

CLÁUDIA REGINA SCAPIN

**VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS DE *Phakopsora euvitis* ONO E
CONTROLE DA FERRUGEM DA VIDEIRA COM FOSFITO**

**MARINGÁ - PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO 2009**

CLÁUDIA REGINA SCAPIN

**VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS DE *Phakopsora euvitis* ONO E
CONTROLE DA FERRUGEM DA VIDEIRA COM FOSFITO**

Dissertação 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 Mestre.

MARINGÁ - PARANÁ – BRASIL

FEVEREIRO 2009

CLÁUDIA REGINA SCAPIN

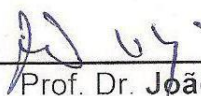
**VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS E CONTROLE DA FERRUGEM DA
VIDEIRA (*Phakopsora euvitis*)**

Dissertação 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 Mestre.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2009.



Dr^a. Francislene Angelotti



Prof. Dr. João Batista Vida



Prof. Dr. Sérgio Ruffo Roberto



Prof. Dr. Dauri José Tessmann
(Orientadora)

A Deus, pela proteção constante

OFEREÇO...

À minha família, 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;

À Dra. Francislene Angelotti, pesquisadora da Embrapa Semi-Árido, pela co-orientação, confiança e motivação na realização deste trabalho;

À minha família, por estar ao meu lado em todos os momentos, pelo incentivo, apoio e carinho;

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;

Aos amigos: Bárbara de Mello Aguiar, Tatiane Alves , Leina Lirani, Ricardo Oliveira, Jefferson Fernandes, Ronilda Aguiar, pelos momentos agradáveis, pelas conversas descontraídas, pelas dicas e troca de informações. À Carolina Souza e Mônica Ciliato, 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;

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

BIOGRAFIA

CLÁUDIA REGINA SCAPIN, filha de Agenor Scapin e Lourdes Podanoschi Scapin, nasceu na cidade de Faxinal, Estado do Paraná, aos 26 dias do mês de abril de 1983.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, em dezembro de 2006.

Iniciou o Curso de Pós-Graduação em Agronomia, em março de 2007, completando com este trabalho as exigências necessárias à obtenção ao título de Mestre em Agronomia.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	VIII
RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 HOSPEDEIRA.....	5
2.1.1 <i>Caracterização botânica</i>	5
2.1.2 <i>Importância sócio-econômica</i>	5
2.2 A FERRUGEM DA VIDEIRA	7
2.3 VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS	11
CAPÍTULO I.....	14
VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS DE <i>PHAKOPSORA EUVITIS</i>.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1 PRODUÇÃO DE MUDAS	16
2.2 OBTENÇÃO, MANUTENÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DO INÓCULO.	16
2.3 ANÁLISE DA VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS COLETADOS DE PÚSTULAS UREDINIAIS NO PERÍODO ENTRE O INÍCIO DA ESPORULAÇÃO ATÉ A SENESCÊNCIA E MORTE DAS FOLHAS	16
2.4 VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS REMOVIDOS DA PLANTA HOSPEDEIRA	18
3. RESULTADOS	19
3.1 ANÁLISE DA VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS COLETADOS DE PÚSTULAS UREDINIAIS NO PERÍODO ENTRE O INÍCIO DA ESPORULAÇÃO ATÉ A SENESCÊNCIA E MORTE DAS FOLHAS	19
3.2 VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS REMOVIDOS DA PLANTA HOSPEDEIRA	21
4. DISCUSSÃO.....	23

5. CONCLUSÕES.....	28
CAPÍTULO II.....	29
EFEITO DE FOSFITO DE POTÁSSIO NO CONTROLE DA FERRUGEM DA VIDEIRA E NA VIABILIDADE DOS UREDINIÓSPOROS DE <i>PHAKOPSORA EUVITIS</i>.	29
1. INTRODUÇÃO.....	29
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3. RESULTADOS.....	34
3.1 EFEITO PROTETOR E RESIDUAL.....	34
3.2 EFEITO CURATIVO E ERRADICANTE.....	35
4. DISCUSSÃO.....	37
5. CONCLUSÕES.....	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Germinação e infecção de urediniósporos de <i>Phakopsora euvitidis</i> produzidos em folhas de plantas mantidas em câmara de crescimento (A e B), em folhas de plantas mantidas em condições de campo (C e D) e em folhas destacadas das plantas em condições de campo (E e F)	20
Figura 2	Efeito do tempo de armazenamento na germinação de urediniósporos de <i>Phakopsora euvitidis</i> , sob temperatura de -20°C . (A) Germinação, (B) infecção	21
Figura 3	Efeito do tempo de armazenamento na germinação de urediniósporos de <i>Phakopsora euvitidis</i> , sob temperatura de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$. (A) Germinação, (B) infecção	22
Figura 4	Efeito do choque térmico na viabilidade de urediniósporos de <i>Phakopsora euvitidis</i> , armazenados por 270 dias sob temperatura de -20°C , utilizando a reversão da dormência. Germinação (A), infecção (B)	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Produção de Uvas no Brasil, em toneladas	05
Tabela 2	Área plantada de videiras no Brasil, em hectares	06
Tabela 3	Efeito protetor e residual. Número de pústulas/cm ² (infecção) ± desvio padrão e controle (%) das plantas de videira, tratadas com fungicidas e inoculadas com suspensão de urediniósporos de <i>Phakopsora euvitis</i> aos dois, cinco e oito dias após tratamento (DAT)	34
Tabela 4	Efeito protetor e residual. Porcentagem de germinação ± desvio padrão e germinação relativa de urediniósporos coletados nas plantas de videira tratadas com fungicidas e inoculadas com suspensão de urediniósporos de <i>Phakopsora euvitis</i> aos dois, cinco e oito dias após tratamento (DAT)	35
Tabela 5	Efeito curativo e erradicante. Número de pústulas/cm ² (infecção) ± desvio padrão e controle (%) das plantas de videira, tratadas com fungicidas dois, cinco e oito dias após a inoculação (DAI) com suspensão de urediniósporos de <i>Phakopsora euvitis</i>	36
Tabela 6	Porcentagem de germinação ± desvio padrão e germinação relativa de urediniósporos coletados nas plantas de videira, variedade 'Niágara Rosada', tratadas com fungicidas dois, cinco e oito dias após a inoculação (DAI) com suspensão de urediniósporos de <i>Phakopsora euvitis</i>	36
Tabela 7	Condições climáticas no campus da UEM, no período de 16/05/2008 a 30/06/2008	46

RESUMO

SCAPIN, CLÁUDIA REGINA. Universidade Estadual de Maringá, fevereiro de 2009. **Viabilidade de urediniósporos de *Phakopsora euvitidis* Ono e controle da ferrugem com fosfito.** Professor Orientador: Dr. Dauri José Tessmann. Co-orientadora: Dra. Francislene Angelotti.

A ferrugem da videira (*Phakopsora euvitidis*) causa desfolha antecipada nas plantas, prejudicando a maturação de frutos e o desenvolvimento de ramos. Embora seja uma ferrugem macrocíclica na Ásia, somente as fases uredinial e telial são encontradas no Brasil. Com isso, pressupõe-se que folhas de videira com ferrugem seja a única fonte de inóculo de urediniósporos para epidemias de ferrugem no país. Almejando a obtenção de mais informações sobre a epidemiologia e o controle dessa doença, este estudo foi conduzido com os seguintes objetivos: (i) analisar a viabilidade de urediniósporos de *P. euvitidis* coletados de pústulas urediniais em folhas de videira no período entre o início da esporulação até a morte das folhas; (ii) analisar o efeito da temperatura na viabilidade de urediniósporos no decorrer do tempo de preservação quando esses esporos são removidos das folhas; e (iii) avaliar o efeito protetor, curativo e erradicante de fosfito de potássio no controle da ferrugem da videira. Os ensaios foram conduzidos com plantas da variedade 'Niágara Rosada' (*Vitis vinifera* x *Vitis labrusca*), com 5-6 folhas, em vasos, inoculadas com suspensões padronizadas de urediniósporos. A viabilidade dos urediniósporos foi avaliada por meio da porcentagem de germinação em ágar-água 2% e da eficiência da infecção em folhas de plantas sadias. Verificou-se que o período estimado de infectividade dos urediniósporos foi de 133 dias, em folhas de plantas mantidas em câmara de crescimento após a inoculação, sob condições de temperatura e luz controladas e com a ausência de molhamento foliar. No entanto, em condições de campo, em folhas mantidas na planta até a senescência e queda natural, o período de infectividade dos urediniósporos estimado foi de 54 dias. Em folhas removidas das plantas aos 10 dias após a inoculação e mantidas sobre o solo, o período de infectividade dos

urediniósporos estimado foi de 21 dias. Urediniósporos coletados aos três dias após o período de latência e mantidos em tubos Eppendorf, sem aditivos, apresentaram redução de aproximadamente 90% na capacidade de infecção em folhas sadias no período de 120 dias de armazenamento nas temperaturas de -20°C e a 25±2°C. Os tratamentos avaliados para quebra de dormência dos urediniósporos proporcionaram pequeno incremento nos níveis de germinação e infecção. No ensaio sobre o efeito protetor ou residual de fungicidas no controle da doença, conduzido em câmara de crescimento, com aplicações aos 2, 5 e 8 dias anteriores à inoculação da ferrugem, verificou-se que o fosfito de potássio foi menos eficiente (25 a 64% de controle) do que o hidróxido de cobre (99% de controle) e o tebuconazole (100% de controle). Nesse ensaio, verificou-se também a redução na germinação de urediniósporos produzidos em folhas tratadas com fosfito de potássio. No ensaio sobre o efeito curativo ou erradicante de fungicidas, aplicados aos 2, 5 e 8 dias após a inoculação, verificou-se que o fosfito de potássio foi menos eficiente (25 a 58% de controle) do que o hidróxido de cobre (40 a 60% de controle) e o tebuconazole (100% de controle). Verificou-se, também, que o fosfito de potássio e o hidróxido de cobre reduziram significativamente a viabilidade de urediniósporos produzidos nos urédios de folhas tratadas. A formação dos urédios nas folhas tratadas com tebuconazole não foi completada, não ocorrendo a produção de urediniósporos viáveis mesmo com a aplicação curativa aos 8 dias após a inoculação.

Palavras-chave: Epidemiologia, preservação, uredósporos, *Vitis*.

ABSTRACT

SCAPIN, CLÁUDIA REGINA. Universidade Estadual de Maringá, February 2009. **Viability of urediniospores of *Phakopsora euvitis* Ono and control of grapevine rust using phosfite.** Advisor: Dr. Dauri José Tessmann. Co-advisor: Dra. Francislene Angelotti.

Grapevine rust (*Phakopsora euvitis*) causes early defoliation of grape plants, damaging fruit ripening and branch development. Even though it is a macrocyclic rust in Asia, only the telial and uredinial stages have been observed in Brazil. Then, rusted grapevine leaves are presumed to be the only source of urediniospores for grapevine rust epidemics in the country. Aiming to get more information about epidemiology and control of this disease in Brazil, this study had the following objectives: (i) (i) to analyze the viability of *P. euvitis* urediniospores collected from uredia from the beginning of sporulation until the death of grape leaves; (ii) to analyze the effect of temperature on viability of *P. euvitis* urediniospores removed from leaves during preservation time; and (iii) to evaluate the protective, curative and erradicant effects of potassium phosphite on grapevine rust control under growth chamber conditions. The assays were carried out with 'Niagara' grape (*Vitis vinifera* x *Vitis labrusca*) plants growth in pots, having at least 5-6 fully developed leaves, which were inoculated with standard urediniospore suspension. The percentage of germination of urediniospores was evaluated in water-agar medium 2% and the infection efficiency was assessed on grape leaves. It was estimated that urediniospores remained infective for until 133 days since the beginning of sporulation on leaves of plants that were kept in growth chamber, under controlled temperature and light conditions, without leaf wetness. However, under field conditions, the estimated infectivity of urediniospores was only 54 days on leaves kept attached to the plant until leaf drop. On leaves removed from plants at 10 days after inoculation and kept in the soil surface, the urediniospores remained infective for only 21 days. Additionally, it was found that urediniospores which were collected three days after the latent period and kept in Eppendorf tubes, without adding additives, showed 90% of reduction on infection efficiency during

the 120-day storage period at the temperatures of -20°C (freezer) and $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ (growth chamber). All treatments that were evaluated for breaking spore dormancy did small improvement of spore germination and infection efficiency. The assay with protective fungicides, carried out in growth chamber, with sprayings at 2, 5 or 8 days before rust inoculation, showed that potassium phosphite was less efficient (25 to 64% control) compared with copper hydroxide (99% control) and tebuconazole (100% control), causing also reduction on urediniospore germination. The curative or erradicant fungicide trial, with sprayings at 2, 5 or 8 days before rust inoculation, showed that potassium phosphite was less efficient (25 to 58% control) compared to copper hydroxide (40 to 60% control) and tebuconazole (100% control). Also, Potassium phosphite and copper hydroxide treatments caused significant reduction on urediniospore viability, and the tebuconazole treatment stopped sporulation even by spraying at 8 days after inoculation.

Keywords: Epidemiology, spore preservation, uredospore, *Vitis*.

1. INTRODUÇÃO

A viticultura ocupa uma área de aproximadamente 89 mil hectares no Brasil 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 grande diversidade ambiental, existem pólos com viticultura característica de regiões temperadas, com período de repouso hibernar 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 ciclos vegetativos por ano. A produção anual de uva no país está estimada em 1,2 milhões de toneladas e os principais estados produtores de uva no Brasil são Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Pernambuco e Bahia (SATO, 2004; MELO, 2007).

A videira no Brasil é afetada por diversas doenças bacterianas, viróticas e fúngicas, as quais individualmente ou em conjunto podem causar grandes perdas de produção. A ferrugem da videira, causada pelo fungo *Phakopsora euvtis* Ono, é uma doença nova no país e, devido ao seu potencial para causar danos à viticultura brasileira constava na Lista das Pragas Quarentenárias A1 do Ministério da Agricultura e Pecuária. Essa doença foi constatada pela primeira vez no Brasil em 2001, no norte do Estado do Paraná (TESSMANN et al., 2004a), e nos anos seguintes nos Estados de São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (PAPA et al., 2003; SOUZA, 2004), Rio Grande do Sul (GAVA et al., 2003; BAYER e COSTA, 2006), Santa Catarina (THEODORO et al., 2005), Pernambuco (TAVARES et al., 2005) e Rio de Janeiro (MACAGNAN et al., 2005), tendo se tornado endêmica nessas regiões.

Por causa do seu potencial destrutivo, a ferrugem da videira passou a ser fator de risco e de aumento do custo de produção para a viticultura no Brasil. A doença causa a desfolha antecipada das plantas, prejudicando a maturação dos frutos e o desenvolvimento dos ramos da videira. Os danos são agravados porque a uva é uma fruta não-climatérica, ou seja, que não amadurece após a colheita, assim a desfolha precoce das plantas torna os frutos impróprios para comercialização. A doença também pode afetar o desenvolvimento de porta-enxertos susceptível (ANGELOTTI et al., 2006).

A ferrugem da videira é uma doença endêmica em diversas regiões tropicais do mundo, estendendo-se também para algumas regiões subtropicais e temperadas (LEU, 1988). Na Ásia, 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, 2008). Nas Américas, a doença está presente no Sul e Leste dos EUA, na América Central, na Colômbia e na Venezuela (LEU, 1988; ONO, 2000). Na Austrália, foi constatada em 2001 (WEINERT et al., 2003) e não há relato da sua ocorrência na Europa e África.

No Brasil, a ferrugem da videira tem afetado mais a viticultura em regiões tropicais de clima úmido e regiões subtropicais com inverno ameno. Nessas regiões, a doença tem causado maior dano principalmente em uvas rústicas ou de origem americana, como Bordô (*V. labrusca*), Niágara, Isabel e Kioho (as três últimas cultivares são híbridos de *V. labrusca* x *V. vinifera*), do que em uvas de origem européia (*V. vinifera*), entre as quais se encontram as uvas finas de mesa do grupo Itália (TESSMANN et al., 2007). No Centro-Sul do Brasil, principalmente nos estados do Paraná e São Paulo, a doença tem afetado principalmente parreirais de 'Niágara' (*V. labrusca* x *V. vinifera*), podendo causar perdas elevadas (VIDA; TESSMANN, 2005). No Vale do São Francisco (Pernambuco e Bahia), a doença tem causado desfolha antecipada das plantas no período entre safras, assim como nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

O agente causal da ferrugem da videira é parasita obrigatório e o ciclo completo da doença foi descrito somente na Ásia. É uma ferrugem heteroécia, em que as fases espermogonial (0) e aecial (I) ocorrem na hospedeira alternante, nativa na Ásia, *Meliosma myriantha* (Sabiaceae), e as fases uredinial (II), telial (III) e basidial (IV) ocorrem em *Vitis* spp. No entanto, apenas as fases uredinial e telial foram encontradas no Brasil, presumindo-se, dessa forma, que apenas a fase uredinial, na qual são produzidos urediniósporos, tenha importância epidemiológica (VIDA; TESSMANN, 2005; TESSMANN et al., 2007).

Presume-se, também, que o patógeno sobrevive de uma safra para outra, colonizando folhas verdes de videira e que os urediniósporos desempenham um papel fundamental na disseminação e sobrevivência da

ferrugem da videira no Brasil. Dessa forma, nas regiões onde as folhas são totalmente removidas e as plantas ficam em repouso por um período prolongado no outono e inverno, tal como ocorre no Rio Grande do Sul e em parte de Santa Catarina e do Paraná, a sobrevivência do patógeno é prejudicada pela ausência de folhas, limitando, assim, a disponibilidade de inóculo inicial e, conseqüentemente, a ocorrência de epidemias da doença (VIDA; TESSMANN, 2005).

Portanto, informações sobre a duração da viabilidade de urediniósporos, ou seja, por quanto tempo esses esporos permanecem infectivos, e de quanto tempo uma pústula uredinial esporulante é fonte de inóculo são importantes para a epidemiologia da ferrugem da videira. Estudos anteriores mostraram que ocorre redução significativa na germinação de urediniósporos do patógeno após o período de 60 dias (ANGELOTTI, 2006) e ocorre redução de até 94,5% na sua germinação no período de sete dias em folhas mantidas na superfície do solo (NARUZAWA et al., 2006).

Da mesma forma, ainda existem poucas informações sobre o controle químico da ferrugem da videira. A partir da sua constatação no Brasil, a eficiência de diversos fungicidas foi avaliada em condições de campo com ênfase nos produtos já registrados para o controle de outras doenças da videira, tal como tebuconazole, metiram+piraclostrobina, cyproconazole, metconazole, azoxystrobin e tetraconazole, chlorothalonil e mancozeb (PAPA et al., 2003; TESSMANN et al., 2004a; SEVERINO et al., 2005; NARUZAWA et al., 2006). No entanto, entre os produtos fitossanitários utilizados na cultura da videira, merece destaque a utilização de fosfitos, os quais possuem baixa toxicidade, são comercializados como adubo foliar e que, na viticultura, são também utilizados para o controle de míldio da videira (*Plasmopara viticola* Berk. & Curt) (SONEGO et al. 2005; TESSMANN et al., 2007). Dessa forma, a avaliação do seu efeito no controle da ferrugem da videira pode contribuir para otimizar o seu emprego na viticultura.

Os objetivos deste estudo foram: (i) analisar a viabilidade de urediniósporos de *P. euvitis* coletados de pústulas urediniais em folhas de videira no período entre o início da esporulação até a morte das folhas; (ii) analisar o efeito da temperatura na viabilidade de urediniósporos no decorrer do tempo de preservação quando esses esporos são removidos das folhas; e

(iii) avaliar o efeito protetor, curativo e erradicante de fosfito de potássio no controle da ferrugem da videira em condições controladas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Hospedeira

2.1.1 Caracterização botânica

A videira, vinha ou parreira é uma trepadeira com tronco retorcido, ramos flexíveis, folhas grandes e repartidas em cinco lóbulos pontiagudos, flores esverdeadas em ramos, cujo fruto é a uva. A botânica sistemática situa a videira *Vitis* no grupo mais importante do Reino Vegetal, isto é, na Divisão Magnoliophyta, Classe Magnoliopsida, Ordem Rhamnales, Família Vitaceae (CRONQUIST, 1981).

A família Vitaceae é subdividida em subfamílias, estando o gênero *Vitis* colocado na subfamília Ampelidae, da qual fazem parte também os subgêneros, empregados com fins ornamentais, *Ampelopsis*, *Cissus*, *Parthenocissus* e *Ampelocissus*. As espécies silvestres do gênero *Vitis* são dióicas, isto é, as plantas são unissexuais masculinas ou femininas. As espécies, híbridos e cultivares encontradas sob cultivo, que apresentam flores hermafroditas, obtiveram este caráter com a intensa seleção feita pelo homem, por meio de vários cruzamentos intra-específicos e interespecíficos.

2.1.2 Importância sócio-econômica

A área plantada de uva no Brasil em 2007 foi de 89.946 mil hectares, com uma produção de 1.354.960 toneladas, 11,04% superior ao ano de 2006 (Tabela 1). Desse total de uvas produzidas, 47,02% foram destinados à elaboração de vinhos, sucos e outros derivados (IBGE, 2007).

Tabela 1: Produção de Uvas no Brasil, em toneladas

Estado\Ano	2005	2006	2007
Pernambuco	150.827	155.783	170.326
Bahia	90.988	89.738	120.654
Minas Gerais	14.389	12.318	11.995
São Paulo	231.680	195.357	193.023
Paraná	99.253	95.357	99.180
Santa Catarina	47.971	47.787	54.554
Rio Grande do Sul	611.868	623.847	705.228
Brasil	1.246.976	1.220.187	1.354.960

Fonte: IBGE, 2007.

A área plantada de uvas no Brasil em 2006, segundo IBGE, foi de 87.550 hectares, atualmente (2007) a viticultura ocupa uma área de 89.946 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, ou seja, houve um incremento de 2,74% (Tabela 2). Em função da diversidade ambiental, existem pólos com viticultura característica de regiões temperadas, com período de repouso hibernar 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 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, Santa Catarina, Minas Gerais (SATO, 2004; MELO, 2007).

Tabela 2: Área plantada de videiras no Brasil, em hectares

Estado\Ano	2005	2006	2007
Pernambuco	4.952	6.471	7.137
Bahia	3.071	3.150	4.071
Minas Gerais	963	930	878
São Paulo	13.780	18.772	18.772
Paraná	5.603	5.657	5.700
Santa Catarina	4.224	4.986	4.914
Rio Grande do Sul	42.450	47.584	48.474
Brasil	75.043	87.550	89.946

Fonte: IBGE, 2007.

O Rio Grande do Sul, principal produtor, possui área de 48.474 hectares, que representa 53,89% da área total do país, sendo que em torno 90% da produção destina-se a agroindústria para produção de vinhos, suco e outros derivados (MELLO, 2007).

O estado do Paraná foi responsável por 13,6% da produção, com uma área de 5.700 hectares, sendo, explorada em duas regiões bem distinta. Na região metropolitana de Curitiba, são cultivadas videiras de qualidade inferior (americanas) e cuja produção se destina a vinificação e ao consumo *in natura*. 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 tradicionalmente produtora de uvas finas de mesa (MELLO, 2007).

2.2 A ferrugem da videira

Na cultura da videira, a importância de cada doença varia de acordo com a região geográfica e a resistência varietal. Nas regiões sul e sudeste, predominam doenças como o míldio (*Plasmopra. viticola*) e as podridões do cacho (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. et Sacc. (Sensu Arx, 1957). e outros patógenos), devido à maior precipitação pluviométrica. Por outro lado, na região nordeste, o clima seco favorece as epidemias de oídio (*Uncinula necator* (Schw.) Burr.) (SONEGO et al., 2005).

A ferrugem da videira, causada pelo fungo *Phakopsora euvtitis* Ono, foi constatada pela primeira vez no Brasil no Município de Jandaia do Sul, PR, em março de 2001, atacando um parreiral comercial da variedade Itália. Nos anos seguintes a doença foi constatada também nos estados de São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (PAPA et al., 2003; SOUZA, 2004), Rio Grande do Sul (GAVA et al., 2003), Santa Catarina (THEODORO et al., 2005), Pernambuco (TAVARES et al., 2005) e Rio de Janeiro (MACAGNAN et al., 2005)

A doença é endêmica em diversas regiões tropicais do mundo, estendendo-se também para algumas regiões subtropicais e temperadas (LEU, 1988). Na Ásia, ocorre em Bangladesh, na China, na Índia, na Indonésia, no Japão, na Coreia do Norte, na Coreia do Sul, nas Filipinas, no Sri Lanka, em Taiwan e na Tailândia (EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION, 2008). 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 na África.

A ferrugem ocorre nas folhas da videira e causa o desfolhamento precoce das plantas. No Paraná, o impacto da doença é maior nas uvas de origem americana ou híbrida, tal como a variedade 'Niágara'. As variedades européias (*V. vinifera*) têm se mostrado menos susceptíveis à doença quando

comparadas com as variedades americanas e híbridas. Em 'Niágara', os danos da doença ocorrem em cultivos mais tardios, quando a maturação dos frutos se prolonga até os meses de janeiro e fevereiro, ou então na safra temporã, realizada no período de janeiro a maio (TESSMANN et al., 2007).

Os sintomas caracterizam-se por pústulas de coloração amarela na face inferior das folhas e na face superior, correspondente às pústulas, aparecem áreas necrosadas. Essas folhas tornam-se amarelas e secam, podendo causar desfolha precoce se o ataque for intenso, reduzindo o crescimento do porta-enxerto, prejudicando a produção e maturação dos frutos e afeta o acúmulo de reservas das plantas adultas, comprometendo as safras seguintes. Nos estágios mais avançados do desenvolvimento da doença, também se observam télios, de coloração marrom escura, entremeados com os urédios. (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 'Niágara Rosada' (*Vitis labrusca* L. x *V. vinifera* L.) produzida na safra temporã, em decorrência dos danos à maturação dos frutos (VIDA; TESSMANN, 2005).

A taxonomia da ferrugem da videira é complexa e a literatura relata mais de uma espécie associada à doença (LEU, 1988). Ono (2000) revisou o assunto e identificou três populações no "complexo" *Phakopsora ampelopsidis* Diet. & Syd, as quais colonizam diferentes gêneros na Família *Vitaceae*. Essas populações são morfológica 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*. 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 *P. euvitis* Ono *Sensu* (2000) (TESSMANN et al., 2004a).

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 ocorrem na videira e duas ocorrem em *Meliosma myriantha*, que é hospedeira alternativa da ferrugem. Essa hospedeira 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).

Com base nos dados disponíveis até o momento, acredita-se que o patógeno sobrevive de uma safra para outra colonizando folhas verdes de videira, produzindo urediniósporos. Desse modo, 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., 2007).

A ferrugem da videira no Paraná ocorre em maior intensidade nos meses mais quentes e úmidos (dezembro a março). Verificou-se que temperaturas médias noturnas de 22°C e ocorrência de molhamento foliar por mais de 6 horas favorecem o progresso da doença no campo (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.

Naruzawa et al. (2006) constatou que, quanto à condição de luminosidade, a ausência de luz proporcionou maior germinação de urediniósporos. Quanto ao efeito da temperatura na germinação, na temperatura de 25 °C foi obtida a maior germinação de urediniósporos, que diferiu das temperaturas de 5, 10, 15, 20, 30, 35 e 40 °C testadas. Nas temperaturas de 5, 30, 35 e 40 °C, foram constatadas as menores percentagens de germinação dos urediniósporos e não diferiram entre si. Nos tratamentos das temperaturas de 5, 30, 35 e 40°C, não foram observadas diferenças significativas quanto à germinação de urediniósporos em ausência ou presença de luz.

Angelotti (2006) estudou os parâmetros monocíclicos da doença em uvas americanas e híbridas cultivadas nas regiões tropicais do Brasil e verificou a influência da temperatura, luz e umidade no processo de infecção e desenvolvimento da doença. O conhecimento de tais parâmetros é importante para o entendimento da epidemiologia da doença e o desenvolvimento de medidas de controle, sendo que a temperatura de 20°C e períodos de molhamento foliar entre 12 e 24 horas propiciaram maiores níveis de infecção em mudas de videira 'Niágara 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. Verificou ainda que urediniósporos de *P. euvitis* requerem pelo menos 6 horas de incubação para iniciar a germinação, sendo que o maior índice de germinação dos urediniósporos ocorreu a 20°C e germinaram tanto na presença quanto na ausência de luz, mas não sobrevivem por períodos prolongados, sendo a temperatura um dos fatores importantes na manutenção da sua viabilidade.

O controle químico tem se mostrado eficaz e está sendo realizado por meio de fungicidas protetores e sistêmicos recomendados para cultura da videira. Tessmann et al. (2004b) verificaram que os fungicidas tebuconazole, metiram+piraclostrobina (registrado para o controle da ferrugem), 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.

A resistência genética é uma estratégia importante para o controle da doença, é altamente desejável do ponto de vista ambiental e também por reduzir o custo de produção. Variedades oriundas de *Vitis labrusca*, *V. vinifera* e *V. rotundifolia* são suscetíveis à ferrugem. No campo, as variedades americanas como Niágara e Isabel e diversos porta-enxertos são mais suscetíveis do que variedades européias (TESSMANN et al., 2004b; SONEGO et al., 2005). Em condições controladas, Angelotti et al. (2008) verificaram que genótipos de videira apresentam diferenças no grau de resistência à ferrugem.

Os genótipos mais resistentes são as cultivares porta-enxertos IAC 313, IAC 572 e IAC 766, em que a eficiência da infecção foi baixa.

2.3 Viabilidade de urediniósporos

Estudos relacionados aos procedimentos para preservação dos esporos de ferrugens são importantes, tanto na investigação de processos fisiológicos relacionados ao desenvolvimento do fungo quanto em experimentos para o desenvolvimento de variedades resistentes à ferrugem. Espécies de *Phakopsora* são fungos biotróficos e apresentam particularidades que tornam complexos os procedimentos de conservação (FURTADO, 2007).

A manutenção do inóculo de fungos da ordem Uredinales é realizada no próprio hospedeiro vivo. Entretanto, essa técnica apresenta vários inconvenientes. Entre eles, o fato de ser laborioso, pois necessita de manutenção das plantas hospedeiras com o patógeno o ano inteiro, tornando-se difícil em algumas regiões, além do risco de contaminações com outros isolados ou raças e até mutações do patógeno devido às várias inoculações (PRESCOTT; KERNKAMP, 1971; RYAN; ELLISON, 2003).

As ferrugens podem se desenvolver numa ampla faixa de variação de temperatura. Estudo recente de preservação de *P. euvitis* mostrou que urediniósporos coletados aos 14 dias após a inoculação apresentaram germinação de 87%, após 15 dias de armazenamento nas temperaturas de -20, 5, 23±2°C a germinação foi de 55, 58 e 60%, respectivamente, e para esporos armazenados a 30±2°C a germinação foi de 5,6%. Após 45 dias de armazenamento, a germinação dos urediniósporos mantidos nas temperaturas de -20, 5, 23±2°C correspondeu a 19%, 19,7% e 57%, respectivamente. Após 60 dias de armazenamento, a porcentagem de germinação dos urediniósporos mantidos em todas as temperaturas foi inferior a 10% (ANGELOTTI, 2006).

A sobrevivência de urediniósporos de *P. euvitis* em folhas de videira destacadas da planta e mantidas na superfície do solo é reduzida ao longo do tempo, sendo que resultados obtidos aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias não diferiram entre si, apresentando valor próximo de zero (NARUZAWA et al., 2006).

Para armazenamento de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, agente causal da ferrugem asiática da soja, armazenados em nitrogênio líquido, observou-se 40% de germinação após 30 dias. Quando armazenados em dessecador, não houve germinação após 60 dias. Já em folhas herborizadas, apresentaram germinação de 2% e 0% aos 60 e 90 dias, respectivamente. Os urediniósporos armazenados em geladeira também tiveram 0% de germinação aos 90 dias e, em *deep-freezer*, os urediniósporos perderam o poder germinativo aos poucos, sendo que, aos 30 dias após o armazenamento, a germinação estava entre 50 e 55%, chegando a zero aos 150 dias após a avaliação (ZAMBENEDETTI et al., 2007).

Urediniósporos de *Puccinia psidii* Winter, agente causal da ferrugem da goiabeira, conservados em temperaturas acima de 32°C, sem controle de umidade, perderam a viabilidade em uma semana (MAC LACHLAN, 1938).

SUZUKI e SILVEIRA, (2003) avaliaram o efeito de diferentes temperaturas e umidades relativas de armazenamento sobre a capacidade germinativa *in vitro* de urediniósporos de *P. psidii*. A temperatura foi o fator que mais afetou a viabilidade dos esporos armazenados. Urediniósporos armazenados a 15°C, sob 50% UR, mantiveram-se viáveis por até 67 dias, enquanto que a 30°C, sob 50% UR, 18 dias. O menor tempo de manutenção da viabilidade dos urediniósporos foi de 15 dias, a 30°C, sob 90% UR.

A preservação dos urediniósporos de *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger (sin. *U. phaseoli* (Reben) Wint.), agente etiológico da ferrugem do feijoeiro, foi avaliada por meio da frequência de infecção em cultivar suscetível, por 6 e 12 meses nas temperaturas de 5, -20, -80 e -196°C e na temperatura de 5°C com redução da UR para 50%. Os resultados indicam drástica redução na infecção dos esporos durante a preservação. Aqueles preservados a -196°C não apresentaram germinação em nenhuma das avaliações. Após seis meses, maiores infecções foram obtidas nas temperaturas de -80 e 5°C (50% de umidade). A temperatura de 5°C com 50% de umidade foi a melhor condição para preservar esses esporos por até 12 meses (FALEIRO et al., 2000).

Urediniósporos de *P. melanocephala* Syd. & P. Syd, agente causal da ferrugem da cana-de-açúcar, armazenados à temperatura ambiente e a 5°C, não permaneceram viáveis por mais de 60 dias. O armazenamento de esporos

a -20°C mostrou ser inadequado para manter a infectividade (GARCIA et al., 2007).

Esporos de *P. graminis* f.sp. *tritici* congelados em nitrogênio líquido e, posteriormente, submetidos ao choque térmico por poucos minutos em temperaturas entre 36 e 60°C, apresentaram níveis de germinação semelhantes aos esporos não congelados (LOEGERING et al., 1961).

CAPÍTULO I

VIABILIDADE DE UREDINIÓSPOROS DE *Phakopsora euvitis*

1. INTRODUÇÃO

A ferrugem da videira, causada pelo fungo *Phakopsora euvitis* Ono, é uma doença nova no Brasil, tendo se tornada endêmica após a sua constatação em 2001, no norte do Paraná. A doença ocorre nas principais regiões vitivinícolas do país, causando o desfolhamento antecipando das plantas de videira, que prejudica a maturação de frutos e ramos. Seus danos têm sido maiores em regiões tropicais de clima úmido ou em regiões subtropicais de inverno-outono com temperaturas amenas, como o Norte do Paraná e São Paulo, onde, sob condições climáticas favoráveis e na ausência de controle químico, a doença pode causar danos elevados, principalmente em videira 'Niágara' (VIDA; TESSMANN, 2005; TESSMANN et al., 2007).

Essa ferrugem é macrocíclica, apresentando cinco fases no seu ciclo de vida, e também heteroécia, com duas fases (espermogonial e ecial) ocorrendo na hospedeira alternante, *Meliosma myriantha* (Sabiaceae), e as demais fases (uredinial, telial e basidial) em *Vitis* spp. (Vitaceae) (ONO, 2000). No entanto, apenas as fases uredinial e telial foram constatadas no Brasil, por isso se presume que os urediniósporos sejam o inóculo para os ciclos primário e secundário da doença. As folhas da videira, onde são produzidos urediniósporos em pústulas urediniais, são a principal fonte de inóculo do patógeno no Brasil (TESSMANN et al., 2004a).

Os urediniósporos desempenham um papel fundamental na disseminação da doença, sendo disseminados principalmente pelo vento, podendo atingir grandes distâncias. Nas regiões do país onde a doença tornou-se endêmica, estima-se que o patógeno sobrevive de uma safra para outra colonizando folhas verdes de videira, onde são formados urédios. Deste modo, a sobrevivência do patógeno é favorecida nas regiões em que o clima permite a videira vegetar e produzir folhas novas durante ano todo. Em regiões onde as folhas são totalmente removidas e as plantas ficam em repouso por um período prolongado no outono e inverno, tal como ocorre no Rio Grande do Sul

e em partes de Santa Catarina e do Paraná, a sobrevivência do patógeno é prejudicada pela ausência de tecidos na planta passíveis de colonização pelo patógeno. Isso pode ser o fator determinante da baixa disponibilidade de inóculo inicial e, conseqüentemente, da não ocorrência de epidemias de ferrugem (VIDA; TESSMANN, 2005).

O período de tempo, no qual os urediniósporos são produzidos e mantidos em pústulas urediniais nas folhas da videira, permanecendo viáveis para novas infecções em folhas saudáveis, pode ser um fator determinante para a ocorrência de epidemias da doença no Brasil, uma vez que não há evidência da ocorrência de outras hospedeiras que não seja a videira no país. Estudos anteriores a este mostraram que ocorre redução significativa na germinação de urediniósporos do patógeno após o período de 60 dias (ANGELOTTI, 2006) e que pode ocorrer redução de até 94,5% na germinação desses no período de sete dias em folhas com esporos mantidas na superfície do solo (NARUZAWA et al., 2006).

Como as ferrugens são parasitas obrigatórios, sua preservação é mais complexa do que outros fungos que crescem em meio de cultura. A preservação de urediniósporos removidos de pústulas por longo prazo geralmente é feita em condições de baixas temperaturas, em nitrogênio líquido (-196°C) ou freezer a -70°C. Para preservação por períodos mais curtos, podem-se empregar também temperaturas de -20°C em freezer, de 5-10°C em geladeira ou temperatura ambiente (FERREIRA, 1981).

Assim, os objetivos deste estudo foram analisar a viabilidade de urediniósporos de *P. euvitidis* coletados de pústulas urediniais em folhas de videira no período entre o início da esporulação até a morte das folhas e analisar o efeito da temperatura na viabilidade de urediniósporos no decorrer do tempo de preservação quando esses esporos são removidos das folhas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Produção de mudas

Os experimentos foram conduzidos em plantas de videira da variedade 'Niágara Rosada', susceptível a *P. euvitis*, cultivadas em vasos com capacidade de 2000 cm³ de terra. Mudas foram produzidas por meio de propagação de estacas contendo cinco gemas. Foi aplicado cianamida hidrogenada 2,5% nas gemas para quebra de dormência e obtenção de uniformidade na brotação. As plantas foram mantidas em casa de vegetação, livres de ferrugem, até a inoculação.

2.2 Obtenção, manutenção e multiplicação do inóculo.

O inóculo para o estudo foi obtido a partir de urediniósporos coletados de folhas de videira da variedade 'Niágara Rosada' com infecção natural no município de Marialva, PR. A multiplicação de urediniósporos utilizados como inóculo nos ensaios foi realizada em folhas de 'Niágara Rosada', em câmara de crescimento. Mudas com 4-6 folhas foram inoculadas por meio de pulverização, com suspensão de urediniósporos na concentração de 10⁵ esporos por mL com adição de Tween 20, na concentração final de 0,01%. A inoculação foi feita em plantas da variedade 'Niágara Rosada' através da pulverização dos esporos até o ponto de escorrimento. Após a inoculação, as mudas foram submetidas à temperatura de 23-25°C e 24 horas de molhamento foliar na ausência de luz. Posteriormente, as plantas foram mantidas em câmara de crescimento à temperatura de 23-25°C e fotoperíodo de 12 horas. Os urediniósporos foram coletados 10-12 dias após a inoculação nas plantas.

2.3 Análise da viabilidade de urediniósporos coletados de pústulas urediniais no período entre o início da esporulação até a senescência e morte das folhas

Mudas de videira da variedade 'Niágara Rosada' com 4-6 folhas foram inoculadas conforme descrito anteriormente. Comparou-se a viabilidade de

urediniósporos coletados de pústulas urediniais em folhas mantidas nas seguintes condições após a inoculação:

- (i) Plantas mantidas em câmara de crescimento, com controle de temperatura (23-28°C) e luz (12 horas de fotoperíodo), com ausência de molhamento foliar. As folhas foram mantidas nas plantas até a sua morte e queda natural;
- (ii) Plantas mantidas em condições de campo, no campus da UEM, sob condições climáticas predominantes no período de 16/05/2008 a 30/06/2008. As folhas foram mantidas nas plantas até a sua morte e queda natural. A última avaliação foi realizada imediatamente após a queda natural das folhas, ocorrida aos 38 dias após a inoculação, que correspondeu a 31 dias após o período de latência;
- (iii) As folhas foram removidas das plantas 10 dias após a inoculação, que correspondeu a três dias após do período de latência. As folhas foram mantidas na superfície do solo em caixa plástica vazada, sob condições climáticas predominantes no período de 16/05/2008 a 30/06/2008.

Para cada uma das condições descritas; foram inoculadas 10 plantas e cada avaliação foi realizada com intervalo de 3 a 7 dias, coletando-se sub-amostras de urediniósporos em três folhas de plantas diferentes. Dessa sub-amostra, foi preparada uma suspensão de urediniósporos e avaliados em relação à germinação *in vitro* em três placas de petri e a infecção em folhas de três plantas sadias (três repetições). Para a avaliação de germinação *in vitro*, esporos foram coletados das plantas e, em seguida, foi preparada uma suspensão de urediniósporos na concentração de 10^5 esporos/mL em solução de Tween 20 a 0,01%. Uma alíquota de 100 μ L desta suspensão foi espalhada sobre a superfície de cada placa de Petri contendo ágar-água 2%. As placas foram mantidas no escuro com temperatura $23\pm 2^\circ\text{C}$, por 24 horas. Para a avaliação da germinação, foram contados 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 que apresentaram tubo germinativo de comprimento igual ou maior do diâmetro do esporo.

A mesma suspensão de esporos também foi utilizada para a avaliação da eficiência da infecção em folhas saudas. O procedimento de inoculação em folhas de plantas saudas foi o mesmo descrito anteriormente. Após a inoculação, as mudas foram submetidas à temperatura de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 24 horas de molhamento foliar, no escuro. Posteriormente, as plantas foram mantidas em câmara de crescimento à temperatura de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas para avaliação. A ferrugem foi quantificada analisando o número de pústulas/cm² de quatro regiões do limbo foliar. A quantificação foi feita através de uma lupa de 20x com uma câmera digital acoplada. Os dados foram transferidos para um computador para a contagem das pústulas. As avaliações de germinação *in vitro* e de infecção em folhas novas foram iniciadas aos 10 dias após a inoculação, ou seja, três dias após período de latência, e, posteriormente, a cada 3-7 dias até 38 dias após o aparecimento das pústulas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão linear com o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2006).

2.4 Viabilidade de urediniósporos removidos da planta hospedeira

Urediniósporos produzidos em folhas inoculadas com o mesmo procedimento descrito anteriormente e mantidos em câmara de crescimento, sob temperatura de $23-27^{\circ}\text{C}$, com fotoperíodo de 12 horas, foram coletados com um pincel nº 2 após o 12º dia da inoculação, e armazenados em tubos eppendorf (1,5 µl) envoltos com papel alumínio e sob as temperaturas de -20°C e $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 120 dias. As avaliações de viabilidade dos urediniósporos foram feitas por meio da avaliação de germinação *in vitro* e infecção conforme procedimentos descritos anteriormente.

Para avaliar a ocorrência de dormência nos urediniósporos, esses foram coletados após 14º dia da inoculação e colocados em tubos de eppendorf (1,5 µl) envoltos com papel alumínio e armazenados em freezer (-20°C) por 270 dias. Após esse período de armazenamento, os urediniósporos foram submetidos à reversão da dormência pelos seguintes tratamentos: (1) choque térmico de 40°C por 5 minutos em aparelho “banho-maria”; (2) choque térmico de 40°C por 10 minutos em aparelho “banho-maria”; (3) sem choque térmico; e (4) tratamentos controle. Como tratamento controle, foi utilizado e

avaliado a infecção e a germinação de esporos coletados no dia da realização do experimento. As avaliações de viabilidade dos urediniósporos foram feitas por meio da avaliação de germinação *in vitro* e infecção conforme procedimentos descritos anteriormente.

3. RESULTADOS

3.1 Análise da viabilidade de urediniósporos coletados de pústulas urediniais no período entre o início da esporulação até a senescência e morte das folhas

Urediniósporos coletados em pústulas urediniais de folhas de videira, inoculadas com a ferrugem e mantidas em câmara de crescimento, sob condições de temperatura e luz controladas e com a ausência de molhamento foliar, apresentaram redução significativa na germinação *in vitro* e na capacidade de infecção em folhas sadias (Figuras 1A e 1B). Aos 38 dias após o período de latência, as folhas estavam secas e iniciava-se o processo de decomposição. Nesse período, o índice de germinação dos urediniósporos foi de 22%, mostrando que parte deles foram infectivos. Por meio da equação linear, obtida com os dados da eficiência da infecção, estimou-se que, nessas condições, os urediniósporos podem ser infectivos até 133 dias após o período de latência, correspondendo a 140 após a inoculação. No entanto, deve-se considerar que esta estimativa foi feita considerando-se a preservação das folhas em ambiente seco, livre da ação da umidade e de outros microrganismos.

Em folhas de plantas inoculadas e mantidas em condições de campo, os urediniósporos contidos nas pústulas urediniais mantiveram-se viáveis por menos tempo do que nas folhas de plantas mantidas em condições controladas (Figuras 1C e 1D). Nessas condições, as folhas secaram e caíram com 31 dias após o período de latência. Essas folhas ficaram expostas à ação da umidade, do calor e de microorganismos, que favoreceu a sua rápida decomposição. A equação de regressão linear permitiu estimar que, nessas condições, os

urediniósporos são infectivos até 54 dias após o período de latência, correspondendo a 61 dias após a inoculação.

O declínio da viabilidade dos urediniósporos foi ainda mais intenso quando as folhas foram removidas das plantas aos 10 dias após a inoculação (três dias após o período de latência) e mantidas sobre a superfície do solo, em condições de campo (Figuras 1E e 1F). Nessas condições, as folhas secaram e caíram aos 18 dias após o período de latência. Estimou-se, então, que os urediniósporos são infectivos até 21 dias após o período de latência, correspondendo a 28 após a inoculação.

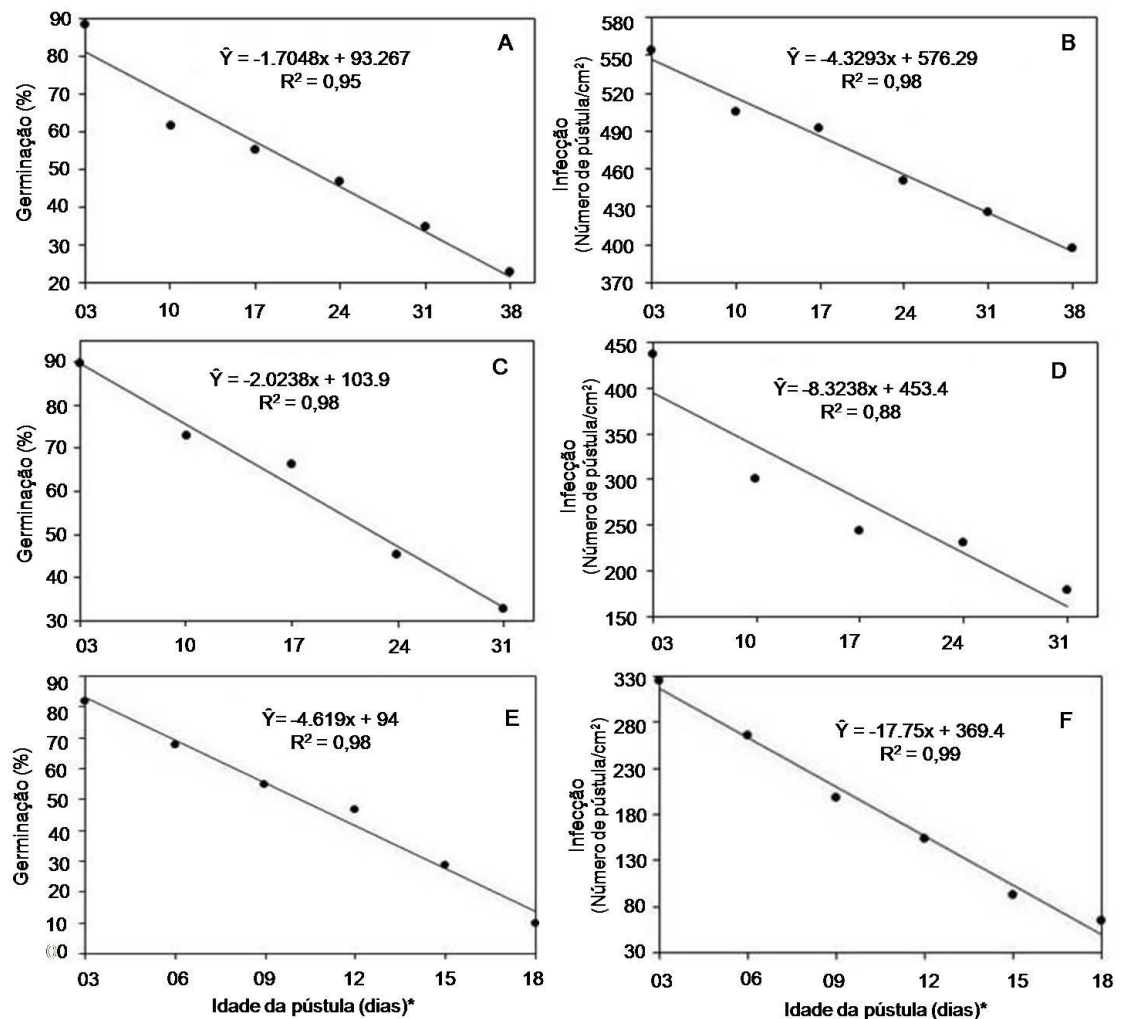


Figura 1: Viabilidade de urediniósporos de *Phakopsora euvitis* coletados em pústulas de diferentes idades, quantificada pela germinação *in vitro* e infecção em folhas saudáveis de videira cv. 'Niágara Rosada'. A e B, plantas mantidas em câmara de crescimento, C e D, plantas mantidas em condições de campo, E e F, folhas destacadas mantidas sob a superfície do solo.

* Idade da pústula contada a partir do período latente, 7 dias.

3.2 Viabilidade de urediniósporos removidos da planta hospedeira

O tempo de armazenamento e a temperatura durante o armazenamento tiveram efeito significativo na redução da germinação e na infecção de urediniósporos de *P. euvitis*. Urediniósporos coletados aos 12 dias após a inoculação e armazenados sob temperatura de -20°C apresentaram 72, 51, 35, 19 e 3,5% de germinação aos 15, 30, 45, 60 e 120 dias de armazenamento, respectivamente (Figura 2A). A capacidade de infecção dos urediniósporos reduziu-se 90% no período de 120 dias de armazenamento (Figura 2B).

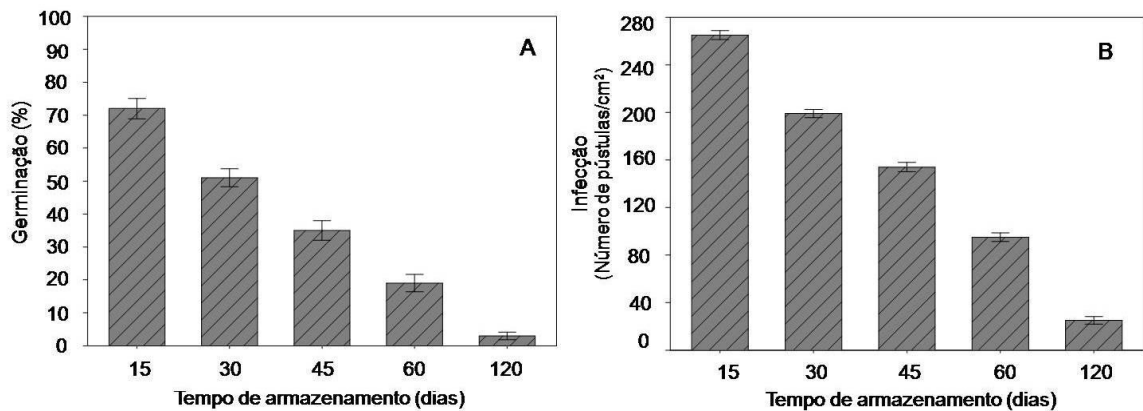


Figura 2: Efeito do tempo de armazenamento na germinação de urediniósporos de *Phakopsora euvitis*, sob temperatura de -20°C . (A) Germinação, (B) Infecção.

Quando armazenados sob temperatura de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$, também verificou-se redução significativa da germinação dos urediniósporos e de sua capacidade de infecção. Aos 15 dias de armazenamento, constatou-se 79% de germinação e, aos 30, 45, 60 e 120 dias de armazenamento, a germinação foi de 70, 61, 43 e 12%, respectivamente (Figura 3A).

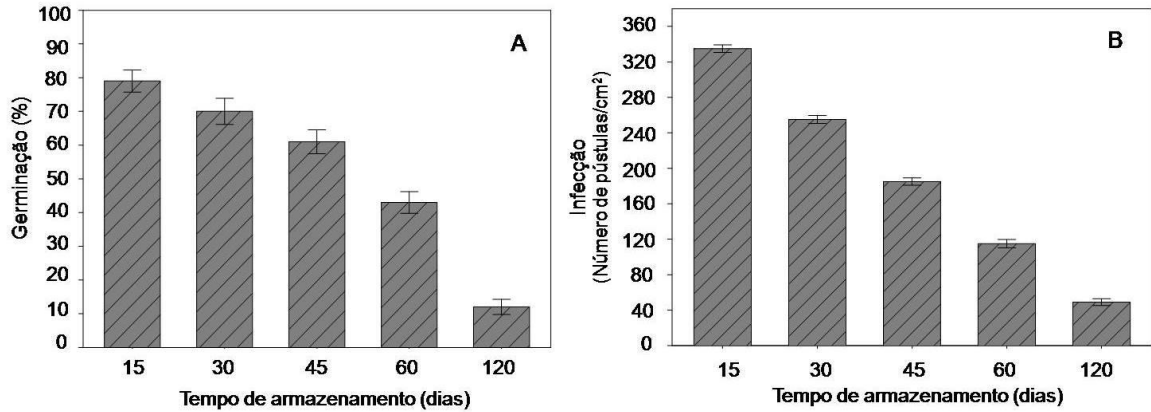


Figura 3: Efeito do tempo de armazenamento na germinação de urediniósporos de *Phakopsora euvtis*, sob temperatura de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$. (A) Germinação, (B) Infecção.

A capacidade de infecção dos urediniósporos reduziu-se em 85% no período de 120 dias de armazenamento (Figura 3B). Portanto, verificou-se que a viabilidade dos urediniósporos foi mantida em níveis aproximadamente iguais nas duas temperaturas de armazenamento.

Verificou-se que o tratamento de esporos armazenados a -20°C por até 270 dias e submetidos a choque térmico (40°C por 5 minutos e 40°C por 10 minutos), visando à quebra de dormência, proporcionou pequeno incremento nos níveis de germinação e infecção (Figuras 4A e 4B).

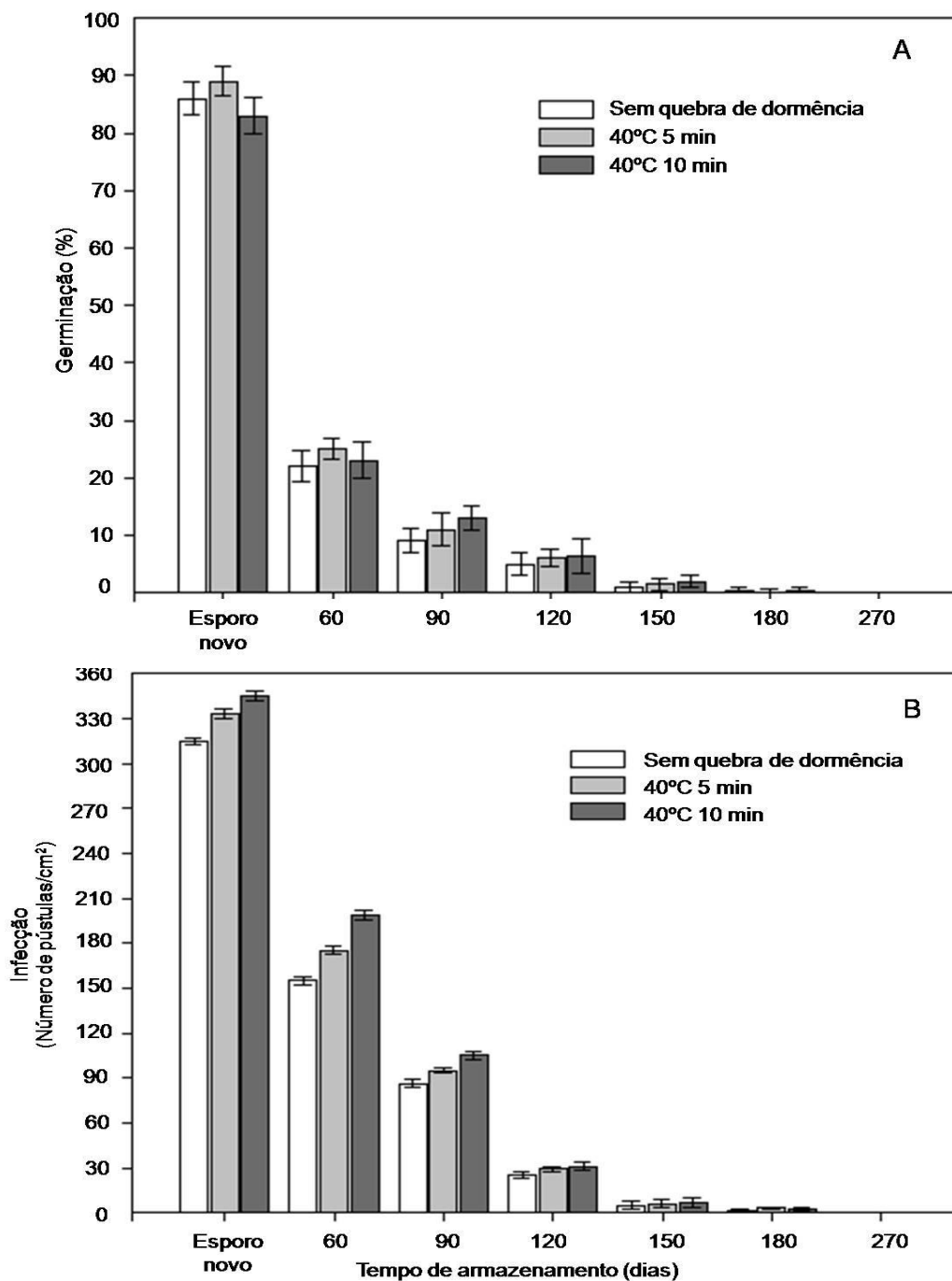


Figura 4: Efeito do choque térmico na viabilidade de urediniósporos de *Phakopsora euvitis*, armazenados por 270 dias sob temperatura de -20°C, utilizando a reversão da dormência. Germinação (A), Infecção (B).

4. DISCUSSÃO

O período de tempo no qual as pústulas de ferrugem da videira permanecem como fonte de inóculo para novas infecções é importante tanto para a sobrevivência do agente causal da doença, uma vez que o mesmo é um parasita obrigatório, como para a ocorrência de epidemias. Neste estudo, verificou-se que a viabilidade de urediniósporos do patógeno reduziu significativamente ao longo do tempo, influenciada pelas condições ambientais nas quais as folhas com as pústulas esporulantes foram mantidas. Inclusive, estimou-se que os urediniósporos contidos nas pústulas permanecem infectivos por 21 a 133 dias após o início da esporulação, dependendo das condições ambientais em que as folhas estiveram mantidas. Quanto mais expostas à ação da umidade, do calor e de microrganismos, presume-se que mais rápida será a decomposição das folhas e a redução da viabilidade dos urediniósporos. Deve-se considerar também que, neste estudo, as folhas apresentavam alto nível de severidade de ferrugem, acelerando o seu secamento e queda das plantas. Portanto, sob condições de menor severidade da doença, a longevidade das folhas pode ser maior, prolongando a sua função como fonte de inóculo.

Para *P. euvitis*, Angelotti (2006) verificou que urediniósporos coletados aos 14 dias após a inoculação apresentaram germinação de 87% e, após 15 dias de armazenamento nas temperaturas de $-20, 5\pm 2, 23\pm 2$ e $30\pm 2^{\circ}\text{C}$, a germinação foi de 55, 58, 60 e 5,6%, respectivamente. Após 45 dias de armazenamento, houve redução significativa na porcentagem de germinação dos urediniósporos e, após 60 dias, a germinação foi inferior a 10% em todas as temperaturas. Naruzawa et al. (2006) verificaram redução de 94,5% na germinação dos urediniósporos de *P. euvitis* no período de sete dias em folhas mantidas na superfície do solo.

A duração da viabilidade de urediniósporos é diferente entre as espécies de ferrugens. Urediniósporos *P. pachyrhizi* (ferrugem asiática da soja), armazenados em folhas herborizadas apresentaram germinação de 2 e 0% aos 60 e 90 dias, respectivamente (ZAMBENEDETTI et al., 2007), enquanto que urediniósporos da ferrugem da goiabeira (*Puccinia psidii*), armazenados a 30°C sob umidade relativa de 50%, perderam a capacidade

infectiva após 18 dias de armazenamento e sob umidade relativa, 90% perderam a capacidade infectiva com 15 dias (SUZUKI; SILVEIRA, 2003).

Portanto, considerando-se que no Brasil a única fonte inóculo de *P. euvitis* conhecida é folhas de videira colonizadas, uma vez que não são conhecidas plantas de outros gêneros que sejam hospedeiras dessa ferrugem e seu hospedeiro alternante, *Meliosma myriantha*, é encontrado apenas na Ásia, a viabilidade máxima estimada dos urediniósporos, em condições controladas, foi de 133 dias (aproximadamente 4 meses). Presume-se que, nas regiões do País com clima frio, com ocorrência de geadas no inverno e queda das folhas, como a Serra Gaúcha, a sobrevivência do patógeno seja limitada pela ausência de tecidos verdes da planta hospedeira.

Com relação à preservação de urediniósporos de *P. euvitis* removidos das folhas e armazenados por 120 dias sob as temperaturas de -20 e 23±2°C, verificou-se que houve redução de 90 e 85% de infectividade e 95 e 84% de germinação, respectivamente.

Outros agentes de ferrugem apresentam taxas de germinação mais baixas. Por exemplo, para urediniósporos *Puccinia psidii* coletados de plantas de jambo com 10 dias de idade e mantidos às temperaturas de 15, 18 e 21°C, a porcentagem de germinação foi de 28,3, 23,2 e 26,9, respectivamente. Para 12 e 24°C a germinação foi de 10 e 2,9%. A partir de 14 dias, a 12 e 24°C, foram registradas, respectivamente, 0,7 e 0,6% de germinação. Para urediniósporos com 28 dias, submetidos a 15, 18 e 21°C, a germinação foi inferior a 1%. Em urediniósporos com 34 dias de idade, as estruturas não germinaram em todas as temperaturas testadas (APARECIDO et al., 2003). Ainda, Ferreira (1981); Piza e Ribeiro (1988), utilizando esporos de *P. psidii* com 10 dias de idade armazenados por 21°C, constataram germinação de 40%.

Esporos de ferrugem da goiabeira (*Psidium guajava*), coletados aos 10 dias de idade e armazenados nas temperaturas de 15, 18, 21 e 24°C, a germinação foi, respectivamente, 13,1, 6, 1,6 e 3,2%. Para esporos com 28 dias de idade, a porcentagem de germinação não foi superior a 4% para temperatura de 18°C. Aos 34 dias, não ocorreu germinação em todas as temperaturas (APARECIDO et al., 2003).

Urediniósporos submetidos às baixas temperaturas podem entrar em dormência, conseqüentemente, reduz-se sua capacidade de germinação (BROMFIELD, 1964). No entanto, na análise de dormência de urediniósporos de *P. euvitis*, verificou-se que o tratamento de esporos armazenados a -20°C por até 270 dias e submetidos a choque térmico (40°C por 5 minutos e 40°C por 10 minutos), visando à quebra de dormência, não proporcionou incremento nos níveis de germinação e infecção. Fato contrário foi obtido por outros autores estudando a dormência de urediniósporos de ferrugens de outras espécies. Urediniósporos de *Uromyces appendiculatus*, armazenados a 5°C a 50% de umidade relativa, foram submetidos ao choque térmico (40°C por 10 minutos), que aumentou sua capacidade infectiva por até 12 meses (FALEIRO et al., 2000). Utilizando-se a reversão de dormência para urediniósporos de *U. appendiculatus*, recuperaram esporos viáveis (40% de germinação) depois de armazenados por quase 2 anos a -60°C (SCHEIN, 1962).

Estudos relatam que em esporos mais jovens de *P. psidii* existem substâncias que estimulam a germinação dos urediniósporos, sendo que, em baixas concentrações ou ausência dessas substâncias, a germinação não ocorre. E ainda, Ruiz et al. (1989), Tessmann (1992) e Suzuki e Silveira (2003) relatam que além da temperatura, umidade relativa e luz, a presença de auto-inibidores pode afetar a viabilidade, a germinação e a sobrevivência dos urediniósporos. Figueiredo e Carvalho (1995) verificaram a presença dessas substâncias auto-inibidoras da germinação nos teliósporos de *Puccinia pampeana*, agente causal da ferrugem da pimenta e do pimentão.

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciaram que urediniósporos de *P. euvitis* não sobrevivem por períodos prolongados, sendo que o armazenamento nas temperaturas de -20 e 23±2°C contribuem para a sobrevivência do inóculo e a reversão térmica proporcionou mínima recuperação da viabilidade dos urediniósporos. Não se observou efeito mais acentuado do armazenamento dos urediniósporos em temperatura baixa (-20 °C) em relação a temperatura ambiente (23°C). Efeito mais acentuado da temperatura de armazenamento foi observado em urediniósporos de *P. pachyrhizi*, porém somente quando armazenados em *deep-freezer* (-70°C) que, nessa condição, mantiveram-se viáveis por mais tempo do que em geladeira e freezer (FURTADO et al., 2005).

Outra forma de sobrevivência das ferrugens pode ocorrer por meio de infecção latente na hospedeira, como observado para *P. graminis* subsp. *graminicola* em *Festuca arundinacea* e *Lolium perenne* (PFENDER; VOLLMER, 1999). Porém, ainda não existem evidências de que essa forma de sobrevivência ocorre para *P. euvitis*, devendo essa questão ser abordada em trabalhos futuros.

5. CONCLUSÕES

- A preservação da viabilidade dos urediniósporos em pústulas urediniais sofreu a influência das condições ambientais em que as folhas de videira foram mantidas. O maior período de infectividade, 133 dias, foi estimado para urediniósporos em folhas de plantas mantidas em câmara de crescimento, sob condições de temperatura e luz controladas e com ausência de molhamento foliar. Enquanto que, em condições de campo, o período de infectividade dos urediniósporos foi estimado em 54 dias e, em folhas removidas das plantas, aos 10 dias após a inoculação, e mantidas sobre a superfície do solo, o período de infectividade dos urediniósporos foi de 21 dias.
- Urediniósporos preservados em tubos Eppendorf, sem aditivos, apresentaram redução de aproximadamente 90% na capacidade de infecção em folhas sadias no período de 120 dias de armazenamento nas temperaturas de -20°C e a $23\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- O tratamento de choque térmico para quebra de dormência dos urediniósporos proporcionou pequeno incremento nos níveis de germinação e infecção.

CAPÍTULO II

EFEITO DE FOSFITO DE POTÁSSIO NO CONTROLE DA FERRUGEM DA VIDEIRA E NA VIABILIDADE DOS UREDINIÓSPOROS DE *Phakopsora euvitis*

1. INTRODUÇÃO

A ferrugem da videira (*Phakopsora euvitis* Ono) tornou-se uma doença endêmica no Brasil desde que foi constatada pela primeira vez em 2001, no Norte do Paraná. Desde então, passou a ser importante para viticultura nessa região, pois causa o desfolhamento precoce das plantas. Em parreirais de 'Niágara' (*V. vinifera* x *V. labrusca*) no Paraná, os danos da doença geralmente ocorrem em ciclos de produção tardios, quando a maturação dos frutos se prolonga até os meses de janeiro e fevereiro ou, então, na segunda safra, realizada no período de janeiro a maio. Nessas condições, na ausência de controle químico, a doença pode causar perda total da produção devido a não maturação dos frutos, decorrente do desfolhamento precoce das plantas em ciclo de produção tardio (VIDA; TESSMANN, 2005).

Os sintomas típicos da ferrugem da videira são pústulas de urédios, alaranjadas, pequenas, formadas principalmente na face inferior das folhas, podendo ocorrer também 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 são observados télios, de coloração marrom escura, entremeados com os urédios. As folhas colonizadas pelo patógeno amarelam e secam, e o ataque severo do patógeno 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., 2007).

As razões do uso de fungicidas para o controle da ferrugem da videira são a alta susceptibilidade de algumas variedades, como a 'Niágara', aliado à favorabilidade climática ao progresso da doença, decorrente da ocorrência de períodos prolongados de molhamento foliar durante o ciclo de produção. Nessas condições, a doença pode causar grandes danos em um curto espaço de tempo, tornando a aplicação de produtos químicos o meio de combater a

doença. No entanto, o sucesso do controle químico depende da escolha do produto, da sua dosagem correta, do momento e da tecnologia de aplicação dos fungicidas.

Entretanto, a eficiência de diversos fungicidas tem sido avaliada no controle da ferrugem da videira e a ênfase tem sido os produtos já registrados para o controle de outras doenças da videira, tal como tebuconazole, metiram+piraclostrobina (sendo este o único produto registrado para o controle da ferrugem da videira), cyproconazole, metconazole, azoxystrobin e tetraconazole, chlorothalonil e mancozeb (PAPA et al., 2003; TESSMANN et al., 2004a; SEVERINO et al., 2005; NARUZAWA et al., 2006; Angelotti et al., 2007). No entanto, entre os produtos fitossanitários utilizados na cultura da videira, merecem destaque os fosfitos, os quais são comercializados como adubo foliar, são produtos de baixo impacto toxicológico e ambiental e que também apresentam efeito fungicida. Esses produtos têm sido utilizados na videira visando o controle de míldio (*P. viticola*) (SONEGO et al. 2005; TESSMANN et al., 2007).

Os fosfitos são produtos líquidos originados da neutralização do ácido fosforoso (H_3PO_3) por uma base, sendo a mais utilizada o hidróxido de potássio, cujo produto é o fosfito de potássio, que possui qualidades sanitárias com atividade fungicida, atuando diretamente sobre os fungos ou ativando o mecanismo de defesa das plantas, que induz a produção de fitoalexinas (REUVENI, 1997).

Devido o alto grau de solubilidade e mobilidade, os fosfitos são rapidamente absorvidos, deslocando-se através das membranas das plantas na folhagem e no sistema radicular. Além do controle de doenças, os fosfitos podem melhorar o estado nutricional das plantas, fornecendo nutrientes, como fósforo e potássio. O caráter sistêmico dos fosfitos e a rápida absorção pelas raízes, folhas, tronco e ramos, permitem vários métodos de aplicação: pulverização foliar, pincelamento, irrigação e imersão, de acordo com o tipo de planta e características do patógeno a ser controlado (SONEGO et al., 2005).

Os fosfitos têm-se mostrado muito efetivos no controle de doenças, principalmente de fungos Oomycetes. Tem sido observada a produção acelerada de fitoalexinas em plantas protegidas por fosetyl-Al ou fosfitos, que vem reforçar sua eficácia no controle de determinadas doenças (DERCKES;

CREASY, 1989). A inibição da enzima fenilalanina amônia liase pela adição de inibidores, como a aminooxiacetato, reduziu o grau de proteção proporcionado pelo fosetyl-Al em plantas, devido a redução da produção de enzimas isoflavonóides ou compostos derivados do ácido cinâmico em resposta a invasão. Isto pode ser tomado como evidência, para o sítio de ação de fosfitos, ou como um requerimento essencial, para o sistema de defesa da planta. Além disso, a observação que fosfitos reduzem a taxa de crescimento de várias espécies de fungos, quando aplicados diretamente, em teste *in vitro*, sugerem uma ação direta sobre o patógeno na planta hospedeira, quando a concentração do produto for suficiente alta no sítio de invasão do fungo (SMILLIE et al., 1989).

Além do míldio da videira, os fosfitos têm demonstrado eficácia no controle de *Penicillium expansum* (mofo azul da maçã) e *Phytophthora infestans* (requeima em solanáceas) entre outras doenças (SONEGO et al., 2003; BLUM et al., 2004, BONETI, KATSURAYAMA et al., 2003). Entretanto, ainda não se conhece o efeito do fosfito no controle da ferrugem da videira.

Assim, a fim de otimizar o emprego de fosfito na viticultura, é importante também a avaliação de seu efeito no controle da ferrugem da videira. Existem poucas informações sobre o efeito protetor ou residual dos fosfitos, que se refere à proteção da planta conferida pela aplicação do produto antes da deposição do patógeno, assim como sobre o seu efeito curativo, que onde ocorre atenuação dos sintomas ou reparação dos danos provocados pelo patógeno, após o estabelecimento de seu contato efetivo com o hospedeiro, e também do seu efeito erradicante, que é a atenuação direta sobre o patógeno na sua fonte de inóculo (KIMATI, 2005). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito protetor e curativo de fosfito de potássio no controle da ferrugem da videira em relação aos fungicidas hidróxido de cobre e tebuconazole, em condições controladas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para condução dos experimentos, foram utilizadas plantas de videira da variedade 'Niágara Rosada', cultivadas em vasos com capacidade de 2.000 cm³ de solo. Mudanças foram produzidas por meio de propagação de estacas contendo cinco gemas. Foi aplicado cianamida hidrogenada 2,5% nas gemas para quebra de dormência e obtenção de uniformidade na brotação. As plantas foram mantidas em casa de vegetação, livres de ferrugem, até a inoculação.

O inóculo utilizado foi multiplicado a partir de urediniósporos coletados de folhas de videira da variedade 'Niágara Rosada' com infecção natural no município de Marialva, PR. A multiplicação de urediniósporos utilizados como inóculo nos ensaios foi realizada em folhas de 'Niágara Rosada' em câmara de crescimento. Mudanças com 4-6 folhas foram inoculadas por meio de pulverização, com suspensão de urediniósporos na concentração de 10⁵ esporos/mL com adição de Tween 20, na concentração final de 0,01%. A inoculação foi feita nas mudanças por meio da pulverização dos esporos até o ponto de escorrimento. Após a inoculação, as mudanças foram submetidas à temperatura de 23-25°C e 24 horas de molhamento foliar na ausência de luz. Posteriormente, as plantas foram mantidas em câmara de crescimento à temperatura de 23-25°C e fotoperíodo de 12 horas. Os urediniósporos foram coletados 10-12 dias após a inoculação das plantas.

Para avaliar o efeito protetor ou residual, os produtos foram previamente aplicados dois, cinco e oito dias antes da inoculação em mudanças da variedade 'Niágara Rosada'. Foi utilizado pulverizador tipo costal, com volume aproximado de 100 mL por vaso, pulverizando a face inferior das folhas até o ponto de escorrimento. Os tratamentos avaliados foram: (1) testemunha sem fungicida; (2) tebuconazole (20 g p.c./100L – 100 mL p.c./100L – Folicur[®] 200 CE); (3) hidróxido de cobre [96,8 g. p.c./100L – 180 g p.c./100L – Kocide[®] WDG (53,8% Hidróxido de Cobre)]; (4) fosfito de potássio [150 mL p.c./100L – Fitofós K Plus[®] (40% P₂O₅ 20% K₂O)]; (5) fosfito de potássio 300 mL p.c./100L e (6) fosfito de potássio 450 mL p.c./100L.

A inoculação dos esporos foi feita através de pulverização na face inferior das folhas de uma suspensão de urediniósporos na concentração de

10^5 esporos/mL em solução de Tween 20 a 0,01%. As condições de incubação foram as mesmas descritas anteriormente.

A avaliação foi realizada aos 14 dias após a inoculação e a ferrugem foi quantificada analisando o número de pústulas por cm^2 de quatro regiões do limbo foliar através de uma lupa de 20x acoplada em uma câmera digital. Os dados foram transferidos para o computador para a contagem das pústulas.

Para avaliação do efeito curativo e erradicante, as plantas foram inoculadas com uma suspensão de urediniósporos com a mesma concentração de urediniósporos e nas mesmas condições de incubação descritas anteriormente. Em seguida, receberam os mesmos tratamentos descritos anteriormente após dois, cinco e oito dias da inoculação. A avaliação foi realizada 14 dias após a inoculação com a metodologia descrita anteriormente.

Para a avaliação do efeito dos tratamentos na viabilidade dos urediniósporos, expressa pela porcentagem de germinação *in vitro*, os esporos foram coletados aos 15 dias após a inoculação de todos os tratamentos. Foi preparada uma suspensão de urediniósporos em água estéril na concentração de 10^5 esporos/mL e uma alíquota de 100 mL desta suspensão foi espalhada sobre a superfície de cada placa de Petri, contendo ágar-água 2%. Avaliou-se 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 diâmetro do esporo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial, com três repetições, cada unidade experimental sendo constituída por um vaso com uma planta. O experimento foi realizado em câmara de crescimento, onde as condições de luz (fotoperíodo de 12 horas) e temperatura (22-27°C) são controladas.

As análises estatísticas foram realizadas por meio do teste de Scott-Knott a 5% de significância. Para a comparação de médias, análise de variância e desdobramentos da interação data de aplicação x tratamento, foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2006). Os valores de infecção (número de pústulas/ cm^2) e germinação (%) foram transformados para análise utilizando $\text{arc sen} \sqrt{x/100}$, com o auxílio do pacote estatístico SAS (SAS, 2000).

3. RESULTADOS

3.1 EFEITO PROTETOR E RESIDUAL

No ensaio de avaliação do efeito protetor e residual de fungicidas, todos os fungicidas apresentaram efeito protetor (Tabela 3), sendo que as plantas tratadas com tebuconazole não manifestaram sintomas. Foi observada interação significativa entre tratamentos e datas de aplicação. Os tratamentos mais eficientes, com aplicações realizadas aos dois, cinco e oito dias antes da inoculação, foram hidróxido de cobre e tebuconazole, com níveis de controle superiores a 99% (Tabela 3). Os tratamentos com fosfito de potássio foram menos eficientes e proporcionaram níveis de controle que variaram de 25 a 64% em relação à testemunha sem fungicida. Os tratamentos com fosfito de potássio aplicados aos oito dias antes da inoculação mostraram menor efeito residual em relação aos tratamentos aplicados aos dois e cinco dias antes da inoculação.

Tabela 3: Número de pústulas/cm² (infecção) ± desvio padrão e controle (%) das plantas de videira, variedade 'Niágara Rosada', tratadas com fungicidas e inoculadas com suspensão de urediniosporos de *Phakopsora euvitis* aos dois, cinco e oito dias após tratamento (DAT).

Tratamento	2 DAT		5 DAT		8 DAT	
	Num. de pústulas/cm ²	Controle (%)	Num. de pústulas/cm ²	Controle (%)	Num. de pústulas/cm ²	Controle (%)
Testemunha sem aplicação	794 ± 5,5 d A	0	839 ± 5,3 c A	0	844 ± 6,0 c A	0
Fosfito dose 1x ^a	422 ± 3,8 c B	47	305 ± 5,5 b A	64	521 ± 3,2 b B	38
Fosfito dose 2x ^b	423 ± 5,5 c A	47	385 ± 4,1 b A	54	626 ± 5,0 b B	26
Fosfito dose 3x ^c	295 ± 5,4 b A	63	391 ± 5,5 b A	53	637 ± 5,5 b B	25
Hidróxido de cobre ^d	4 ± 1,3 a A	99	4 ± 3,3 a A	99	2 ± 3,9 a A	99
Tebuconazole ^e	0 a A	100	0 a A	100	0 a A	100

CV = 10, 86%

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

^a 150 mL p.c./100L; ^b 300 mL p.c./100L; ^c 450 mL p.c./100L; ^d 180 g p.c./100L; ^e 100 mL p.c./100L

Verificou-se também a interação significativa entre tratamentos e datas de aplicação no ensaio de avaliação do efeito de tratamentos protetores e residuais de fungicidas na viabilidade de urediniosporos (Tabela 4). Os tratamentos com hidróxido de cobre e fosfito de potássio reduziram

significativamente a viabilidade de urediniósporos produzidos em urédias de folhas tratadas ($P=0,05$). Os tratamentos com fosfito de potássio proporcionaram níveis de germinação relativos que variaram de 14 a 76 em relação à testemunha. No caso do tebuconazole, não houve produção de urediniósporos com os tratamentos preventivos.

Tabela 4: Porcentagem de germinação \pm desvio padrão e germinação relativa de urediniósporos coletados nas plantas de videira, variedade 'Niágara Rosada', tratadas com fungicidas e inoculadas com suspensão de urediniósporos de *Phakopsora euvitis* aos dois, cinco e oito dias após tratamento (DAT).

Tratamento	2 DAT		5 DAT		8 DAT	
	Germ. (%)	Germ. relativa (%)	Germ. (%)	Germ. relativa (%)	Germ. (%)	Germ. relativa (%)
Testemunha sem aplicação	85 \pm 6,5 d A	100	82 \pm 7,0 d A	100	86 \pm 9,0 d A	100
Fosfito dose 1x ^a	44 \pm 3,8 c B	52	56 \pm 4,7 c C	68	31 \pm 3,2 b A	36
Fosfito dose 2x ^b	14 \pm 2,5 b A	16	62 \pm 2,0 c B	76	54 \pm 6,0 c B	63
Fosfito dose 3x ^c	12 \pm 2,1 b A	14	28 \pm 2,6 b B	34	40 \pm 5,0 b C	47
Hidróxido de cobre ^d	0 a A	0	0 a A	0	0 a A	0
Tebuconazole ^e	0 a A	0	0 a A	0	0 a A	0

CV = 9,90%

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

^a 150 mL p.c./100L; ^b 300 mL p.c./100L; ^c 450 mL p.c./100L; ^d 180 g p.c./100L; ^e 100 mL p.c./100L

3.2 EFEITO CURATIVO E ERRADICANTE

No ensaio de avaliação do efeito curativo e erradicante de fungicidas, todos os fungicidas apresentaram efeito curativo (Tabela 5), sendo que todos os tratamentos diferiram da testemunha ($P = 0,05$). As plantas tratadas com tebuconazole não manifestaram sintomas, evidenciando seu efeito curativo aos dois e cinco dias após a inoculação e também erradicante aos oito dias após a inoculação. O período latente da doença foi de sete dias no experimento realizado.

Os tratamentos com hidróxido de cobre proporcionaram níveis de controle que variaram de 40 a 60% (Tabela 5). Os tratamentos com fosfito de potássio foram menos eficientes e proporcionaram níveis de controle que variaram de 25 a 58% em relação à testemunha sem fungicida.

Tabela 5: Número de pústulas/cm² (infecção) ± desvio padrão e controle (%) das plantas de videira variedade, 'Niágara Rosada', tratadas com fungicidas dois, cinco e oito dias após a inoculação (DAI) com suspensão de urediniósporos de *Phakopsora euvitis*.

Tratamento	2 DAI		5 DAI		8 DAI	
	Num. de pústulas/cm ²	Controle (%)	Num. de pústulas/cm ²	Controle (%)	Num. de pústulas/cm ²	Controle (%)
Testemunha sem aplicação	860 ± 7,4 e A	0	804 ± 8,7 d A	0	810 ± 6,8 d A	0
Fosfito dose 1x ^a	642 ± 4,2 d B	25	498 ± 3,6 c A	38	628 ± 3,4 c B	22
Fosfito dose 2x ^b	359 ± 2,0 b A	58	558 ± 2,3 c B	31	468 ± 7,6 b B	42
Fosfito dose 3x ^c	391 ± 6,0 b A	55	490 ± 2,9 c A	39	486 ± 4,5 b A	40
Hidróxido de cobre ^d	507 ± 1,5 c B	41	319 ± 3,5 b A	60	404 ± 4,9 b A	50
Tebuconazole ^e	0 a A	100	0 a A	100	0 a A	100

CV = 10,86%

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

^a 150 mL p.c./100L; ^b 300 mL p.c./100L; ^c 450 mL p.c./100L; ^d 180 g p.c./100L; ^e 100 mL p.c./100L

No ensaio de viabilidade dos urediniósporos, verificou-se também a interação significativa entre tratamentos e datas de aplicação (Tabela 6). Os tratamentos com fosfito de potássio e hidróxido de cobre reduziram significativamente a viabilidade de urediniósporos produzidos em urédias de folhas tratadas ($P = 0,05$). Os tratamentos com hidróxido de cobre, quando aplicados após a inoculação, inibiram acima de 75% a germinação dos urediniósporos. Os tratamentos com fosfito proporcionaram níveis de germinação relativa que variaram de 21 a 74% em relação à testemunha. No tratamento com tebuconazole não, ocorreu esporulação.

Tabela 6: Porcentagem de germinação ± desvio padrão e germinação relativa de urediniósporos coletados nas plantas de videira, variedade 'Niágara Rosada', tratadas com fungicidas dois, cinco e oito dias após a inoculação (DAI) com suspensão de urediniósporos de *Phakopsora euvitis*.

Tratamento	2 DAI		5 DAI		8 DAI	
	Germ. (%)	Germ. relativa (%)	Germ. (%)	Germ. relativa (%)	Germ. (%)	Germ. relativa (%)
Testemunha sem aplicação	85 ± 6,5 d A	100	81 ± 6,8 d A	100	86 ± 7,8 d A	100
Fosfito dose 1x ^a	53 ± 5,9 c B	62	17 ± 5,7 b A	21	64 ± 4,6 c B	74
Fosfito dose 2x ^b	55 ± 6,5 c A	65	53 ± 5,5 c A	65	61 ± 4,0 c A	71
Fosfito dose 3x ^c	44 ± 6,0 c A	52	55 ± 3,8 c B	68	62 ± 2,1 c B	72
Hidróxido de cobre ^d	20 ± 3,2 b B	24	19 ± 6,1 b B	23	13 ± 3,8 b A	15
Tebuconazole ^e	0 a A	0	0 a A	0	0 a A	0

CV = 9,90%

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

^a 150 mL p.c./100L; ^b 300 mL p.c./100L; ^c 450 mL p.c./100L; ^d 180 g p.c./100L; ^e 100 mL p.c./100L

4. DISCUSSÃO

Verificou-se, neste trabalho, que o tratamento com fosfito de potássio reduz a severidade de ferrugem da videira nas folhas e afeta a germinação dos urediniósporos produzidos em folhas tratadas. O efeito foi maior quando aplicado preventivamente, ou seja, antes da infecção. No entanto, o seu efeito no controle da ferrugem e na germinação dos urediniósporos de *P. euvitis* foi menor que o apresentado pelos fungicidas tebuconazole e hidróxido de cobre, sendo aquele, o mais eficiente, pois permitiu o controle de 100% da doença, tanto preventivamente como curativamente, até o limite de oito dias antes e após a inoculação.

Os fosfitos podem atuar diretamente sobre a quantidade da doença, quando inibem o desenvolvimento do patógeno, e indiretamente quando induzem na planta a produção de substâncias que atuarão contra o mesmo (WICKS et al., 1990). Não há informações publicadas em relação ao efeito de fosfitos no controle da ferrugem da videira. Na cultura da soja, em condições de campo, o uso de fosfito de potássio reduziu a severidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), sendo que a severidade média da testemunha variou de 0,65 a 15% do fungicida padrão (tebuconazole), 0,10 a 1,08%, e do tratamento com fosfito, 0,21 a 5,06% (NEVES, 2006).

O fungicida tebuconazole, do grupo químico triazol, é um fungicida sistêmico considerado padrão no controle de ferrugens, tanto em aplicações preventivas como curativas. Na cultura da videira, é utilizado para controle de oídio e podridão da uva madura (TESSMANN et al., 2007), enquanto o hidróxido de cobre, do grupo químico cúpricos, é um fungicida protetor, não sistêmico, muito utilizado na videira para controle de míldio e foi incluído, neste estudo, como alternativa de controle da ferrugem da videira.

Anteriormente a este estudo, Angelotti et al. (2007a; 2007b) também avaliaram os efeitos protetor e curativo de tebuconazole e outros fungicidas, não incluindo hidróxido de cobre, sobre urediniósporos de *P. euvitis*. Tebuconazole aplicado dois e quatro dias após inoculação impediu o desenvolvimento da doença. Aplicando tebuconazole oito dias após a inoculação, observou-se uma inibição acima de 62% na germinação dos urediniósporos. Em condições de campo, Naruzawa et al. (2006) também

avaliaram o efeito de tebuconazole no controle da ferrugem da videira e verificaram um controle de 100% da doença.

Na cultura da soja, o fungicida sistêmico tebuconazole preveniu a infecção de *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow por até 14 dias após a pulverização do produto (GODOY; CANTERI, 2004). Segundo esses autores, tebuconazole apresentou 88% de controle efetivo da doença devido ao seu efeito protetor. Para o efeito curativo, o tebuconazole não impediu o desenvolvimento da doença quando aplicado dois dias após inoculação, apresentando um controle de 67%. Aplicado quatro e oito dias após inoculação, o controle foi de 64 e 32%, respectivamente. Os autores avaliaram ainda o efeito de tebuconazole na viabilidade dos urediniósporos de *P. pachyrhizi*, inibindo acima de 60% a germinação de urediniósporos, quando aplicados até oito dias após a inoculação, no período de incubação da doença.

Santos e May de Mio (2007) avaliaram o efeito de tebuconazole sobre a viabilidade de urediniósporos de *Melampsora medusae*, agente causal da ferrugem do Álamo, e verificaram redução de 99,2% da germinação.

Martins (2006) avaliou o efeito protetor dos fungicidas triadimenol e tebuconazole no controle da ferrugem da goiabeira (*Puccinia psidii*) em botões e/ou frutos da planta. Ambos os fungicidas protegeram os frutos contra infecção do patógeno por até 21 dias, mesmo em condições favoráveis a doença no campo.

Muito embora produtos à base de fosfito sejam empregados visando principalmente o controle de míldio, verificou-se, neste trabalho, que o fosfito de potássio proporciona níveis de controle de ferrugem da videira próximos a 50% em relação ao proporcionado pelo fungicida à base de triazol. Assim, as informações geradas neste trabalho serão úteis para o manejo integrado de doenças da videira.

5. CONCLUSÕES

- O fosfito de potássio causou redução na germinação de urediniósporos de *P. euvitis* em folhas tratadas, quando aplicado antes e após a inoculação.
- O fosfito de potássio foi menos eficiente do que o hidróxido de cobre e o tebuconazole no controle preventivo da ferrugem da videira.
- O fosfito de potássio causou redução na germinação de urediniósporos produzidos em folhas tratadas com fosfito de potássio antes da inoculação da doença.
- O fosfito de potássio foi menos eficiente do que o hidróxido de cobre e o tebuconazole no controle curativo da ferrugem da videira.
- O fosfito de potássio e o hidróxido de cobre reduziram significativamente a viabilidade de urediniósporos produzidos nos urédios de folhas tratadas. Em folhas tratadas com tebuconazole, não ocorreu produção de urediniósporos viáveis mesmo com a aplicação curativa aos oito dias após a inoculação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELOTTI, F. **Epidemiologia da ferrugem (*Phakopsora euvitidis*) da videira (*Vitis spp*)**. 2006. 65 folhas. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

ANGELOTTI, F.; D. J. TESSMANN; SCAPIN, C. R.; J. B. VIDA. Efeito protetor e curativo de fungicidas no controle da ferrugem da videira. In: XL Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2007, Maringá. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.32. p.158-158, 2007a.

ANGELOTTI, F.; D. J. TESSMANN; SCAPIN, C. R.; J. B. VIDA. Efeito de fungicidas na viabilidade de urediniosporos de *Phakopsora euvitidis*. In: XL Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2007, Maringá. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.32. p.158-158, 2007b.

ANGELOTTI, F.; SCAPIN, C. R.; TESSMANN, D. J.; VIDA, J. B.; VIEIRA, R. A.; SOUTO, E. R. Resistência de genótipos de videira à ferrugem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.9, p.1129-1134, 2008.

APARECIDO, C. C.; FIGUEIREDO, M. B.; FURTADO, E. L.; Age and temperature effect on *Puccinia psidii* urediniospores germination collected from rose apple (*Syzygium jambos*) e de goiabeira (*Psidium guajava*). **Summa Phytophologica**, Brasília, v.29, n.1, 2003.

BAYER, T. M. & COSTA, I. F. D. Ocorrência de *Phakopsora euvitidis* Ono em Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1307-1308, ju-ago, 2006.

BLUM, L. E. B. **Fosfitos aplicados em pós-colheita reduzem O mofo-azul em maçãs ‘fuji’ e ‘gala’** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 2, p. 265-268, Agosto 2007.

BONETI, J. I.; KATSURAYAMA, Y. Viabilidade do uso de fosfitos no manejo das doenças da macieira. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5., 2002, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: Epagri, 2002. p.125-139.

BROMFIELD, K. D. Cold-induced dormancy and its reversal in uredosporos of *Puccinia graminis* var. *tritici*. *Phytopathology*, St. Paul, v.54, p.68-74, 1964.

CRONQUIST, A. **An Integrated system of classification of flowering plant**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262p.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION PLANT QUARANTINE RETRIEVAL SYSTEM, version 4.6 (December 2007), <http://www.eppo.org/DATABASES/databases.htm> (July 20, 2008)

DERCKX, W.; CREASY, L. L. Influence of fosetyl-AI on phytoalexin accumulation in the plasmopara viticola-grapevine interaction. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 34, p. 203-213,1989.

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 o armazenamento em diferentes condições. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, p.98-100, 2000.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45, 2006, São Carlos. **Programa e Resumos**. São Carlos: UFScar, 2006. p.235.

FERREIRA, F. A. Ferrugem do eucalipto – ocorrências, temperatura para germinação de uredósporos, produção de teliosporos, hospedeiro alternativo e resistência. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.3, p.603-604, 1981.

FIGUEIREDO, M. B.; CARVALHO Jr., A. A. Presença de um auto-inibidor nos teliosporos telióides de *Puccinia pampeana* e o seu papel na sobrevivência da espécie. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.21, n.3/4, p. 200-205, 1995.

FURTADO, G. Q.; ALVES, S. A. M.; CZERMAINSKI, A. B. C.; MASSOLA Jr., N. S. Preservação dos urediniósporos de *Phakopsora pachyrhizi*. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v.31, supl., p.79, 2005

FURTADO, G. Q. **Ferrugem Asiática da Soja: Métodos de preservação dos urediniósporos e fatores relacionados à infecção do hospedeiro**. 2007. 79 folhas. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

GARCIA, E.O; CASAGRANDE, M. V.; RAGO, A. M.; MASSOLA Jr., N. S. Preservação de urediniósporos de *Puccinia melanocephala*, agente causal de ferrugem em cana-de-açúcar. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.2, p.152-156, 2007.

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.

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.29, n.1, p.97-101, 2004.

IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16 jul. 2007.

KIMATI, H. Controle químico. In: Bergamin Filho, A., Kimati, H. & Amorim, L. (Ed.) Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos. Vol.1. 3 ed. São Paulo, Editora Agronômica Ceres. 1995. p. 761-785.

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, p.28-30, 1988.

LOEGERING, W. Q.; Harmon, D.L. Effect of thawing temperature on urediospores of *Puccinia graminis* var. *tritici* frozen in liquid nitrogen. **Plant Disease**, Washington, v.45, p. 384-385, 1961.

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 FITOPTOLOGIA, 38., 2005, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2005. p.135.

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

MARTINS, M. V. V. **Danos a produção e o controle químico da ferrugem (*Puccinia psidii*) na cultura da goiabeira**. 2006. 106 folhas. Tese (doutorado). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro, 2006.

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.

MELLO, L. M. R. **Mercado brasileiro de uvas e vinhos**. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br>>. Acesso em: 15 julho 2007.

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.

NEVES, J. S. **Influência da aplicação de fosfito de potássio na severidade da ferrugem asiática da soja**. 2006. 48 folhas. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Veterinária, Brasília, 2006.

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

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.

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.

PIZA, S. M. T.; RIBEIRO, I. J. A. Influência da luz e da temperatura na germinação de uredósporos de *Puccinia psidii*, **Bragantia**, Campinas, v.47, n.1, p.75-78, 1988.

PRESCOTT, J. M.; KERNKAMP, M. F. Genetic stability of *Puccinia graminis* var. *tritici* in cryogenic storage. **Plant Disease**, St. Paul, v. 55, n. 2, p. 695-696, 1971.

REUVENI, M. Post-infection applications of K_3PO_3 , phosphorous acid and dimethomorph inhibit development of downy mildew caused by *Plasmopara viticola* on grapevines.

RUIZ, R. A.; ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; VALE, F. X. 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, v.14, n.1, p.55-61, 1989.

RYAN, M. J.; ELLISON, C. A. Development of a cryopreservation protocol for the microcyclic rust-fungus *Puccinia spegazzinii*. **CryoLetters**, London, v.24, n.1, p.43-48, 2003.

SANTOS, H. A. A.; MAY-DE-MIO, L. L. Controle preventivo e curativo da ferrugem do álamo em viveiro. **Floresta**, Curitiba, PR, v.37, n.3, set./dez. 2007.

SAS-Institute. *User's guide: statistics: versão 8.1*. 4. ed. Cary: SAS/STAT, 2000. v. 2.

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

SCHEIN, R. D. Storage viability of bean rust uredospores. **Phytopathology**, St Paul, v.52, p.653-657, 1962.

SMILLIE, R.; GRANT, B. R.; GUEST, D. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants. **Phytopathology**, v. 79, p. 921-926, 1989.

SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. R.; CZERMAINSKI, A. B. C. **Avaliação do Fosfito de Potássio no controle do míldio da videira**. Bento Gonçalves:

Embrapa Uva e Vinho, 2003. 16 p. (Embrapa Uva e Vinho. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11).

SÔNEGO, 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, v.29, n.2, p.226, 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**, v.29, p.188-192, 2003.

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 jameiro 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, 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., Fraiburgo, SC. **Anais...** Caçador, SC: Epagri, 2004b. p.153-156.

TESSMANN, D. J.; VIDA, J. B.; GENTA, W.; KISHINO, A. Y. **Doenças e seu manejo**. In: Antonio Y. Kishino; Sérgio, L. C. Carvalho; Sérgio R. Roberto. (Org). Viticultura Tropical – O sistema de Produção do Paraná. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), 2007, p.25-293.

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.

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.

ZAMBENEDETTI, E. B.; ALVES, E.; POZZA, E. A.; ARAÚJO, D. V. Germinação de urediniósporos de *Phakopsora pachyrhizi* em diferentes métodos de armazenamento. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.1, p.83-85, 2007.

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

WICKS, T. J.; MARGARET, P. A. Avaliação do fosfito de potássio como fungicida. Conferência para proteção das plantas. Brighton. Inglaterra, 1990.

APÊNDICE

Tabela 7 - Condições climáticas no campus da UEM, no período de 16/05/2008 a 30/06/2008.

Data	T (°C) Média	T (°C) Máxima	T (°C) Mínima	Chuva (mm)	Insolação (horas)
16/5/2008	20,7	25,4	13,7	0,0	8,9
17/5/2008	20,3	25,0	14,5	0,0	3,6
18/5/2008	19,6	22,9	16,4	0,0	1,8
19/5/2008	23,4	28,8	16,8	0,0	9,9
20/5/2008	24,9	29,4	18,6	0,0	10,0
21/5/2008	24,8	29,4	19,4	0,0	10,0
22/5/2008	24,2	29,0	18,5	0,0	10,1
23/5/2008	24,5	29,2	15,1	0,0	10,0
24/5/2008	23,9	28,2	16,1	0,0	10,0
25/5/2008	23,8	28,8	16,3	0,0	9,3
26/5/2008	23,4	28,3	16,1	0,0	8,0
27/5/2008	23,7	28,4	17,4	0,0	9,8
28/5/2008	23,8	28,2	16,4	0,0	10,0
29/5/2008	24,2	29,1	17,8	0,0	7,4
30/5/2008	16,9	22,5	13,8	22,9	0,0
31/5/2008	14,6	14,2	10,0	9,4	7,0
1/6/2008	13,7	16,5	10,5	0,0	0,0
2/6/2008	17,2	20,8	12,4	13,7	6,9
3/6/2008	17,4	21,6	10,9	0,0	9,1
4/6/2008	19,0	23,8	13,0	0,0	5,3
5/6/2008	19,4	23,0	14,3	0,8	8,8
6/6/2008	22,6	26,2	16,6	0,0	8,1
7/6/2008	23,6	27,8	17,3	0,0	8,1
8/6/2008	23,5	28,1	17,2	0,0	8,7
9/6/2008	22,0	25,4	19,8	0,0	0,2
10/6/2008	23,1	28,2	17,5	0,7	9,5
11/6/2008	14,0	20,0	10,4	1,0	10,1
12/6/2008	17,0	21,7	9,2	0,0	3,7
13/6/2008	16,8	19,6	13,0	2,4	0,0
14/6/2008	20,9	26,1	15,8	6,9	6,0
15/6/2008	22,5	27,5	16,1	0,0	6,5
16/6/2008	17,9	21,6	10,0	0,0	6,0
17/6/2008	11,1	16,7	3,7	0,0	10,0
18/6/2008	13,7	20,3	5,5	0,0	9,9
19/6/2008	19,0	24,8	7,3	0,0	9,3
20/6/2008	21,2	25,7	15,2	0,0	8,4
21/6/2008	22,3	28,0	16,2	0,0	5,3
22/6/2008	15,4	21,0	13,5	5,7	0,7
23/6/2008	15,6	19,5	10,0	0,0	3,1
24/6/2008	17,6	21,1	12,9	0,0	4,5
25/6/2008	15,2	17,4	12,6	11,0	0,1
26/6/2008	16,5	20,0	13,0	2,2	1,5
27/6/2008	18,8	22,5	13,3	0,0	5,5
28/6/2008	20,3	23,5	16,1	0,0	1,8
29/6/2008	19,0	21,8	15,2	0,1	3,5
30/6/2008	18,9	23,8	14,7	1,8	7,1
Média					Total
	19,8	24,1	14,1	78,6	293,5

Fonte: Estação Climatológica – Universidade Estadual de Maringá, 2008.