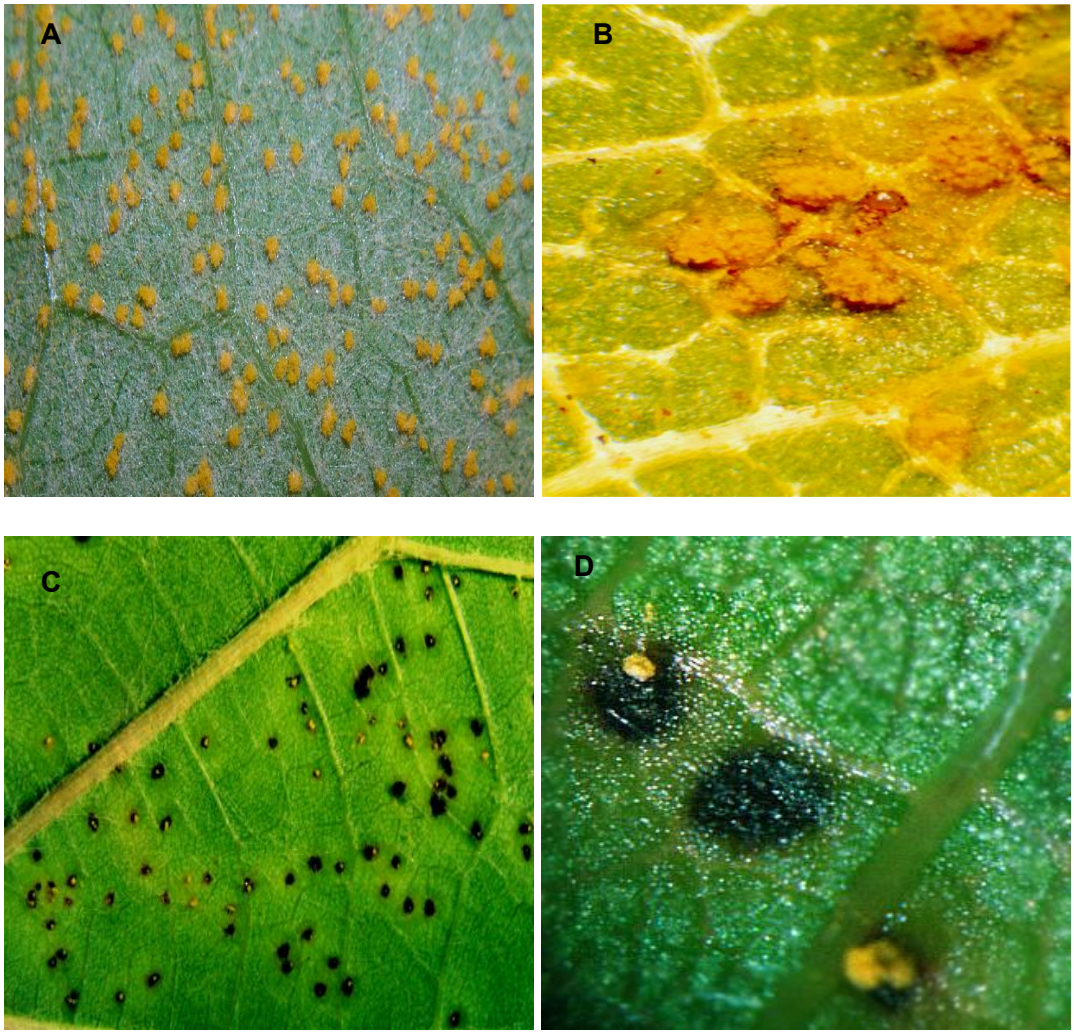

Figura 4 – Exemplos de padrões de colonização de *Phakopsora euvitis* na videira. **A** e **B**, formação de pústulas típicas, esporulantes, sem necrosamento no tecido circundante, em folhas de 'Niagara'; **C** e **D**, e pústulas com necrosamento do tecido circundante e esporulação reduzida no porta-enxerto IAC-572.

Os componentes de resistência podem variar dependendo do patossistema estudado. Para a ferrugem da videira, o número de pústulas por cm^2 e a produção de esporos por pústulas foram os componentes de maior variabilidade. Os mesmos componentes foram verificados para a ferrugem da folha em genótipos de aveia, em que a variabilidade do período latente e do comprimento de pústula foi menor do que os outros componentes (CHAVES et al., 2004). Para a ferrugem do cafeeiro, a avaliação pústulas por folha foi o que

diferenciou os níveis de resistência em maior comparação entre três cultivares de café (RIBEIRO et al.,1981).

Como ocorreu para os diferentes genótipos de videira estudados, o período latente, da ferrugem *Melampsora larici-epitea* variou de 6 a 8 dias em diferentes clones de *Salix* (PEIE t al., 2002) .

Em cevada, variação da expressão da hipersensibilidade, a *Puccinia hordei* em diferentes genótipos, tem sido explicado pela presença de genes que governam uma importante e competente resistência do hospedeiro, resultando em baixo desenvolvimento da doença (CLIFFORD; RODERICK, 1981). Genótipos de soja, inoculados com isolados de *Phakopsora pachyrhizi* e *P. meibomiae*, apresentaram duas diferentes reações à infecção pela ferrugem da soja. Lesões marrons que consistiu em urédias circundadas por pequena mancha necrótica tendo um maior número de pústulas, e lesões de coloração marrom-avermelhadas com maior área necrosada e número limitado de urédias. Segundo Bonde et al. (2006), por meio dessas lesões, pode-se verificar a presença de genes de maior resistência à ferrugem da soja.

Browne et al. (2006) caracterizaram resistência parcial à doença pela redução no desenvolvimento da epidemia, incluindo baixa freqüência de infecção, menor período latente. A presença de manchas necróticas nos porta-enxertos inoculados com *P. euvitis* pode representar um tipo de resistência parcial já que de maneira geral o número de lesões e o tamanho das pústulas foram menores nestes genótipos.

De modo geral, a variabilidade existente no número de pústulas, tamanho das pústulas, período latente e quantidade de esporos produzidos por pústulas nos diferentes genótipos indica grande variação quantitativa nesses caracteres. A resistência quantitativa, definida como resistência horizontal, atua reduzindo a taxa de infecção, diminuindo a produção de esporos por pústula, reduzindo o tamanho das pústulas e aumentando o período latente (VANDERPLANK, 1963). No entanto, a herança da resistência da videira a essa ferrugem ainda não foi determinada.

.

4 CONCLUSÕES

- Verificou-se a ocorrência de diferenças significativas nos níveis de resistência dos genótipos à ferrugem; os genótipos IAC-766, IAC-572, IAC-313, Traviú, Clara, Brasil e Morena foram os que apresentaram maior nível de resistência à doença.
- Nos limites avaliados (10^3 a 10^7 urediniósporos/ml), verificou-se relação linear positiva entre a concentração de inóculo na suspensão de esporos inoculadas e o nível de infecção.
- O patógeno, *P. euvitis* coloniza folhas de videira jovens e maduras.
- Os porta-enxertos inoculados apresentaram manchas necróticas ao redor das pústulas.

REFERÊNCIAS

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

ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E.; REGINA, M. A.; ANTUNES, L. E. C.; PEREIRA, A. F. Origem e classificação botânica da videira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.194, p.5-8, 1998.

AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Editora Ceres, 1995. p.647-671. v.1.

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

APARECIDO, C.C.; FIGUEIREDO, M.B.; FURTADO, E.L. Efeito da idade e da temperatura na germinação de urediniósporos de *Puccinia pisidii* coletados de jambeiro (*Syzygium jambos*) e de goiabeira (*Psidium guajava*). Summa **Phytopathologica**, Botucatu, v.29, n.1, p.30-33, 2003.

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

BESLASQUI JUNIOR, J.; BASSANEZI, R.B.; SPÓSITO, M.B.; RIBEIRO, L.M., JESUS JUNIOR, W.C.; AMORIN, L. Escalas diagramáticas para avaliação da severidade do cancro cítrico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, n.4, p.387-393, 2005.

BONDE, M. R.; NESTER, S. E.; AUSTIN, C. N.; STONE, C. L.; FREDERICK, R. D.; HARTMAN, G. L.; MILES, M. R. Evaluation of Virulence of *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomiae* Isolates. **Plant Disease**, St. Paul, v.90, n.6, p.708-716, 2006.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 532p.

CANTERI, M.G.; GIGLIOTI, E.A. Combro: um software para seleção e treinamento de avaliadores de ferrugem e do complexo broca-podridões em cana-de-açúcar. **Summa Phytopathologica**, Botucatu,v.24, p.190, 1998.

CHAVES, M.S.; MARTINELLI, J.A.; FEDERIZZI, L.C. Resistência quantitativa à ferrugem da folha em genótipos de aveia branca: II – Avaliação de componentes de resistência. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.29, p.47-55, 2004.

CLIFFORD, B.C.;RODERICK, H.W. Detection of cryptic resistance of barley to *Puccinia hordei*. **Transactions British Mycological Society**, Cambridge, v.76, p.17-24, 1981.

DE VALLAVIEILLE-POPE, C.; HUBER, L.; LECONTE, M.; BETHENOD, O. Preinoculation effects of light quantity on infection efficiency of *Puccinia striiformis* and *P. triticina* on wheat seedlings. **Phytopathology**, St. Paul, v.92, p.1308-1314, 2002.

DÍAZ-LAGO, J. E.; STUTHMAN, D. D.; LEONARD, K. J. Evaluation of components of partial resistance to oat crown rust using digital image analysis. **Plant Disease**, St. Paul, v.87, p.667-674, 2003.

FALEIRO, F.G.; RAGAGNIN, V.A.; VINHADELLI, W.S.; MESQUITA, A.G.G.; MOREIRA, M.A.; BARROS, E.G. Redução da capacidade de infecção de urediniósporos de *Uromyces appendiculatus* após armazenamento em diferentes condições. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.25, n.1, p.98-100, 2000.

GAVA, R.; SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L.R. Ocorrência da ferrugem da videira no Rio Grande do Sul e Mato Grosso. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA*, 10., 2003, Bento Gonçalves. **Anais…** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 201.

GILLES, T.; KENNEDY, R. Effects of an interaction between inoculum density and temperature on germination of *Puccinia allii* urediniospores and leek rust progress. **Phytopathology**, St. Paul, v.93, p.413-420, 2003.

GODOY, C.V.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A. Influência da duração do molhamento foliar e da temperatura no desenvolvimento da ferrugem do milho causada por *Puccinia polysora*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n.2, p.160-165, 1999.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n.1, p.63-68, 2006.

HEADRICK, J.M.; PATAKY, J.K. Effects of night temperature and mist period on infection of sweet corn by *Puccinia sorghi*. **Plant Disease**, St. Paul, v.70, p.950-953, 1986

HORSFALL, J.G.; BARRATT, R.W. An improved grading system for measuring plant disease. **Phytopathology**, St. Paul, v.35, p.655, 1945.

IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 26 nov. 2006.

JOHNSON, R.; TAYLOR, A.J. Isolates of *Puccinia striiformis* colleted in England from the Wheat Varieties Maris Beacon and Joss Cambier. **Nature***,* Washington, n.238, p.105-106, July 1972.

JOSEPH, M.E.; HERING, T.F. Effects of environment on spore germination and infection by broad bean rust (*Uromyces viciae-fabae*). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 128, p.73-78, 1997.

KRANZ, J. Measuring plant disease. In: Kranz, J.; Rotem, J. (Ed.) **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Berlin: Springer, 1988. p.35-50.

LAMARI, L. Asses – Image analysis software for plant disease quantification, APS-Press, St. Paul, Minnesota, 2002.

LEITE, R.M.V.B.C.; AMORIM, L. Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de Alternaria em girassol. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 28, p. 14-19, 2002.

LEU, L.S.; WU, H.G. Uredospore germination, infection and colonization of grape rust fungus, *Phakopsora ampelopsidis*. **Plant Protection Bulletin**, Taiwan, v. 25, p. 167-175, 1983.

LEU, L.S. Rust. In: **Compendium of grape diseases**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1988. p.28-30.

MACAGNAN, D.; FERREIRA, F.A.; ROMEIRO, R.D. Ocorrência de ferrugem causada por *Phakopsora euvitis* no Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 38., 2005, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2005. p.135.

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**, St. Paul, v.66, p.461-463, 1976.

MARTINS, M.C.; AMORIM, L. Efeito do período de molhamento foliar em componentes monocíclicos da ferrugem do pessegueiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n.4, p.552-555, 1999.

MARTINS, M.C.; GUERZONI, R.A.; CÂMARA, G.M.S.; MATTIAZZI, P.;LOURENÇO, S.A. ; AMORIM, L. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. ***Fitopatologia Brasileira*,** Brasília, DF, v.29, p.179-184, 2004.

MAZIA, J. O. **Análise do progresso e controle de míldio (*Plasmopara viticola*) e ferrugem (*Phakopsora euvitis*) em uvas rústicas no noroeste do Estado do Paraná**. 2005. 66 folhas. *Dissertação* (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

MAY-DE-MIO, L.L.; AMORIM, L. Influência da temperatura e da duração do molhamento foliar nos componentes monicíclicos da ferrugem do álamo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.28, n.1, p.33-39, 2002.

MELCHING, J.S. The effect of inoculum density on uredospore germination and infection of corn by Puccinia polysora, the cause of southern corn rust. **Phytopathology**, St. Paul, v.71, p.769, 1981.

MELLO, L.M.R. ***Mercado brasileiro de uvas e vinhos*.** Disponível em: <http//www.cnpuv.embrapa.br>. Acesso em: 10 maio 2006.

MICHEREFF, S.J.; MAFFIA, L.A.; NORONHA, M.A. Escala diagramática para avaliação da severidade da queima das folhas do inhame. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.25, p.612-619, 2000.

MUELLER, D.S.; BUCK, J.W. Effects of light, temperature and leaf wetness duration on daylily rust. **Plant Disease**, St. Paul, v.87, p. 442-445, 2003.

NARUZAWA, E.S.; CELOTO, M.I.B.; PAPA, M.F.S.; TOMQUELSKI, G.V. ; BOLIANI, A.C. Estudos epidemiológicos e controle químico de *Phakopsora euvitis*. ***Fitopatologia Brasileira***, Brasília, DF, v.31, p.41-45, 2006.

NASCIMENTO, A.R.P.; MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R.; GOMES, A.M.A. Elaboração e validação de escala diagramática para cancro bacteriano da videira. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, n.1, p. 59-64, 2005.

NEGUSSIE, T.; PRETORIUS, Z.A.; BENDER, C.M. Effect of some environmental factors on in vitro germination of urediniospores and infection of lentils by rust. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.153, p.43-47, 2005.

NUTTER JR., F.W.; SCHULTZ, P.M. Improving the accuracy and precision of disease assessments: selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Otawa, v.17, p.174-184, 1995.

NUTTER JR. F.W.; GLEASON, M.L.; JENCO, J.H.; CHRISTIANS, N.C. Assessing the accuracy, intra-rater repeatability, and inter-rater reliability of disease assessment systems. **Phytopathology**, St. Paul, v.83, n.8, p.806-812, 1993.

ONO, Y. Taxonomy of the *Phakopsora ampelopsidis* species complex on vitaceous hosts in Asia including a new species, *P. euvitis*. **Mycologia**, Lawrence, v.92, p. 154-173, 2000.

O'BRIEN, R.D.;VAN BRUGGEN, A.H.C. Accuracy, precision, and correlation to yield of disease severity scales for corky root of lettuce. **Phytopathology**, St. Paul, v 82, p.91-96. 1992.

PAPA, M.F.S.; CELOTO, M.Y.B.; TOMQUELSKI, G.V.; NARUZAWA, E.S. BOLIANI, A.C. Ocorrência da ferrugem da videira em São Paulo e Mato Grosso do Sul e controle químico em dois sistemas de condução. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.28 (Suplemento), p. S320, 2003.

PEI, M.H.; RUIZ, C.; HUNTER, T.; ARNOLD, G.M.; BAYON, C. Quantitative relationships between inoculum of *Melampsora larici-epitea* and corresponding disease on *Salix*. ***Plant Pathology***, London, v.51, p.443-453, 2002.

PFENDER, W. F.; VOLLMER, S. S. Freezing temperature effect on survival of *Puccinia graminis* subsp. *graminicola* in *Festuca arundinacea* and *Lolium perenne*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 83, p.1058-1062, 1999.

PFISTER, S.E.;HALIK, S.; BERGDAHL, D.R. Effect of temperature on *Thekopsora minima* urediniospores and uredinia. **Plant Disease**, St. Paul, v.88, p.359-362, 2004.

PIVONIA, S.; YANG, X.B. Relating epidemia progress from a general disease model to seasonal appearance time of rusts in the United States: implications for soybean rust. **Phytopathology**, St. Paul, v.96, p.400-407, 2006.

PIZA, S.M.T.; RIBEIRO, I.J.A. Influência da luz e da temperatura na germinação de uredosporos de *Puccinia psidii*. ***Bragantia***, Campinas, v.47, p.75-78, 1988.

PROTAS, J.F.S.; CAMARGO, U.A.; MELLO, L.M.R. ***A vitivinicultura brasileira: realidade e perspectivas***. Disponível em: <http//www.cnpuv.embrapa.br>. Acesso em: 10 maio 2006.

RIBEIRO, I.J.A.; BERGAMIN FILHO, A.; CARVALHO, P.C.T. Avaliação da resistência horizontal a *Hemileia vastatrix* em cultivares de *Coffea arabia* L. em condições naturais de epidemia. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.7, p.90-95, 1995.

RIMÉ, D.; ROBERT, C.; GOYEAU, H.; LANNOU, C. Effect of host genotype on leaf rust (*Puccinia triticina*) lesion development and urediniospore production in wheat seedlings. **Plant Pathology**, London, v.54, p.287-298, 2005.

ROTEM, J. Techniques of controlled-condition esperiments. In: KRANZ, J. ROTEM, J. **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Berlin: Springer-Verlag, p.19-32, 1988.

RUIZ, R.A.R.; ALFENAS, A.C.; FERREIRA, F.A.; VALE, F.X.R. Influência da temperatura, do tempo de molhamento foliar, fotoperíodo e da intensidade de luz sobre a infecção de *Puccinia psidii* em eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.14, n.1, p.55-61, 1989.

SACHE, I. Effect of density and age of lesions on sporulation capacity and infection efficiency in wheat leaf rust (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*). Plant ***Pathology***, London, v.46, p.581-589, 1997.

SATO, G.S. Análise do consumo de uva para mesa no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, n.7, v.34, 2004.

SILVA S.R.; RIOS, G.P.; SILVA, S.C. Influência da resistência e do período de molhamento na infecção e desenvolvimento de lesões de ferrugem no feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.26, n.4, p.726-731, 2001.

SONEGO, O.R.; GARRIDO, L.R.; GAVA, R. **Ferrugem da videira no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 4p. (Comunicado Técnico, 62)

SOUZA, N.S. Ocorrência de ferrugem em videira em Mato Grosso. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.29, n.2, p.226, 2004.

SPÓSITO, M.B.; AMORIM, L.; BELASQUE JUNIOR, J.; BASSANEZI, R.B.; AQUINO, R. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.29, p.81-85, 2004.

SUZUKI, M.S.; SILVEIRA, S.F. Germinação *in vitro* de urediniósporos de *Puccinia psidii* armazenados sob diferentes combinações de umidade relativa e temperatura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.29, n.2, p.188-192, 2003.

TAPSOBA, H.; WILSON, J. P. Effects of temperature and light on germination of urediniospores of the pearl millet rust pathogen, *Puccinia substriata* var. *indica*. **Plant Disease**, St. Paul, v.81, p.1049-1052, 1997.

TAVARES, S.C.; ROSA, R.C.; MENEZES, M. Ocorrência da ferrugem da videira no estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.30 (Suplemento.), p.S135, 2005.

TESSMANN, D.J. **Epidemiologia da ferrugem (*Puccinia psidii* Winter) do jambeiro e estudos sobre a germinação dos seus urediniósporos**. 1992. 111 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1992..

TESSMANN, D.J.; DIANESE, J.C.; GENTA, W.; VIDA, J.B.; MIO, L.L.M. Grape Rust caused by Phakopsora euvitis, a new disease for Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.29, n.3, p.338, 2004a.

TESSMANN, D.J.; VIDA, J.B.; MAZIA, J. O. Ferrugem da videira. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 7., 2003, Fraiburgo. ***Anais...*** Caçador: Epagri, 2004b. p.153-156.

THEODORO, G.F.; MORGAN, C.L.; ANDRADE, E.R.; SANTOS, L.T.;DIANESE, J.C. Ferrugem da videira (*Phakopsora euvitis*) no Estado de Santa Catarina. In: *CONGRESSO LATINO AMERICANO DE MICOLOGIA*, 5., 2005, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Associação Latino-Americana de Micologia, 2005. p.298.

VALE, F.X.R.; WALDIR JR, CJ.; LIBERATO, J.R.; SOUZA, C.A. Quantificação de doenças e do crescimento do hospedeiro. In: VALE, F.X.R.; WALDIR JR, C.J.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. (Ed.). Belo Horizonte: Editora Perfil, 2004. v.1, cap.3, p.92-94.

VANDERPLANK, J.E. *Plant diseases*: **Epidemics and control**. Academic Press: New York, 1963. 349p.

VIDA, J.B.; TESSMANN, D.J. Perdas causadas pela ferrugem da videira (*Phakopsora euvitis*) na cultura da videira, **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.30 (Suplemento), p. S140, 2005.

WEBB, D.H.; NUTTER, F.W. Effects of leaf wetness duration and temperature on infection efficiency, latent period, and rate of pustule appearance of rust in alfalfa. **Phytopathology**, St. Paul, v.87, p.946-950, 1997.

WEINERT, M.P.; SHIVAS, R.G.; PITKETHLEY, R.N.; DALY, A.M. First record of grapevine leaf rust in the Northern territory, Australia. **Australasian Plant Pathology**, Brisbane, v.32, p.117-118, 2003.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo