

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO -PR**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PPGA**  
**MESTRADO**

**DESENVOLVIMENTO E FITOSSANIDADE DE VIDEIRAS E AMEIXEIRAS**  
**TRATADAS COM SILÍCIO EM SISTEMA ORGÂNICO**

**SILVANA GIROTTO MARTINS FERREIRA**

**GUARAPUAVA-PR**

**2012**

**SILVANA GIROTTO MARTINS FERREIRA**

**DESENVOLVIMENTO E FITOSSANIDADE DE  
VIDEIRAS E AMEIXEIRAS TRATADAS COM  
SILÍCIO EM SISTEMA ORGÂNICO**

**Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção vegetal, para a obtenção do título de Mestre.**

Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho - Orientador

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Cacilda Márcia Duarte Rios Faria – Co-orientadora

**GUARAPUAVA-PR**

**2012**

**SILVANA GIROTTO MARTINS FERREIRA**

**DESENVOLVIMENTO E FITOSSANIDADE DE VIDEIRAS E AMEIXEIRAS  
TRATADAS COM SILÍCIO EM SISTEMA ORGÂNICO**

**Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.**

Aprovada em 07 de dezembro de 2012.

Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub  
(UEPG)

Prof. Dr. Marcelo Marques Müller  
(UNICENTRO)

Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho  
(orientador – UNICENTRO)

GUARAPUAVA – PR

2012

Catálogo na Publicação  
Biblioteca da UNICENTRO, Campus CEDETEG

F383d Ferreira, Silvana Giroto Martins  
Desenvolvimento e fitossanidade de videiras e ameixeiras tratadas com silício em sistema orgânico / Silvana Giroto Martins Ferreira. -- Guarapuava, 2012  
x, 56 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2012

Orientador: Renato Vasconcelos Botelho

Co-orientadora: Cacilda Márcia Duarte Rios Faria

Banca examinadora: Ricardo Antonio Ayub, Marcelo Marques Müller

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Míldio. 3. Bacteriose. 4. Controle alternativo. 5. Produção orgânica. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

CDD 634.22

*Dedico esse trabalho ao Rodrigo, amor  
da minha vida e ao Rodrigo Filho, razão  
de nossa existência.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço de coração a todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse ao fim desta etapa, que por vezes julguei não ser capaz de vencer:

- a Deus pela vida;
- aos meus “Rodrigo”, pelo incentivo e ajuda nos experimentos de campo;
- à Instituição UNICENTRO como um todo, mas com um carinho especial aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, pelos ensinamentos durante esse período de estudos;
- à CAPES pela concessão de bolsa;
- à Agrobiológica – Soluções Naturais, que generosamente cedeu o Agrisil®, produto com o qual desenvolvi meus experimentos;
- ao professor Renato, pela orientação, e por acreditar na minha capacidade;
- à professora Cacilda, pela acolhida e confiança no meu trabalho;
- ao Prof. Dr. Ricardo A. Ayub, por aceitar o convite para participar da banca de defesa e pelas contribuições que sempre enriquecem o trabalho;
- às secretárias do PPGA-Agronomia da UNICENTRO, especialmente à Lucília pelo auxílio de sempre;
- ao Sr. Elias, Sr. Manoel e Sr. Angelo pela grande ajuda nos trabalhos de campo;
- ao Alessandro e ao Anderson, por fazerem parte da banca de qualificação, pelas contribuições e paciência;
- aos amigos que emprestaram o verbo, o ombro, o tempo e o calor: Marielle, Mariana, Rafinha, Marina, Isabela, Jéssica, Guilherme, Enelise, Flávia, Cris e Carlinha pelo carinho e amizade; em especial à minha grande amiga Milena pela amizade, ajuda nos experimentos e apoio incondicional em todos os momentos; ao Welton pela incansável ajuda nos experimentos de campo; Aline e Carla pela amizade e contribuições durante os trabalhos; ao pessoal do laboratório de fisiologia vegetal: “Julianas”, Alex, João, Ana, Rafael, pela amizade e colaboração nos trabalhos; à Socorro, pela amizade recente, porém não menos importante.

A todos o meu carinho e eterna gratidão.

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b> .....	1
<b>2. Objetivo(s)</b> .....	3
<b>3. Referencial Teórico</b> .....	4
3.1. Agricultura orgânica.....	4
3.2. Panorama da videira no mundo e no Brasil.....	5
3.3. A cultivar Syrah.....	6
3.4. Míldio ( <i>Plasmopora viticola</i> (Berkeley e M. A. Curtis)Belese e De Toni.....	6
3.5. Panorama da cultura da ameixeira no mundo e no Brasil.....	8
3.6. A cultivar Pluma 7.....	9
3.7. Principais pragas e doenças da ameixeira.....	9
3.7.1. Bacteriose ( <i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>pruni</i> (Smith).....	9
3.7.2. Mariposa oriental( <i>Grapholita molesta</i> (Busck,1916)(Lepidoptera:Tortricidae)	10
3.7.3. Pulgão verde( <i>Myzus persicae</i> ).....	11
3.8. O silício no solo.....	12
3.8.1. O silício na planta.....	12
3.8.2. O silício no controle de doenças de plantas.....	15
3.8.3. O silício no controle de pragas.....	18
<b>4. Material e Métodos</b> .....	19
4.1. Aplicação via foliar de silício na ocorrência de míldio e no desenvolvimento vegetativo de videiras cv. Syrah.....	19
4.1.1. Germinação de esporângios de <i>Plasmopora viticola</i> submetidos a diferentes doses de silício.....	19
4.1.2. Avaliação da incidência de míldio e do desenvolvimento vegetativo em videiras cv. Syrah tratadas com silício no campo.....	20
4.2. Avaliação de doenças e pragas e desenvolvimento vegetativo de plantas de ameixeira cv. Pluma 7 tratadas com silício.....	23
<b>5. Resultados e Discussão</b> .....	26
5.1. Desenvolvimento e ocorrência de míldio em videiras cv. Syrah.....	26
5.1.1. Germinação de esporângios ( <i>in vitro</i> ) de <i>Plasmopora viticola</i> .....	26
5.1.2. Desenvolvimento e ocorrência de míldio em videiras cv. Syrah em condições de campo no 1º e 2º ciclos.....	27
5.2. Desenvolvimento vegetativo e controle fitossanitário em ameixeiras cv. Pluma 7.....	36
<b>6. Conclusões</b> .....	42
<b>7. Referências Bibliográficas</b> .....	43
<b>ANEXOS</b> .....	54

## RESUMO

FERREIRA, S. G. M. Desenvolvimento e fitossanidade de ameixeiras tratadas com silício em sistema orgânico

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do silício (Si), aplicado via foliar em videiras cv. Syrah para o controle do míldio (*Plasmopara viticola*) e ameixeiras cv. Pluma 7 no controle da bacteriose (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*), mariposa oriental (*Grapholita molesta*) e pulgão verde (*Myzus persicae*), bem como no desenvolvimento das plantas. Para todos os ensaios foi utilizado o produto comercial AgriSil® (98% de SiO<sub>2</sub>). Em dezembro de 2010 foi realizado o teste de germinação de esporos de *P.viticola*, no laboratório de Fitopatologia do CEDETEG. Os experimentos de campo foram conduzidos no pomar experimental do departamento de Agronomia da Unicentro, por dois ciclos consecutivos (2010/2011 e 2011/2012), nos quais foram avaliadas concentrações crescentes de Si. No primeiro ciclo de estudos os tratamentos foram 0, 1, 2, 4 e 8 g L<sup>-1</sup> de Si, tanto para a videira quanto para a ameixeira. As aplicações foram quinzenais intercaladas com pulverização de produtos utilizados no sistema orgânico (calda bordalesa, extrato de neem, extrato de cinamomo, óleo vegetal). No segundo ciclo de avaliações foram mantidos os mesmos procedimentos do primeiro ciclo para a ameixeira. Porém, para a videira, foram suspensas as pulverizações com os produtos do sistema orgânico, mantendo-se apenas a calda bordalesa, e foram utilizadas as doses de 0, 2, 4, 8 ou 16 g L<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>. A severidade da doença em folhas de videira foi determinada por meio de avaliações visuais, pela escala diagramática e posterior determinação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). O comprimento e o diâmetro dos ramos da videira e da ameixeira foram medidos nos dois anos do experimento, para avaliar o desenvolvimento das plantas. No final do segundo ano foi determinada a massa seca (MS) de parte aérea e de raízes da videira e o teor de Si foliar da videira e da ameixeira. Para avaliar a severidade da bacteriose foram feitas avaliações quinzenais coletando-se 10 folhas por planta. A infestação pela mariposa oriental foi avaliada fazendo-se a porcentagem de ponteiros atacados, e para a infestação por pulgões foi feita a contagem de indivíduos nos ramos marcados. Houve efeito quadrático das doses de SiO<sub>2</sub> (0, 1, 2, 4 ou 8 g L<sup>-1</sup>) sobre a germinação de *P. viticola*, às 12 e 24 horas após o início da incubação dos esporângios, sendo que as doses de 2 e 4 g L<sup>-1</sup>, apresentaram as maiores porcentagens de germinação,

respectivamente. No campo, nos dois ciclos de avaliações, a aplicação de Si não apresentou efeito significativo sobre a AACPD do míldio da videira, tendo havido efeito de redução apenas para a aplicação de calda bordalesa no segundo ciclo. Da mesma forma, o comprimento dos ramos do ano também não apresentou diferença significativa, porém, para o diâmetro dos ramos, observou-se redução nas plantas tratadas com Si associado à calda bordalesa. A MS apresentou efeito cúbico em função das doses de silício nos tratamentos com calda bordalesa, tanto para a parte aérea quanto para as raízes, com destaque para a dose  $2 \text{ g L}^{-1}$  de Si, que apresentou maior MS. Nos tratamentos sem calda bordalesa, verificou-se efeito linear positivo tanto para parte aérea quanto para as raízes. Quanto à bacteriose da ameixeira observou-se redução da doença para todas as doses utilizadas, apresentando efeito quadrático pela análise de regressão. Verificou-se que o progresso da doença nas plantas em que se aplicou o silício na concentração de  $1 \text{ g L}^{-1}$  foi 48% menor do que na testemunha, enquanto que os tratamentos com  $2, 4$  e  $8 \text{ g L}^{-1}$  de silício reduziram, respectivamente, 71,5%, 72,1% e 79,5% em relação à testemunha. Nas avaliações da infestação por mariposa oriental e pulgão, assim como o crescimento e desenvolvimento das plantas de ameixeira o Si não apresentou diferença significativa entre as doses utilizadas. Os teores foliares de Si aumentaram linearmente em função das doses utilizadas tanto para a videira como para a ameixeira.

**Palavras-chave:** míldio, bacteriose, controle alternativo, produção orgânica.

## ABSTRACT

FERREIRA, S. G. M. Development and phytosanity in vines and plum trees treated with silicon in organic system

The aim of this study was evaluate the effect of foliar silicon applied in grapevine cv. Syrah for control of downy mildew (*Plasmopara viticola*) and plum cv. Plume 7 in the control of bacterial (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*), oriental fruit moth (*Grapholita molesta*), and greenbug (*Myzus persicae*) as well as in the plants development. For all experiments was used a commercial product called AgriSil® (98% SiO<sub>2</sub>). In December 2010 was tested the germination spores of *P.viticola* in the Phytopathology laboratory of CEDETEG. Field experiments were conducted at the experimental orchard of Agronomy Department of Unicentro for two consecutive cycles (2010/2011 and 2011/2012), which were evaluated the increasing concentrations of Si. In the first cycle the treatments were 0, 1, 2, 4 and 8 g L<sup>-1</sup> of Si, both to grapevine as for plum. The applications were interspersed with fortnightly sprays of products used in the organic system (Bordeaux mixture, neem extract, cinnamon extract, vegetable oil). In the second cycle evaluations for the plum were kept the same procedures as the first cycle. However, for the vine were suspended spraying with products of organic, ..... and doses were used 0, 2, 4, 8 or 16 g L<sup>-1</sup> SiO<sub>2</sub>. In the second cycle evaluations for the plum were kept the same procedures as the first cycle. However, for the vine were suspended spraying with products of organic and doses were used 0, 2, 4, 8 or 16 g L<sup>-1</sup> SiO<sub>2</sub>. The severity of disease in vine leaves was determined by visual evaluations by diagrammatic scale, and subsequent determination of the area under the curve progression of the disease (AUDPC). The length and diameter of the branches of the vine and plum were measured at two-year experiment to evaluate plant development. At the end of the second year was determined, dry matter (DM) of shoots and roots of the vine and the Si content of grapevine leaf and plum. To evaluate the severity of bacteriosis two assessments were made every two weeks by collecting 10 leaves per plant using diagrammatic. The oriental fruit moth attack was evaluated by doing the percentage of pointers attacked and the aphid infestation was made by counting individuals in the fields that were marked. For the development of plants was measured the length and the diameter of the branches marked. To test the germination of *P. viticola* the quadratic effect was observed as a function of concentrations of SiO<sub>2</sub> (0, 1, 2, 4 or 8 g L<sup>-1</sup>) at 12

and 24 hours after the onset of incubation the sporangia. In the field, the two assessment cycles, did not affect the control of downy mildew by the application of Si. In the same way, the length and the diameter of shoots did not show significant results. For MS cubic effect was observed in both treatments with Bordeaux mixture used in the shoot and in the roots, especially the dose  $2 \text{ g L}^{-1}$  of Si with the highest MS and Bordeaux mixture when no effect was found for both linear shoot as to the roots. For the plum bacteriosis, a reduction of the disease for all doses was used, with quadratic regression analysis. It was found that the progress of disease in plants where silicon was applied at a concentration of  $1 \text{ g L}^{-1}$  was 48% lower than in the control, whereas treatment with 2, 4 and  $8 \text{ g L}^{-1}$  silicon reduced, respectively, 71.5%, 72.1% and 79.5% compared to the control. For the attack of oriental fruit moth and aphids, as well as to the growth and development of plants plum Si showed no significant difference between the doses used. The results of the analyzes of leaf Si for both the vine for as plum, showed a linear regression analysis.

**Keywords:** mildew, bacteriosis, alternative control, organic production.

## 1. INTRODUÇÃO

A videira e a ameixeira são plantas frutíferas de clima temperado, sendo a primeira bastante expressiva no cenário nacional com área plantada de 80 mil ha e produção de 1,3 milhão de toneladas (IBGE, 2011), enquanto que a ameixeira ocupa uma área de apenas 4,5 mil ha com produção em torno de 63 mil toneladas/ano (FAOSTAT, 2011).

No Paraná, a viticultura ocupa 5800 ha, com produção de 105.000 toneladas/ano (IBGE, 2011), na sua maior parte no Norte do Estado, com a produção de uvas para consumo *in natura* (IBRAVIN, 2010). O cultivo da ameixeira, por sua vez, abrange uma área aproximada de 850 ha com produção de 13 mil toneladas (SEAB, 2010).

Tanto a videira quanto a ameixeira são suscetíveis à incidência de doenças causadas por fungos e bactérias e ao ataque de pragas, sendo a questão fitossanitária um dos principais problemas para a produção dessas frutas (CASTRO et al., 2003).

Dentre as principais doenças da videira está o míldio, doença causada pelo fungo *Plasmopara viticola*. Para a ameixeira se destacam principalmente a bacteriose, causada por *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, e o ataque da mariposa oriental (*Grapholita molesta*) e do pulgão (*Myzus persicae*), que acarretam sérios danos às plantas e, consequentemente, prejuízos ao produtor (SALLES, 2003).

O controle dessas pragas e doenças geralmente é realizado de forma convencional, com produtos químicos, porém oferece riscos como a contaminação ambiental, a intoxicação humana, além da seleção de patógenos resistentes (GLOVER et al., 2000).

Como uma alternativa ao modelo convencional de agricultura, existe o sistema de produção orgânica, que não permite o uso de agrotóxicos, reguladores vegetais e fertilizantes sintéticos, com o objetivo de obter não somente produtos saudáveis ao consumo humano, mas também garantir a preservação de todo o ecossistema (RONALD e FOUICHE, 2006).

Uma das possibilidades para se substituir ou diminuir o uso de produtos químicos no controle de pragas e doenças é o uso do silício (Si), que tem sido reconhecido pelos seus benefícios às plantas cultivadas. Este elemento é o segundo em maior abundância na crosta terrestre, perdendo apenas para o oxigênio (EPSTEIN, 1999). Ele se acumula nos tecidos de plantas e pode melhorar o desenvolvimento de várias espécies de vegetais, além de proporcionar maior resistência a pragas e doenças,

seja pela promoção de uma barreira mecânica ou pelo o acúmulo de compostos fenólicos, que impedem a infecção por patógenos e diminuem a palatabilidade aos insetos praga (GOUSSAIN, et al., 2002).

Segundo Epstein (2001), o Si é capaz de proporcionar à planta vários benefícios como: resistência ao ataque de patógenos, melhoria da arquitetura da planta, o que facilita a captação da radiação solar e promove a fotossíntese, resistência ao estresse hídrico e diferenças de temperatura, bem como a ambientes salinos, além de influenciar na atividade enzimática e na síntese de compostos fenólicos.

A aplicação do Si pode ser feita na sua forma sólida, via solo, ou na forma líquida, via solo ou foliar. Na fruticultura, esse elemento ainda não é muito utilizado, porém vem sendo estudado, geralmente na forma de aplicações foliares, cujos resultados demonstram aumento da resistência a ataque de pragas e doenças em várias culturas como maracujazeiro, videira, morangueiro, entre outras.

Com base nestas informações, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de Si aplicado via foliar no controle de pragas e doenças, bem como no desenvolvimento de plantas de videira e ameixeira, além dos efeitos da calda bordalesa como tratamento padrão nas videiras.

## 2. OBJETIVOS

1) Avaliar o efeito de aplicações de silício e da calda bordalesa via foliar na ocorrência de míldio em videiras cv. Syrah.

2) Avaliar o efeito do Si na germinação *in vitro* de esporângios de *P. viticola*;

3) Avaliar o efeito de aplicações de silício via foliar na ocorrência de bacteriose em ameixeiras cv. Pluma 7.

4) Verificar o efeito de tratamentos com silício no desenvolvimento de plantas de videira cv. Syrah e de ameixeiras cv. Pluma 7.

5) Avaliar a infestação por mariposa oriental e pulgão verde nas plantas de ameixeira cv. Pluma 7.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Agricultura orgânica

O modelo de produção agrícola convencional mostra sinais claros de exaustão, com problemas como a exclusão social, a degradação ambiental e o alto custo de produção. No entanto, práticas alternativas de produção baseadas em princípios agroecológicos são cada vez mais estudadas e aceitas pela comunidade científica, podendo colaborar no combate à pobreza, segurança alimentar e preservação ambiental (ASSIS, 2003).

A agricultura orgânica é um conjunto de processos de produção agrícola cujo pressuposto básico é de que a fertilidade é função direta da matéria orgânica contida no solo. Os microorganismos presentes em compostos biodegradáveis contribuem para a disponibilização de minerais e elementos químicos que serão aproveitados pelas plantas (ORMOND et al., 2002), produzindo dessa forma um alimento sadio e com suas características e sabor originais, que atenda as expectativas do consumidor (PENTEADO, 2000), além de contribuir para a preservação dos ecossistemas e a conservação das condições químicas, físicas e biológicas do solo, da água e do ar (BORGES e SOUZA, 2005).

Conforme Campanhola e Valarini (2001), a agricultura orgânica faz parte de um conceito abrangente de agricultura alternativa, que envolve correntes como: agricultura natural, agricultura biodinâmica, agricultura biológica, agricultura ecológica e permacultura. Todas essas correntes tem princípios semelhantes no manejo de pragas e doenças: reciclagem dos recursos naturais, rotação de culturas, cobertura vegetal viva (adubação verde) e morta, controle biológico de pragas e doenças com exclusão do uso de agrotóxicos, mas com a possibilidade de uso de caldas tradicionais como a bordalesa e a sulfocálcica, baseando-se no princípio de manejo integrado.

A calda bordalesa foi descoberta na região de Bordeaux, França, no século XIX, e usada como fungicida no controle do míldio da videira (MICHHEREFF, 2004), e é utilizada até os dias atuais no controle de doenças fúngicas de várias culturas, principalmente as frutíferas. Seu uso é permitido no sistema orgânico de produção pela *Instrução Normativa* nº 7, de 17 de maio de 1999 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que dispõe sobre as normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais.

A calda bordalesa é um dos fungicidas de maior aplicação na viticultura nacional. Baixo custo, pequena toxidez ao homem e animais são algumas de suas vantagens. As doses para o controle do míldio da videira variam bastante na literatura, pois são recomendadas doses de 0,25 a 2% (AMORIM e KUNYIYUKI, 2005; SONEGO et al., 2003; EPAGRI, 2005). No entanto, altas concentrações de cobre na planta podem ser extremamente tóxicas causando sintomas como clorose, necrose, descoloração da folha e inibição de crescimento da raiz (YURELA, 2005). Segundo Brun et al. (2003), plantas ruderáceas tem seu desenvolvimento afetado por elevadas quantidades de cobre no solo.

O plantio de frutíferas pelo sistema orgânico vem apresentando expansão significativa, por garantir produtos mais saudáveis, produzidos com tecnologias voltadas à resolução de problemas fitossanitários e nutricionais, sem a utilização de defensivos e fertilizantes sintéticos (ARAÚJO, 2012).

A área ocupada com pomares orgânicos no Brasil é de 10 mil hectares. Esses pomares possuem selo de certificação de prática de agricultura orgânica expedido pelo Instituto Biodinâmico. Além disso, existe uma área de 9 mil hectares de pomares que estão em processo de conversão do cultivo convencional para o orgânico. As frutas certificadas são: laranja, pera, pêsego, abacate, caqui, banana, kiwi, goiaba, abacaxi, uva e morango (COSTA, 2011).

### **3.2. Panorama da cultura da videira no Mundo e no Brasil**

A videira pertence à família Vitaceae, gênero *Vitis*, e seu cultivo em nível mundial é de grande importância, sendo a uva a terceira fruta mais produzida, com 67 milhões de toneladas em 2009 (FAO, 2011).

No Brasil, a viticultura ocupa uma área de aproximadamente 80 mil hectares, com vinhedos estabelecidos desde o extremo sul do país, em latitude de 30°56'15''S, até regiões situadas muito próximas ao equador, em latitude de 5°11'15''S. Em função da diversidade ambiental, existem vinhedos com características de regiões temperadas, com período de dormência, em áreas subtropicais, onde a videira é cultivada com dois ciclos anuais, e, há também vinhedos localizados em regiões tropicais, onde é possível a realização de podas sucessivas, com dois e meio a três ciclos vegetativos por ano. A produção brasileira anual de uvas é de cerca de 1,3 milhão de toneladas. Deste volume, cerca de 45% é destinado ao processamento, para a elaboração de vinhos, sucos e outros derivados, e 55% comercializado como uvas de mesa (IBRAVIN, 2010).

Além dos Estados da região Sul, destacam-se no cultivo da videira também os Estados de São Paulo, Minas Gerais e o Vale do São Francisco, no Nordeste (KUHN et al., 1996). No Paraná, a viticultura ocupa 5800 ha, na sua maior parte no Norte do Estado, com a produção de uvas para consumo *in natura* (IBRAVIN, 2010).

No contexto nacional, o cultivo de uvas de mesa e/ou para processamento tem um importante papel social, uma vez que auxilia na sustentabilidade da pequena propriedade, além de ser responsável pela geração de vários postos de trabalho (MELLO, 2010).

### **3.3. A cultivar Syrah**

São inúmeras as cultivares pertencentes à espécie *Vitis vinifera*, entre essas a cultivar Syrah ou Shiraz, que faz parte do grupo das uvas europeias destinadas à vinificação (KUHN et al., 1996).

A videira ‘Syrah’ é cultivada há muito tempo na França. Sua origem exata, porém, é desconhecida. Começou a ser cultivada no Rio Grande do Sul em 1921, mas sua suscetibilidade à podridão dos cachos limitou o cultivo no Estado (CAMARGO, 2003). Essa cultivar é uma das principais uvas tintas para vinificação e se adaptou bem na Austrália, onde é conhecida como ‘Shiraz’. Apresenta características de alto vigor e produtividade elevada. Seus cachos são medianos com bagas pequenas a médias de cor negro-azulada (MOREIRA et al., 2009).

A ‘Syrah’ foi disseminada para outras partes do mundo após 1970. Crescendo bem em inúmeras áreas, produz vinhos complexos e distintos, escuros, alcoólicos e com aromas e sabores de especiarias (ALBERT, 2004).

### **3.4. Mildio (*Plasmopara viticola*) (Berkeley e M. A. Curtis) Berlese e De Toni**

O agente causal do mildio é o parasita obrigatório *P. viticola*, da classe Oomycetes e ordem Peronosporales. A infecção ocorre por meio dos estômatos localizados na face inferior das folhas e nos pedicelos, quando a baga ainda é jovem. A esporulação acontece quando a umidade do ar está elevada. Com 98% de umidade, a esporulação ocorre em 10 horas a 25°C, 18 horas a 20° e em 20 horas a 13°C. Abaixo de 70% de umidade não se observa esporulação (GRIGOLETTI JÚNIOR e SÔNEGO, 1993). A chuva é considerada o maior fator epidemiológico, enquanto a temperatura tem um papel moderador, freando ou acelerando o desenvolvimento da doença (GRIGOLETTI JÚNIOR e SÔNEGO, 1993).

A reprodução assexuada acontece nos estômatos e a fase sexuada ocorre dentro dos tecidos ou órgãos do hospedeiro, onde são liberados oósporos durante o inverno. Na presença de água, esses oósporos germinam e formam os esporângios, que produzem os zoósporos (AMORIM e KUNIYUKI, 2005).

O míldio pode afetar as partes verdes em desenvolvimento da planta e os principais sintomas acontecem nas folhas, flores e frutos (GRIGOLETTI JÚNIOR e SÔNEGO, 1993). Nas folhas aparecem manchas com coloração verde-clara na face superior, são as chamadas “manchas de óleo”. Na face inferior surge uma eflorescência branca (frutificação do fungo). Com o passar do tempo, as manchas necrosam e as folhas muito atacadas caem, diminuindo a taxa fotossintética, o que enfraquece a planta e compromete a produção do ano seguinte (AMORIM e KUNIYUKI, 2005).

Nos cachos, causa deformação e quando ocorre na fase de floração, as inflorescências secam e caem. Nas bagas novas, o fungo penetra pelos estômatos e forma uma estrutura branca, constituída pela frutificação do fungo. Em bagas mais desenvolvidas, o patógeno penetra pelo pedicelo e se desenvolve em seu interior, deixando-as escuras e endurecidas, com depressões na superfície, destacando-se facilmente do cacho (GRIGOLETTI JÚNIOR e SÔNEGO, 1993).

A aplicação de fungicidas ainda é a prática mais utilizada para o controle da doença, no entanto, segundo Rose et al. (2009), a solubilidade destes produtos em conjunto com sua ação sistêmica podem contribuir para a contaminação dos subprodutos da uva. Resíduos de fungicidas são frequentemente encontrados no mosto de uva e no vinho (CABRAS e ANGIANI, 2000).

Segundo Meinerz et al. (2007), o manejo convencional de doenças de plantas é caracterizado pelo uso contínuo e, muitas vezes, abusivo de produtos sintéticos, o que, além de contribuir para a poluição do ecossistema e oferecer riscos à saúde humana (BETTIOL & GHINI, 2003), acaba gerando uma seleção de patógenos resistentes a esses produtos.

Em função desses problemas com o cultivo convencional, tem aumentado a demanda por produtos orgânicos (SILVA, et al., 2007). Medidas preventivas de controle de doenças podem ser adotadas com a escolha de uma área mais adequada ao plantio da videira e o uso de cultivares mais resistentes. O espaçamento adequado e a poda verde devem ser adotados com o objetivo de diminuir o molhamento foliar e a disponibilidade de inóculo (NAVES et al., 2004). Além disso, os efeitos benéficos do Si tem sido demonstrado em várias espécies de plantas, e no caso de problemas

fitossanitários, é capaz de aumentar a resistência das plantas ao ataque de insetos e patógenos (EPSTEIN, 2001).

### **3.5. Panorama da cultura da ameixeira no Brasil e no mundo**

A ameixeira (*Prunus salicina*) é uma das frutíferas que mais se disseminou pelo mundo (CASTRO, 2008). É muito cultivada principalmente no hemisfério Norte sendo que sua produção anual mundial é 11 milhões t/ano. Ocupa uma área de 2,4 milhões de há, sendo essa produção liderada pela China, com cerca de 5 milhões de toneladas, seguida da Europa com 1,6 milhão de toneladas (FAO, 2010).

A área ocupada com ameixeiras no Brasil é de 4.500 há, gerando uma produção de 63 mil t/ano, sendo os principais Estados produtores, os de Santa Catarina, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais, com participação percentual na produção em 23,8; 23,0; 21,9; 21,3 e 10,1%, respectivamente, com ameixas do grupo asiático. Em Santa Catarina, maior produtor com 936 ha, existe um grande número de municípios que cultivam ameixas, mas as grandes áreas estão concentradas na região do Rio do Peixe. Em regiões com maior quantidade de frio, como acontece em São Joaquim e Vacaria no Rio Grande do Sul, é possível cultivar ameixas de origem europeia (FACHINELLO et al., 2011). No Paraná, a área cultivada com ameixas é de 955 há, com produção de 13,9 mil toneladas anuais (SEAB, 2011).

A ameixeira cultivada no Brasil pertence à espécie *Prunus salicina*, originária do Oriente. A ameixeira europeia (*Prunus domestica*), muito importante em termos de produção mundial, inclusive para produção de ameixa preta (passa), é pouco cultivada no Brasil por ser mais exigente em horas de frio (CASTRO e CARVALHO, 1987).

O cultivo de ameixeiras no Brasil não prosperou tanto quanto o de outras frutas de clima temperado, em função, principalmente, de problemas fitossanitários e frutas com baixa qualidade (MADAIL, 2003). O principal entrave para o aumento da produção nacional de ameixas é em relação à fitossanidade, sendo a escaldadura das folhas causada pela bactéria *Xylella fastidiosa* a doença mais importante da cultura. Registrada na Argentina desde 1935 e detectada sua disseminação no Sul do Brasil a partir de 1975 (RASEIRA et al., 1992), essa doença quase dizimou os pomares de ameixeira desde o Sul do Rio Grande do Sul até o Paraná (GRELLMANN & SIMONETTO, 1996).

Além disso, a variabilidade de clima, a falta de porta-enxertos adaptados e a

incapacidade de autopolinização de muitas cultivares são outras dificuldades encontradas pelos produtores de ameixas (RASEIRA, 2003). Outra doença que ataca as plantas de ameixeira é a bacteriose causada por *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, causando sérios danos à parte aérea da planta (CASTRO et al., 2003).

### **3.6. A cultivar Pluma 7**

Entre as muitas cultivares de ameixeira que se adaptam bem às condições brasileiras, está a Pluma 7, cuja exigência em frio é de, aproximadamente, 400 horas.

A cultivar é produzida principalmente no Rio Grande do Sul, sendo considerada bastante produtiva e vigorosa, com frutos de tamanho médio a grande, com polpa firme e tonalidade vermelho-escura. É bastante suscetível à bacteriose e, por isso, recomenda-se o seu plantio em relevo face norte, com implantação de quebra-ventos.

### **3.7. Principais doenças e pragas da ameixeira**

#### **3.7.1. Bacteriose (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (Smith)**

O agente causal da bacteriose é a bactéria *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. São bastonetes gram-negativos, uniflagelados, sem endósporo e aeróbios estritos. As colônias são fluidas e brilhantes, com pigmentos amarelos carotenoides, típicos do gênero. Pertence à divisão Cracilicutes, classe Scotobacteria e família Pseudomonadaceae (ZAMBOLIM et al., 2002)

As condições ideais para a ocorrência de sintomas e danos provocados por este patógeno são: temperatura moderada, com chuvas frequentes, ventos fortes e neblina (ZAMBOLIM et al., 2002).

A bacteriose ataca toda a parte aérea da planta, como folhas, ramos e frutos. Nas folhas, os primeiros sintomas aparecem em forma de manchas cloróticas irregulares. Com a evolução da doença essas manchas adquirem formato angular, contornadas por um círculo amarelo e a parte interna necrótica, que pode cair e apresentar uma aparência rendilhada. A folha pode cair precocemente e causar o enfraquecimento da planta, o que a torna mais suscetível ao ataque de outros patógenos. Nos ramos e nos frutos, o sintoma se caracteriza em forma de cancos (DEL PONTE, 2007).

Segundo Zambolim et al (2002), a disseminação da bactéria a curta distância ocorre pelas gotas de água levadas pelo vento; a longa distância, a disseminação se faz pela ação do homem, por meio de transporte de material vegetativo contaminado, mudas, borbulhas e frutos. Alguns insetos também são vetores da bactéria.

As bactérias geralmente penetram através de aberturas naturais da planta ou através de ferimentos causados principalmente por insetos, pelos tratos culturais, especialmente a poda, e pela chuva de granizo (ZAMBOLIM et al., 2002).

O controle da bacteriose é preventivo. Deve-se eliminar ramos com cancrios, folhas e frutos manchados e fazer aplicações de calda bordalesa após a poda de inverno. Na formação de pomares, deve-se escolher local adequado e utilizar quebra-vento, além de escolher cultivares mais resistentes à bacteriose (CASTRO et al., 2003). O tratamento de inverno com calda bordalesa ou sulfocálcica também ajuda a diminuir o potencial de inóculo (ZAMBOLIM et al., 2002).

### **3.7.2. Mariposa oriental (*Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae))**

Conhecida também como broca-dos-ponteiros, a mariposa oriental é considerada uma das principais pragas das frutíferas de clima temperado (BOTTON et al., 2001). Os danos causados pelo inseto nas brotações do ano e nos frutos são ocasionados somente pelas lagartas, que perfuram o ponteiro principal, ramos secundários e pecíolos ou frutos (SALLES, 1991).

Os ovos são muito pequenos e são depositados na face inferior das folhas, de brotações próximas às axilas, nos ramos novos e nos frutos e são difíceis de serem observados nas plantas, sendo que essa fase dura três ou quatro dias. As lagartas são branco-acinzentadas, com cabeça preta e quando mais desenvolvidas adquirem cor rosada. A fase larval dura em média de 10 (verão) a 30 dias (outono). A fase de pupa dura de 7 a 14 dias no verão e de 17 a 51 dias no inverno (BOTTON et al., 2001).

O adulto é um microlepidóptero de cor cinza e manchas escuras nas asas anteriores. Sua alimentação, migração, acasalamento e postura acontecem entre os horários das 17 às 22 horas. A fêmea coloca de 40 a 80 ovos durante 10 a 15 dias, com 6 a 8 gerações anuais, desenvolvendo-se 5 a 6 gerações por safra (CASTRO et al., 2003).

Para o controle químico, deve ser feito o monitoramento populacional dos insetos, através do uso de armadilha com feromônio sexual sintético da fêmea. Deve-se aplicar o inseticida quando o nível de controle de dano econômico for atingido, com captura de 30 mariposas por armadilha por semana. Os inseticidas devem ser específicos e recomendados para a cultura (BOTTON et al., 2001).

Na produção orgânica, os extratos de plantas com potencial inseticida são

utilizados no controle alternativo do pulgão verde (*M. persicae*). O extrato de sementes de nim (*Azadirachta indica*) é muito utilizado pelos efeitos tóxicos aos insetos que incluem repelência, deterrência alimentar, interrupção do crescimento, interferência na metamorfose, esterilidade e anormalidades anatômicas ((SCHMUTTERER, 1990; MORDUE e NISBET, 2000; MARTINEZ e EMDEN, 2001).

A confusão sexual é outra estratégia de controle que pode ser utilizada para reduzir o uso de inseticidas (DEGEN et al. (2005). Esta técnica consiste em saturar o ambiente de um pomar com feromônios sexuais, a fim de desorientar o macho e impedir o acasalamento (VILELA e LUCIA, 2001).

### **3.7.3. Pulgão (*Myzus persicae*)**

O pulgão ataca os botões florais, as flores e mais tarde os brotos, que não se desenvolvem, o que compromete a produção da ameixeira. Quando atacados por essa praga, os ramos e folhas se enrolam. O pulgão, ao se alimentar, injeta toxinas provocando esse enrolamento, que vai abrigá-lo das intempéries e inimigos naturais, dificultando o controle (CASTRO et al., 2003).

O ciclo de vida dos pulgões ou afídeos envolve duas fases: assexuada e sexuada. Durante a primavera e o verão, em que as condições climáticas são favoráveis e a alimentação é abundante, surgem gerações de fêmeas partenogenéticas. A partenogênese é um processo de reprodução assexuada, que corresponde à formação de novos indivíduos a partir do desenvolvimento de gametas femininos, sem prévia fecundação. A reprodução assexuada é mais rápida do que a reprodução sexuada e ocorre com menos dispêndio de energia, permitindo um aumento da população num curto espaço de tempo (BOTTON, 2001). A reprodução sexuada ocorre no fim do verão quando as fêmeas partenogenéticas originam fêmeas e machos que se acasalam e as fêmeas originadas do acasalamento põem ovos que ficam em estado de vida latente durante todo o inverno (SALVADORI, 2007).

Os pulgões são muito atacados por inimigos naturais em função de viverem em colônias e não terem mobilidade. No entanto, se reproduzem muito rápido e o fato de ficarem protegidos nas folhas enroladas, seus inimigos naturais podem ter dificuldades para encontrá-los. Dessa forma, faz-se necessário outros tipos de controle, como o biológico e/ou o químico (CASTRO et al., 2003).

O controle químico quando aplicado de forma irracional, além de eliminar o pulgão, pode eliminar também seus inimigos naturais, assim o manejo integrado

constitui-se numa estratégia de controle interessante, pois parte do princípio de só se aplicar defensivos químicos para o pulgão quando este estiver causando danos significativos para a cultura (SALVADORI, 2007).

Na produção orgânica, o controle desse inseto pode ser feito utilizando-se extratos de plantas como nim e cinamomo, que possuem propriedades inseticidas.

### **3.8. O silício (Si) no solo**

O Si é o segundo elemento em maior abundância na crosta terrestre, perde apenas para o oxigênio. Ocorre principalmente como mineral inerte das areias, quartzo ( $\text{SiO}_2$  puro), caulinita, micas, feldspato e em outros argilominerais silicatados (MENGEL e KIRKBY, 1987).

Na solução do solo, o Si está presente como ácido monossilícico ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ) em grande parte na forma não dissociada que é facilmente absorvido pelas plantas (RAVEN, 1983). Por isso, apesar de ocorrer como um ácido, o Si possui comportamento de base, sendo representado por alguns autores como  $\text{Si}(\text{OH})_4$  ao invés de  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  (MENGEL e KIRKBY, 1987; SAVANT et al., 1997).

Os principais fatores do solo que podem influenciar o seu teor são: a composição mineralógica e textural, o processo de ciclagem do nutriente, acidez do solo e predominância de íons na solução (McKEAGUE, 1963).

#### **3.8.1. O silício na planta**

Embora não seja um elemento essencial, o Si é considerado, pela Instrução Normativa nº 4 de 17/05/2004/MAPA, um micronutriente benéfico para várias plantas, que proporciona maior proteção a estresses ambientais, bióticos e abióticos, como o ataque de pragas e doenças e resistência ao estresse hídrico (BERTALOT et al., 2008).

A adubação com Si tem sido utilizada em vários países e é considerada benéfica não só na agricultura convencional, como também na agricultura orgânica e biodinâmica, sendo que a sua absorção pode beneficiar muitas culturas (KORNDORFER et al., 2001). Segundo Datnoff et al. (2001), o Si pode reduzir a incidência de várias doenças importantes da cultura do arroz, incluindo mancha-marrom, a queima-da-bainha, escaldadura e descoloração de grãos. Os níveis de controle são iguais aos que se obtém com os fungicidas para as doenças. Assim, o número de aplicações de fungicidas pode ser reduzido de forma significativa.

Conforme Yoshida (1965), o Si é absorvido da solução do solo pela planta de forma passiva, por fluxo de massa, acompanhando a absorção de água, na forma de ácido monossilícico ( $H_4SiO_4$ ). Durante o processo ativo, a água é perdida por meio da transpiração e o Si é depositado nos tecidos das plantas, não ocorrendo a translocação para os tecidos mais novos (MIYAKE e TAKAHASHI, 1983; MA e TAKAHASHI, 1990). Segundo Epstein (1999), esse elemento se acumula nos tecidos de todas as plantas e representa de 0,1% a 10% da matéria seca das mesmas, concentrando-se nos tecidos-suporte do caule e das folhas (MA et al, 2001).

Em plantas de arroz, utilizando a técnica de ressonância nuclear magnética, foi possível identificar que a forma de Si translocado por meio do xilema é o ácido monossilícico, cuja concentração no xilema é transitoriamente alta (MITANI et al., 2005) e sua distribuição não é uniforme nas diferentes partes da planta. Muito do silício encontrado nas plantas é polimerizado como  $SiO_2 \cdot nH_2O$  e pode ser encontrado na parede celular, no lúmen das células e nos espaços intercelulares (SANGSTER et al., 2001). Entretanto, quantidades consideráveis de Si podem ser encontradas em compostos orgânicos porque se ligam a proteínas, lipídeos, fenóis e polissacarídeos (FAUTEUX et al., 2005).

Geralmente o Si é depositado em tecidos onde a perda de água é maior, sendo este fato ligado ao transporte passivo desse elemento. No entanto, muitos estudos indicam um sistema de transporte ativo para o Si em raízes de plantas de arroz, envolvendo proteínas transportadoras de membrana (MA et al., 2004; RAVEN, 2001). Outro trabalho onde a hipótese do transporte passivo do Si é contestada mostra que, em plantas de pepino, o teor de Si absorvido é duas vezes maior que a taxa de transpiração, não tendo, dessa forma, muita relação entre os mecanismos de transpiração e absorção (LIANG et al., 2005).

As plantas podem ser classificadas como acumuladoras e não acumuladoras de Si, de acordo com suas habilidades, e são avaliadas de acordo com a relação molar Si:Ca encontrada nos tecidos. Nas relações acima de 1,0, as plantas são consideradas acumuladoras (arroz, cana-de-açúcar, trigo, sorgo e gramíneas em geral). Entre 1,0 e 0,5, são consideradas intermediárias (cucurbitáceas, soja), e menor que 0,5, não acumuladoras (dicotiledôneas em geral) (MIYAKE e TAKAHASHI, 1983; MA et al., 2001).

O Si proporciona vários benefícios às plantas, principalmente para as gramíneas, destacando-se entre outros, uma maior tolerância das plantas ao ataque de insetos e

doenças, redução na transpiração e maior taxa fotossintética pela melhoria da arquitetura foliar (RODRIGUES et al., 2010). Em condições de estresse hídrico, o Si pode induzir um aumento na taxa da atividade da enzima superóxido dismutase, diminuindo, assim, o estresse (SCHIMIDT et al., 1999). Esse elemento pode atuar também no movimento estomatal em resposta aos estímulos do ambiente, ao regular o potencial hídrico das células epidérmicas (AGARIE et al., 1998). Segundo Oliveira e Castro (2002), o acúmulo de Si na folha também provoca redução na transpiração e faz com que a exigência de água pelas plantas seja menor, devido à formação de uma dupla camada de sílica, que diminui a transpiração por diminuir a abertura dos estômatos e limitar a perda de água.

Algumas gramíneas, como a cana-de-açúcar e o arroz, chegam a acumular na folha quantidades de Si entre 10 e 50 g kg<sup>-1</sup> de sua matéria seca. Como comparativo, pode-se citar o caso do fósforo (P), onde essas mesmas culturas, quando bem nutridas chegam a acumular de 1,8 a 2,2 g kg<sup>-1</sup> de P na folha (BUCK, 2006).

Korndorfer et al. (2002) observaram que a produtividade de cana-de-açúcar teve aumento gradativo em relação à testemunha quando recebeu tratamento com silicato de cálcio, nas doses 7,1 e 14,2 toneladas por hectare.

O efeito benéfico do Si também foi constatado em dicotiledôneas. Plantas de pepino cultivadas em solução nutritiva, na concentração de 100 mg L<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>, apresentaram aumento no teor de clorofila, maior massa foliar (seca e fresca), atraso na senescência e maior rigidez das folhas mais velhas (ADATIA e BESFORD, 1986).

Em experimento em condições de campo na Índia, com videiras cv. Azul Bangalore, testando as doses de 2, 4 e 6 ml L<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>, observou-se maior comprimento de ramos, maior área foliar e maior teor de clorofila nas folhas com a dose de 4 ml L<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>. O maior número de cachos por videira e a maior produtividade foram verificadas em plantas tratadas com a dose de 6 ml L<sup>-1</sup> (BHAVYA et al., 2010).

Na micropropagação de morangueiro, com três diferentes fontes de Si na concentração 1 g L<sup>-1</sup>, os propágulos apresentaram um aumento no teor de massa seca e fresca, no teor de clorofila, na espessura dos tecidos do limbo foliar, na deposição de cera epicuticular e na formação de depósito de silício nas células, independente da fonte utilizada (BRAGA et al., 2009).

Rodrigues et al. (2010), com o objetivo de verificar o comportamento do sorgo em relação à tolerância à alumínio em solução nutritiva, observaram que a aplicação de

0,82 mg L<sup>-1</sup> de silício reduziu a toxidez por alumínio e aumentou a massa seca das plantas, diferindo significativamente da testemunha.

No morangueiro, a aplicação foliar de silicato de potássio proporcionou um aumento no teor de clorofila, no crescimento das plantas, na quantidade de matéria seca, tanto na parte aérea como nas raízes (WANG e GALLETTA, 1998). Segundo Emadian e Newton (1989), esse crescimento nas plantas de morangueiro pode ser atribuído ao aumento na elasticidade dos tecidos e no volume de água simplástica que foi associado à expansão celular e ao crescimento das plantas.

### **3.8.2. O silício no controle de doenças de plantas**

O manejo adequado do Si na proteção de plantas, principalmente no controle fitossanitário, pode propiciar uma agricultura ecologicamente correta e contribuir na redução do uso de defensivos (REIS, 2008).

O uso de Si na adubação confere maior rigidez estrutural aos tecidos dificultando a entrada de hifas de fungos e o ataque de insetos fitófagos, além de proporcionar aumento na concentração de compostos fenólicos, atuando não somente como barreira física, mas também como barreira bioquímica (KORNDORFER, 2002).

Segundo Epstein (1994), o Si pode proporcionar mudanças na anatomia foliar que funcionam como barreiras mecânicas, com células epidérmicas mais grossas. Isso acontece em função do seu acúmulo nas células da epiderme. O efeito do Si, quando incorporado à parede celular é semelhante ao da lignina, que é um componente estrutural resistente à compressão. Assim, a planta adquire uma melhor arquitetura de folha o que propicia maior penetração da luz solar, maior absorção de CO<sub>2</sub>, diminuindo a transpiração e incrementando a taxa fotossintética (KORNDORFER et al., 2002; KORNDORFER e DATNOFF, 2000).

Segundo Terry e Joice (2004), o Si pode induzir a alguns mecanismos de resistência nas plantas, como a síntese de compostos fenólicos, lignina, suberina e calose na parede celular.

Algumas espécies, como o tomateiro e a videira, são pouco capazes de transportar o silício do sistema radicular para a parte aérea, no entanto, Bowen et al. (1992) demonstraram que o Si aplicado via foliar pode controlar doenças nessas culturas. Em experimento em casa de vegetação, com a cultivar híbrida de videira LN33, em Toronto no Canadá, cujos tratamentos foram duas concentrações da solução de K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (K=7,4 mM e PO<sub>4</sub>=5,5mM e K=22mM e PO<sub>4</sub>=16mM) e uma solução de

silicato de potássio contendo 17 mM de Si ( $2,6 \text{ g L}^{-1}$ ) em plantas de videira inoculadas com *Uncinula necator*, observou-se redução de 14% no número de colônias de oídio nas plantas pulverizadas com Si 24 horas antes da inoculação. Por meio de microscopia eletrônica, os autores verificaram uma espessa camada de Si na superfície das folhas pulverizadas, impedindo o crescimento da hifa do patógeno. A redução da severidade do oídio da videira foi devido a essa barreira física encontrada na folha.

Gama et al. (2003) verificaram que a pulverização de silicato de potássio em pepineiros inoculados com o fungo *Erysiphe cichoracearum*, agente causal do oídio, reduziu a incidência e severidade da doença em relação à testemunha. Essa redução pode ser observada com a aplicação de 2.000 a 4.000  $\text{kg ha}^{-1}$  de silicato de cálcio e de 2250 a 4500  $\text{kg ha}^{-1}$  de silicato de potássio (MIYAKE e TAKAHASHI, 1983).

Com plantas de mamoeiro em condições de campo, foram feitas aplicações foliares de fertilizante organomineral e argila silicatada, sendo que quando aplicados em conjunto, nas doses de 2 e 4  $\text{mL L}^{-1}$ , respectivamente, foi observada uma redução de 20% da incidência de pinta preta do mamoeiro causada por *Asperisporium caricae* (Speg) Maubl. (PRATISSOLI et al., 2007).

Santos et al. (2010), em experimento com melancia, observaram aumento na produtividade e redução da severidade do crestamento gomoso, causado pelo fungo *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm, com a aplicação no solo de 2.000  $\text{kg ha}^{-1}$  de termofosfato de Ca e Mg, com 12,8% de Si total e 0,39% de Si solúvel.

Em soja, observou-se um aumento na resistência ao cancro-da-haste quando se adicionou silício à solução nutritiva (DATNOFF et al., 1997). Lima (1998) também observou que com a adição de 40  $\text{mg L}^{-1}$  de Si à solução nutritiva diminuíram em até 90% as lesões nas plantas de soja ocasionadas pelo ataque de *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*, fungo causador do cancro-da-haste.

Na cultura do feijoeiro, Moraes et al. (2006) verificaram que o silicato de cálcio reduziu a área abaixo da curva da incidência e severidade de antracnose, doença causada por *Colletotrichum lindemuthianum*, e que aplicações foliares de silicato de sódio reduziram em 62,4% a área abaixo da curva de progresso do total de lesões por planta.

Reis et al. (2008), em trabalho com plantas de cafeeiro, aplicaram silicato de potássio contendo 364  $\text{g L}^{-1}$  de  $\text{SiO}_2$  em cinco doses: 0, 1, 2, 3 e 4  $\text{kg ha}^{-1}$  e observaram uma redução na severidade da cercosporiose, doença causada por *Cercospora coffeicola*. Resultados semelhantes foram encontrados por Pozza et al. (2004), em trabalho desenvolvido com cafeeiro, onde verificaram que o silicato de cálcio aplicado

no substrato de plantio ( $1 \text{ g kg}^{-1}$ ) reduziu em 43% as lesões por planta em 63% as folhas lesionadas pela cercosporiose do cafeeiro (*Cercospora coffeicola*), provavelmente, em função do aumento da espessura da cutícula e formação de camada de cera na superfície inferior das folhas.

Doenças fúngicas do arroz, como a mancha parda, causada pelo fungo *Bipolaris oryzae*, foram controladas quando as plantas receberam aplicação de escória de siderurgia contendo Si, Ca, Mg e Mn (ZANÃO JÚNIOR et al., 2010). De forma análoga, Chen et al. (2011) observaram que as plantas tratadas com solução de silício a 0,5% ou 2%, apresentaram maior resistência à *Magnaporthe grisea*. Rodrigues et al. (2003), também estudando o efeito da aplicação de Si na cultura do arroz, verificaram aumento na resistência do arroz à brusone em função do acúmulo de compostos fenólicos.

Em experimentos em casa de vegetação, sob cultivo orgânico, a aplicação foliar de ácido monossilícico reduziu em até 75% o nível de doenças causadas por fungos e nematoides em plantas como couve-flor, girassol, arroz, banana, cevada, tomate e pepino (MATICHENKOV e BOCHARNIKOVA, 2011).

Figueiredo et al. (2006), pulverizaram doses de  $4 \text{ L ha}^{-1}$  ou  $1710 \text{ mg L}^{-1}$  de Si em plantas de cafeeiro e obtiveram eficiência semelhante à aplicação de fungicida (Epoconazole + Pyraclostrobin) no controle da ferrugem e mancha de *Phoma* e *Ascochyta*.

Trabalhos realizados na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) apresentaram resultados promissores com o uso de Si, via foliar, na redução do progresso de doenças foliares de soja, cenoura (RAMOS et al., 2003) e requeima da batateira (CARNEIRO et al., 2003).

Ribeiro Júnior et al. (2004), em estudo visando o controle do fungo causador da murcha em mudas de cacaueteiro (*Verticillium dahliae*), aplicaram fungicidas com princípios ativos: Azoxystrobin ( $0,1 \text{ g L}^{-1}$ ), Acibenzolar S-metil ( $0,2 \text{ g L}^{-1}$ ). Também aplicaram silicato de potássio, nas dosagens de  $1,5$  e  $3,0 \text{ mL L}^{-1}$ , e puderam notar que o controle mais eficiente da murcha foi obtido com o silicato de potássio a  $1,5 \text{ mL L}^{-1}$ .

Oliveira et al. (2012), em pesquisas com mancha angular do algodão, causada por *Xanthomonas citri* subsp. *malvacearum*, verificaram que com a aplicação de  $1,5 \text{ g de SiO}_2 \text{ kg}^{-1}$  de solo, reduziu-se em 55% a severidade da doença.

Em plantas de arroz inoculadas com *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* e tratadas com silício apresentaram redução da severidade da doença em até 75% (XUE et al.,

2010).

### 3.8.3. O Si no controle de pragas

Induzir a resistência de plantas a ataques de insetos-praga é outra vantagem proporcionada pelo silício. Essa resistência deve-se à formação de barreiras mecânicas ou por mudanças bioquímicas nas plantas, que maximizam a síntese de toxinas que podem agir como repelentes ao ataque de herbívoros (GOMES et al, 2005; NERI et al., 2005; COSTA et al., 2007).

A aplicação foliar de silicato de sódio em plantas de milho causou aumento da mortalidade e do canibalismo de lagartas *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em razão do aumento da deposição de Si na parede celular das folhas. Neste caso, o Si formou uma barreira mecânica que conferiu maior dureza aos tecidos foliares provocando maior desgaste nas mandíbulas das lagartas e, conseqüentemente, maior dificuldade para sua alimentação (GOUSSAIN et al., 2002; ANTUNES et al., 2007). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2010), ao alimentarem lagartas com folhas de milho tratadas e não tratadas com silício.

Carvalho et al. (1999), em experimento com sorgo, verificaram que nas parcelas com tratamento com 4 mL planta<sup>-1</sup> de silicato de sódio, com aproximadamente 27% de SiO<sub>2</sub>, houve uma diminuição significativa do número de pulgões nas folhas tratadas com Si em relação à testemunha.

Em experimento com plantas de batata, sob cultivo orgânico e convencional, tratadas e não tratadas com ácido silícico, foi observada menor suscetibilidade ao ataque de insetos praga quando a cultura foi manejada de forma orgânica nas plantas tratadas com Si (SILVA et al., 2010). Em outro trabalho com batata orgânica, testando formas de aplicação e diferentes fontes de Si, Gomes et al. (2009) verificaram que as plantas adubadas com Si apresentaram menor número de injúrias foliares provocadas por *Diabrotica speciosa* e *Liriomyza* spp em relação à testemunha, independentemente da forma de aplicação e da fonte de Si.

A aplicação de silicato de potássio em crisântemo aumentou a resistência das plantas ao ataque da mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880), diminuindo significativamente a incidência de adultos (PARRELA e COSTAMAGNA, 2006).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Aplicação via foliar de silício na ocorrência de míldio e no desenvolvimento vegetativo de videiras cv. Syrah

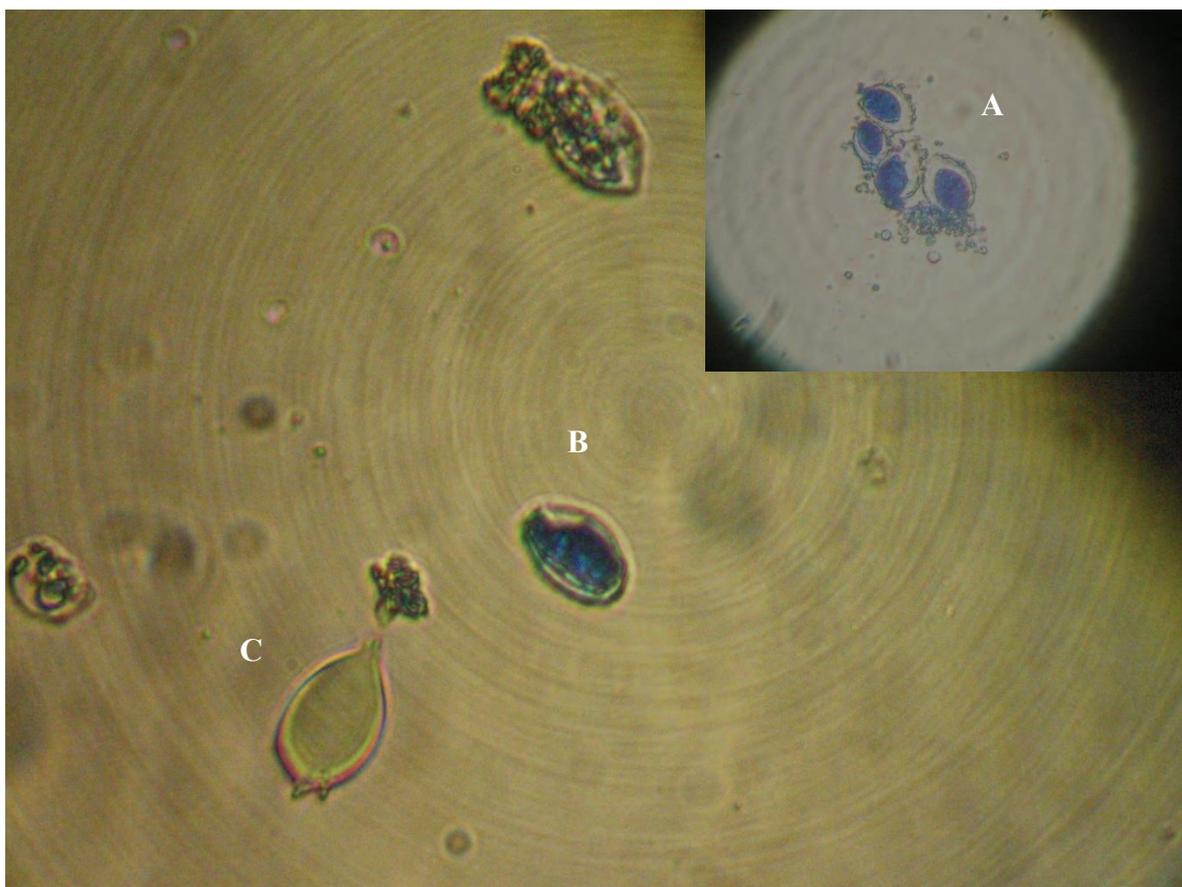
#### 4.1.1. Germinação de esporângios de *Plasmopara viticola* (*in vitro*) submetidos a diferentes doses de silício

As folhas da videira cv. Syrah infectadas por *P. viticola* foram coletadas em dezembro/2010, no pomar experimental do *Campus* CEDETEG da UNICENTRO – Guarapuava/PR, e em seguida foram imersas em água destilada com uma espécie de detergente, Tween 20. Posteriormente, utilizando-se uma alça de Drigalski, raspou-se essas folhas, obtendo-se uma suspensão de esporângios calibrada em  $3 \times 10^4$  esporângios mL<sup>-1</sup>, com o auxílio de uma câmara de Neubauer.

As concentrações de Si foram obtidas a partir da adição das doses 0, 2, 4 ou 8 g do produto comercial Agrisil® (98% de SiO<sub>2</sub>, Agrobiológica Soluções Naturais) por litro de água.

Para avaliar o efeito do silício sobre a germinação de *P. viticola*, utilizou-se alíquota de 40 µL da suspensão de esporângios e outra de 40 µL de cada dose de óxido de silício (0, 1, 2, 4 ou 8 g L<sup>-1</sup>), além da calda bordalesa na proporção 0,3:0,6:100 (sulfato de cobre:cal virgem:água) como “tratamento padrão”. Essas soluções foram colocadas em cada cavidade de uma placa de Elisa. As placas foram incubadas a 25°C no escuro e a paralização da germinação foi realizada com a adição de 20 µL do corante azul algodão de lactofenol às, 2, 4, 6, 12 e 24 horas após o início da incubação (BALBI-PEÑA et al., 2006).

As avaliações foram realizadas por meio de observação em microscópio óptico com aumento de 400 vezes. Quantificou-se 100 esporos aleatórios por repetição. Foram considerados esporângios germinados aqueles que apresentavam liberação de zoósporos (SANTANA et al., 2010).



**Figura 1.** A) Esporângios de *P. viticola* observados no microscópio ótico com aumento de 400 vezes. B) Esporângio antes da germinação; C) esporângio germinado.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância polinomial e as médias comparadas pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade com o programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2008).

#### **4.1.2. Avaliação da incidência de míldio e do desenvolvimento vegetativo em videiras cv. Syrah tratadas com silício no campo**

O experimento foi conduzido em área do pomar experimental do *Campus* CEDETEG da UNICENTRO, em Guarapuava-PR, sob as coordenadas geográficas de 25°23'36" S e 51°27'19" O e 1120 m de altitude.

O clima é classificado como subtropical mesotérmico-úmido (Cfb), sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado (IAPAR, 2000). O solo da área experimental é um latossolo bruno distroférico. Esse experimento foi realizado nos períodos de setembro de 2010 a março de 2011 e de outubro de 2011 a fevereiro de 2012.



Figura 2. Plantas de videiras cv. Syrah enxertadas sobre porta-enxerto ‘Paulsen 1103’ . Pomar experimental, Guarapuava, 2012.

foram plantadas em setembro de 2010 com espaçamento 3 x 1 m e conduzidas em espaldeira, em sistema orgânico e irrigação por gotejamento.

No primeiro ciclo (2010/2011), os tratamentos consistiram de pulverizações quinzenais de soluções aquosas das seguintes concentrações de óxido de silício: 0, 1, 2, 4 ou 8 g L<sup>-1</sup>. Como fonte de silício foi utilizado o produto comercial Agri Sil® (98% de SiO<sub>2</sub>), Agrobiológica Soluções Naturais, Atibaia-SP). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, sendo cinco tratamentos, seis repetições e duas plantas por parcela experimental.

Por ser um experimento em sistema orgânico, os tratamentos com silício foram realizados complementarmente ao controle fitossanitário que foi feito quinzenalmente, alternadamente aos tratamentos com silício, com produtos utilizados nesse sistema de produção (quitosana, óleo vegetal, extrato de alho e óleo de neem).

Em função da alta severidade com que o míldio atacou as plantas de videira cv. Syrah no primeiro ciclo, não se obtendo resultados satisfatórios em seu controle;

optou-se, no segundo ciclo (2011/2012), por dobrar as concentrações de Si testadas e por utilizar somente a calda bordalesa como produto auxiliar no controle de doenças.

Desta forma, o delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5x2 (doses de silício x aplicação de calda bordalesa) com seis repetições e parcela experimental constituída por uma planta. O fator primário consistiu dos tratamentos com pulverizações quinzenais de soluções aquosa das doses de óxido de silício (0, 2, 4, 8 ou 16 g L<sup>-1</sup>); e, o fator secundário, consistiu da aplicação quinzenal ou não de calda bordalesa (0,3:0,6:100 – sulfato de cobre:cal virgem:água) em semanas alternadas à aplicação de silício.

A partir do surgimento dos primeiros sintomas, iniciou-se as avaliações da severidade do míldio da videira (*P. viticola*). Para isto, foram utilizadas três folhas do ápice de cada um dos três ramos previamente marcados, utilizando-se a escala diagramática descrita por Azevedo (1997). Com os dados da severidade foi determinada a área abaixo da curva de progresso das doenças (AACPD), segundo Shaner e Finney (1977). Além disso, para avaliação do desenvolvimento vegetativo, foram avaliadas as seguintes variáveis: comprimento (cm) e diâmetro (mm) médio dos ramos anuais. No final do segundo ciclo, foi feita a determinação da massa seca (g) de raízes e parte aérea, cujas amostras foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C até atingir massa constante.

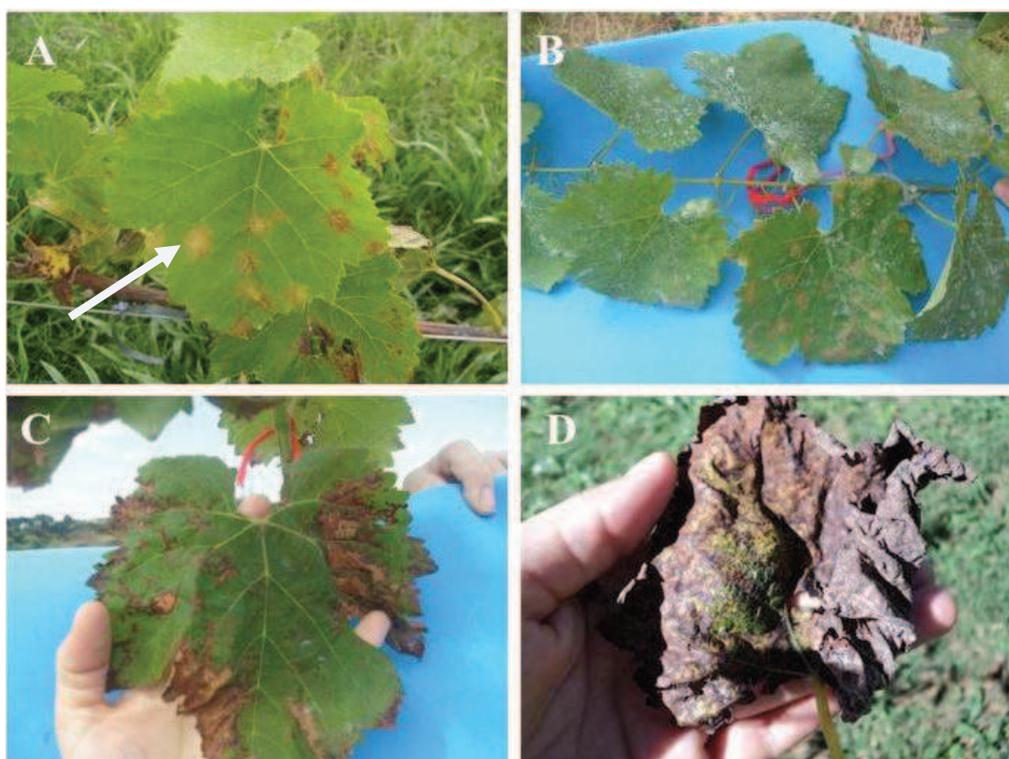


Figura 3. A) Folha de videira cv. Syrah com sintomas de míldio - manchas de cor verde clara (“manchas de óleo”); B) Folhas começando a necrosar; C) Folha necrosada; D) Folha após a queda, totalmente necrosada, por causa do míldio (*P. viticola*). Guarapuava, 2012.

Para a análise do teor de Si nas folhas de videiras, foram coletadas 5 folhas por planta 24 horas após a aplicação. Imediatamente após a coleta as folhas foram limpas com algodão umedecido com água destilada e colocadas em estufa de ventilação forçada de ar a 70°C por 72 horas. Depois as amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Wiley, com peneira de 20 mesh e enviadas ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz – ESALQ, para análise do teor foliar de Si. O procedimento utilizado por esse laboratório é o método colorimétrico do azul de molibdênio em presença de ácido oxálico e de ácido ascórbico (BATAGLIA et al., 1978).

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, realizou-se a análise de regressão polinomial ou comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2008).

#### **4.2. Avaliação de doenças e pragas e desenvolvimento vegetativo de plantas de ameixeira cv. Pluma 7 tratadas com silício.**

Este experimento foi conduzido durante dois ciclos produtivos (2010/2011, 2011/2012) em área do pomar experimental do *Campus* do CEDETEG da UNICENTRO, em Guarapuava-PR. As plantas utilizadas foram da cv. Pluma 7 enxertadas sobre o porta-enxerto de pessegueiro Aldrighi, com cinco anos de idade, espaçamento 5 x 5 m e conduzidas em taça sob sistema orgânico.

Os tratamentos consistiram das seguintes doses de óxido de silício: 0, 1, 2, 4 ou 8 g L<sup>-1</sup>. As aplicações das soluções aquosas de óxido de silício foram realizadas durante a fase vegetativa com o auxílio de pulverizador costal, até o ponto de “gotejamento”, com periodicidade quinzenal a partir da brotação. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos, quatro repetições e parcela experimental constituída por uma planta.

Além dos tratamentos com silício, o controle fitossanitário foi realizado

quinzenalmente com produtos utilizados na produção orgânica para o controle de pragas e doenças (quitosana, óleo vegetal, extrato de alho e óleo de neem).



Figura 4. Área experimental com ameixeiras cv. Pluma 7, Guarapuava-PR, 2012.

Para avaliar a severidade da bacteriose causada por *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, foram coletadas quinzenalmente, a partir do aparecimento dos primeiros sintomas, 10 folhas por planta para avaliações visuais de acordo com a escala diagramática proposta por Citadin et al. (2008). Com os dados da severidade, foi determinada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), segundo Shaner e Finney (1977).

Para verificar o efeito do silício no desenvolvimento vegetativo, foram avaliados o comprimento (cm) e diâmetro (mm) dos ramos do ano. Para a análise do teor de Si nas folhas de ameixeiras, foram coletadas 10 folhas por planta 24 horas após a aplicação. Imediatamente após a coleta as folhas foram limpas com algodão umedecido com água destilada e colocadas em estufa de ventilação forçada de ar a 70°C por 72 horas. Depois as amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Wiley, com peneira de 20 mesh e enviadas ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz – ESALQ, para análise de

Si foliar. O procedimento utilizado por esse laboratório é o método colorimétrico do azul de molibdênio em presença de ácido oxálico e de ácido ascórbico (BATAGLIA et al., 1978).



Figura 5. Sintoma de bacteriose – “furo de bala” – causada por *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* em folha de ameixeira cv. Pluma 7, Guarapuava-PR, 2012.

Para determinar o grau de infestação de pragas, 10 ramos anuais por planta, previamente identificados, foram avaliados quinzenalmente quanto a porcentagem de ponteiros dos ramos atacados pela mariposa oriental (*Grapholita molesta*) e contagem da população de pulgões (*Myzus persicae*).

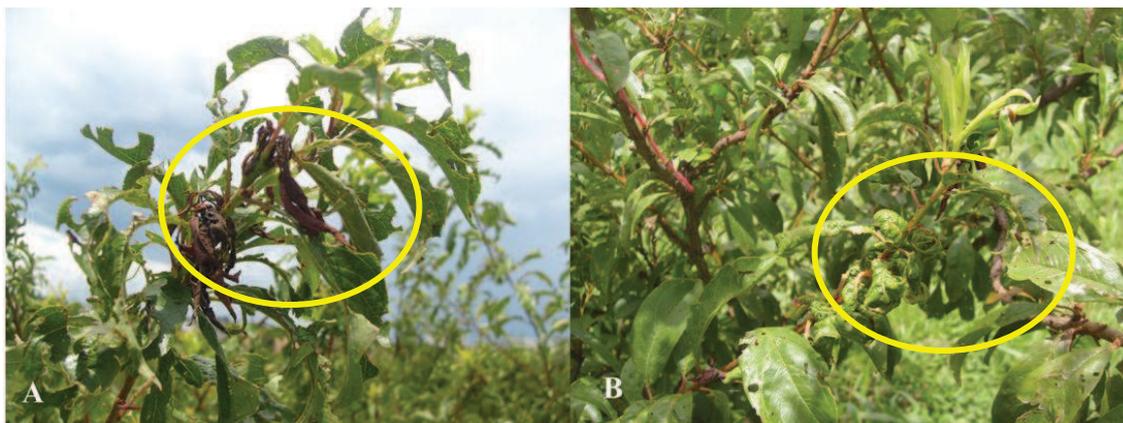


Figura 6. A) Sintoma de infestação por mariposa oriental (*Grapholita molesta*) e de B) pulgão (*Myzus persicae*) em plantas de ameixeira cv. Pluma 7, Guarapuava-PR, 2012.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foi realizada a análise de regressão ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2008).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Desenvolvimento e ocorrência de míldio em videiras cv. Syrah tratadas com silício

#### 5.1.1. Germinação *in vitro* de esporângios de *Plasmopara viticola*

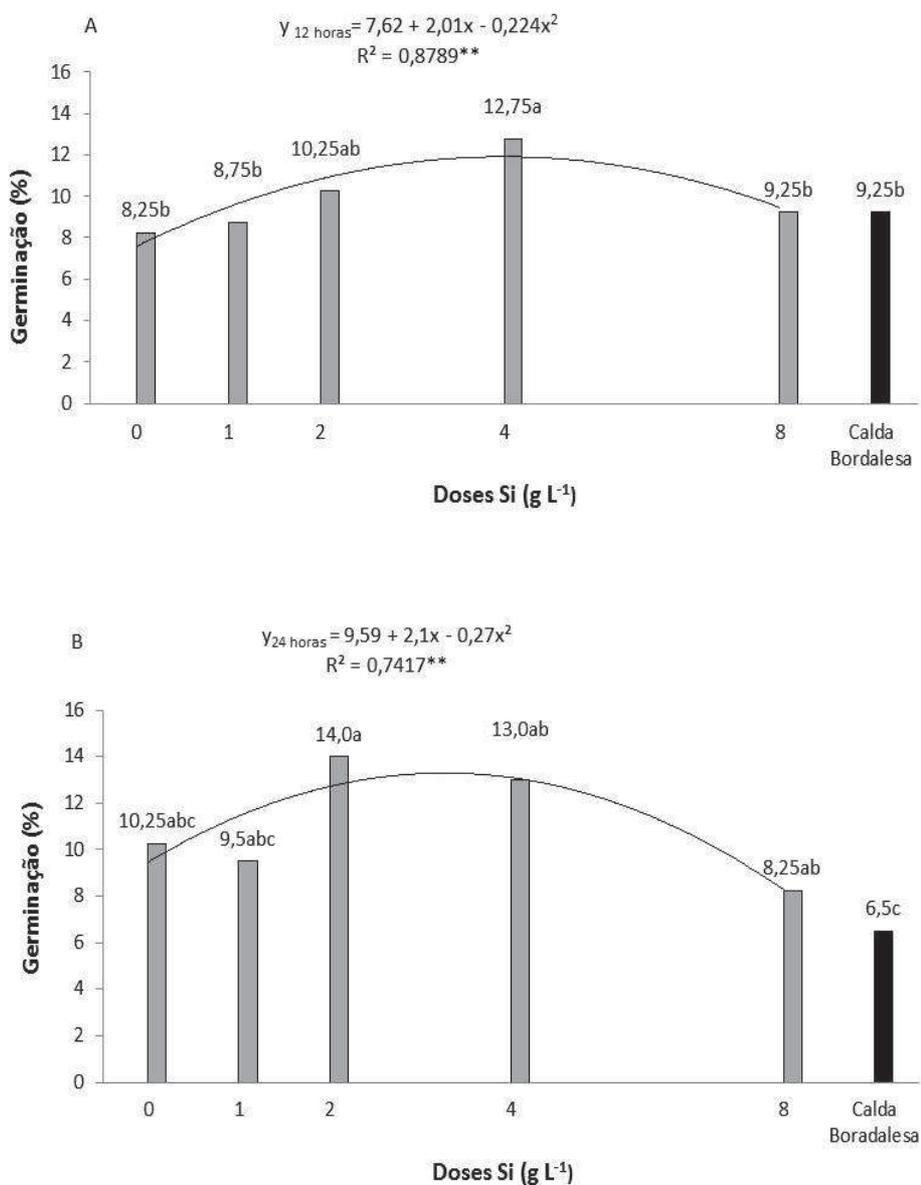
Para o teste de germinação de *P. viticola*, observou-se efeito quadrático em função das concentrações de SiO<sub>2</sub> (0, 1, 2, 4 ou 8 g L<sup>-1</sup>) para as avaliações às 12 e 24 horas após o início da incubação dos esporângios, quando verificou-se que o Si induziu a germinação dos esporângios para as doses intermediárias.

Na avaliação realizada 12 horas após a incubação, a dose que apresentou maior porcentagem de germinação foi a de 4 g L<sup>-1</sup>, que diferiu estatisticamente das doses 0, 1 e 8 g L<sup>-1</sup> e do tratamento com calda bordalesa. Com relação ao observado 24 horas após a incubação dos esporângios, a dose que apresentou maior germinação foi de 2 g L<sup>-1</sup>, que diferiu estatisticamente apenas da calda bordalesa.

O incremento na germinação de *P. viticola* pelo Si não está totalmente esclarecido, mas assim como o Si pode favorecer o crescimento de plantas, o mesmo

elemento pode ter sido benéfico ao desenvolvimento do patógeno.

No entanto, estes resultados não são contraditórios a outros relatos sobre o uso de silício para o controle de doenças em plantas. Na verdade, sua ação é na planta, na indução de mecanismos de resistência como a síntese de compostos fenólicos (TERRY e JOICE, 2004). Além disso, segundo Korndorfer et al. (2002), o Si também proporciona mudanças na anatomia foliar que funcionam como barreiras mecânicas o que dificulta a entrada de patógenos.



**Figura 7.** Germinação de esporângios de *P. viticola* imersos em diferentes doses de Si, calda bordalesa e testemunha (sem tratamento) durante 12 horas (A) e 24 horas (B) (Guaapuava-PR, 2010). Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### **5.1.2. Desenvolvimento e ocorrência de míldio em videiras cv. Syrah em condições de campo no 1º ciclo**

Para a área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), no primeiro ciclo de avaliações, não foi observado efeito significativo das doses de Si utilizadas, sendo que os tratamentos não diferiram entre si pelo teste de Tukey (Tabela 1). Um dos fatores que pode ter contribuído para a ausência de efeitos do silício na ocorrência de *Plasmopora viticola*, foi a elevada a incidência de míldio devido às condições climáticas extremamente favoráveis ao patógeno, principalmente no que se refere aos elevados índices pluviométricos, uma vez que a chuva é considerada o maior fator epidemiológico para o *P. viticola* (GRIGOLETTI JÚNIOR e SÔNEGO, 1993). No período de avaliações de outubro de 2010 a março de 2011, a temperatura média mensal foi de 21,2°C e a precipitação total de 1.231 mm, sendo que a maior precipitação ocorreu nos meses de avaliação em dezembro/10, com 290 mm, e janeiro/2011, com 335 mm (Figura 8), ou seja, quantidades muito superiores à média da região para este período que é de aproximadamente 170 mm (SIMEPAR, 2012).

Vale também ressaltar a alta suscetibilidade da cv. Shiraz ao míldio da videira. A AACPD verificada neste primeiro ciclo de estudos foi bastante elevada quando comparada a outros trabalhos com outras cultivares menos suscetíveis. Neste trabalho, verificou-se para a testemunha um valor de 1230,6 para AACPD. Por outro lado, Maia et al (2010), em videiras cv. Isabel, com maior resistência ao míldio, observaram AACPD máxima de 13,63.

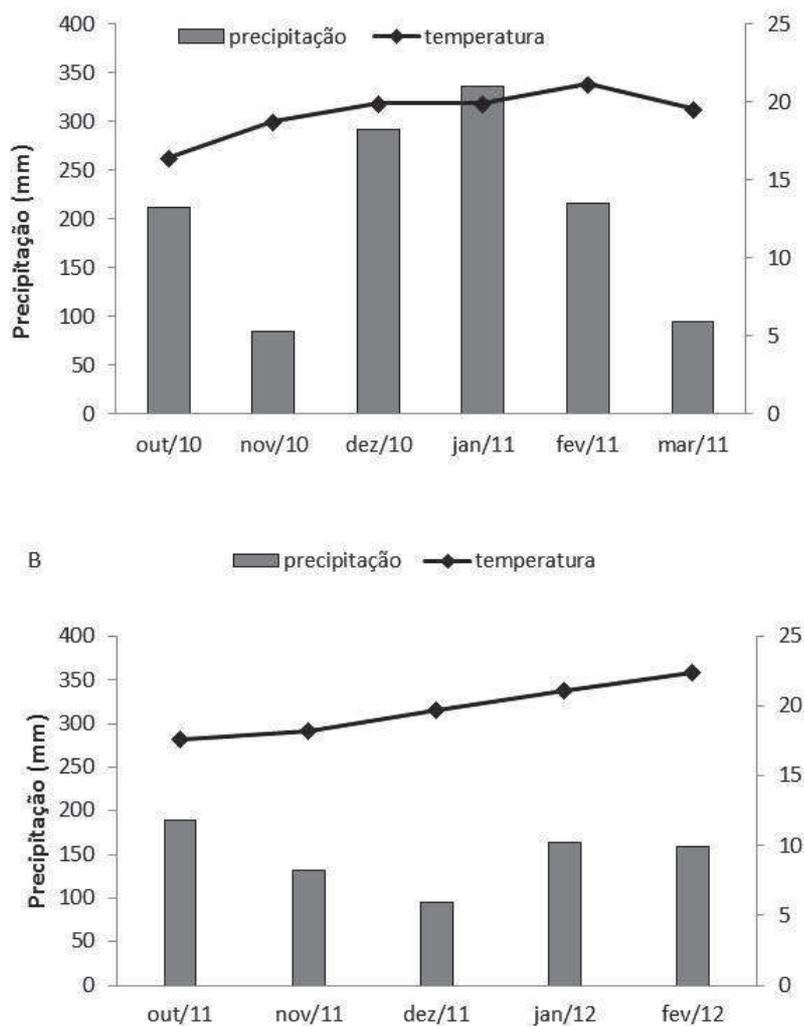
Estes resultados são concordantes com aqueles obtidos por Moraes et al. (2006), que não verificaram diferenças significativas para as avaliações de AACPD de antracnose em plantas de feijoeiro pulverizadas com silicato de sódio ou silicato de potássio.

**Tabela 1.** Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) do míldio, comprimento e diâmetro dos ramos de videiras cv. Syrah tratadas com diferentes doses de silício no 1º ciclo (Guarapuava-PR, 2011).

<b>Doses Si (g L<sup>-1</sup>)</b>	<b>AACPD</b>	<b>Comprimento ramos (cm)</b>	<b>Diâmetro ramos (mm)</b>
0	1230,6	53,9	16,5
1	1219,8	53,5	16,4
2	1201,8	51,9	16,5
4	1262,4	41,1	15,7
8	1284,9	53,9	16,3
<b>Média</b>	1239,9a	50,8a	16,3a
<b>CV (%)</b>	33,4	43,9	10,6
<b>Pr&gt;Fc</b>	0,92	0,57	0,8

As médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Em relação ao crescimento vegetativo das videiras cv. Syrah, também não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos para as avaliações de comprimento e diâmetro dos ramos do ano. Nesse ciclo de avaliação, a alta intensidade de precipitação colaborou com o severo ataque do míldio nas plantas de videira cv. Syrah debilitando-as muito. Dessa forma, as plantas tiveram seu desenvolvimento prejudicado, o que pode explicar os resultados obtidos nas avaliações de comprimento e diâmetro dos ramos. Estes dados são contrastantes com aqueles verificados por Bhavya et al. (2010), em experimento em casa de vegetação, que verificaram um incremento significativo no comprimento de ramos da videira Azul Bangalore com a dose de 4 g L<sup>-1</sup> de Si.



**Figura 8.** Temperatura média e precipitação durante o 1º (Figura 3A), e 2º ciclos (Figura 3B) do experimento. Fonte: Estação Meteorológica da Unicentro, Guarapuava-PR, 2012.

Para o segundo ciclo do experimento, também não foram verificadas diferenças significativas para os valores de AACPD do *P. viticola* para os tratamentos com Si. No entanto, verificou-se efeito isolado da aplicação de calda bordalesa, independente da dose de Si (Tabela 2), resultado que confirma a eficiência deste produto como fungicida, amplamente utilizado na viticultura orgânica para esta finalidade. Para o segundo ano de avaliações (outubro de 2011 a fevereiro de 2012) a precipitação total do período foi de 739,8 mm, com um pico de chuvas no mês de outubro de 2011 com 189 mm (Figura 2). Tais condições climáticas são as que causam as mais sérias epidemias de míldio, pois as mesmas ocorrem quando um inverno úmido é seguido de uma primavera também úmida e de verão chuvoso, como foi o caso desses dois anos de

avaliações. Essas condições garantem a sobrevivência dos oósporos, com grande germinação na primavera, e permitem o desenvolvimento rápido da doença na época de crescimento vegetativo da planta. Sob condições favoráveis de ambiente, o míldio pode completar seu ciclo em apenas quatro dias (KIMATI et al., 1997).

Não há informações sobre experimentos que comparem o uso de Si associado à calda bordalesa, no entanto, para a aplicação destes produtos separadamente há trabalhos que comprovam a eficiência tanto de um quanto de outro no controle de doenças. Bowen et al. (1992), em experimento com videiras híbridas LN33, verificaram que a aplicação de uma solução contendo  $2,6 \text{ g L}^{-1}$  de silicato de potássio, reduziu em 14% o número de colônia de *Uncinula necator* (oídio). Lima (1998) observou que com a adição de  $40 \text{ mg L}^{-1}$  de Si à solução nutritiva diminuiu em até 90% as lesões em plantas de soja ocasionadas pelo ataque de *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*, fungo causador do cancro-da-haste.

De acordo com Peruch et al. (2007), em experimento com videira cv. Niágara Branca, a dose de calda bordalesa a 0,5% controlou o míldio da videira em 59% em relação à testemunha. Em trabalhos com videira cv. Goethe, a calda bordalesa a 0,4% reduziu a AACPD do míldio em 94% e em 76% a incidência nos cachos (PERUCH e DELLA BRUNA, 2008).

**Tabela 2.** Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) de plantas de videira cv. Syrah tratadas com calda bordalesa e diferentes doses de silício no 2º ciclo (Guarapuava-PR, 2012).

Doses Si (g L <sup>-1</sup> )	Calda Bordalesa		Média
	com	sem	
0	172,5	879,6	526,1 <sup>ns</sup>
2	178,0	678,9	428,5
4	173,2	718,5	445,9
8	192,5	588,3	390,4
16	141,2	885,8	513,5
<b>Média</b>	171,5a	750,2b	
<b>CV (%)</b>		35,2	
<b>Pr&gt;Fc (doses)</b>		0,216	
<b>Pr&gt;Fc (calda)</b>		0,0000	
<b>Pr&gt;Fc (inter.)</b>		0,063	

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.<sup>ns</sup>  
Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Para as avaliações de crescimento da videira no segundo ciclo (Tabela 3), houve diferença significativa apenas para o diâmetro dos ramos, onde os tratamentos que incluíram aplicações de calda bordalesa apresentaram menor média, independentemente das aplicações com silício, o que pode ser interpretado como sendo um efeito fitotóxico da calda bordalesa pela realização de aplicações sucessivas. Embora a calda bordalesa seja uma das principais medidas de controle de doenças no sistema orgânico de produção, o uso incorreto ou em excesso pode causar contaminação do solo e fitotoxidez nas plantas (FELIX, 2005; DINIZ et al., 2006). Peruch e Della Bruna (2008) em experimento com videira cv. Goethe, testaram concentrações de calda bordalesa e fosfito de potássio no controle do míldio. Observaram que, na dose 0,8%, a calda bordalesa ocasionou fitotoxidez nas plantas de videira. A calda bordalesa é um dos fungicidas de maior aplicação na viticultura nacional. Baixo custo, pequena toxidez ao homem e animais são algumas de suas vantagens. As doses para controle do míldio na videira variam bastante na literatura, pois são recomendadas doses de 0,25 a 2% (AMORIM e KUNYIYUKI, 1997; SONEGO et al., 2003; EPAGRI, 2005). Altas

concentrações de cobre na planta podem ser extremamente tóxicas causando sintomas como clorose, necrose, descoloração da folha e inibição de crescimento da raiz (YURELA, 2005).

Resultados sobre os efeitos do Si no crescimento e desenvolvimento de plantas não são frequentes na maioria dos estudos, onde o foco principal normalmente está direcionado para os efeitos no controle de doenças. Conforme Fateux et al. (2006), ao trabalharem com plantas de *Arabidopsis* submetidas a tratamentos com Si, inoculadas ou não com o fungo *Erysiphe cichoracearum*, observaram que nas plantas tratadas com Si, e não inoculadas, apenas 2 genes dos 40.000 analisados apresentaram alterações, o que contradiz relatos de um possível efeito direto do Si como um promotor de crescimento. Nas plantas inoculadas e tratadas com Si, houve a alteração de cerca de 4.000 genes, sendo que a maioria desses genes está relacionada com a defesa enquanto que uma pequena parte deles relaciona-se ao metabolismo primário.



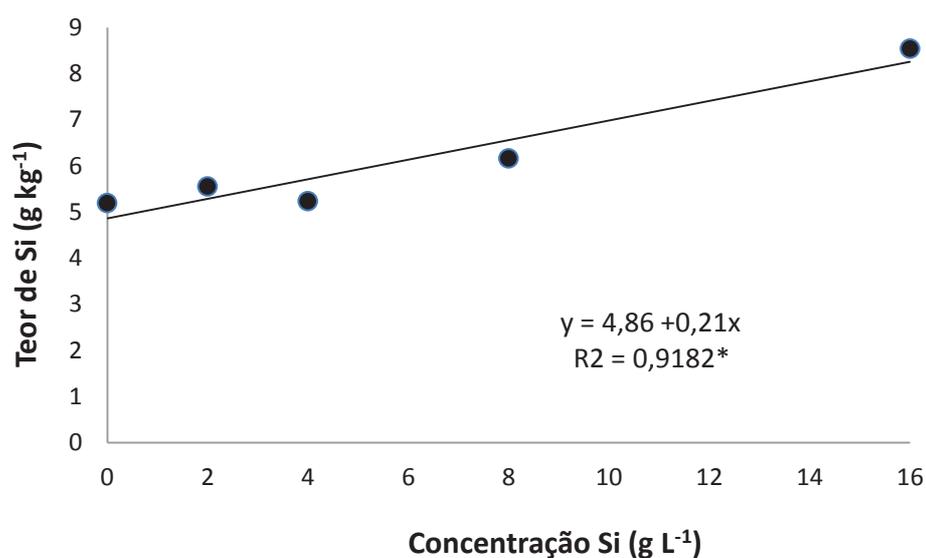
**Figura 9.** Plantas de videira cv. Syrah sem (A) e com (B) aplicação de calda bordalesa, Guarapuava, 2012.

**Tabela 3.** Comprimento e diâmetro dos ramos de videiras cv. Syrah tratadas com calda bordalesa e diferentes doses de silício no 2º ciclo (Guarapuava-PR, 2012).

Doses Si (g L <sup>-1</sup> )	Comprimento (cm)		Média	Diâmetro (mm)		Média
	c/calda	s/calda		c/calda	s/calda	
0	81,3	73,2	77,3 <sup>ns</sup>	1,4	1,8	1,4 <sup>ns</sup>
2	93,7	82,3	88,0	1,4	1,8	1,6
4	80,6	89,6	85,1	1,5	1,9	1,7
8	83,7	90,2	86,9	1,4	1,8	1,6
16	74,0	73,3	73,7	1,5	1,9	1,7
<b>Média</b>	82,7a	81,7a	<b>Média</b>	1,5a	1,8b	
<b>CV (%)</b>	26,5			10,1		
<b>Pr&gt;F<sub>c</sub>(doses)</b>	0,41			0,64		
<b>Pr&gt;F<sub>c</sub>(calda)</b>	0,86			0,0000		
<b>Pr&gt;F<sub>c</sub>(inter.)</b>	0,74			0,95		

As médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

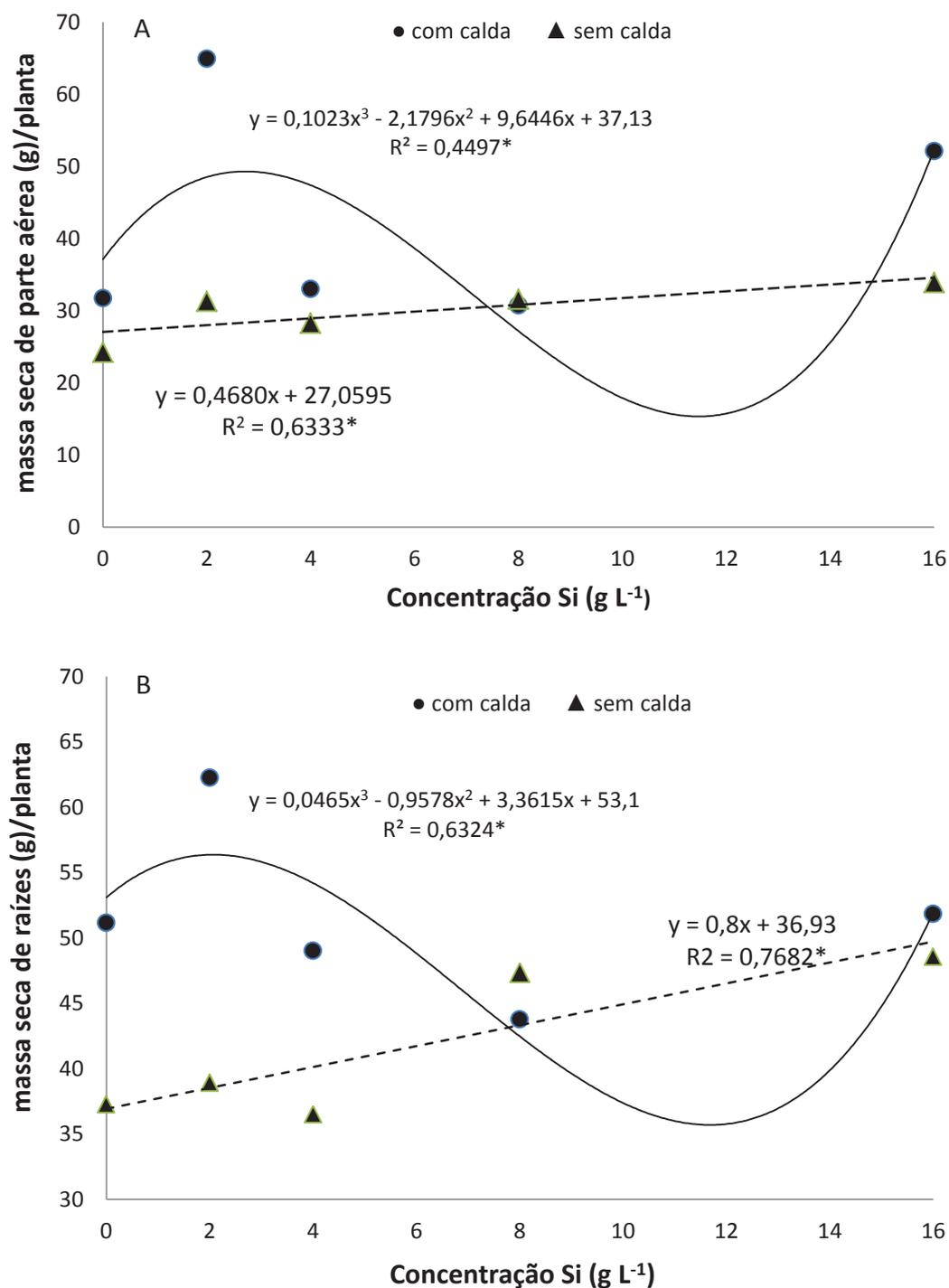
Para o teor foliar de Si em videiras cv. Syrah, foi verificado efeito linear positivo em função das doses de Si aplicadas, demonstrando a efetividade das aplicações foliares com Si (Figura 3). A presença de silício na testemunha pode ser explicada pelo fato de o silício ser um elemento abundante na natureza, estando presente em todos os tipos de solos e também na água (LUZ et al., 2006).



**Figura 10.** Teor de Silício (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de videiras cv. Syrah. Guarapuava-PR, 2012

Para as variáveis massa seca de parte aérea e massa seca de raízes (Figura 4) foi observado efeito cúbico em função das doses de Si quando associado à calda bordalesa, e efeito linear positivo quando o Si foi aplicado sem intercalar com o tratamento com calda bordalesa. Para a massa seca da parte aérea, os valores estimados de dose máxima e de dose mínima são: 2,75 e 11,42 g L<sup>-1</sup>, respectivamente. E para a massa seca de raízes a dose máxima é de 2,06 g L<sup>-1</sup> e a dose mínima é de 11,66 g L<sup>-1</sup>. Doses superiores não apresentaram este mesmo efeito, possivelmente devido a algum tipo de fitotoxidez pela interação dos dois produtos.

A maior produção de matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas que receberam Si via foliar pode ter ocorrido pela melhoria na arquitetura da planta, o que pode favorecer a incidência solar e aumentar a fotossíntese, além do melhor aproveitamento de água promovida pelo Si, como observado por Agarie et al. (1998) e Zanão Júnior (2010). Outro fator que possivelmente contribuiu para o aumento da massa seca pode ser pela deposição de Si nos tecidos das plantas. Plantas de pepino cultivadas em solução nutritiva, na concentração de 100 mg L<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>, apresentaram aumento no teor de clorofila e maior massa foliar (seca e fresca) (ADATIA e BESFORD, 1986). De forma semelhante, Braga et al. (2009), em experimento com micropropagação de morangueiro, utilizando três diferentes fontes de Si na concentração 1 g L<sup>-1</sup>, verificaram que os propágulos que se desenvolveram na presença de Si apresentaram aumento nas massas seca e fresca, no teor de clorofila, na espessura dos tecidos do limbo foliar, na deposição de cera epicuticular e na formação de depósito de silício nas células, independente da fonte de silício utilizada.



**Figura 11.** Massa seca de parte aérea (A) e de raízes (B), de videiras cv. Syrah com e sem calda bordalesa (Guarapuava-PR, 2012).

No experimento com videiras cv. Syrah, o Si proporcionou benefício quanto à massa seca de parte aérea e raízes. Porém, mais estudos com outras cultivares de videira são necessários a fim de verificar o efeito do Si sobre o míldio, tendo em vista que vários trabalhos relatam a ação positiva deste produto na resistência às doenças da

videira.

Em função da alta infecção por *P. viticola* na área experimental, a produção de uvas não pôde ser avaliada, pois impediu o desenvolvimento inicial das plantas para entrada em produção.

## **5.2. Desenvolvimento vegetativo e controle fitossanitário em ameixeiras cv. Pluma 7 com o uso de silício**

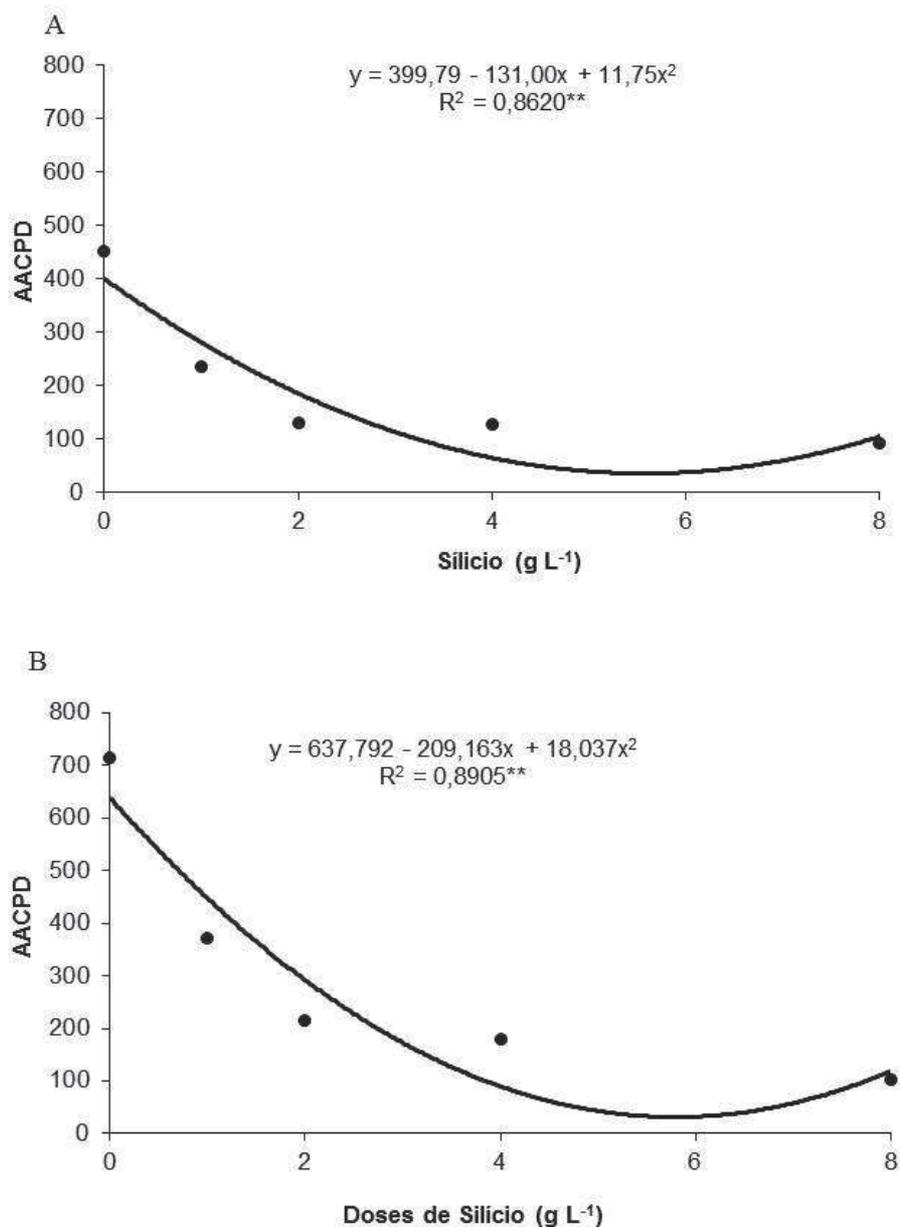
Observa-se, na Figura 4, que nos dois ciclos de avaliação houve redução da AACPD causada por *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* para todas as doses de Si utilizadas, com efeito quadrático pela análise de regressão (Figuras 4A e 4B). Embora nos dois ciclos de avaliação a AACPD diminuiu conforme aumentaram as doses de Si, no primeiro ciclo (Figura 4A) a AACPD foi consideravelmente menor que a AACPD do segundo ciclo (Figura 4B).

Isso provavelmente se deve à alta pluviosidade verificada durante o primeiro ciclo de avaliação, o que favoreceu o ataque da *X. arboricola* pv. *pruni*. Entre um ciclo e outro, durante o inverno, a bactéria sobrevive nos espaços intercelulares do córtex, floema e parênquima do xilema (FELICIANO e DAINES, 1970), sendo assim, pode se dizer que a doença tem efeito cumulativo. A bactéria sobrevivente ao primeiro ciclo soma-se ao novo ataque do segundo ciclo, ocasionando uma AACPD maior.

No primeiro ano de avaliação da incidência da bacteriose, nas plantas em que se aplicou o Si na concentração de  $1 \text{ g L}^{-1}$ , a AACPD foi 48% menor do que na testemunha, enquanto que para os tratamentos com 2, 4 e  $8 \text{ g L}^{-1}$  de Si a redução foi, respectivamente, 71,5%, 72,1% e 79,5% (Figura 4A). No segundo ano do experimento, os resultados foram muito semelhantes ao primeiro, observando-se que com a aplicação do  $1 \text{ g L}^{-1}$  houve uma redução de 47,9% da AACPD em relação à testemunha, e nos tratamentos com 2, 4 e  $8 \text{ g L}^{-1}$  a redução foi de 70%, 75,8 e 85,7%, respectivamente (Figura 4B).

Os resultados obtidos se devem, principalmente, ao aumento da resistência da planta proporcionada pelo Si, que confere maior proteção a estresses bióticos, como o ataque de insetos praga, e abióticos, como vento e granizo. Segundo Terry e Joice (2004), a deposição de Si na parede celular pode ser considerada como uma barreira física que dificulta o ataque de insetos, o que reduz as injúrias ocasionadas por eles, e dificulta a entrada de bactérias, além de induzir alguns mecanismos de resistência nas plantas como a síntese de compostos fenólicos.

Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira et al. (2012) em pesquisas com mancha angular do algodão causada por *Xanthomonas citri* subsp. *malvacearum*, testando doses de SiO<sub>2</sub> (0; 0,25; 0,50; 1,50 e 3,0 g SiO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> solo), observaram que com a aplicação de 1,5 g de SiO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> de solo, proporcionou redução de 55% na severidade da doença. Xue et al. (2010), em plantas de arroz inoculadas com *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* e tratadas com silício, também constataram redução da severidade da doença em níveis de até 75%.



**Figura 12.** Área abaixo da curva de progresso da doença de bacteriose causada por *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* em ameixeiras cv. Pluma 7 tratadas com diferentes doses de silício no primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B) (Guarapuava-PR, 2012).

Na tabela 4, observa-se que, para o diâmetro e comprimento médio dos ramos, não houve efeito significativo das aplicações foliares de Si e, conseqüentemente, no desenvolvimento vegetativo das plantas de ameixeira, para nenhum dos ciclos de avaliação. Esses resultados discordam de Wang e Galletta (1998) que em trabalho com morangueiro observaram maior crescimento das plantas com aplicação foliar de Si. Segundo Emadian e Newton (1989), o crescimento nas plantas de morangueiro pode ser atribuído ao aumento na elasticidade dos tecidos conferidos pelo Si e no volume de água simplástica que foi associado à expansão celular e ao crescimento das plantas.

**Tabela 4.** Comprimento e diâmetro de ramos de ameixeiras cv. Pluma 7 tratadas com diferentes doses de silício, em dois ciclos consecutivos (Guarapuava-PR, 2011).

Doses Si (g L <sup>-1</sup> )	1 ° Ciclo		2° Ciclo	
	Comprimento ramos (cm)	Diâmetro ramos (mm)	Comprimento ramos (cm)	Diâmetro ramos (mm)
0	62,5	20,0	87,6	2,1
1	45,0	18,9	74,6	2,0
2	70,6	19,4	89,3	2,1
4	56,9	19,4	92,4	2,0
8	61,2	20,2	106,9	2,1
<b>Média</b>	<b>59,2a</b>	<b>19,6a</b>	<b>90,2a</b>	<b>2,07a</b>
<b>CV (%)</b>	<b>19,8</b>	<b>5,79</b>	<b>27,0</b>	<b>4,8</b>
<b>Pr &gt; Fc</b>	<b>0,082</b>	<b>0,63</b>	<b>0,49</b>	<b>0,92</b>

As médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). Dados transformados para  $\sqrt{x+1}$ .

Para a mariposa oriental e o pulgão verde, embora não tenham sido verificadas diferenças significativas entre os tratamentos, vale ressaltar que para as plantas tratadas com a dose 1 g L<sup>-1</sup> os valores absolutos foram sempre menores do que a testemunha para as duas pragas e nos dois anos de avaliação. Para a mariposa oriental o número de ponteiros atacados foi, respectivamente, 45% e 73% inferior à testemunha, para o primeiro e segundo ciclos, respectivamente. Para a contagem de pulgões, a dose 1 g L<sup>-1</sup> de Si diminuiu 48,5% e 68,3%o número de insetos em relação à testemunha para os dois ciclos, respectivamente.

Carvalho et al. (1999), em experimento com sorgo verificaram que nas parcelas com tratamento com 4 mL planta<sup>-1</sup> de silicato de sódio (27% de SiO<sub>2</sub>), houve uma diminuição significativa do número de pulgões nas folhas tratadas com silício em relação à testemunha. Segundo vários autores, essa resistência se deve à formação de barreiras mecânicas ou por mudanças bioquímicas nas plantas, maximizando a síntese de toxinas que podem agir como repelentes ao ataque de herbívoros (GOMES et al, 2005; NERI et al. 2005; COSTA et al., 2007).

**Tabela 5.** Porcentagem de ponteiros atacados pela mariposa oriental e número de pulgões por ramo em ameixeiras cultivar Pluma 7 no 1º ciclo (Guarapuava-PR, 2010-2011).

Si (g L <sup>-1</sup> )	Mariposa oriental (% ponteiros atacados) <sup>1</sup>					Pulgão verde (nº indivíduos) <sup>2</sup>				
	15/12	30/12	13/01	27/01	Média	15/12	30/12	13/01	27/01	Média
0	1,8	8,5	10,0	12,1	8,1	24,2	16,5	0	0	10,2
1	3,2	2,9	5,7	6,5	4,6	10,2	11,0	0	0	5,3
2	2,0	7,0	7,3	10,5	6,7	22,9	16,1	0	0	9,7
4	2,1	7,2	7,6	7,0	6,0	22,7	17,7	0	0	10,0
8	1,3	8,7	7,5	9,6	6,8	26,5	20,9	1,2	0	12,1
Média	2,1	6,9	7,6	9,1	6,4	21,3	16,4	0,2	0	9,5
CV (%)	60,4	40,4	44,6	22,3		37,3	29,4	27,6	0	
Pr > Fc	0,97	0,57	0,91	0,33		0,56	0,68	0,35	0	

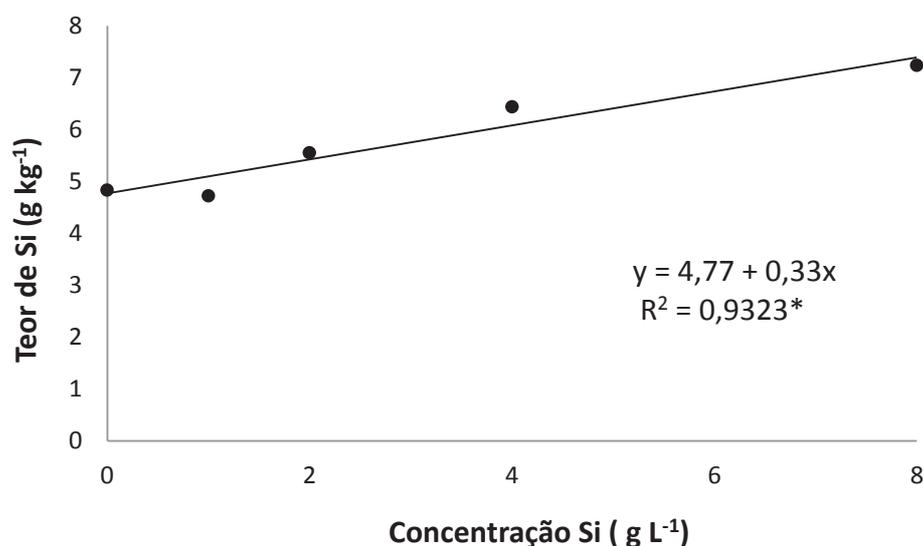
<sup>1</sup> Porcentagem de ponteiros com danos de mariposa oriental de 10 ramos marcados por planta. <sup>2</sup> Total de indivíduos em 10 ramos previamente identificados por planta. Para estatísticas, dados transformados ( $\sqrt{x+1}$ ).

**Tabela 6.** Porcentagem de ponteiros atacados e número de pulgões por ramo em ameixeiras cv. Pluma 7 no 2º ciclo (Guarapuava-PR, 2011-2012).

Si (g L <sup>-1</sup> )	Mariposa oriental (% ponteiros atacados) <sup>1</sup>					Pulgão verde (nº indivíduos) <sup>2</sup>				
	23/11	08/12	21/12	04/01	Média	23/11	08/12	21/12	04/01	Média
0	1,8	5,3	11,0	12,7	7,7	8,7	8,3	6,7	0	5,9
1	0,5	1,7	2,4	3,6	2,0	1,3	5,1	1,0	0	1,8
2	0,5	4,6	4,0	5,3	3,6	9,9	9,7	7,2	1,3	7,0
4	0,3	1,9	6,9	4,7	3,4	0,9	3,4	5,7	0,4	3,4
8	3,9	4,2	9,6	5,9	5,9	10,9	6,7	8,5	0	6,5
Média	1,4	3,5	6,8	6,4	4,5	6,3	6,6	5,8	0,3	4,9
CV (%)	41,3	35,3	52,9	45,9		44,0	59,3	52,2	32,4	
Pr > Fc	0,15	0,38	0,42	0,22		0,09	0,78	0,55	0,51	

<sup>1</sup> Porcentagem de ponteiros com danos de mariposa oriental de 10 ramos marcados por planta. <sup>2</sup> Total de indivíduos em 10 ramos previamente identificados por planta. Para estatísticas, dados transformados ( $\sqrt{x+1}$ ).

Assim como para a videira, nas análises de Si em folhas de ameixeira cultivar Pluma 7 também se verificou efeito linear positivo em função das doses de Si utilizadas, comparando a efetividade dos tratamentos para o incremento do teor de Si nas folhas (Figura 6).



**Figura 13.** Teor de silício em folhas de ameixeira cultivar Pluma7. Guarapuava-PR, 2012.

Mesmo na testemunha, foi verificada a presença de silício com um teor de 4,83 g kg<sup>-1</sup>. Isso acontece porque esse elemento é abundante em todos os tipos de solo e sendo assim as plantas apresentam Si em seus tecidos. As quantidades existentes no solo, porém, podem não ser suficientes para a proteção das plantas a estresses bióticos ou abióticos, dessa forma, a aplicação de Si externo pode ser uma alternativa. No gráfico é possível observar que com a aplicação de doses maiores os teores de Si encontrados nas folhas também foram maiores. Zañón Júnior et al. (2009) trabalhando com aplicação de Si para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda, causada pelo fungo *Bipolaris oryzae*, observou teores foliares de Si de até 4,3 vezes maiores que a testemunha com aplicação via foliar.

Diante dos resultados encontrados, verifica-se que a aplicação de silício a partir de 1 g L<sup>-1</sup> pode ser utilizada para auxiliar no controle da bacteriose da ameixeira. Essa doença é de difícil controle, sendo que em cultivo convencional são necessárias várias aplicações de produtos químicos, que além de gerar linhagens de patógenos resistentes, os produtos podem prejudicar o ecossistema e a saúde humana. A aplicação de Si pode incrementar a defesa natural das plantas quando submetidas a algum tipo de estresse, seja ele biótico ou abiótico e, com isso, tornando-se mais resistentes ao ataque de pragas e doenças, podendo reduzir as aplicações de agroquímicos.

Infelizmente, a produção de ameixas não pode ser avaliada em função da ocorrência de geadas primaveris que levaram ao abortamento de flores nos dois anos de avaliação.

## 6. CONCLUSÕES

- A) Em videiras cv. Syrah, as doses de Si testadas não reduziram a severidade do míldio.
- B) O maior incremento de massa seca das plantas de Syrah foi verificado para o tratamento intercalado de calda bordalesa e silício a  $2 \text{ g L}^{-1}$ .
- C) Em ameixeiras cv. Pluma 7, as doses de Si testadas reduziram a severidade da bacteriose. A maior dose ( $8 \text{ g L}^{-1}$ ) de Si proporcionou o melhor controle da doença.
- D) Tanto para videiras como para ameixeiras, o Si não apresentou efeito significativo nas avaliações de comprimento e diâmetro dos ramos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADATIA, M. H.; BESFORD, A.T. The effects of silicone on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. **Annals of Botany**, London, v.58, n.3, p.343-351, Sept., 1986.
- AGARIE, S.; HANAOKA, N.; UENO, O. Effects of silicon on transpiration and leaf conductance in rice plants (*Oryza sativa* L.). **Plant Production Science**, Tokyo, v.1, n.2, p.89-95, 1998.
- ALBERT, A. Z. **Syrah/Shiraz: uma mesma uva no velho e no novo mundo**. Disponível em :<http://winexperts.terra.com.br/arquivos/varietais04.html>. Acesso em: 06 ago. 2012.
- AMORIM, L.; KUNIYUKI, H. Doenças da videira. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; RESENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, 4.ed., p.165-180, 2005.
- ANTUNES, C. S.; MORAES, J. C.; ANTONIO, A.; SILVA, V. F. Influência da aplicação de silício na ocorrência de lagartas (Lepidoptera) e de seus inimigos naturais chaveiros em milho (*Zea mayz* L.) e em girassol (*Helianthus annuus* L.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n.26, p. 619-625, July/Aug., 2010.
- ARAÚJO, C. R. de. **A importância da diversificação na agricultura orgânica**. Disponível em : <http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=6396>>. Acesso em 09 nov. 2012.
- ASSIS, R. L. Globalização, desenvolvimento sustentável e ação local: o caso da agricultura orgânica. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 79-96, 2003.
- AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças**. São Paulo: Novartis Biociências-Setor Agro. 114p. 1997.
- BALASTRA, M. L. F. C.; PEREZ, C. M.; JULIANO, B. O.; VILLREAL, P. Effects of silica level on some properties of *Oryza sativa* straw and hull. **Canadian Journal Botany**, Ottawa, v. 67, p. 2356-2363, 1989.
- BALBI-PEÑA, M. I.; BECKER, A.; STANGARLIN, J. R.; FRANZENER, G.; LOPES, M. C. SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Controle de *Alternaria solani* por extratos de *Curcuma longa* e curcumina – I. Avaliação *in vitro*. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.3, p.310-314, 2006.
- BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1978. 31p. p.21-24 (Circular 87).

BERTALOT, M. J. A.; CARVALHO-PUPATTO, J. G.; RODRIGUES, E. M.; MENDES, R. D.; BUSO, D. **Controle alternativo de doenças no morango**. Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2008.

BETTIOL, W.; GHINI, R. **Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos**. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente, 2003. P.80-96.

BHAVYA, H.K.; NACHE GOWDA, V.; JANAGATH, S.; SREENIVAS, K. N.; PRAKASH, N. B. Effect of foliar silicic acid and boron acid in Bangalore blue grapes. **5<sup>th</sup> International Conference on Silicon in Agriculture**. September 13-18, 2011. Beijing, China.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Produção orgânica de frutas. **Comunicado Técnico 113**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas, Dez., 2005.

BOTTOM, M.; ARIOLLI, C. J.; COLLETTA, V. D. Monitoramento da mariposa oriental, *Grapholita molesta* (busck, 1916), na cultura do pessegueiro. Embrapa Uva e Vinho, 2001. P.1-4. (**Comunicado Técnico, 38**).

BOWEN, P.; MENZIES, J.; EHRET, D. Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 6, p. 906-912, nov., 1992.

BRAGA, F.T.; NUNES, C. F.; FAVERO, A. C.; PASQUAL, M.; CARVALHO, J. G.; CASTRO, E. M. Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.44, n.2, p.128-132. Fev., 2009.

BRUN, L. A.; LE CORFT, J.; MAILLET, J. Effects of elevated soil copper on phenology, growth and reproduction of five ruderal plant species. **Environmental Pollution**, Amherst, v. 122, n.2, p. 361-368, 2003.

BUCK, G. B. **Silicato de potássio aplicado via foliar e a incidência da brusone em arroz**. 2006. 66 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

CABRAS, P.; ANGIIONI, A. Pesticide residues in grapes, wine, and their processing products. **Journal Agricultural Food Chemistry**, 2000, v.48, n.4, p.967-973, Mar., 2000.

CAMARGO, U. A. Porta-enxerto e Cultivares. Embrapa Uva e Vinho. Versão eletrônica 2003. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasViniferasRegiõesClimaTemperado/cultivar.htm> Acesso em 02.mai.2011.

CAMAPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v.18, n.3, p.69-101, 2001.

CARNEIRO, L. M. S.; JULIATTI, F. C.; OLIVEIRA, R. G.; KORNDORFER, G. H.; AMADO, D. F.; RAMOS, H. F. Uso da argila silicatada na redução da severidade de

*Phytophthora infestans* em batateira. **Fitopatologia Brasileira**, 28 (Suplemento), p.347-348, 2003.

CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v.28, n.4, p.505-510, 1999.

CASTRO, L. A. S.; FORTES, J. F.; COUTO, M. E. O. Doenças. In: **Ameixa produção**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2003.

CASTRO, L. A. S.; CARVALHO, E. V. **Ameixeira: um bom investimento**. Informativo SBF, Cruz das Almas, v.6, n.2, p. 80, 1987.

CASTRO, L. A. Perspectivas de cultivo da ameixeira. **Jornal da Fruta**, set., 2008, p. 24.

CHEN, J. N.; CAI, K. Z.; LUO, S. M. Silicon and salicylic acid induced defense response in rice (*Oryza sativa* L.) against *Magnaporthe grisea*. **5<sup>th</sup> International Conference on Silicon in Agriculture**. September 13-18, 2011. Beijing, China.

CITADIN, I.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; GOUVÊA, A de; DANNER, M. A.; MALAGI, G. Escala diagramática para avaliação da severidade de bacteriose em pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, Jaboticabal, Jun./2008.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; ANTUNES, C. S. Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (hemiptera: aphididae) por silício e acibenzolar-s-methyl. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 393-397, mar./abr. 2007.

COSTA, R.S. **Fruticultura orgânica**. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=6396>>. Acesso em: 08 nov. 2012.

DATNOFF, L. E.; DEREN, C. W.; SNYDER, G. H.; JONES, D. B. Silicon fertilization for disease management of rice in Flórida. **Crop Protection**, Oxford, v.16, n.6, p.525-531, Sept., 1997.

DATNOFF, L. E.; SEEBOLD, K. W.; CORREA, V. F. J. The use of silicon for integrated disease management reducing fungicide applications and enhancing host plant resistance. In: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDORFER, G. (Eds) **Silicon in agriculture**, Amsterdam: Elsevier Science. 2001, p.424,v.8.

DAYANADAM, P.; KAUFMAN, P. B.; FRANKLIN, C. L. Detection of silica in plants. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 70, p. 1079-1084, 1983.

DEGEN, T. H.; CHEVALLIER, A.; FISCHER, S. Evolution de la lutte phéromonale contre les vers de la grappe. **Revue suisse de viticulture, arboriculture e horticulture**, Nyon, v. 37, p. 273-280, 2005.

DEL PONTE, E. M. (Ed.) **Fitopatologia.net** – herbário virtual. Departamento de fitossanidade. Agronomia, 2007, UFRGS. Disponível na Internet:

<<http://www.ufrgs.br/agronomia/fitossan/herbariovirtual>>. Acesso em: 24.mai.2011.

DINIZ, L.P.; MAFFIA, L. A.; DHINGRA, O. D.; CASALI, W. D.; SANTOS, R. H. S.; MIZUBUTI, E. S. G. Avaliação de produtos alternativos para o controle da requeima do tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.2, p. 171-179, 2006.

EMADIAN, S. F.; NEWTON, R. J. Growth enhancement of lobolly pine (*Pinus taeda* L.) seedlings by silicone. **Journal Plant Physiology**, v.134, n.1, p.98-103, 1989.

\_\_\_\_\_. **A vitivinicultura no semiárido brasileiro**. Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009.

EPAGRI. **Normas técnicas para o cultivo da videira em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2005, 67p. Boletim Técnico, 33.

EPSTEIN, E. Silicon in plants: facts vs concepts. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Eds.). **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001. 403 p.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicion in plant biology. **Proceeding National Academic Science**, Washington, v. 91, p. 11-17, 1994.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMTIZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP. Volume Especial, E. 109-120, out., 2011.

FAGAN, E. B. **A cultura de soja: modelo de aplicação de estrobilurina**. 2007. 84 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

FAUTEUX, F.; RÉMUS-BOREL, W.; MENZIES, J. G. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 249, p. 1-6, 2005.

FAWE, A.; ABOU-ZAID, M.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. **Phytopatology**, v. 88, p. 396-401, 1998.

FELIX, F. F. Comportamento do cobre aplicado no solo por calda bordalesa. 2005. 74 p. **Tese (Mestrado)** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, 2005.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2008. 66p.

FIGUEIREDO, F. C.; BOTREL, P. P.; REIS, T. H. P.; RODRIGUES, C. R.; GUIMARÃES, P. T. G. I nfluência da adubação foliar com silício líquido solúvel na redução da incidência de doenças foliares e aumento do crescimento foliar do cafeeiro. In: **32º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEERAS**, 2006, p. 287-288, Poços de Caldas.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Statistical Databases**. Versão electrónica 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostar/collections?version=ext&hasbulk=0&subsets=agriculture>>. Acesso em: 12. Mai.2011.

GAMA, A. J. M.; KORNDORFER, G. H.; JULIATTI, F. C. Controle da incidência e severidade de oídio em plantas de pepino através da aplicação de fontes de silício via solo e via foliar. In: CD-rom do XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, **Anais...**Uberlândia-MG. 2003.

GLOVER, J. D.; REGANOLD, J.P.; ANDREWS, P. K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. **Agriculture Ecosystem Environment**, v.80, p.29-45, 2000.

GOMES, F. B. et al. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 547-551, nov./dez. 2005.

GOMES, F. B.; MORAES, J.C.; NERI, D. K. P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 18-23, jan./fev., 2009.

GRELLMANN, E. O.; SIMONETTO, P. R. **Acultura da ameixeira**. Porto Alegre: FEPAGRO, 1996, 32 p. (Boletim FEPAGRO, 4).

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SÔNEGO, O. R. **Principais doenças fúngicas da videira no Brasil**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, out. 1993, 36 p.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, abr./jun. 2002.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas climáticas do Paraná**. Versão 1.0. Londrina: IAPAR. CD-ROM. 2000.

Instituto Tecnológico SIMEPAR. Disponível em: <<http://www.simepar.br>> . Acesso em: 10.out.2012.

IBRAVIN. **Instituto Brasileiro do Vinho**. Notícias. Versão eletrônica Maio 2010. Disponível em: [http://www.ibravin.com.br/int\\_noticias.php?id=460&tipo=N](http://www.ibravin.com.br/int_noticias.php?id=460&tipo=N). Acesso em: 14.abr.2011.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 15 ago. 2012.

KORNDORFER, G. H.; DATNOFF, L. E. **Papel do silício na produção de cana de açúcar**. In: SECAP 200, SEMINÁRIO DE CANA DE AÇÚCAR DE PIRACICABA,

5, Piracicaba. jul. 2000.

KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Papel do silício na produção de cana-de-açúcar. **STAB**. v.21, n.2, nov./dez., 2002.

KORNDORFER, G.H.; SNYDER, G.H.;UCHOA & DATNOFF, L. E. **Calibration of soil and plant silicon analysis for rice production**. Journal of Plant Nutrition. Athens, 2001, p. 1071-1084, n.7.

KIMATI, H.; AMORIM, A.; BERGAMIN FILHO, L. E. A.; REZENDE, J. A. **Manual de fitopatologia**. v 2., 3 ed. São Paulo : Agronômica Ceres, 1997.

LIANG, Y.; SI, J.; ROMHELD, V. Silicon uptake transport it is na active process in cucumber. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2005. P. 106.

LIMA, M. T. G. **Interrelação Cancro da haste (*Diaphorte phaseolorum f.sp. maridionalis*), nodulação (*Bradyrhizobium japonicum*) e silício em soja (*Glycine max (L.) Merrill*)**. 1998. 58p. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura), Piracicaba.

MA, J. F.; MITANI, N.; NAGAO, S.; KONISHI, S.; TAMAI, K. Characterization of the silicone uptake system and molecular mapping of the silicone transporter gene in rice. **Plant Physiology**, Rockville, v.136, n.2, p. 3284-3289, 2004.

MA, J. F.; MIYAKY, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial elemento for crop plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. **Silicon in Agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001. Cap. 2, p. 17-39.

MA, J.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth and phosphorus uptake of rice. **Plant and Soil**, v.126, p. 115-119, 1990.

MADAIL, J. C. M. Aspectos socioeconômicos. In: **Ameixa Produção**. Embrapa Clima temperado, Pelotas, 2003.

MARTINEZ, S. S.; EMDEN, H. F. van. Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by azadirachtin. **Neotropical Entomology**, v.30, p.113-124, 2001.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MATICHENKOV, V. V.; BOCHARNIKOVA, E. A. Active Si as alternative for pesticides in organic farming. **5<sup>th</sup> International Conference on Silicon in Agriculture**. September 13-18, 2011. Beijing, China.

MEINERZ, C. C.; BALDO, M.; FRANZENER, G.; IURKIV, L.; BRAGA, C. L.; KUHN, O. J.; STANGARLIN, J. R. Potencial indutor de resistência em soja do extrato aquosos de *P. sanguineus*. **Fitopatologia Brasileira**, 2007 32 (Supl.):304.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Bern: International Potash Institute, p. 557-582, 1987.

McKEAGUE, J. A.; CLINE, M. G. Silica in soil solution. II. The absorption of monosilicic acid by soil and by other substances. **Canadian Journal of Soil**, n.43, p.83-96, 1963.

MENZIES, J. G.; BOWEN, P.; EHRET, D. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon and zucchini squash. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.117, n.6, p. 902-905, Nov., 1992.

MICHEREFF, S. J. **Controle químico de doenças de plantas**. Disponível em: <http://www.ufrpe.br:6789/fitopatologia/teóricas/T19.pdf> (06 jul. 2004). Acesso em 15 jan. 2013.

MITANI, N.; MA, J. F.; IWASHITA, T. Characterization of silicone uptake system and isolation of LS11 gene from rice root. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2005. P. 124.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effects of silicone on growth of solution cultured cucumber plants. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.29, p. 71-83, 1983.

MORAES, S. R.; ALVES, E.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G.; LIMA, P. H.; BOTELHO, A. O. Efeito de fontes de silício na incidência e na severidade da antracnose do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.31, n.1, p.69-75, 2006.

MORDUE, A. J.; NISBET, A. J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p.615-632, 2000.

MOREIRA, A. dos R.; FAGAN, E. B.; MARTINS, K. V.; SOUZA, C. H. E. de S. Resposta da cultura de soja a aplicação de silício foliar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.3, p. 413-423. Maio/Junho, 2010.

NAVES, R. L.; DUTRA, M. R.; CASTRO, J. M. C.; BOTTON, M. Fitonematóides associados à rizosfera de videiras com sintomas de declínio em municípios da Serra Gaúcha. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 18. 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 2004. 1 CD-ROM.

NERI, D. K. P., MORAES, J. C.; GAVINO, M. A. Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 1167-1174, jul./ago. 2005.

OLIVEIRA, J. C.; ALBUQUERQUE, R. L. R.; GONDIM, D. M. F.; OLIVEIRA, J. T. A.; SOUZA, E. B. Reduction of the severity of angular leaf spot of cotton mediated by silicon. **Journal of Plant Pathology**, v.1, n.2, 2012.

OLIVEIRA, L. A.; CASTRO, N. M. Ocorrência de sílica nas folhas de *Curatella*

*americana* L. e de *Davilla elliptica* St. **Hil. R. Horiz. Ci.**, 2002. disponível em: [ww.propp.ufu.br/revistaeletronica/B/OCORRENCIA.pdf](http://ww.propp.ufu.br/revistaeletronica/B/OCORRENCIA.pdf). Acesso em: 03 out. 2008.

ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L.; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L. T. M. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDES Setorial**, n. 15, p. 3-34, mar. 2002.

PARRELLA, M. P.; COSTAMAGNA, T. The addition of potassium silicate to the fertilizer mix to suppress *Liriomyza* leaf miners attacking chrysanthemums. **Bulletin-OILB/SROP**, Dijon, v. 29, n. 4, p. 159-162, 2006.

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica: normas e técnicas de cultivo**. Campinas: Editora Grafimagem, 2000, 110 p.

PEREIRA, C. R. **Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura de soja sob diferentes condições ambientais**. 2002. 282 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G. H.; VIDAL, A. A.; CAMARGO, M. S. Fontes de silício para a cultura do arroz [Silicon sources for rice]. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, p. 35-42, 2004.

PERUCH, L. A.; MEDEIROS, A. M. de; DELLA BRUNA, E.; STADINIK, M. Biomassa crítica, extrato de algas, calda bordalesa e fosfitos no controle do míldio da videira cv. Niágara Branca. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n. 2, p. 143-148, 2007.

PERUCH, L. A. M.; DELLA BRUNA, E. Relação entre doses de calda bordalesa e de fosfito potássico na intensidade do míldio e na produtividade da videira cv. 'Goethe'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.9, p. 2413 – 2418, dez., 2008.

POZZA, A. A. A.; POZZA, E. A.; BOTELHO, D. M. S. O silício no controle de doenças de plantas. **Revisão anual de patologia de plantas**, v.12, n.12, p.373-402, 2004.

PRATISSOLI, D.; ALMEIDA, G. D.; JESUS JÚNIOR, W. C.; VICENTINI, V. B.; HOLTZ, A. M.; COCHETO, J. G. Fertilizante organomineral e argila silicatada como indutores de resistência à varíola do mamoeiro. **Idesia**, v. 25, n. 2, p. 63-67, Arica ago., 2007.

RAMOS, H. F.; JULIATTI, F. C.; KORNDORFER, G. H.; OLIVEIRA, R. G.; AMADO, D. F.; CARNEIRO, L. M. Controle da queima das folhas da cenoura pelo uso do silício. **Fitopatologia Brasileira**, 28 (Suplemento), p. 359, 2003.

RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H.; SANTOS, M.; FORTES, G. F.; MARINS, O. M.; RASEIRA, A.; BERNARDI, J. The CNPFT – EMBRAPA fruit breeding program in Brazil. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.11, p.1154-1157, 1992.

RAVEN, J. A. The transport and function of silicone in plants. **Biological Review**, New York, v.58, n.2, p.179-207, 1983.

RAVEN, J. A. Silicon transport at the cell and tissue level. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. (Ed.). **Silicon in Agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science Publishing, 2001. P. 41-55.

REIS, T. H. P.; FIGUEIREDO, F. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; BOTREL, P.P.; RODRIGUES, C. R. Efeito da associação silício líquido solúvel com fungicida no controle fitossanitário do cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v.3, n.1, 2008.

RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; RESENDE, M. L. V.; PEREIRA, R. B.; CAVALCANTI, F. R.; AMARAL, D. R.; PÁDUA, M. A. Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb., em mudas de cacaueteiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, Lavras, 2006.

RODRIGUES, F. A.; BENHAMOU, N.; DATNOFF, L. E.; JONES, J. B.; BÉLANGER, R. R. Ultrastructural and cytochemical aspects of silicone-mediated rice blast resistance. **Phytopathology**, v. 93, p. 535-546, 2003.

RONALD, C. V.; FOUICHE, B. Genetic engineering and organic production systems. Agricultural Biotechnology in California Series, Publication 8188, 2006. Disponível em: <http://ucanr.org/freepubs/docs/8188.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2012.

SANGSTER, A. G.; HODSON, M. J.; TUBB, H. J. Silicon deposition in higher plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. (Ed.). **Silicon in Agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science Publishing, 2001. p. 85-114.

SALLES, L. A. B. Principais pragas e seu controle. In: MEDEIROS, C. A.; RASEIRA, M. C. B. **A cultura do pessegueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1991. P. 205-239.

SALLES, L. A. B. Pragas. In: **Ameixa produção**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2003.

SALVADORI, J. R. **Manejo de pulgões**, 2007. EMBRAPA. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia35/AGO1/arvore/AGO1\\_118\\_259200616454.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia35/AGO1/arvore/AGO1_118_259200616454.html). Acesso em: 03.dez.2011.

SANTANA, A. P. dos S.; NAVES, R. L.; PAPA, M. F. S.; TEIXEIRA, E. C. Z.; BOLIANI, A. C. Inibição da germinação *in vitro* de esporangióforos de *Plasmopara viticola* por extrato de folhas de melão-de-são caetano. **Tropical Plant Pathology**, v.35 (Suplementos), p. 11, 2010.

SANTOS, G. R.; CASTRO NETO, M. D.; CARVALHO, A. R. S.; FIDELIS, R. R.; AFFÉRI, F. S. Fontes e doses de silício na severidade do crestamento gomoso e produtividade da melancia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.2, p. 266-272, mar./abr., 2010.

SAVANT, N. K.; SNYDER, G. D.; DATNOFF, L. E. Silicon in management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, London, v.58, p. 151-199, 1997.

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from neem tree. **Annual Review of Entomology**, v. 35, p. 271-297, 1990.

SCHMIDT, R. E.; ZHANG, G. Y.; CHALMERS, D. R. Response of photosynthesis and superoxide dismutase to silica applied to creeping bentgrass grown under two fertility levels. **Journal of Plant Nutrition**, n.22, p.1763-1773, 1999.

SEAB. **Secretaria de Agricultura e Abastecimento**. Produção de frutas no Paraná, 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=4982>. Acesso em: 23.out.2011.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression. Of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopatology**, v.67, n.8, p.1051-1056, 1977.

SILVA, D. P.; TRECENTE, V. C.; BOSQUÊ, G. G. Produção de laranja orgânica no Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 12, 2007. ISSN: 1677-0293.

SILVA, C. M. **Controle alternativo do mildio e da antracnose da videira com extrato aquoso de cinamomo (*Melia azedarach* L.)**. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2010.

SILVA, V. F.; MORAES, J. C.; MELO, B. A. Influence of silicone on the development, productivity and infestation by insect pests in potato crops. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.6. nov-dez, 2010.

SONEGO, O. R.; GARRIDO, L. R.; CZERMAINSKI, A. B. C. **Avaliação do fosfito de potássio (Fitofos K) no controle do mildio da videira**. Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves. 18p. 2003.

TAKAHASHI, E.; MA, J. F.; MIYAKE, Y. The possibility of silicon as an essential element for higher plants. **Comments Agricultural Food Chemistry**, v.2, n.99, p.22.

TERRY, L. A.; JOYCE, D.C. Elicitors induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. **Postharvest Biology Technology**, 2004, v.32, p.1-13.

VILELA, E. S.; LUCIA, T. M. C. D. **Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas**. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 2001. 155 p.

WANG, S. Y.; GALLETTA, G. J. Foliar application and potassium silicate induces metabolic changes in strawberry plants. **Journal Plant Nutrition Monticello, NY**. V.21, n.1, p. 157-167, 1998.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do. MONTEIRO, A. J. A.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas: fruteiras**. Viçosa, 2002, v.1.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; FERREIRA FONTES, R. L.; TAVARES de ÁVILA, V. Teores foliares de nutrientes e de silício em plantas de arroz infectadas por *Bipolaris*

*oryzae*. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 1, p.87-90. Jan-Fev, 2010.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; FONTES, R. L. F.; ÀVILA, V. T. de. Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha parda. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 203-206, 2009.

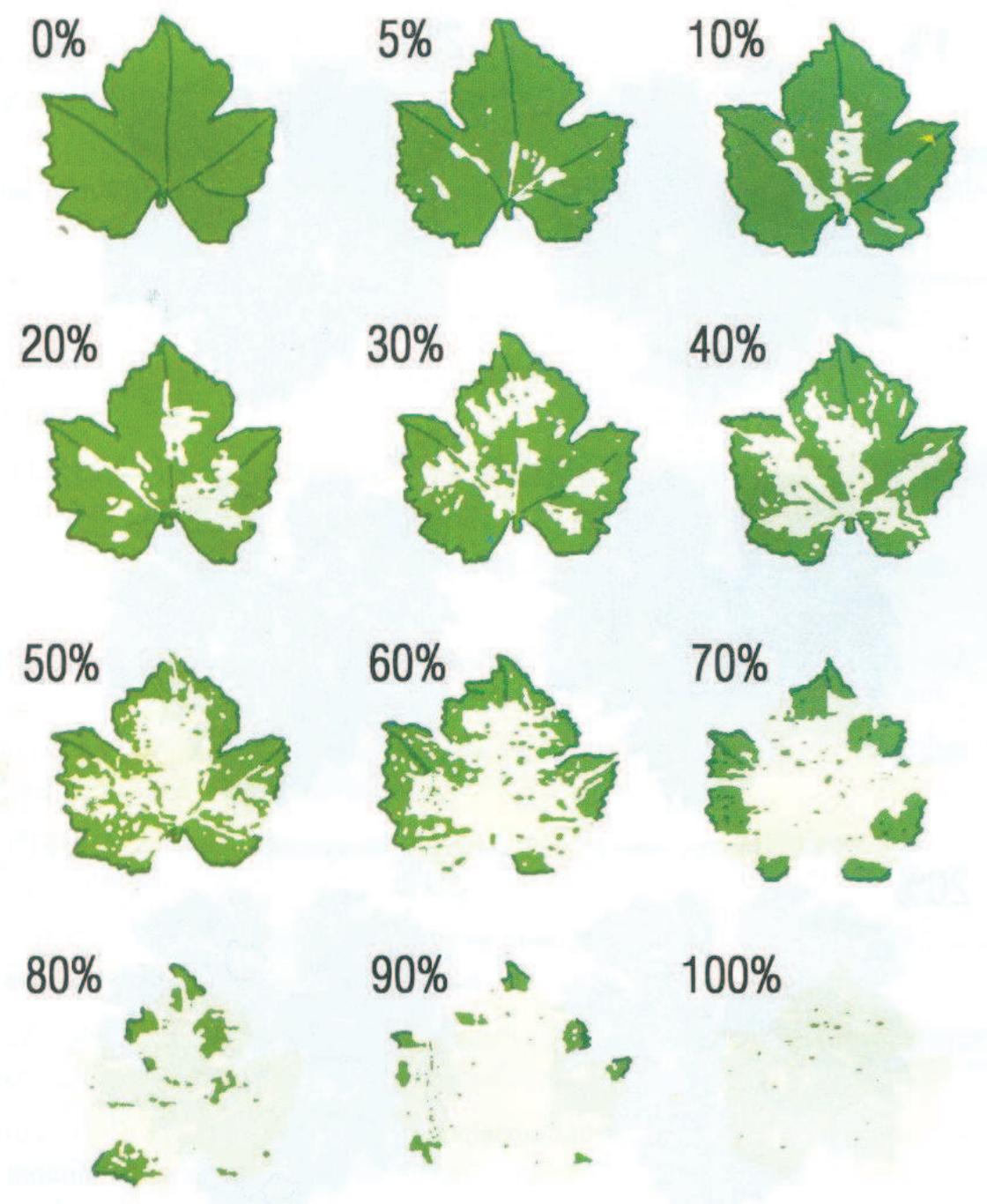
YOSHIDA, S. Chemical aspects of the role of silicone in physiology of the rice plant. Bull. **National Institute Agriculture**, Kobe, v.5, p.1-58, 1965.

YURELA, I. Copper in plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Viçosa, v. 17, n.2, p. 145-156, 2005.

XUE, Gao'Feng; SUN, Wan-chun; SONG, A-lin; LI, Zhao-jun; FAN, Fen-liang; LIANG, Yong-chao. Influence of silicone on rice growth, resistance to bacterial blight and activity of pathogenesis-related proteins. **Scientia Agriculture Sinica**, 2010.

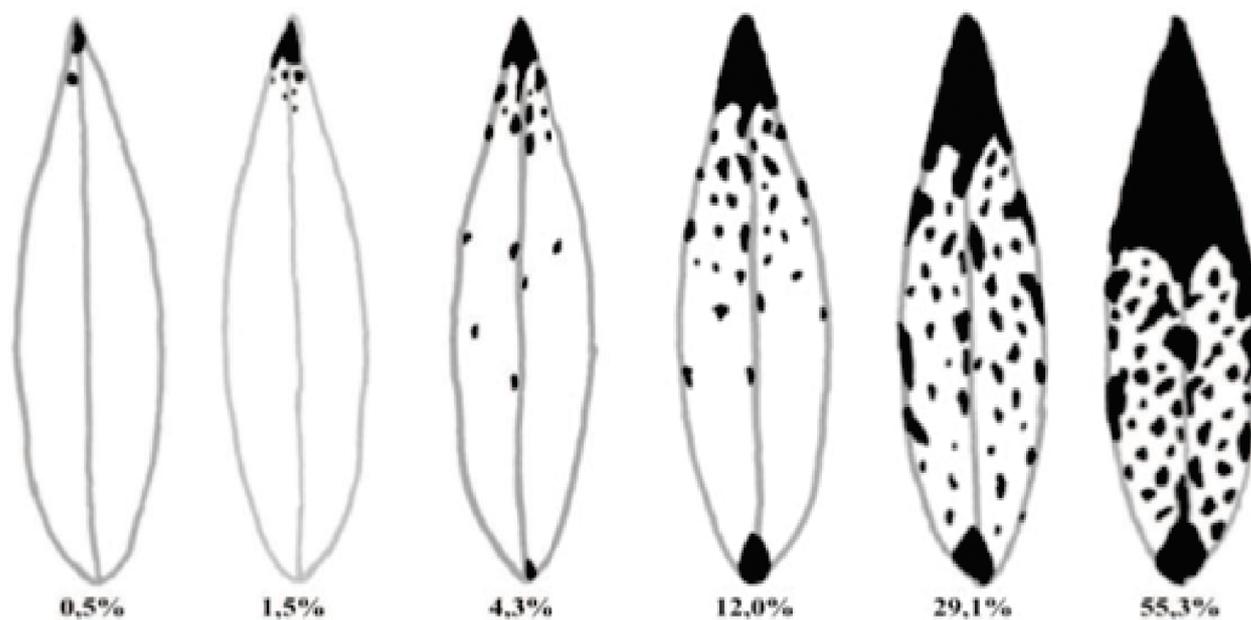
# ANEXOS

## ANEXO 1.



**Figura 1.** Escala diagramática de severidade do míldio da videira descrita por Azevedo (1997).

## ANEXO 2.



**Figura 2.** Escala diagramática de severidade da bacteriose da ameixeira descrita por Citadin et al., (2008).