

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO – PR**

**FUNGICIDAS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO  
CONTROLE DO MÍLDIO E NO DESENVOLVIMENTO  
DE MUDAS DE VIDEIRA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**JANAINA MAREK**

**GUARAPUAVA-PR**

**2016**

**JANAINA MAREK**

**FUNGICIDAS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO CONTROLE DO MÍLDIO E NO  
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE VIDEIRA**

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 obtenção do título de Mestre.

Professora Dr.<sup>a</sup> Elizabeth Orika Ono

Orientadora

Professora Dr.<sup>a</sup> Cacilda Márcia Duarte Rios Faria

Co-Orientadora

**GUARAPUAVA-PR**

**2016**

Catálogo na Publicação

Biblioteca Central da Unicentro, Campus Cedeteg

M323f      Marek, Janaina  
Fungicidas de efeitos fisiológicos no controle do míldio e no desenvolvimento de mudas de videira / Janaina Marek. – – Guarapuava, 2016  
xiv, 57 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2016

Orientadora: Elizabeth Orika Ono  
Coorientadora: Cacilda Márcia Duarte Rios Faria  
Banca examinadora: João Domingos Rodrigues, Gilmar Franzener, Elisa Adriano

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. *Vitis labrusca*. 4. *Plasmopara viticola*. 5. Controle químico. 6. Fisiologia. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

CDD 632.952

Janaina Marek

**FUNGICIDAS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO CONTROLE DO MÍLDIO E NO  
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE VIDEIRA**

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 11 de fevereiro de 2016.



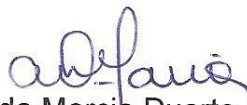
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elizabeth Orika Ono  
(UNESP)



Prof. Dr. João Domingos Rodrigues  
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Gilmar Franzener  
(UFFS)



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cacilda Marcia Duarte Rios Faria  
(UNICENTRO)



Dr<sup>a</sup>. Elisa Adriano  
(UNICENTRO)

GUARAPUAVA-PR

2016

Por serem meus exemplos de vida,  
Por todo o amor, carinho e cumplicidade,  
Por acreditarem e investirem em mim,

Aos meus pais José e Juraci

DEDICO...

## AGRADECIMENTOS

Ao nosso Deus, por permitir minha existência e permanecer ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus adoráveis pais José e Juraci por me concederem a vida, a educação e o incansável incentivo na conquista de meus sonhos.

Ao meu noivo Dione, meu eterno cúmplice e companheiro, pelo amor e por toda a dedicação, ajuda e compreensão nesta caminhada.

Aos meus irmãos Jienerfer e Diogo pelo carinho, apoio e pelas palavras de conforto na hora em que a saudade apertava.

As professoras Doutoras Elizabeth e Cacilda pelas orientações, ensinamentos, e exemplos de profissionalismo e, principalmente, pela amizade que brotou de nossas inúmeras conversas.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, pela oportunidade de realizar o trabalho e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores e funcionários do Mestrado e Doutorado em Agronomia, pelo compromisso com a educação de qualidade. Em especial ao Professor Dr. Vanderlei pela imensa ajuda na lapidação dos dados e, ao Professor Dr. Renato pela colaboração para a execução deste trabalho.

Aos meus amigos, pelas conversas, abraços e apoio nos momentos de dificuldade.  
Aos colegas de laboratório pelos conselhos, críticas e elogios.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, fica o meu mais sincero: Muito Obrigada!

*Eu sou a videira verdadeira e meu Pai é o agricultor.  
Todo ramo que, estando em mim, não dá fruto, ele corta;  
E todo que dá fruto ele poda, para que dê mais frutos ainda.*

*(João, 15: 1-2)*

## SUMÁRIO

RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO .....	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
3.1 A cultura da videira.....	4
3.2 Míldio da videira ( <i>Plasmopara viticola</i> ).....	5
3.2.1 Etiologia e epidemiologia.....	6
3.2.2 Sintomas .....	7
3.2.3 Controle.....	7
3.4 Fungicidas de efeitos fisiológicos .....	8
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14
5. CAPÍTULO I – Controle de míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce com estrobilurinas e boscalida.....	18
Resumo .....	18
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
Resultados e Discussão.....	24
Conclusão .....	37
Referências Bibliográficas.....	37
6. CAPÍTULO II – Desenvolvimento de mudas de videira cv. Isabel Precoce tratadas com diferentes fungicidas de efeitos fisiológicos.....	40
Resumo .....	40
Abstract.....	41
Introdução.....	41
Material e Métodos.....	43
Resultados e Discussão.....	45
Conclusão .....	54
Referências Bibliográficas.....	54



## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Matriz de classificação para análise discriminante para os tratamentos com fungicidas em mudas de videira cv. Isabel Precoce. Guarapuava, PR, 2015. ....25
- Tabela 2.** Estatística das funções do modelo discriminante para amostras de mudas de videira cv. Isabel Precoce tratadas com diferentes fungicidas. Guarapuava, PR, 2015. ....25
- Tabela 3.** Funções de Fisher para representar a distribuição das amostras de mudas de videira cv. Isabel Precoce tratadas com diferentes fungicidas para o controle de míldio. Guarapuava, PR, 2015. ....26
- Tabela 4.** Correlações entre as variáveis e as funções discriminantes das amostras de mudas de videira cv. Isabel Precoce tratadas com diferentes fungicidas para o controle de míldio. Guarapuava, PR, 2015. ....26
- Tabela 5.** Início do aparecimento dos sintomas (IAS) (dias), incidência máxima (Imax) (%), tempo médio para atingir a máxima incidência da doença (TAMID) (dias), severidade máxima (Smax) (%), tempo médio para atingir a máxima severidade da doença (TAMSD) (dias) de *Plasmopara viticola* em mudas de videira cv. Isabel Precoce tratadas com diferentes fungicidas. Guarapuava, PR, 2015. ....30

### CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Matriz de correlação das variáveis de crescimento em mudas de videira cv. Isabel Precoce, tratadas com diferentes fungicidas de efeitos fisiológicos. Guarapuava, PR, 2015. .46
- Tabela 2.** Atributos de crescimento em mudas de videira cv. Isabel Precoce submetidas aos seguintes tratamentos: testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA). Guarapuava, PR, 2015. ....51

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1.** Estrutura montada após inoculação do patógeno para o período de incubação de 24 horas (A) e Escala diagramática para a avaliação do míldio em videira expressa pela porcentagem de área lesionada (B). Guarapuava, PR, 2015. ....23
- Figura 2.** Identificação dos tratamentos testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA) em experimento de expansão da infecção de *Plasmopara viticola* em mudas de videira cv. Isabel Precoce. Representação gráfica dos escores da análise de discriminante. Guarapuava, PR, 2015.....27
- Figura 3.** Progresso da incidência (A) e severidade (B) de *Plasmopara viticola* em mudas de videira cv. Isabel Precoce submetidas à diferentes tratamentos: testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA). Barras indicam desvio padrão da média. A seta tracejada indica a 2ª aplicação, a seta contínua a 3ª aplicação e a seta pontilhada a 4ª aplicação dos tratamentos. Guarapuava, PR, 2015. ....28
- Figura 4.** Efeito dos diferentes tratamentos com fungicidas, na área abaixo da curva de progresso de severidade da doença (AACPSD) e na área abaixo da curva de progresso de incidência da doença (AACPID), testados no controle de míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce em condições de casa de vegetação. Guarapuava, PR, 2015. ....31
- Figura 5.** Pesos dos atributos da ACP na análise de incidência, severidade e progresso da doença causada por *Plasmopara viticola* em mudas de videira cv. Isabel Precoce, para as variáveis: tempo para atingir a máxima severidade da doença (TAMSD) (dias), valor máximo da incidência (Imax) (%) e severidade (Smax) (%). Guarapuava, PR, 2015. ....33
- Figura 6.** Escores dos tratamentos da ACP na análise de incidência, severidade e progresso da doença causada por *Plasmopara viticola* em mudas de videira cv. Isabel Precoce, para os tratamentos testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA). Guarapuava, PR, 2015. ....34

## CAPÍTULO II

**Figura 1.** Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA) para os tratamentos testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA) aplicados em mudas de videira cv. Isabel Precoce. Guarapuava, PR, 2015..... 45

**Figura 2.** Análise de Componentes Principais (ACP): escores, para os tratamentos testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA) aplicados em mudas de videira cv. Isabel Precoce. Guarapuava, PR, 2015. .... 48

**Figura 3.** Análise de Componentes Principais (ACP): *loadings*, para as variáveis: número de folhas totais (NFT), área foliar total (AFT), massa fresca do total de folhas (MFTF), massa seca do total de folhas (MSTF), número de brotações secundárias no ramo principal (NBSRP), massa fresca do total de ramos (MFTR), massa seca do total de ramos (MSTR), comprimento do ramo principal (CRP), diâmetro médio do ramo principal (DMRP), número de nós no ramo principal (NNRP), comprimento do entrenó no ramo principal (CERP), número de folhas no ramo principal (NFRP), massa fresca do ramo principal (MFRP), massa seca do ramo principal (MSRP), massa fresca do total de brotações secundárias (MFTBS) e massa seca das brotações secundárias (MSTBS) em mudas de videira cv. Isabel Precoce tratadas com fungicidas de efeitos fisiológicos. Guarapuava, PR, 2015. .... 49

## RESUMO

MAREK, Janaina. Fungicidas de efeitos fisiológicos no controle do míldio e no desenvolvimento de mudas de videira. Guarapuava: UNICENTRO, 2016. 57p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o controle de míldio e os efeitos fisiológicos no desenvolvimento de mudas de videira cv. Isabel Precoce, inoculadas com o patógeno e tratadas com diferentes fungicidas, em condições de ambiente protegido. O experimento foi realizado na safra 2014-2015, em área experimental e laboratório de Fitopatologia do Departamento de Agronomia, do *Campus Cedeteg* da Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava (PR). Os tratamentos avaliados foram: 1- testemunha ( $H_2O$ ); 2- testemunha ( $H_2O$ ) e inoculação do patógeno; 3- boscalida ( $75\text{ g ha}^{-1}$  de i.a.); 4- piraclostrobina ( $100\text{ g ha}^{-1}$  de i.a.); 5- boscalida ( $100\text{ g ha}^{-1}$  de i.a.) + cresoxim-metílico ( $50\text{ g ha}^{-1}$  de i.a.) e 6- metiram ( $1100\text{ g ha}^{-1}$  de i.a.) + piraclostrobina ( $100\text{ g ha}^{-1}$  de i.a.). A primeira aplicação ocorreu aos 45 dias após a poda das mudas e as demais, em intervalos de 15 dias, totalizando quatro aplicações. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento. Para avaliar o controle da doença foram aferidas a cada dois dias, a incidência e severidade do míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce após o surgimento dos primeiros sintomas nas folhas, sob condições de infecção através de inoculação do patógeno. Foram realizadas 18 avaliações de severidade da doença e submetidas à análise estatística multivariada e análise de discriminante. As curvas de progresso para incidência e severidade de cada tratamento foram plotadas e comparadas por meio das variáveis epidemiológicas de tempo para atingir a máxima incidência e severidade da doença, início do aparecimento dos sintomas, valor máximo da incidência e severidade da doença e áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A análise de discriminante permitiu a seleção de dez avaliações de severidade possibilitando a distinção de seis classes de tratamentos, as quais formaram três grupos distintos. A aplicação dos diferentes fungicidas promoveu redução tanto da área abaixo da curva de progresso da incidência da doença (AACPID) quanto da área abaixo da curva de progresso da severidade da doença (AACPSD) em relação à testemunha inoculada. Os fungicidas boscalida, boscalida + cresoxim-metílico, piraclostrobina e metiram + piraclostrobina reduziram estes valores em 73,6%, 65,3%, 79,3%,

96,2% para AACPID e em 43,5%, 60,0%, 39,5% e 86,7% para AACPSD, respectivamente, em relação à testemunha inoculada. Também foram constatadas diferenças significativas em relação às variáveis epidemiológicas temporais. A análise de componentes principais (ACP) foi capaz de identificar e classificar em três distintos grupos os diferentes tratamentos utilizados para o controle de *Plasmopara viticola* em mudas de videiras cv. Isabel Precoce. O fungicida metiram + piraclostrobina se destacou como o melhor tratamento para o controle de míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce, seguido de boscalida mais cresoxim-metílico. Para avaliar os efeitos fisiológicos no desenvolvimento das mudas de videira cv. Isabel Precoce foram mensurados e avaliados 16 atributos de desenvolvimento nas plantas. Os dados foram submetidos à análise multivariada, onde realizou-se a análise de agrupamentos hierárquicos (HCA) e ACP. Com apenas duas componentes principais foi possível determinar 89,72% da variância dos dados, sendo explicadas pelo modelo proposto. O uso da análise estatística multivariada, de Cluster e de ACP, foi capaz de identificar e classificar os diferentes tratamentos testados, indicando que, em mudas de videira cv. Isabel Precoce, os melhores resultados no desenvolvimento vegetativo foram observados com a aplicação de metiram mais piraclostrobina, seguido de boscalida, boscalida mais cresoxim-metílico e piraclostrobina.

Palavras-chave: *Vitis labrusca*, *Plasmopara viticola*, controle químico, fisiologia.

## ABSTRACT

MAREK, Janaina. Fungicide physiological effects on downy mildew control and vine cutting growth. Guarapuava: UNICENTRO, 2016. 57p. (Dissertation – Master in Plant Production).

This study objective was to evaluate downy mildew control and the physiological effects on vine cuttings cv. Isabel Precoce inoculated by a pathogen with distinct fungicides under protected environment. Such experiment was carried out in the period of 2014-15, at an experimental area at the Phytopathology laboratory of Agronomy Department at West Central State University, in the city of Guarapuava, PR. Treatments evaluations were as follow: 1 – control (H<sub>2</sub>O); 2 – control (H<sub>2</sub>O) and pathogen inoculation; 3 – Boscalid (75 g ha<sup>-1</sup>); 4 – pyraclostrobin 100 g ha<sup>-1</sup>); 5 – Boscalid (100 g ha<sup>-1</sup>) plus kresoxim-methyl (50 g ha<sup>-1</sup>); 6 – metiram (1100 g ha<sup>-1</sup>) plus pyraclostrobine (100 g ha<sup>-1</sup>). The first application occurred 45 days after pruning seedlings and thereafter at 15 days interval totaling four applications. The experimental design was entirely causal with four repetition treatments. To evaluate disease control, measurements were carried out every two days for downy mildew incidence and control on vine cuttings cv. Isabel Precoce right after the first leaves symptoms surge under pathogen infections conditions. Eighteen evaluations were carried out for disease severity through a multivariate and discriminant statistical analyses. Progress curves for the incidence and severity of each treatment were plotted and compared through epidemiologic variables of time in order to get a maximum incidence value and disease severity as well as all areas below the progress curve (ABPC). Discriminant analysis allowed the selection of ten types of severity evaluations which allowed six types of treatments and formed three distinct groups. Use of distinct fungicides caused a reduction at the area under the progress curve for disease incidence (AUPCDI) as well at the area under the incidence curve for disease severity (AUICDS) at the inoculated control. Boscalid, boscalid + kresoxim-methyl, pyraclostrobin and metiram + pyraclostrobin values were reduced to 73.6%, 65.3%, 79.3% e 96.2% for AUPCDI and 43.5%, 60.0%, 39.5% e 86.7% for AUICDS, respectively, in relation to the inoculated control. Significant differences were found in relation to temporal epidemiological variables. Principal component analysis (PCA) identified and classified in three distinct groups whose treatments were used for *Plasmopara viticola* control on vine cuttings cv. Isabel Precoce. Fungicide metiram + pyraclostrobin was the best choice as a treatment to

control downy mildew on vine cuttings cv. Isabel Precoce, followed by boscalid plus kresoxim-methyl. To evaluate physiological effects upon cv. Isabel Precoce vine cutting growth sixteen physical properties were measured and evaluated. Multivariate, hierarchical grouping (HG) and ACP were used for data analyzes. With only two principal components, it was possible to determine 89.72% of data variance, accordingly to the suggested model. Multivariate analyses, Cluster and PCA were able to identify and classify all used treatments, showing that vine cv. Isabel Precoce had better growth results after the use of metiram plus pyraclostrobin followed by boscalid, boscalid plus kresoxim-methyl and pyraclostrobin.

Key-words: *Vitis labrusca*, *Plasmopara viticola*, chemical control, physiology.

## 1. INTRODUÇÃO

A videira, pertencente à família Vitaceae e ao gênero *Vitis*, é considerada uma das plantas mais antigas cultivadas pelas civilizações (KISHINO, 2007), de importância econômica e social, principalmente, por se tratar de cultura de exploração familiar e se destacar entre as principais frutíferas de clima temperado do mundo.

O setor vitícola no Brasil ganhou ênfase com a imigração italiana, no século XIX, em especial nas regiões Sul e Sudeste (POMMER & MAIA, 2003). Devido às condições climáticas adequadas, a viticultura se difundiu para as diferentes regiões do país pela boa adaptação das plantas. Na safra de 2014, a viticultura brasileira somou uma área de 80.576 ha plantados e 79.142 ha colhidos, com produção e rendimento médio esperados de 1.436.074 toneladas e 18.146 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (IBGE, 2015).

Considerada uma atividade tradicional nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do país (SILVA et al., 2009), a viticultura, na região Sul, consolidou-se com as uvas americanas, predominando a cultivar Isabel. A atividade teve uma evolução muito grande nos últimos 50 anos, especialmente, pela expansão da área cultivada e qualificação da produção (CAMARGO et al., 2011).

A produção rentável de uvas, de acordo com Reynier (2004), exige dos viticultores conhecimento das técnicas e práticas adequadas de instalação e de condução dos vinhedos, por ser uma atividade de grande importância tanto para consumo *in natura* quanto para produção de vinho, satisfazendo a procura do consumidor.

Muitos fatores podem impedir a máxima produtividade de um vinhedo, sendo um grande limitante, a ocorrência de doenças, que causa significativos prejuízos (SÔNEGO et al., 2005). Entre as principais doenças da videira destacam-se o míldio, oídio, antracnose, escoriose, fusariose, podridão descendente, podridão-cinzenta, podridão-da-uva-madura e podridão-amarga (AMORIM & KUNUYUKI, 2005).

As infecções e danos causados por fitopatógenos prejudicam a eficácia das culturas, por reduzirem a área fotossintética e inibirem a translocação de fotoassimilados, da fonte de produção até as áreas de crescimento e deposição de materiais de rendimento, como frutos, grãos, folhas etc. (VENANCIO et al., 2003; GOMES et al., 2011). Em particular, os fungos e alguns oomicetos são responsáveis por perdas importantes em todos os tipos de cultivos agrícolas.



O míldio da videira, que tem como agente o oomiceto *Plasmopara viticola* Berl. & De Tony, é uma das principais doenças dessa cultura, caracterizada por atacar todos os órgãos verdes da planta, principalmente as folhas. A maioria dos organismos classificados como oomicetos são patógenos destrutivos, que devastam muitas culturas agrícolas de importância econômica (HARDHAM, 2007).

Devido a esta natureza destrutiva, o controle do míldio nos vinhedos, visando controlar as infecções primárias e evitar novas infecções, geralmente, é feito com a aplicação de fungicidas no início do manejo da cultura (CARISSE, 2015). O míldio da videira foi uma das primeiras doenças a ser controlada com o uso de fungicidas (ZAMBOLIM et al., 2002). Atualmente utilizam-se fungicidas de diferentes grupos químicos, como as estrobilurinas, anilidas, dicarboximidas, acilalinatos, ditiocarbamatos, benzamidas, isoftanitrilas, entre outros (AGROFIT, 2015), com elevada eficácia preventiva e/ou curativa (GESSLER et al., 2011).

O emprego de fungicidas há alguns anos, vem tendo novo foco de estudo, pois além da ação fungicida, algumas moléculas, como as estrobilurinas, atuam de forma positiva sobre a fisiologia das plantas (TÖFOLI & DOMINGUES, 2007). Estudos demonstram que estes fungicidas além de apresentarem ação fungitóxica, promovem ganhos fisiológicos à planta através do aumento da atividade da enzima nitrato redutase e de níveis de clorofila, regulação hormonal, permitindo maior resistência a diferentes estresses, maior assimilação de carbono e nitrogênio, com isso melhor qualidade e produtividade (VENANCIO et al., 2003; TÖFOLI, 2004; BASF, 2005).

Estes efeitos sobre as variáveis fenométricas, fisiológicas e bioquímicas das culturas, promovidos pelos fungicidas, como as estrobilurinas, foi denominado de “efeito fisiológico”, por isso vem sendo intensamente estudada, para comprovar sua influência direta em processos fisiológicos de plantas infectadas ou não por patógenos. Além das estrobilurinas, outras moléculas como o boscalida, também vem sendo testadas, por aparentemente apresentarem os mesmos efeitos das estrobilurinas (TÖFOLI & DOMINGUES, 2007).

Com a necessidade de novas tecnologias para suprir a demanda por alimentos, as práticas agrícolas, no que se refere a aspectos fisiológicos, procuram maximizar a eficiência fotossintética das culturas, direcionando fotoassimilados para a formação de grãos/frutos e outros fatores de rendimento, evitando o consumo de energias improdutivas (PARREIRA et al., 2009). Desta forma, fungicidas de efeitos fisiológicos trazem grandes benefícios para a produção agrícola por apresentarem esta dupla ação.

## 2. OBJETIVO

Avaliar o controle de míldio (*Plasmopara viticola*) e os efeitos fisiológicos no desenvolvimento de mudas de videira (*Vitis labrusca* L.) cv. Isabel Precoce, com a aplicação de boscalida, boscalida mais cresoxim-metílico, piraclostrobina e metiram mais piraclostrobina, em condições de ambiente protegido.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A cultura da videira

Pertencente à família Vitaceae e ao gênero *Vitis*, a videira é uma planta perene, lenhosa, caducifólia, provida de órgãos de sustentação (as gavinhas). As espécies de maior interesse econômico são as videiras americanas (*Vitis labrusca* e outras espécies) e as europeias (*Vitis vinifera*), híbridas e seus mutantes (KISHINO, 2007).

Nas espécies e híbridos existem as cultivares e dentro destas, clones com características de interesse agrônomicos e/ou comerciais. Pelas experiências dos vitivicultores europeus foram selecionadas as uvas finas (*V. vinifera*), cultivadas na Europa (CAMARGO et al., 2010).

No Brasil, as primeiras variedades de uvas foram introduzidas pelos portugueses, porém, a viticultura brasileira, somente se consolidou em meados do século XIX com a introdução da cultivar de uva americana Isabel (*V. labrusca*) pelos imigrantes italianos, culminando na rápida substituição dos vinhedos de uvas europeias (CAMARGO et al., 2011).

No estado do Paraná, segundo Kishino e Roberto (2007), a maioria dos viticultores cultivam videiras enxertadas, as quais são constituídas de variedade-copa e porta-enxerto. A parte ‘copa’ da planta é a que vegeta, fotossintetiza, transpira, respira e produz fruto; e o porta-enxerto é a parte que sustenta a copa, absorvendo da solução do solo água e nutrientes. Em geral, uma videira enxertada é mais vigorosa e mais longeva que uma não enxertada. O sucesso da viticultura depende muito da escolha certa da combinação variedade-copa e porta-enxerto e um exemplo, é a cultivar Isabel Precoce enxertada sobre o porta-enxerto Paulsen 1103.

A cultivar Isabel Precoce, segundo Camargo (2004), é originária de uma mutação espontânea, identificada e propagada em propriedade particular no município de Farroupilha/RS, que foi confirmada pela Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves/RS. Sendo registrada com o número 2526 no Banco Ativo de germoplasma de videiras.

Esta cultivar apresenta as características gerais da cultivar Isabel. De acordo com Camargo et al. (2010), a cultivar Isabel Precoce é uma cultivar vigorosa e fértil, com grande capacidade produtiva. É uma uva tinta, rústica e fértil, com sabor característico das labruscas tendo maturação precoce (antecipada em 33 dias em relação a sua cultivar de origem),

destinada como uva de mesa, para produção de vinho, destilados (vinagre e sucos), de doces e geleias.

Alguns híbridos interespecíficos são utilizados como porta-enxertos por apresentarem resistência à pragas e doenças. Segundo Camargo et al. (2011), desde 1990, o porta-enxerto Paulsen 1103 ganhou destaque predominante na implantação de novos vinhedos, principalmente, na região Sul do país. O porta-enxerto Paulsen 1103 é de origem siciliana apresentando melhor estabelecimento por estaca e enxertia e desenvolvimento precoce, com boa adaptação a solos argilosos e compactados e, resistente a filoxera (REYNIER, 2004).

### **3.2 Míldio da videira (*Plasmopara viticola*)**

As doenças conhecidas como míldios são causadas por Chromistas pertencentes à família Peronosporaceae. Os patógenos de maior relevância são dos gêneros *Plasmopara*, *Peronospora*, *Sclerospora* e *Bremia*. Apresentam baixa agressividade, alta especificidade e um elevado grau de parasitismo, de ocorrência predominantemente nas folhas, interferindo no processo fotossintético, podendo progredir para brotações e frutos nos estádios iniciais de desenvolvimento (BEDENDO, 2011).

Segundo Amorim e Kuniyuki (2005), o agente causal do míldio é originário da América do Norte. Embora cause prejuízos nas cucurbitáceas, crucíferas, cebola, soja e fumo, entre outras, é na videira que o míldio causa os maiores danos. Em geral as uvas europeias são mais suscetíveis ao míldio do que as americanas ou híbridas. Devido à origem do fungo, (América do Norte), os genótipos desta região adquiriram resistência genética à doença (TESSMANN et al., 2007).

Em condições climáticas favoráveis, como condições de temperatura amenas e alta umidade relativa (SÔNEGO et al., 2005), associadas à falta e/ou ineficiência de medidas de controle torna-se uma doença de vastos danos, podendo reduzir de 50 a 75% a produção de uva (BEDENDO, 2011). Por isso, devido ao histórico desta doença e sua importância econômica, tornou-se uma das doenças mais estudadas na fitopatologia.

### 3.2.1 Etiologia e epidemiologia

O agente causal do míldio da videira é um parasita obrigatório, *Plasmopara viticola* (Berkeley & M.A. Curtis) Berlese & De Toni, pertencente à classe dos Oomycetes, ordem Peronosporales, família Peronosporaceae, ao gênero *Plasmopara* e à espécie *P. viticola*. Também é conhecido como peronospora, mufa ou mofo (ZAMBOLIM et al., 2002).

No tecido do hospedeiro, o patógeno causa infecção ao penetrar intracelularmente através de hifas cenocíticas, emitindo haustórios globosos. Esse patógeno apresenta reprodução assexuada e sexuada. A reprodução assexuada ocorre nos estômatos em condições de alta umidade relativa e pelo menos quatro horas de escuro, onde esporangióforos ramificados monopodialmente são emitidos e produzem esporângios e, cada esporângio dá origem aos zoósporos biflagelados. A fase sexuada ocorre dentro dos tecidos ou órgãos do hospedeiro, em especial nas folhas, que em decomposição liberam os oósporos durante o inverno. Na presença de água os oósporos germinam e formam os esporângios que, por sua vez, produzem os zoósporos (KENNELLY et al., 2007).

A infecção primária é causada por estes zoósporos, que podem resistir ao inverno e germinarem na primavera seguinte. De acordo com Zambolim et al. (2002), esta fonte de inóculo tem grande potencial de disseminação da doença, pois em 1 mm<sup>2</sup> de tecido foliar afetado pode ter em média 250 oósporos e, cada macrosporangio pode produzir 60 zoósporos e, assim, o potencial deste inóculo é elevado a 15 mil unidades.

A esporulação dos esporângios, normalmente, ocorre no período noturno, quando há pelo menos quatro horas de escuro, temperaturas amenas e alta umidade relativa do ar (SÔNEGO et al., 2005). Por isso, quando se tem inverno úmido, seguido de primavera também úmida, ocorrem epidemias de míldio (BEDENDO, 2011).

De acordo com Tessmann et al. (2007), em condições favoráveis o fungo pode completar o ciclo em apenas quatro dias. Pode ocorrer vários ciclos secundários da doença (natureza policíclica) determinando a sua intensidade (CARISSE, 2015), com rápido avanço da doença, através da disseminação de inóculos secundários (pelo vento e presença de água, através de respingos que espalham esporângios e zoósporos) para plantas vizinhas e para a própria planta doente (GESSLER et al., 2011).

### **3.2.2 Sintomas**

O míldio é uma doença que afeta todos os órgãos verdes da planta, flores, gavinhas, gemas, bagas, mas em especial as folhas, reduzindo a área fotossinteticamente ativa (MANICA & POMMER, 2006). A interferência no processo fotossintético, de acordo com Dodds et al. (2009) está relacionada com a capacidade do patógeno em obter nutrientes diretamente das células vivas do hospedeiro. Além, de incitar a necrose no tecido foliar, diminuindo ainda mais a área fotossinteticamente ativa. Assim, altos índices de incidência e severidade causam grandes danos à planta (AZIZ et al., 2006).

A ocorrência da doença pode ser observada na face superior da folha, com a presença de manchas pequenas arredondadas com bordos indefinidos e aspecto encharcado. Segundo Bedendo (2011), essas manchas foliares são translúcidas e quando observadas contra a luz do sol apresentam aspecto de encharcamento do mesófilo foliar, denominadas de "manchas óleo". Em correspondência, na face inferior da folha desenvolve-se a colônia fúngica, uma eflorescência esbranquiçada, formada pelas estruturas do patógeno, tais como hifas cenocíticas, esporangióforos e esporângios.

Nas inflorescências infectadas toda a estrutura do cacho é atacada, pedúnculos, pedicelos, botões e bagas. Quando o pedúnculo é afetado pode ocorrer à queda das flores e frutos, pois o micélio do fungo impede a translocação de seiva (AMORIM & KUNIYUKI, 2005).

### **3.2.3 Controle**

Para o controle do míldio recomendam-se técnicas preventivas, entre as quais se destacam o uso de variedades resistentes (BEDENDO, 2011) e cuidados na instalação e manutenção do vinhedo (espaçamento, adubação adequada, solos drenados, etc.) (TESSMANN et al., 2007). Porém, devido à natureza agressiva do míldio, seu controle, geralmente, é feito com o uso de fungicidas no início do manejo da cultura, para controlar as infecções primárias e evitar novas infecções (CARISSE, 2015).

Pela facilidade de aplicação e pelos resultados imediatos, a aplicação de produtos químicos para o controle de doenças ainda é a tecnologia mais utilizada (MANICA e POMMER, 2006), com o uso de diversos fungicidas sintéticos de elevada eficácia preventiva

e/ou curativa (GESSLER et al., 2011), de diferentes grupos químicos, como as estrobilurinas, anilidas, dicarboximidas, acilalinatos, ditiocarbamatos, benzamidas, isoftanitrilas, entre outros (AGROFIT, 2015).

### 3.4 Fungicidas de efeitos fisiológicos

De acordo com Garcia (1999), os fungicidas são produtos químicos capazes de prevenir infecções de tecidos de plantas vivas causados por fungos fitopatogênicos. Podem atuar sobre o patógeno, matando-o ou apenas prevenindo ou inibindo a produção e/ou germinação de esporos. Estes produtos são compostos por duas partes distintas: o princípio ativo (ação do produto) e o ingrediente inerte (veículo diluente). Sua classificação é de acordo com o modo de ação: protetores ou de contato, erradicantes ou sistêmicos.

Quando se intitula uma substância de produto de efeito fisiológico, isto retrata uma ação ‘extra’ do mesmo, a qual promove alterações na fisiologia da planta. Estas alterações fisiológicas podem refletir em ganhos no desenvolvimento, crescimento, produtividade e qualidade de produção da cultura na qual foi aplicado. Plantas tratadas com estes tipos de produtos, mesmo na ausência de fungos patogênicos, apresentam maior produção e vigor em comparação com as plantas não tratadas (informação verbal)<sup>1</sup>. O uso de fungicidas apenas como agente de controle de fitopatógenos tem mudado e muitos estudos têm elucidado a sua ação fisiológica. Segundo Venancio et al. (2003), a partir do lançamento e evolução do grupo químico das estrobilurinas, o conceito de controle de doenças ganha novas perspectivas, pela ação destes produtos sobre a fisiologia das plantas.

As estrobilurinas fazem parte de um grupo de compostos químicos extraídos inicialmente do fungo *Strobilurus tenacellus*, e são usados na agricultura como fungicidas. Estes compostos fazem parte do grupo dos inibidores da quinona oxidase (QoI). As estrobilurinas mais comuns são a azoxistrobina, cresoxim-metílico, picoxistrobina, fluoxastrobina, orizastrobina, dimoxistrobina, piraclastrobina e trifloxistrobina (PARREIRA et al., 2009).

A piraclastrobina é um fungicida do grupo químico das estrobilurinas que apresenta eficácia no controle de doenças como antracnose, ferrugem, míldio, oídio e pinta-preta em

---

<sup>1</sup> Rodrigues, J. D. (Universidade Estadual Paulista (UNESP). Campus de Botucatu. Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA)). Comunicação pessoal, 2015.

diversas culturas de grande importância econômica, como o alho, algodão, batata, cenoura, cebola, melão, melancia, soja, tomate e videira. Em videira é recomendado para controle de míldio (AGROFIT, 2015).

Além de apresentar ação fungicida, as estrobilurinas atuam de forma positiva sobre a fisiologia das plantas, através de aumentos na atividade da enzima nitrato-redutase, nos níveis de clorofila e na redução da síntese de etileno. Tais efeitos contribuem para que as plantas sofram menor estresse no campo, assegurando maior qualidade e rendimento. As estrobilurinas apresentam ação prolongada, considerável resistência à lavagem e perfil toxicológico favorável (TÖFOLI & DOMINGUES, 2007).

A partir dos resultados observados com a aplicação de algumas estrobilurinas, outros fungicidas de grupos químicos diferentes também vêm sendo estudados para identificar possíveis ações fisiológicas. Pertencente à família das carboxamidas e à classe das anilidas, o ingrediente ativo boscalida apresenta ação protetora e sistêmica, atuando sobre a germinação de esporos, alongamento do tubo germinativo, crescimento micelial e esporulação (TÖFOLI, 2004).

O boscalida foi desenvolvido para o controle de oídios, *Alternaria* spp., *Botrytis* spp., *Sclerotinia* spp. e *Monilia* spp., em uma grande variedade de frutíferas e oleráceas (MUELLER & BRADLEY, 2008). Seu modo de ação é através da inibição da respiração celular nas mitocôndrias, interferindo no transporte de elétrons, inibindo a enzima succinato ubiquinona redutase ou no complexo bc2. O crescimento do fungo é inibido pela falta de ATP, fonte de energia essencial nos processos metabólicos dos fungos (RODRIGUES, 2006; BOSCALID, 2007; BASF, 2015). Este princípio ativo também tem sido utilizado para fins de efeitos fisiológicos por, aparentemente, possuir os mesmos efeitos proporcionados por algumas estrobilurinas (TÖFOLI & DOMINGUES, 2007).

O diferencial destas moléculas de fungicidas, é que além da ação fungitóxica, podem promover ganhos fisiológicos à planta através do aumento da atividade da enzima nitrato redutase e de níveis de clorofila, regulação hormonal, permitindo maior resistência a diferentes estresses, maior assimilação de carbono e nitrogênio, com isso melhor qualidade e produtividade (VENANCIO et al., 2003; BASF, 2005).

Os efeitos fisiológicos das estrobilurinas vêm sendo estudados em diferentes culturas. Lima et al. (2009) observaram em estudos com a cultura do milho que a aplicação do fungicida piraclostrobina promoveu efeitos benéficos para a cultura, ocasionando maior



desenvolvimento do dossel vegetativo e incrementando a produtividade de grãos, bem como, o tratamento de sementes com estes produtos e suas combinações, promoveram melhores resultados para as características de área foliar, matéria seca e produtividade.

Kozłowski et al. (2009) ao testarem diferentes estrobilurinas para avaliar os efeitos fisiológicos no crescimento e rendimento do feijoeiro, observaram que os melhores resultados foram obtidos com a aplicação de piraclostrobina. Além do eficiente controle da antracnose, promoveu melhor rendimento de grãos e número de vagens por planta, bem como, as melhores taxas de crescimento absoluto em menor período de tempo ( $0,32 \text{ g dia}^{-1}$ ).

Avaliando o crescimento de duas cultivares de soja submetidas a aplicações de fungicidas, Tsumanuma et al. (2010) relataram que a aplicação de piraclostrobina interferiu no crescimento da cultura, promovendo maior acúmulo de massa de matéria seca e área foliar, além de maior período de manutenção da área fotossinteticamente ativa.

Resultados semelhantes aos de Fagan et al. (2010), que observaram incremento na taxa fotossintética quando aplicado piraclostrobina no estágio fenológico  $R_1$  e  $R_{5,1}$  na cultura da soja, além do aumento da atividade da enzima nitrato redutase foliar, redução da taxa respiratória, aumento na massa de mil grãos e incremento de produtividade.

Em plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, Amaro (2011) verificou que a aplicação de estrobilurinas e boscalida proporcionou efeitos fisiológicos positivos, sendo que esses efeitos ficaram mais evidentes nas plantas enxertadas, onde observou-se maior produção de frutos.

As estrobilurinas azoxistrobina e piraclostrobina promoveram o crescimento das mudas em altura e diâmetro do pseudocaule, além de maior acúmulo de matéria seca da parte aérea em mudas de bananeira. A piraclostrobina também promoveu incremento na área foliar, na atividade da nitrato redutase *in vivo*, teor de clorofila e de nitrogênio foliar total (LIMA et al., 2012).

Ao avaliarem o controle da mancha angular do feijoeiro, Demant e Maringoni (2012) observaram que a pulverização de fungicidas tebuconazole, piraclostrobina, metiram mais piraclostrobina e azoxistrobina proporcionaram melhores níveis de controle da doença e, também, os maiores valores de massa de 100 grãos, com exceção da azoxistrobina para este parâmetro.

A importância de uma maior atividade da enzima nitrato redutase está relacionada com maior absorção, assimilação e utilização do nitrogênio. Segundo Larcher (2006), o

nitrogênio é um dos principais elementos que compõe a biomassa vegetal, formada através da energia e estrutura molecular dos carboidratos através dos processos fotossintéticos e esses, dependente dos compostos nitrogenados, como por exemplo, a clorofila, formando assim, um ciclo de interdependência.

As estrobilurinas quando aplicadas sobre as plantas atuam na ativação da enzima NADH-nitrato redutase, aumentando a assimilação de nitrato e sua posterior incorporação nas moléculas vitais da planta, em especial em pigmentos como a clorofila, proporcionando maior efeito verde (KÖEHLE et al., 1994; YPEMA & GOLD, 1999; BASF, 2005), confirmando o melhor aproveitamento do nitrogênio.

Na cultura da soja, Soares et al. (2011) observaram aumento da atividade da enzima nitrato redutase, maior acúmulo de matéria seca e produtividade com a aplicação de piraclostrobina.

Sirtoli et al. (2011) ao estudaram o efeito fisiológico da aplicação de boscalida em pepineiro japonês, observaram aumento na atividade da enzima nitrato redutase, maior área foliar e massa seca, o que resultou em maior produtividade.

Em trabalho realizado por Amaro (2011), em plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, verificou-se que a aplicação de boscalida mais piraclostrobina aumentou a atividade da enzima nitrato redutase (no início do desenvolvimento) e o índice de clorofila.

Em plantas de melão, o tratamento com boscalida apresentou os melhores índices de clorofila (MACEDO, 2012), enquanto que em plantas de tomate a mistura de boscalida mais piraclostrobina mostrou-se mais eficiente no aumento deste índice (RAMOS, 2013).

Fungicidas de efeitos fisiológicos promovem melhor balanço hormonal, através do aumento nas concentrações de ácido abscísico (ABA), ácido indolilacético e isopentenil-adenina, minimizando os efeitos da senescência e aumentando a longevidade e vigor das plantas (KÖEHLE et al., 1994; YPEMA & GOLD, 1999; BASF, 2005).

Em seus estudos, Grossmann et al. (1999) observaram que a persistência da clorofila nas folhas provocada pela aplicação de estrobilurinas estava relacionada com a redução dos níveis de ACC sintase e etileno, mas também ao aumento da concentração de citocinina e ABA.

As estrobilurinas melhoram o metabolismo do nitrogênio e inibem a síntese do etileno, além de retardar o amarelecimento das folhas pela degradação da clorofila, atrasando assim, a senescência (DUNNE, 2005). Outro efeito promissor é a redução na produção de etileno, que

retarda a senescência das folhas, aumentando o período que a planta permanece com a fotossíntese ativa (VENANCIO et al., 2003; FAGAN et al., 2010), conseqüentemente, repercutindo em aumentos significantes no rendimento das culturas.

Avaliando os efeitos da aplicação de estrobilurina, boscalida, reguladores e extratos vegetais na qualidade de frutos de tomateiro, Ramos et al. (2013) verificaram que o tratamento com a mistura de piraclostrobina e boscalida apresentou valores superiores de textura do fruto indicando fruto mais firme e com melhor conservação pós-colheita, bem como menor porcentagem de perda de massa, ao longo do tempo de avaliação. Portanto, a aplicação de piraclostrobina associado à boscalida melhorou a conservação pós-colheita de frutos de tomate neste estudo. Destacando mais um efeito positivo do uso de produtos que promovem efeitos fisiológicos.

De acordo com Venancio et al. (2003), alguns estudos demonstram que o tratamento com fungicida induz a formação de óxido nítrico (NO), o que pode explicar os vários efeitos fisiológicos da piraclostrobina, supondo que seu principal modo de ação em plantas é a inibição parcial e transitória da cadeia respiratória nas mitocôndrias. Com isso, segundo Glaab e Kaiser (1999), esta inibição ativa a via oxidase alternativa (AOX), diminuindo os níveis celulares de ATP, enquanto no citossol aumenta a concentração de  $H^+$ , resultando na ativação da NADH-nitrato redutase (NR).

A ativação da NR resulta, transitoriamente, em um aumento dos níveis de nitrito, o que melhora o crescimento das plantas quando a assimilação de nitrogênio é um limitador (YAMASAKI & SAKIHAMA, 2000). Sugere-se que o óxido nítrico pode inibir a atividade das enzimas ACC- sintase e ACC-oxidase, na biossíntese de etileno; também estando relacionado com mecanismos de tolerância das plantas ao estresse (LESHEM et al., 2000), com a sinalização intimamente ligada ao ácido salicílico (DUMER et al., 1998) e com os efeitos fisiológicos já descritos.

O ambiente desfavorável e as condições de estresse biótico e abiótico podem estimular a formação de radicais livres nas plantas, especialmente as espécies reativas de oxigênio que aumentam o potencial oxidativo de tecidos de plantas, podendo causar as manchas fisiológicas, uma espécie de doença abiótica, que provocam grandes perdas de produtividade (WU & VON TIEDEMANN, 2002).

Quando resistentes, as plantas respondem ao estresse oxidativo com o aumento da atividade de enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase (SOD), catalases (CAT) e

peroxidases (POD). Plantas tratadas com fungicidas como a piraclostrobina podem apresentar maior atividade enzimática de tais enzimas antioxidativas, o que pode contribuir para a tolerância aos diferentes estresses (LARSON, 1997; VENANCIO et al., 2003).

Com a aplicação de estrobilurinas na cultura do trigo, Wu e Von Tiedemann (2001) observaram que ocorreu atraso do processo de senescência das folhas e houve estímulo da atividade da SOD e POD, retardando a produção de superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ), protegendo a planta do estresse.

Em plantas de pepino japonês enxertado e não enxertado, Amaro (2011), verificou que a aplicação de estrobilurinas e boscalida aumentou a atividade do sistema antioxidativo nas plantas enxertadas no início da produção dos frutos, resultando em maior atividade da SOD, CAT e POD.

Trabalho realizado por Macedo (2012) em plantas de melão, também mostrou forte ação desses produtos na atividade de enzimas antioxidantes, tendo sido determinadas as atividades da superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD), evidenciando ação antiestresse nas plantas tratadas.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT. In: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> ACESSO em: 05/09/2015.
- AMARO, A.C.E. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, cultivadas em ambiente protegido.** 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- AMORIM, L.; KUNIYUKI, H. Doenças da videira. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas.** v.2, 4.ed., São Paulo: Agronômica Ceres, 2005, p. 639-651.
- AZIZ, A.; TROTEL-AZIZ, P.; DHUICQ, L.; JEANDET, P.; COUDERCHET, M.; VERNET, G. Chitosan oligomers and copper sulfate induce grapevine defense reactions and resistance to gray mold and downy mildew. **Phytopathology**, v. 96, n. 11, p. 1188-1194, 2006.
- BASF. F500 O fungicida Premium. **Boletim Técnico**, São Bernardo do Campo: Basf, 2005. 35p.
- BASF. In: Fungicida Cantus®. 2014. Disponível em: <[http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt\\_BR/content/APBrazil/solutions/fungicidas/fungicidas\\_product/CANTUS](http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt_BR/content/APBrazil/solutions/fungicidas/fungicidas_product/CANTUS)>. Acesso em: 03/08/2015.
- BEDENDO, I.P. Míldios. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; FILHO, A.B. **Manual de fitopatologia.** 4 ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011.
- BOSCALID: well worth minding. **Crop Protection**, Guildford, p. 26-27, 2007.
- CAMARGO, U.A. **‘Isabel Precoce’: Alternativa para a viticultura brasileira**, Bento Gonçalves-RS: EMBRAPA UVA e VINHO, 2004.6p. (EMBRAPA. Boletim Técnico, 6).
- CAMARGO, U.A.; MAIA, J.D.G.; RITSCHER, P. **Embrapa uva e vinho novas culturas brasileiras de uva.** Embrapa Uva e vinho, 2010. 64p.
- CAMARGO, U.A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 144-149, 2011.
- CARISSE, O. Development of grape downy mildew (*Plasmopara viticola*) under northern viticulture conditions: influence of fall disease incidence. **European Journal of Plant Pathology**, p. 1-11, 2015.
- DEMANT, L.A.D.; MARINGONI, A.C. Controle da mancha angular do feijoeiro com uso de fungicidas e seu efeito na produção das plantas. **Idesia (Arica)**, v. 30, n. 2, p. 93-100, 2012.
- DODDS, P. N., RAFIQI, M., GAN, P. H., HARDHAM, A. R., JONES, D. A., & ELLIS, J. G. Effectors of biotrophic fungi and oomycetes: pathogenicity factors and triggers of host resistance. **The New Phytologist**, v. 183, n. 4, p. 993-1000, 2009.
- DUMER, J.; WENDEHENNE, D.; KLESSIG, D. F. Defense gene induction in tobacco by nitric oxide, cyclic GMP, and cyclic ADP-ribose. **Proceedings of the National Academy of Sciences.**, v. 95, n. 17, p. 10328-10333, 1998.
- DUNNE, B. Strobilurin use on cereals. **Crop Protection**, v. 23, p. 17-20, 2005.

- FAGAN, E.B.; NETO, D.D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R.B.; YEDA, M.P.; MASSIGNAM, L.F.; OLIVEIRA, R.F.D.; MARTINS, K.V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 771-777, 2010.
- GARCIA, A. **Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos**. Rondônia: Porto Velho: EMBRAPA-CPAF, 1999. 32 p. (Documento, 46).
- GESSLER, C.; PERTOT, I.; PERAZZOLLI, M. *Plasmopara viticola*: a review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. **Phytopathologia Mediterranea**, v. 50, n. 1, p. 3-44, 2011.
- GLAAB, J.; KAISER, W. M. Increased nitrate reductase activity in leaf tissues after application of the fungicide Kresoxim-methyl. **Planta**, v. 207, n. 3, p. 442-448, 1999.
- GOMES, E.C.S.; LEITE, R.P.; SILVA, F.J.A.; CAVALCANTI, L.S.; NASCIMENTO, L.C.; SILVA, S.M. Manejo do míldio e ferrugem em videira com indutores de resistência: produtividade e qualidade pós-colheita. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, n. 5, p. 332-335, 2011.
- GROSSMANN, K.; KWIATKOWSKI, J.; CARPAR, G. Regulation of phytohormone levels, leaf senescence and transpiration by the strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Journal of Plant Physiology**, v. 154, n. 5, p. 805-808, 1999.
- HARDHAM, A.R. Cell biology of plant–oomycete interactions. **Cellular Microbiology**, v. 9, n.1, p. 31-39, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**. v. 29 n.1, fevereiro, Rio de Janeiro, 2015, p. 1-83.
- KENNELLY, M.M.; GADOURY, D.M.; WILCOX, W.F.; MAGAREY, P.A. & SEEM, R.C. Primary infection, lesion productivity, and survival of sporangia in the grapevine downy mildew pathogen *Plasmopara viticola*. **Phytopathology**, v. 97, p. 512-522, 2007.
- KISHINO, A.Y. Características da planta. In: KISHINO, A.Y.; CARVALHO, S.L.C.; ROBERTO, S.R. (Eds). **Viticultura tropical: o sistema de produção do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2007, 366p.
- KISHINO, A.Y.; ROBERTO, S.R. Variedades-copa e porta-enxerto. In: KISHINO, A.Y.; CARVALHO, S.L.C.; ROBERTO, S.R. (Eds). **Viticultura tropical: o sistema de produção do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2007, 366p.
- KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of strobilurin fungicide F 500 on plants. **Biochemical Society Transactions**, v. 22, n. 65, 1994.
- KOZLOWSKI, L.A.; SIMÕES, D.F.M.; SOUZA, C.D.de.; TRENTO, M. Efeito fisiológico de estrobilurina F 500® no crescimento e rendimento do feijoeiro. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 7, n. 1, p. 41-54, 2009.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 550p.
- LARSON, R.A. **Naturally occurring antioxidants**. CRC Press LLC, Boca Raton, New York, 1997.

- LESHEM, Y.; HUANG, J-S.; TZENG, D. D-S.; CHOU, C-E. **Nitric Oxide in Plants**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2000.
- LIMA, A.D.S.; REFFATTI, M.T.N.; JUNCOS, M.C.; BURBULHAN, T.; MARTIKOSKI, L. Efeito fisiológico de fungicida pyraclostrobin e tratamento de sementes na cultura do milho. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 2, n. 3, p. 113-120, 2009.
- LIMA, J.D.; MORAES, W.da S.; SILVA, S.H.M.-G.da. Respostas fisiológicas em mudas de banananeira tratadas com estrobilurinas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 77-86, 2012.
- MACEDO, A.C. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido**. 2012. 66f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- MANICA, I.; POMMER, C.V. **Uva: do plantio a produção, pós-colheita e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. 185p.
- MUELLER, D.S.; BRADLEY, C.A. **Field crop fungicides for the north central United States**. Agricultural Experiment Station, Iowa State University, 2008.
- PARREIRA, D.F.; NEVES, W.dos.S.; ZAMBOLIM, L. Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. **Revista Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, p. 24-34, 2009.
- POMMER, C.V.; MAIA, M. Introdução: Origens da videira e da viticultura In: POMMER, C. V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 11-35.
- RAMOS, A.C. **Produtos de efeitos fisiológicos no desenvolvimento de plantas de tomate ‘Giuliana’, na produção e pós-colheita de frutos**. 2013. 143f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- RAMOS, A.R.P.; AMARO, A.C.E.; MACEDO, A.C.; SUGAWARA, G.S.de.A.; EVANGELISTA, R.M.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O. Qualidade de frutos de tomate ‘giuliana’ tratados com produtos de efeitos fisiológicos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3543-3552, 2013.
- REYNIER, A. **Manual de viticultura**. 3 ed. Portugal: Euroagro, Publicações Europa-América, LDA, 2004, 424 p
- RODRIGUES, M.A.T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC**. 2006. 249 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- SILVA, P.C.G.; CORREIA, R.C.; SOARES, J.M. Histórico e Importância Socioeconômica. In: **A Vitivinicultura no semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. p. 19-34.
- SIRTOLI, L.F.; RODRIGUES, J.D.; GOTO, R. Efeito fisiológico do fungicida boscalida na atividade da nitrato redutase e nas características fitotécnicas de pepineiro japonês enxertado e não enxertado. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 10, n. 3, p. 58-69, 2011.

SOARES, L.H.; FAGAN, E.B.; CASAROLI, D.; ANDRADE, D.M.de.; SOARES, A.L.; MARTINS, K.V.; ROCHA, F.J.da. Aplicação de diferentes estrobilurinas na cultura da soja. **Revista da FZVA**, v. 18, n. 1, p. 78-97, 2011.

SÔNEGO, O.R.; GARRIDO, L.da.R.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. **Principais doenças fúngicas da videira no Sul do Brasil**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, 2005, 32p.

TESSMANN, D.J.; VIDA, J.B.; GENTA, W.; KISHINO, A.Y. Doenças e seu manejo. *In*: KISHINO, A.Y.; CARVALHO, S.L.C.; ROBERTO, S.R. (Eds). **Viticultura tropical: o sistema de produção do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2007, 366p.

TÖFOLI, J.G. **Pinta preta - uma ameaça constante aos cultivos da batata e do tomate**. 2004. Disponível em: < [http://www.biologico.sp.gov.br/artigos\\_ok.php?id\\_artigo=13](http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=13) >. Acesso em: 03/08/2015.

TÖFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J. **Severa pinta preta**. 2007. Disponível em: < [http://www.biologico.sp.gov.br/artigos\\_ok.php?id\\_artigo=59](http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=59) >. Acesso em: 03/08/2015.

TSUMANUMA, G.M.; CARVALHO, S.J.P.de.; FANCELLI, A.L.; BERNARDES, M.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E. Crescimento de dois cultivares de soja submetidos a aplicações de herbicidas e fungicidas. **Revista Ceres**, v. 57, n. 6, p. 742-750, 2010.

VENANCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L.de. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **UEPG - Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 9, n. 3, p. 59-68, 2003.

WU, Y.X.; VON TIEDEMANN, A. Physiological effects of azoxystrobin and epoxiconazole on senescence and the oxidative status of wheat. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 71, n. 1, p. 1-10, 2001.

WU, Y.X.; VON TIEDEMANN, A. Evidence for oxidative stress involved in physiological leaf spot formation in winter and spring barley. **Phytopathology**, v. 92, n.2, p. 145-155, 2002.

YAMASAKI, H.; SAKIHAMA, Y. Simultaneous production of nitric oxide and peroxy nitrite by plant nitrate reductase: in vitro evidence for the NR-dependent formation of active nitrogen species. **Fibs Letters**. v. 468, n. 1, p.89-92, 2000.

YPEMA, H.L.; GOLD, R.E. Kresoxym-methyl modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, n. 1, p. 4-19, 1999.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H. (Eds). **Controle de doenças de plantas: fruteiras**. Viçosa, 2002, 638p.



## 5. CAPÍTULO I – Controle de míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce com estrobilurinas e boscalida

**Downy mildew control on vine cuttings cv. Isabel Precoce with strobilurins and boscalid.**

### **Resumo**

O desenvolvimento saudável e a produtividade da videira dependem do manejo adequado de doenças, como o míldio, umas das principais doenças que danifica todos os órgãos verdes da planta. O uso de fungicidas ainda é um dos métodos mais utilizados para o controle de doenças de plantas. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fungicidas no controle do míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce em casa de vegetação. O experimento foi realizado na safra 2014-2015, em área experimental e laboratório de Fitopatologia do Departamento de Agronomia, do *Campus Cedeteg* da Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava (PR). Os tratamentos avaliados foram: 1- testemunha (H<sub>2</sub>O); 2- testemunha (H<sub>2</sub>O) e inoculação do patógeno; 3- boscalida (75 g ha<sup>-1</sup> de i.a.); 4- piraclostrobina (100 g ha<sup>-1</sup> de i.a.); 5- boscalida (100 g ha<sup>-1</sup> de i.a.) mais cresoxim-metílico (50 g ha<sup>-1</sup> de i.a.); e 6- metiram (1100 g ha<sup>-1</sup> de i.a.) mais piraclostrobina (100 g ha<sup>-1</sup> de i.a.). A incidência e severidade do míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce foram avaliadas a cada dois dias, após o surgimento dos primeiros sintomas nas folhas, sob condições de infecção através de inoculação. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento. Foram realizadas 18 avaliações de severidade da doença e submetidas à análise estatística multivariada e análise de discriminante. As curvas de progresso para incidência e severidade de cada tratamento foram plotadas e comparadas por meio das variáveis epidemiológicas de tempo para atingir a máxima incidência e severidade da doença, início do aparecimento dos sintomas, valor máximo da incidência e severidade da doença e áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A análise de discriminante permitiu a seleção de dez avaliações de severidade possibilitando a distinção de seis classes de tratamentos, as quais formaram três grupos distintos. A aplicação dos diferentes fungicidas promoveu redução tanto da área abaixo da curva de progresso da incidência da doença (AACPID) quanto da área abaixo da curva de progresso da severidade da doença (AACPSD) em relação à testemunha inoculada. Os fungicidas boscalida, boscalida + cresoxim-metílico, piraclostrobina e metiram +

piraclostrobina reduziram estes valores em 73,6%, 65,3%, 79,3% e 96,2% para AACPID e em 43,5%, 60,0%, 39,5% e 86,7% para AACPSD, respectivamente, em relação à testemunha inoculada. Também foram constatadas diferenças significativas em relação às variáveis epidemiológicas temporais. A análise de componentes principais (ACP) foi capaz de identificar e classificar em três distintos grupos os diferentes tratamentos utilizados para o controle de *Plasmopara viticola* em mudas de videiras cv. Isabel Precoce. O fungicida metiram + piraclostrobina se destacou como o melhor tratamento para o controle de míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce, seguido de boscalida mais kresoxim-metílico.

Palavras-chave: *Vitis labrusca*, míldio da videira, fungicidas, severidade, incidência.

### **Abstract**

A healthy growth and productivity of vine cuttings is dependent upon an adequate handling of diseases, such as powdery downy mildew, an important disease that damage plant's all green organs. The fungicide usage, as of now, still is the most used method to control of plant diseases. Thus, this study aimed to evaluate the effects of distinct types of fungicide to control downy mildew on vine cuttings cv. Isabel Precoce under greenhouse condition. This experiment was done in the period of 2014-15, at an experimental area at the Agronomy Department of Phytopathology laboratory at West Central State University, in the city of Guarapuava, PR. Treatments evaluations were as follow: 1 – control (H<sub>2</sub>O); 2 – control (H<sub>2</sub>O) and pathogen inoculation; 3 – Buscalid (75 g ha<sup>-1</sup>); 4 – pyraclostrobin) 100 g ha<sup>-1</sup>); 5 – Buscalid (100 g ha<sup>-1</sup>) plus kresoxim-methyl (50 g ha<sup>-1</sup>); 6 - metiram (1100 g ha<sup>-1</sup> of i.a.) plus pyraclostrobin (100 g ha<sup>-1</sup>). The incidence and severity of downy mildew on Isabel Precoce vine cuttings were evaluated every two days, right after the first symptoms were observed by means of inoculation. The experimental design was entirely causal with a four repetition treatment. Eighteen evaluations were done for severity evaluation and submitted to a multivariate statistical analysis, as well as to a discriminant analysis. Progress curves for the incidence and severity of each treatment were plotted and compared through epidemiologic variables of time in order to get a maximum incidence value and disease severity as well as all areas below the progress curve (ABPC). Discriminant analysis allowed the selection of ten types of severity evaluations which allowed six types of treatments, which formed three distinct groups. The use of six distinct fungicides caused both on the area under the progress

curve for disease incidence (AUPCDI) and at area under the incidence curve for disease severity (AUCDS) reduction related to an inoculated control. Boscalid, boscalid + kresoxim-methyl, pyraclostrobin and metiram + pyraclostrobin reduced these values to 73.6%, 65.3%, 79.3% e 96.2% for AUPCDI and 43.5%, 60.0%, 39.5% e 86.7% for AUCDS, respectively, in relation to the inoculated control. Also, significant differences were found in relation to temporal epidemiological variables. Principal component analysis (PCA) identified and classified in three distinct groups whose treatments were used for *Plasmopara viticola* control on vine cuttings cv. Isabel Precoce. Fungicide metiram + pyraclostrobin was the best choice as a treatment to control downy mildew on vine cuttings cv. Isabel Precoce, followed by boscalid plus kresoxim-methyl.

Keywords: *Vitis labrusca*, vine downy mildew, fungicides, severity, incidence.

## **Introdução**

A videira (*Vitis* sp.) é considerada uma das plantas mais antigas cultivadas pelas civilizações, de grande importância econômica e social (KISHINO, 2007). É uma cultura tradicional nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do país (SILVA et al., 2009), que depende de manejo adequado de vários fatores, principalmente, o controle de doenças. O míldio, doença causada pelo oomiceto *Plasmopara viticola* (Berkeley & M.A. Curtis) Berlese & De Toni, é responsável pelos maiores danos à viticultura no Sul do Brasil, assim como em outras regiões vitícolas do mundo (ANGELOTTI et al., 2014).

Patógeno biotrófico a *Plasmopara viticola* (DODDS et al., 2009), danifica todas as partes verdes da planta resultando em perda de produtividade, por reduzir a superfície fotossintética e inibir a translocação de assimilados (AZIZ et al., 2006). Seu desenvolvimento ocorre em condições de temperatura amenas e alta umidade relativa (SÔNEGO et al., 2005). O míldio da videira é uma doença policíclica (GESSLER et al., 2011), apresentando reprodução assexuada e sexuada, fatores que determinam sua intensidade e severidade (KENNELLY et al., 2007).

Devido a alta virulência da doença, seu controle, geralmente, é feito com o uso de fungicidas no início do manejo da cultura, para controlar as infecções primárias e evitar novas infecções (CARISSE, 2015). Segundo Zambolim et al. (2002), o míldio da videira foi uma das primeiras doenças a ser controlada com o uso de fungicidas, que consiste essencialmente

em uma variedade de fungicidas sintéticos com elevada eficácia preventiva e/ou curativa (GESSLER et al., 2011), de diferentes grupos químicos, como as estrobilurinas, anilidas, dicarboximidas, acilalinatos, ditiocarbamatos, benzamidas, isoftanitrilas, entre outros (AGROFIT, 2015).

Fungicidas sistêmicos, como as estrobilurinas e anilidas, penetram nos tecidos vegetais, com isso apresentam maior especificidade e fungitoxidez, translocação, proteção curativa, além do uso de menores doses e número de pulverizações e menor fitotoxidez e contaminação (BORTOLINI & GHELLER, 2012). As estrobilurinas constituem o grupo químico de fungicidas inibidores da quinona oxidase (QoI). A ação desses fungicidas ocorre na inibição da cadeia respiratória no complexo III (BASF, 2015d). As estrobilurinas mais comuns são a azoxistrobina, cresoxim-metílico, picoxistrobina, fluoxastrobina, orizastrobina, dimoxistrobina, piraclostrobinina e trifloxistrobina (PARREIRA et al., 2009).

Já os fungicidas do grupo das anilidas apresentam como mecanismo de ação a inibição da enzima succinato ubiquinona redutase no complexo II na cadeia de transporte de elétrons no lado interno da membrana, sendo o crescimento do fungo inibido pela falta de ATP (BOSCALID, 2007; BASF, 2015b). Pertencente à classe das anilidas, o princípio ativo boscalida tem ação protetora e sistêmica, atuando sobre a germinação de esporos, alongamento do tubo germinativo, crescimento micelial e esporulação (TÖFOLI, 2004).

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o controle de míldio em mudas de videiras cv. Isabel Precoce tratadas com boscalida, piraclostrobinina, boscalida mais cresoxim-metílico e metiram mais piraclostrobinina.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na safra 2014-2015, em área experimental (casa de vegetação) e laboratório de Fitopatologia do Departamento de Agronomia, do *Campus Cedeteg* da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, no município de Guarapuava (PR). Foram monitoradas as condições climáticas de temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%), durante todo o período de condução do experimento.

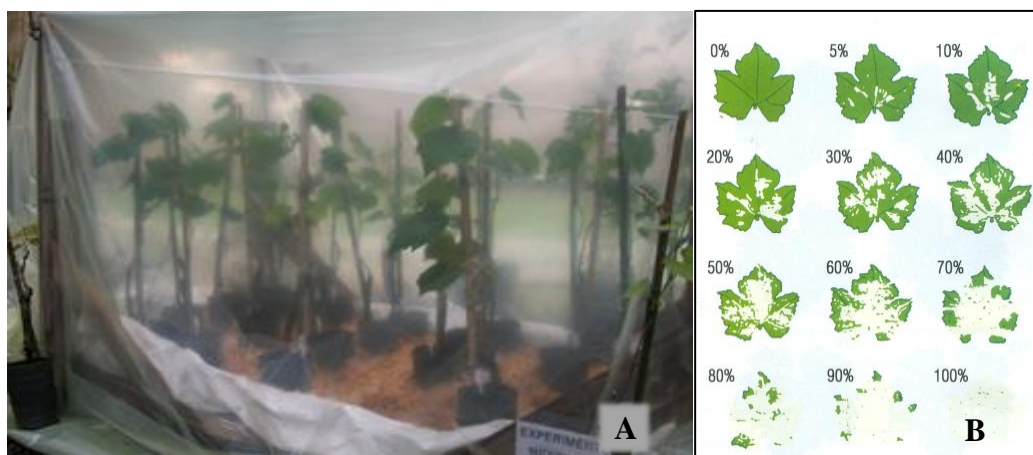
Mudas de videira cv. Isabel Precoce (*Vitis labrusca* L.) enxertadas sobre o porta-enxerto ‘Paulsen 1103’, plantadas em vasos de 2 L preenchidos com substrato comercial composto por casca e serragem de pinus, cinza, esterco e cama de aves, fibra recuperada (fibra de papel), vermiculita expandida, carvão vegetal, fibra de coco e enriquecido com

macronutrientes foram acondicionadas em casa de vegetação sob irrigação por aspersão. As mudas foram podadas em 18 de dezembro de 2014 deixando-se quatro gemas viáveis. Após a brotação (início na primeira semana de janeiro de 2015), foi selecionada a brotação mais vigorosa e as demais foram eliminadas, conduzindo-se apenas um ramo em cada planta.

Os tratamentos testados foram: TEST– testemunha (H<sub>2</sub>O); TEST + INOC– testemunha (H<sub>2</sub>O) e inoculação do patógeno; BOSC– boscalida a 75 g ha<sup>-1</sup> de i.a.; PIRA– piraclostrobina a 100 g ha<sup>-1</sup> de i.a.; BOSC + CRE– boscalida a 100 g ha<sup>-1</sup> de i.a. + cresoxim-metílico a 50 g ha<sup>-1</sup> de i.a.; e ME + PIRA– metiram a 1100 g ha<sup>-1</sup> de i.a. + piraclostrobina a 100 g ha<sup>-1</sup> de i.a. A aplicação dos tratamentos iniciou-se quando todas as plantas apresentavam três folhas completamente expandidas. A primeira aplicação ocorreu aos 45 dias após a poda das mudas e as demais, em intervalos de 15 dias (16/fev; 4/mar; 20/mar), totalizando quatro aplicações. As aplicações dos tratamentos foram realizadas via foliar com o uso de pulverizador manual de CO<sub>2</sub> pressurizado, com pressão de 0,3 kgf cm<sup>-2</sup> e bicos cônicos com vazão de 200 L ha<sup>-1</sup>.

Após 24 horas da primeira aplicação dos tratamentos (2/fev), todas as plantas, com exceção do tratamento TEST (testemunha sem inoculação), foram inoculadas, com suspensão de zoósporos de *P. viticola*. Para obtenção do inóculo, folhas de videira contaminadas com míldio, provenientes de pomar da região de Guarapuava-PR foram imersas e raspadas em água destilada esterilizada com Tween 80, para facilitar a coleta dos zoósporos. Após este procedimento, foi calibrado o número de zoósporos em câmara de Neubauer para aproximadamente 1 x 10<sup>6</sup> zoósporos mL<sup>-1</sup>. Após a inoculação, as plantas foram incubadas em câmara úmida (Figura 1 A) por um período de 24 horas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições, sendo uma muda por vaso, compondo uma parcela experimental.

A incidência e a severidade foram avaliadas ao surgimento dos primeiros sintomas, que ocorreu 11 dias após a inoculação. As avaliações foram realizadas em cinco folhas previamente identificadas, em cada planta, por três avaliadores, em intervalos de 72 horas. Foram realizadas 18 avaliações de incidência e severidade no período de 13 de fevereiro a 5 de abril. A incidência foi calculada pela porcentagem das folhas com pelo menos uma lesão, em relação ao número total avaliado. Para a avaliação da severidade foi utilizada a escala diagramática de Azevedo (1997) (Figura 1B).



**Figura 1.** Estrutura montada após inoculação do patógeno para o período de incubação de 24 horas (A) e Escala diagramática para a avaliação do míldio em videira expressa pela porcentagem de área lesionada (B). Guarapuava, PR, 2015.

Com os dados obtidos das avaliações da doença foram plotadas curvas de progresso da incidência e da severidade para cada tratamento e a epidemia foi comparada em relação ao: início do aparecimento dos sintomas (IAS) (dias); tempo para atingir a máxima incidência e severidade da doença (TAMID e TAMSD) (dias); valor máximo da incidência ( $I_{max}$ ) (%) e severidade ( $S_{max}$ ) (%); área abaixo da curva de progresso da incidência da doença (AACPID) e da severidade da doença (AACPSD). Para o cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso de Doença (AACPD) utilizou-se a Eq. 1:

$$AACPD = \sum \left( \frac{Y_i + Y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) \quad \text{equação (1)}$$

Na qual, Y representa a intensidade (incidência e severidade) da doença, t o tempo e i o número de avaliações no tempo (CAMPBELL & MADDEN, 1990).

Adotou-se a fórmula de Abbott (1925) para o cálculo da eficiência agrônômica, ou seja, Eficiência (E%) =  $t-p/t*100$ , onde t é a infestação nas testemunhas e p é a infestação na parcela tratada.

As matrizes das variáveis dependentes provenientes pelos dados da amostragem dos indivíduos foram utilizadas para a análise estatística univariada. Neste conjunto de dados foram realizados os testes de normalidade por Shapiro-Wilk e homogeneidade de variância por Cochran C, antes de cada teste estatístico paramétrico e análise de variância (ANOVA) e as médias também foram compradas pelo teste Tukey, ambos, ao nível de 5% de significância.

A análise estatística multivariada e análise de discriminante (AD) foram realizadas também sobre o conjunto de dados da avaliação de severidade. As avaliações selecionadas foram as realizadas nos dias 13 e 19 de fevereiro, 12, 15, 18, 21, 24, 27 e 30 de março e 5 de abril. Estas avaliações compuseram os atributos selecionados para a análise de discriminante. Estes atributos foram submetidos à análise de homogeneidade de variância pelo teste Cochran C e normalidade de dados pelo teste Kolmogorov-Smirnov e estes pressupostos foram atendidos para a realização da AD. O método escolhido para AD foi o do *stepwise*.

A estatística de lambda ( $\lambda$ ) de Wilks expressa a relação entre a variação intragrupos e a variância total e pode ser calculada em função dos autovalores. O poder discriminante dos atributos pode ser medido em função da estatística de lambda de Wilks. Os valores podem oscilar entre  $0 < \Delta \leq 1$  e quanto maior for o poder discriminatório do atributo, menor será o seu índice. Os 10 atributos selecionados apresentaram lambda de Wilks,  $\Delta < 0,0001$  e, portanto, sendo todos estes incluídos no modelo de AD.

A seleção das funções discriminantes foi feita baseada nos critérios: percentagem Relativa dos Autovalores ( $\lambda$ ), Coeficiente de Correlação Canônica (R), Wilks Lambda ( $\Lambda$ ) e Qui-quadrado ( $X^2$ ). As funções discriminantes ajustadas foram utilizadas para a construção do mapa territorial dos agrupamentos.

Os dados da incidência, severidade e progresso da doença causada pelo míldio foram analisados por análise de componentes principais (ACP). Inicialmente os cinco atributos, que apresentaram dados completos em todos os tratamentos; IAS, I<sub>max</sub>, TAMID, S<sub>max</sub> e TAMSD foram analisados por análise de fator (dados não mostrados). Todos os testes estatísticos foram realizados utilizando o software Genes (CRUZ, 2013).

## **Resultados e Discussão**

O teste de severidade foi realizado para avaliar a expansão da doença no decorrer do tempo. A análise de discriminante foi realizada, primeiramente com todas as avaliações, porém das 18 avaliações realizadas entre o período de 13 de fevereiro a 5 de abril, somente 10 avaliações foram utilizadas para a análise de discriminante (AD), por terem apresentado o melhor padrão de discriminação entre os tratamentos.

O modelo discriminante desenvolvido com duas funções lineares apresentou 79,17% (Tabela 1) de classificações corretas das parcelas nos seis tratamentos aplicados em mudas de

videira para o controle de míldio. Os tratamentos testemunha, testemunha com inóculo e o tratamento com metiram + piraclostrobina apresentaram 100% de classificações corretas. Os tratamentos com boscalida e cresoxim-metílico apresentaram 75% de classificação correta e os tratamentos com boscalida e piraclostrobina apresentaram 50% de classificações corretas.

**Tabela 1.** Matriz de classificação para análise discriminante para os tratamentos com fungicidas em mudas de videira cv. Isabel Precoce. Guarapuava, PR, 2015.

Grupo	Número de Casos	Porcentagem correta de acertos	TEST				BOSC		ME
			TEST	+ INOC	BOSC	PIRA	+ CRE	+ PIRA	
TEST	4	100,00	4	0	0	0	0	0	
TEST + INOC	4	100,00	0	4	0	0	0	0	
BOSC	4	50,00	0	0	2	1	1	0	
PIRA	4	50,00	0	0	1	2	1	0	
BOSC + CRE	4	75,00	0	0	0	0	3	1	
ME + PIRA	4	100,00	0	0	0	0	0	4	

Total geral de classificações corretas 79,17%

Tratamentos testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA).

A primeira função discriminante explica 98,20% da variância total envolvida no modelo, com correlação canônica de 99,98%. A segunda função explica apenas 1,75% da variância, mas apresenta correlação canônica de 99,36% (Tabela 2). Ambas as funções apresentam lambda de Wilks menor que 0,005 e, portanto, são importantes para a classificação dos grupos analisados.

**Tabela 2.** Estatística das funções do modelo discriminante para amostras de mudas de videira cv. Isabel Precoce tratadas com diferentes fungicidas. Guarapuava, PR, 2015.

Função	Variância	Correlação canônica	Remoção Função	Wilk's Lambda	Qui-quadrado	GL	Significância
1	98,20	0,9998	0	0,000001	205,55	50	0,000000
2	1,75	0,9936	1	0,004867	79,88	36	0,000036

Para uma classificação de novas amostras nas classes da intensidade de severidade do oomiceto *P. viticola* em experimentos com mudas de videira cv. Isabel Precoce pode-se utilizar as funções de classificação de Fisher (Tabela 3).



**Tabela 3.** Funções de Fisher para representar a distribuição das amostras de mudas de videira cv. Isabel Precoce tratadas com diferentes fungicidas para o controle de míldio. Guarapuava, PR, 2015.

Atributos	TEST	TEST + INOC	BOSC	PIRA	BOSC + CRE	ME + PIRA
5-Apr	233,87	216,33	-0,48	-0,29	-0,99	0,12
18-Mar	-95,55	-110,55	-0,91	-1,59	-2,65	-0,22
27-Mar	-115,31	-42,86	-0,15	2,82	2,64	-1,05
12-Mar	10,55	-18,88	0,13	-0,80	-1,37	0,34
21-Mar	-155,95	-177,39	1,19	0,88	1,19	0,42
24-Mar	116,25	143,01	-0,19	0,39	1,09	-0,20
19-Feb	-177,24	-236,29	2,37	-1,59	-0,73	1,11
13-Feb	210,58	280,86	-2,76	3,11	0,59	-1,68
15-Mar	-95,81	-109,56	1,22	0,08	1,72	0,63
30-Mar	92,23	84,42	-0,31	-1,27	-1,25	0,18
Constante	-6.669,73	-8.178,48	-4,52	-6,39	-5,44	-1,97

Tratamentos testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA).

Neste estudo, duas funções discriminantes foram suficientes para as classificações das amostras em seus respectivos grupos (Tabela 4). A função discriminante 1 denota maiores escores para as avaliações nas datas de 21 de março até 5 de abril. A função discriminante 2 envolve, principalmente, os níveis de severidade avaliados nas datas de 27 e 30 de março.

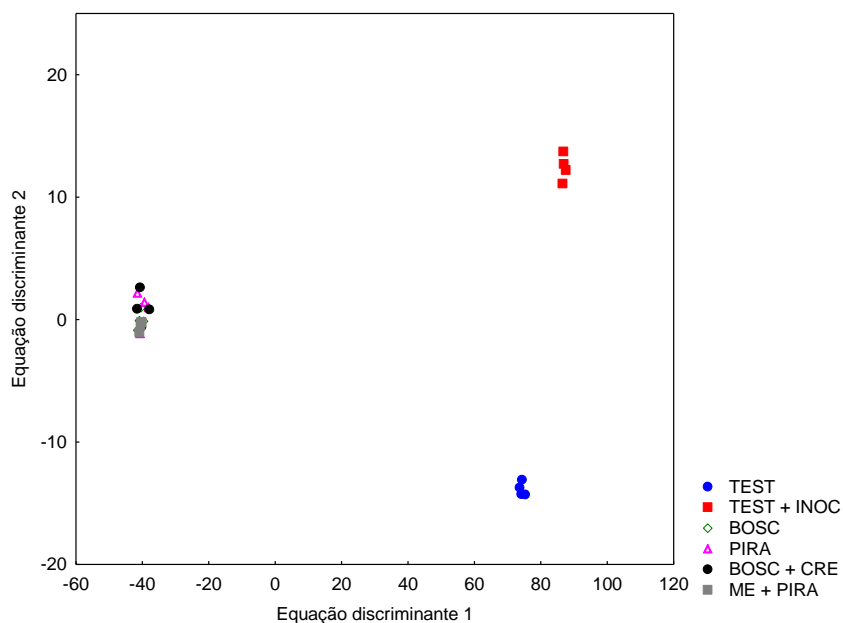
**Tabela 4.** Correlações entre as variáveis e as funções discriminantes das amostras de mudas de videira cv. Isabel Precoce tratadas com diferentes fungicidas para o controle de míldio. Guarapuava, PR, 2015.

		Variáveis									
		5/Abr	30/mar	27/mar	24/mar	21/mar	18/mar	15/mar	12/mar	13/Fev	19/Fev
Funções	1	0,07642	0,06011	0,05125	0,04077	0,03013	0,01796	0,01359	0,00706	0,0025	0,00102
	2	0,07362	0,11315	0,12316	0,09147	0,08025	0,06971	0,08569	0,06545	0,07981	0,08159

De maneira geral, a severidade no decorrer das avaliações foi se tornando mais intensa. Este fato era de se esperar, pois com o passar do tempo, o oomiceto *P. viticola* se multiplica e acarreta maior dano nas folhas de videira. Uma epidemia de míldio é desencadeada por infecções primárias, que uma vez iniciada, envolve repetidas infecções secundárias, produzindo grande quantidade de inóculo secundário (GESSLER et al., 2011). Segundo Lalancette et al. (1988), em condições ideais para a doença um ciclo de infecção secundária pode levar de 5 a 18 dias.

A análise discriminante permitiu a seleção de dez avaliações de severidade em mudas de videira infectadas com oomiceto *P. viticola* e submetidas a diferentes tratamentos com fungicidas, que possibilitou a distinção de seis classes de tratamentos (Figura 2). Essas classes formaram três grupos: o primeiro grupo da testemunha sem inoculação, o segundo grupo da testemunha com o inóculo, ambas tratadas somente com água e, por último, o grupo formado pelos tratamentos restantes com os quatro tipos de fungicidas testados.

Como o observado na análise de discriminante as duas testemunhas formaram grupos distintos (Figura 2), devido às características inerentes ao patógeno e início da infecção e, em especial, à natureza da doença policíclica (CARISSE, 2015) e a forma de disseminação de inóculos secundários (pelo vento e presença de água, através de respingos que espalha esporângios e zoósporos) para plantas vizinhas e para a própria planta doente (GESSLER et al., 2011).

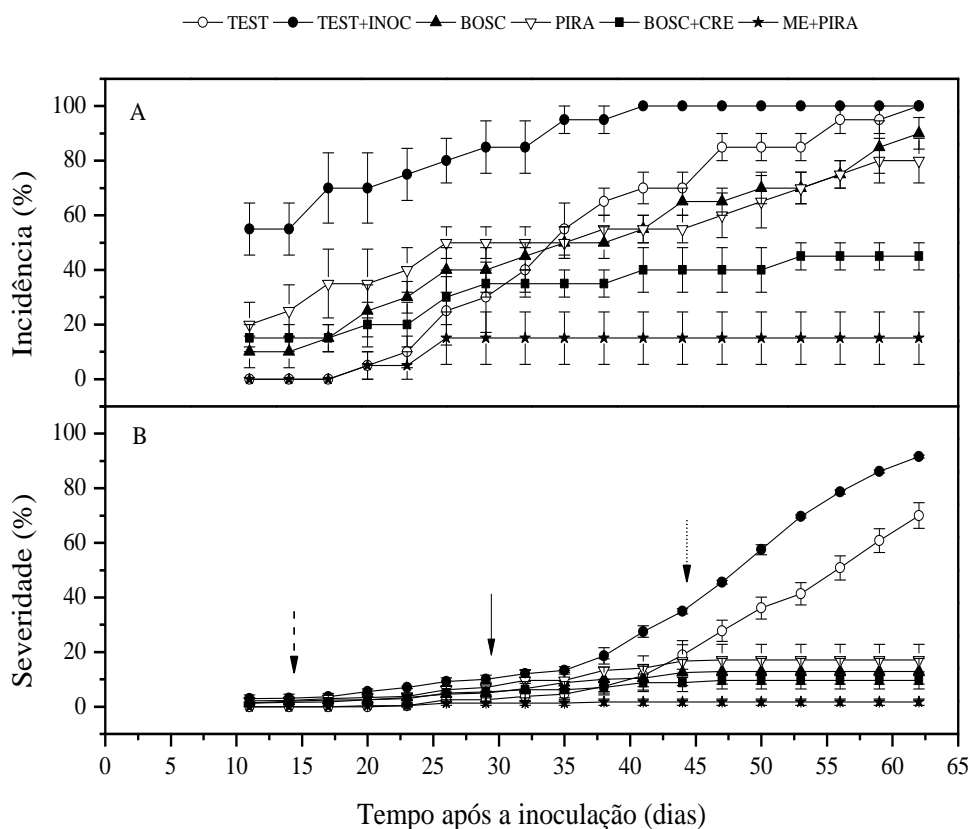


**Figura 2.** Identificação dos tratamentos testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA) em experimento de expansão da infecção de *Plasmopara viticola* em mudas de videira cv. Isabel Precoce. Representação gráfica dos escores da análise de discriminante. Guarapuava, PR, 2015.

De acordo com Sônego et al. (2005) temperaturas amenas e alta umidade relativa do ar são as condições climáticas predisponentes ao aparecimento de míldio. A temperatura máxima observada durante a condução do experimento foi de 33,3°C e a mínima de 17,3°C

com umidade relativa média no período de 60% no interior da casa de vegetação; porém, onde o experimento estava alocado dentro da casa de vegetação a umidade relativa média manteve-se acima de 80%, devido à utilização de maravalha (Figura 1A) entre os vasos e irrigação por aspersão em vários horários ao longo do dia, mantendo a umidade alta e o microclima favorável ao desenvolvimento do patógeno.

O início do aparecimento dos primeiros sintomas na testemunha inoculada (TEST + INOC) ocorreu aos 11 dias após a inoculação do patógeno (Tabela 5) e na testemunha sem inóculo (TEST) foi aos 22 dias. O processo de doença na testemunha não inoculada ocorreu através da produção de inóculo secundário provindos das lesões dos tratamentos inoculados. Esta diferença do início e progresso da incidência e severidade entre as testemunhas podem ser melhores observadas na Figura 3.



**Figura 3.** Progresso da incidência (A) e severidade (B) de *Plasmopara viticola* em mudas de videira cv. Isabel Precoce submetidas à diferentes tratamentos: testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoximetílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA). Barras indicam desvio padrão da média. A seta tracejada indica a 2ª aplicação, a seta contínua a 3ª aplicação e a seta pontilhada a 4ª aplicação dos tratamentos. Guarapuava, PR, 2015.

De acordo com Kennelly et al. (2007), o patógeno causador do míldio da videira, o oomiceto *P. viticola*, é um parasita obrigatório que apresenta reprodução assexuada e sexuada. A reprodução assexuada ocorre nos estômatos em condições de alta umidade relativa e pelo menos quatro horas de escuro, sendo responsável pelos ciclos secundários da doença e ocorre ao longo do período de crescimento vegetativo da videira, determinando a sua intensidade. Já a fase sexuada ocorre dentro dos tecidos ou órgãos do hospedeiro, em especial nas folhas, que em decomposição liberam os oósporos e representam o inóculo primário para a estação seguinte.

Desta forma, quando um zoósporo alcança uma folha suscetível tem início a etapa de infecção. Segundo Dodds et al. (2009), grande parte dos patógenos biotróficos e hemibiotróficos apresentam semelhanças no processo de infecção, o qual envolve a formação de haustórios e retirada de nutrientes das células vivas de seu hospedeiro. Por isso, altos índices de severidade de míldio em videira causam grandes danos à planta, danificam as partes verdes, causando a morte dos tecidos, resultando em perda de produtividade, por reduzir a área fotossintética e inibir a translocação de assimilados (AZIZ et al., 2006).

Assim, a falta e/ou ineficiência de medidas de controle poderá reduzir drasticamente a área foliar e, conseqüentemente, afetar a futura produção de frutos. Neste estudo, em mudas de videira cv. Isabel Precoce em condições de casa de vegetação, observa-se que com o decorrer do progresso da doença ocorre aumento significativo da severidade da doença nas plantas testemunha com inoculação do patógeno, a partir de 40 dias após a inoculação e aos 45 dias para as plantas testemunha sem inoculação (Figura 3A). Este progresso observado se estende até o final das avaliações da severidade em ambas as testemunhas. Isto se deve ao fato de que, uma vez que as plantas estejam infectadas e, na ausência de controle, combinadas com condições ambientais favoráveis, houve sucesso no estabelecimento da doença.

A testemunha inoculada apresentou 55% de incidência na primeira avaliação, demonstrando a virulência do inóculo primário e seu potencial para o progresso da doença. A doença uma vez estabelecida na testemunha inoculada (TEST + INOC) produziu inóculos secundários, que uma vez disseminados, infectaram as plantas saudáveis, ou seja, a testemunha sem inóculo (TEST). Este processo de infecção através de inóculo secundário levou em média um período de 11 dias para ocorrer (Tabela 5). De acordo com Kennelly et al. (2007), o período de latência varia de acordo com a temperatura e a umidade relativa do ar, podendo variar de 1 a 3 semanas.

**Tabela 5.** Início do aparecimento dos sintomas (IAS) (dias), incidência máxima (Imax) (%), tempo médio para atingir a máxima incidência da doença (TAMID) (dias), severidade máxima (Smax) (%), tempo médio para atingir a máxima severidade da doença (TAMSD) (dias) de *Plasmopara viticola* em mudas de videira cv. Isabel Precoce tratadas com diferentes fungicidas. Guarapuava, PR, 2015.

Tratamentos	Variáveis						
	IAS*	Imax (%)	EA (%) <sup>2</sup>	TAMID*	Smax <sup>1</sup> (%)	EA (%) <sup>2</sup>	TAMSD*
TEST	22,0ab	100,0 a	--	55,3 a	69,9 b	--	62,0 a
TEST + INOC	11,0 c	100,0 a	--	30,5 b	91,7 a	--	62,0 a
BOSC	14,0 bc	90,0 a	10,0 c	59,0 a	12,9 c	85,9ab	44,0 b
BOSC + CRE	13,0bc	45,0 b	55,0 b	34,3 b	9,6 c	89,5ab	43,3 b
PIRA	14,0 bc	80,0 a	20,0 c	54,5 a	17,1 c	81,3 b	41,7 b
ME + PIRA	23,0 a	15,0 c	85,0 a	23,0 b	1,7 c	98,1 a	29,0 c
Erro padrão	1,2	6,9	6,9	3,2	7,3	7,3	2,6
CV(%)	34,9	47,2	47,2	36,1	105,1	105,1	27,1

\*Considerando os dias após a inoculação do patógeno.

<sup>1</sup>Estimada pela porcentagem de área foliar lesionada, com o auxílio de escala diagramática.

<sup>2</sup>Eficiência agrônômica calculada, conforme metodologia proposta por Abbott (1925).

Tratamentos: testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA).

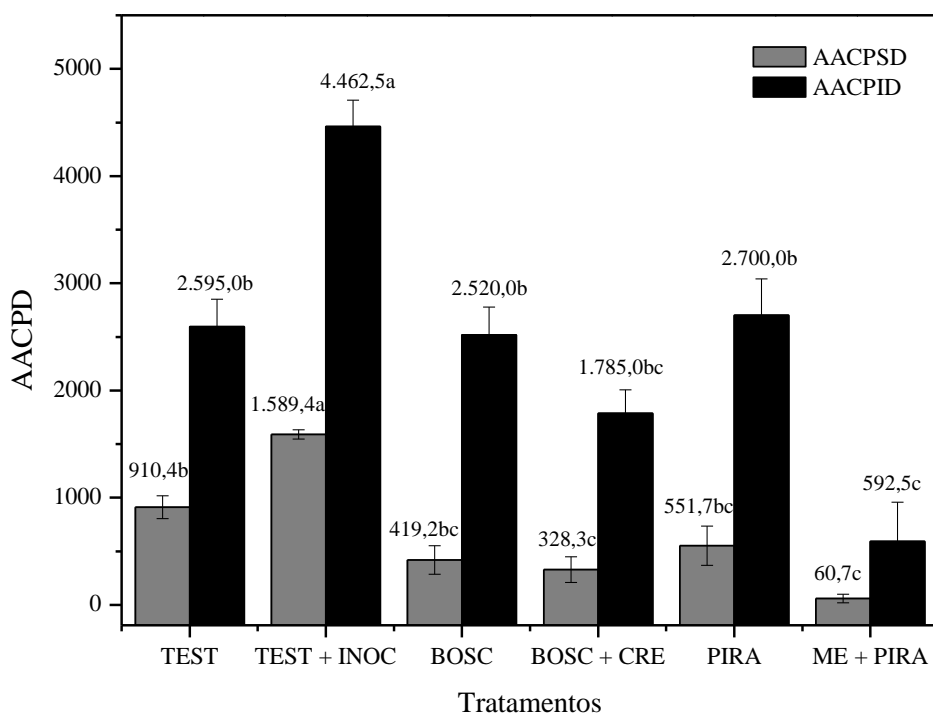
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Boso e Kassemeyer (2008), após a colonização através da formação do haustório e penetração nas células do hospedeiro, o patógeno em condições de alta umidade inicia a esporulação, continuando seu ciclo reprodutivo. A precipitação neste experimento, caracterizada pela irrigação, proporcionou longo período de molhamento foliar, proporcionando assim, condições ideais para a germinação e penetração dos esporos e inoculação eficiente, comprovadas pela maior área abaixo da curva de progresso da incidência da doença (AACPID) observada no tratamento TEST + INOC (Figura 4).

Os resultados deste trabalho corroboram com os estudos de Lalancette et al. (1988) que também concluíram que o processo de infecções secundárias de *P. viticola* em videiras depende mais da duração do período de molhamento foliar para que a doença se instale, enquanto que a temperatura determina a velocidade e a extensão da doença, por apresentar ampla faixa não restritiva (de 5°C à 25°C).

Houve diferenças significativas entre os tratamentos avaliados em relação à área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade da doença (AACPID e AACPSD) (Figura 4). A ausência de controle e as condições ambientais ideais para o desenvolvimento da doença acarretou em maior intensidade da doença na testemunha inoculada.

Com a aplicação dos diferentes fungicidas houve redução tanto da AACPID quanto da AACPSD em relação à testemunha inoculada, o que caracteriza o agrupamento observado na análise de discriminante (Figura 2). A curva de progresso da doença, calculada em função da proporção de doença *versus* tempo, indica a intensidade de doença e a porcentagem de controle dos fungicidas testados. Também caracteriza interações entre patógeno, hospedeiro e ambiente sendo possível criar estratégias de controle e prever níveis futuros de doença (BERGAMIN FILHO, 2011).



**Figura 4.** Efeito dos diferentes tratamentos com fungicidas, na área abaixo da curva de progresso de severidade da doença (AACPSD) e na área abaixo da curva de progresso de incidência da doença (AACPID), testados no controle de míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce em condições de casa de vegetação. Guarapuava, PR, 2015.

Tratamentos testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA). Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Barras indicam erro padrão da média.

Os fungicidas BOSC, BOSC + CRE, PIRA e ME + PIRA reduziram estes valores em 73,6%, 65,3%, 79,3% e 96,2% para AACPID e em 43,5%, 60,0%, 39,5% e 86,7% para AACPSD, respectivamente, em relação à testemunha inoculada. Os fungicidas não diferiram estatisticamente entre si em relação à AACPSD devido ao alto desvio padrão observado.

O tratamento com ME + PIRA, mesmo não apresentando diferenças significativas pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ) dos demais fungicidas testados, observa-se que apresentou a menor AACPSD pela análise das barras de desvio padrão, em relação aos demais tratamentos. Já em relação à AACPID, o tratamento ME + PIRA apresentou a menor área abaixo da curva de progresso da incidência, igualando-se ao tratamento BOSC + CRE, diferindo dos demais tratamentos.

Através das variáveis características da epidemia de míldio (Tabela 5) pode-se entender melhor o comportamento de cada fungicida testado sobre o controle da doença. Foram constatadas diferenças estatísticas em relação às variáveis epidemiológicas temporais de início do aparecimento dos sintomas (IAS) e tempo para atingir a máxima incidência e severidade da doença (TAMID e TAMSD) entre os tratamentos. A testemunha sem inoculação e o fungicida ME + PIRA foram os tratamentos que levaram maior tempo para o IAS (22 e 23 dias, respectivamente).

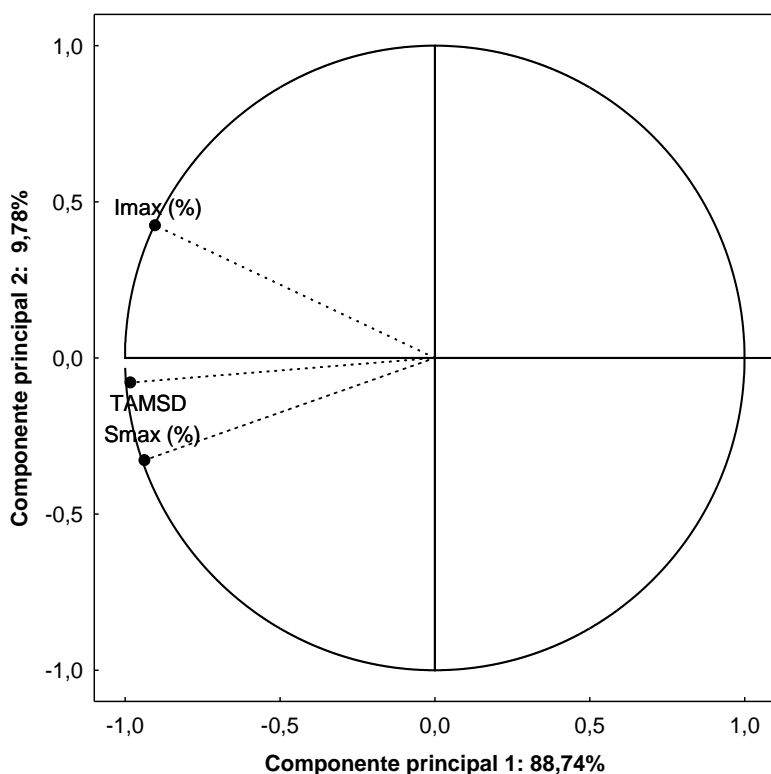
Para a variável TAMID a testemunha inoculada apresentou incidência máxima ( $I_{max}$ ) de 100% aos 30 dias após a inoculação (Tabela 5), devido ao progresso da doença e ausência de controle, mas não diferenciando estatisticamente dos fungicidas BOSC + CRE (45% de  $I_{max}$  aos 34,3 dias) e ME + PIRA (15% de  $I_{max}$  aos 23 dias). Estes dois fungicidas, ao contrário da testemunha inoculada, mostraram maior eficiência agrônômica (EA) de controle do patógeno, pois não ocorreu avanço nas infecções, verificado pelos menores  $I_{max}$  (%).

As maiores porcentagens de eficiência agrônômica dos fungicidas testados foram observadas na avaliação da severidade em comparação com a incidência (Tabela 5), provavelmente, isto se deva ao não surgimento de novas infecções e/ou o aumento das já existentes, mantendo-se assim, os valores da severidade estáveis, como observado na Figura 3, os quais se mantem após a última aplicação dos tratamentos (45 dias após a inoculação). Fato observado também por Kuhnem Junior et al. (2009) que encontraram maiores eficiências de controle de fungicidas utilizando o critério de severidade, comparado à incidência.

Os dados de incidência, severidade e progresso da doença causada pelo míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce foram analisados por análise de componentes principais (ACP). Inicialmente, os cinco atributos que apresentaram dados completos em todos os tratamentos; IAS,  $I_{max}$ , TAMID,  $S_{max}$  e TAMSD foram analisados por análise de fator (AF). Esta última análise foi capaz de averiguar por meio dos valores das comunalidades, qual dos cinco atributos eram os mais importantes para compor a ACP.

As comunalidades identificadas por AF foram: IAS, I<sub>max</sub>, TAMID, S<sub>max</sub> e TAMSD, cujos valores foram: 0,1681; 0,9374; 0,2420; 0,7094 e 0,8946, respectivamente. Atributos com comunalidades abaixo de 0,70 não são considerados importantes no conjunto de dados para compor uma AF e, portanto, as variáveis IAS e TAMID foram descartadas deste conjunto de dados. As outras variáveis restantes, I<sub>max</sub>, S<sub>max</sub> e TAMSD, que foram as mais importantes para explicar a estrutura de dados, foram utilizadas para a ACP.

As figuras 5 e 6 exibem os gráficos de escores e pesos (ou *loadings*) para os seis tratamentos. A soma das componentes 1 e 2 equivalem a 98,52%, ou seja, 98,52% da variabilidade dos dados podem ser explicadas pelo modelo de ACP. Na ACP, a variável TAMSD foi o atributo mais importante neste conjunto de dados, apresentando comunalidade de 0,9665, seguido de S<sub>max</sub> (comunalidade de 0,8800) e I<sub>max</sub> (comunalidade de 0,8161).



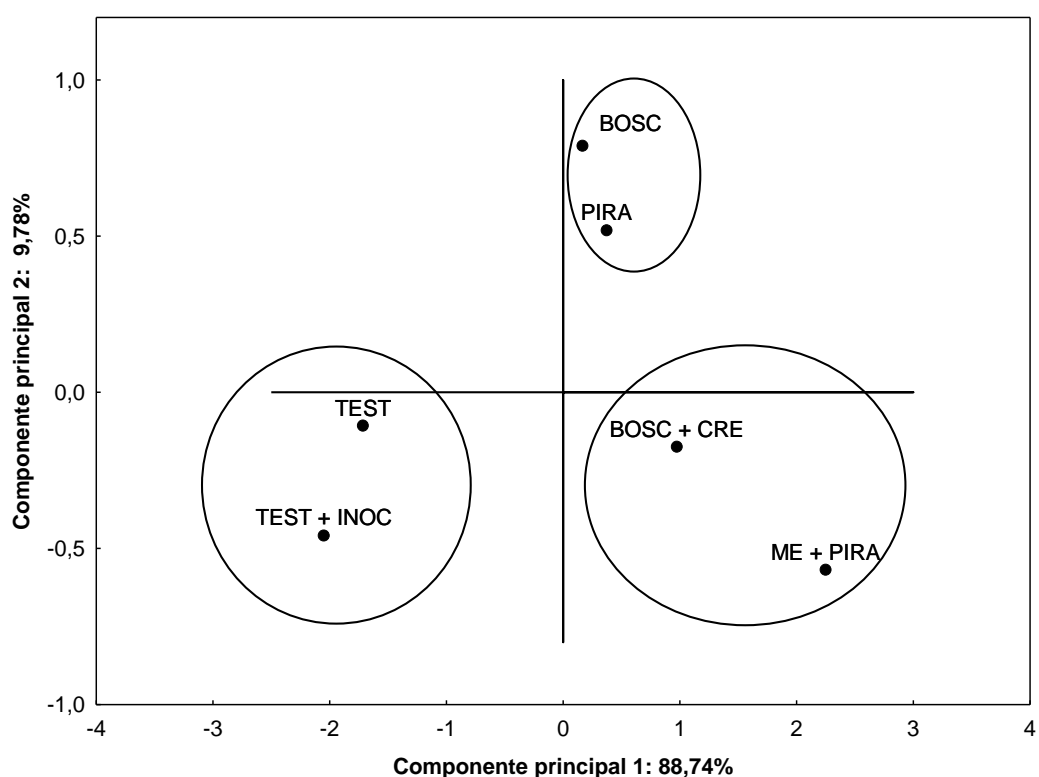
**Figura 5.** Pesos dos atributos da ACP na análise de incidência, severidade e progresso da doença causada por *Plasmopara viticola* em mudas de videira cv. Isabel Precoce, para as variáveis: tempo para atingir a máxima severidade da doença (TAMSD) (dias), valor máximo da incidência (I<sub>max</sub>) (%) e severidade (S<sub>max</sub>) (%). Guarapuava, PR, 2015.

A análise da incidência, severidade e progresso da doença causada pelo míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce por meio de ACP mostrou um padrão característico. Neste, houve a formação de três distintos grupos: (1) grupo 1– formado por BOSC e PIRA,



(2) grupo 2– formado por TEST e TEST + INOC e (3) grupo 3– formado pelos tratamentos BOSC + CRE e ME + PIRA.

O grupo 2 formado por TEST e TEST + INOC apresentou os maiores valores de TAMSD e Smax. Este grupo foi caracterizado pelas variáveis dependentes (atributos) mais importantes na análise de ACP, confirmando novamente o sucesso da infecção do patógeno neste experimento, pelo progresso da doença até o final das avaliações e, pelos altos índices de severidade observados, de 69,9% e 91,7% para TEST e TEST + INOC, respectivamente. Os outros tratamentos não foram evidenciados pela variável Imax.



**Figura 6.** Escores dos tratamentos da ACP na análise de incidência, severidade e progresso da doença causada por *Plasmopara viticola* em mudas de videira cv. Isabel Precoce, para os tratamentos testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metfílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA). Guarapuava, PR, 2015.

O fungicida composto pelo princípio ativo boscalida (BOSC) tem atuação sobre todos os estádios de desenvolvimento e reprodução do fungo e, o fungicida composto pelo princípio ativo piraclostrobina (PIRA) apresenta excelente ação protetora, devido à sua atuação na inibição da germinação dos esporos, desenvolvimento e penetração dos tubos germinativos.

Ambos os fungicidas, BOSC e PIRA promovem a inibição da respiração celular nas mitocôndrias, interferindo no transporte de elétrons no complexo bc2 e bc3, respectivamente (BASF, 2015b; BASF, 2015d). Por isso apresentaram ótimos índices de eficiência agrônômica para a severidade máxima (Smax), de 85,9% e 81,5%, para BOSC e PIRA, respectivamente, em relação à testemunha inoculada.

Os fungicidas BOSC e PIRA apresentaram maior I<sub>max</sub> do mídio, 90% e 80%, respectivamente, em relação aos fungicidas BOSC + CRE (45%) e ME + PIRA (15%), indicando que quase todas as folhas avaliadas apresentaram sintomas e área lesionada em função da doença (Tabela 5). No entanto, podemos dizer que, apesar das mudas de videira tratadas com os fungicidas BOSC e PIRA apresentarem maior incidência da doença, as lesões observadas eram pequenas, justificando a baixa severidade observada, demonstrando a atuação curativa destes princípios ativos, através da diminuição do avanço das lesões e o progresso da doença, conforme observado na figura 3B, mantendo a estabilidade do quadro epidemiológico.

As diferenças nas variáveis epidemiológicas observadas entre os fungicidas avaliados e aos agrupamentos formados pela análise de ACP, se devem provavelmente, aos diferentes mecanismos de ação dos mesmos. Fungicidas com diferentes princípios ativos e modos de ação podem apresentar melhor controle da doença, por atuarem em diferentes mecanismos de controle e em diferentes sítios de ação, assim, potencializando o controle da doença e estabilização da doença no alvo biológico. Justificando o melhor controle do fungicida ME + PIRA sobre a incidência da doença, com índice de 85% de eficiência agrônômica (EA), seguido do fungicida BOSC + CRE, com um índice de 55% de eficiência agrônômica, que diferem entre si e dos outros fungicidas testados, estatisticamente.

O bom desempenho do fungicida BOSC + CRE pode estar relacionado às características deste produto sistêmico. O qual é composto por dois ingredientes ativos, o cresoxim-metílico e o boscalida, dos grupos químicos estrobilurinas e anilida, respectivamente. Estes apresentam modos de ação diferentes sobre todos os estádios de desenvolvimento e reprodução do fungo. Atuando através da inibição da respiração celular nas mitocôndrias, interferindo no transporte de elétrons nos complexos bc1 e bc2, inibindo a formação de ATP (BASF, 2015c).

O fungicida ME + PIRA é composto pela mistura de dois princípios ativos, um de contato e outro sistêmico, apresenta duplo modo de ação, atuando através do ingrediente ativo

piraclostrobina, do grupo químico das estrobilurinas, inibindo a respiração através da inibição do transporte de elétrons nas mitocôndrias das células dos fungos. E através do ingrediente ativo metiram, do grupo químico alquilenobis (ditiocarbamato), o qual se decompõe formando compostos tóxicos, que reagem inespecificamente com enzimas sulfidrílicas, as quais estão largamente distribuídas na célula do fungo, atuando assim, sobre um grande número de processos vitais da célula do patógeno, inibindo a germinação dos esporos, bem como o desenvolvimento do tubo germinativo (BASF, 2015a).

Devido à ação protetora e curativa proporcionada pelo fungicida ME + PIRA, possivelmente houve atuação deste produto na inibição da germinação dos esporos, desenvolvimento e penetração dos tubos germinativos e afetou a síntese de ATP do patógeno, comprovado pelos excelentes parâmetros de eficiência de controle sobre a infecção e colonização de *P. viticola*. A ação protetiva do metiram retardou o IAS (23 dias após a inoculação) e controlou a I<sub>max</sub> (15%) e, possivelmente, este índice de controle não foi maior, devido ao efeito da irrigação por aspersão, que interferiu na permanência da barreira protetiva proporcionada pelo produto. Em conjunto, a piraclostrobina, com ação sistêmica, atuou no controle da S<sub>max</sub> (1,7%), com excelente índice de EA de 98,1% (Tabela 5).

O fungicida ME + PIRA também apresentou os menores TAMID e TAMSD (23 e 29 dias após a inoculação, respectivamente). Assim, obteve-se o controle total do progresso da doença aos 29 dias após a inoculação, onde se observa a estabilização da incidência e da severidade (Figuras 3), após a segunda aplicação do produto. Desta forma, o tratamento ME + PIRA apresentou os melhores resultados de controle do míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce, possivelmente pela atuação conjunta dos princípios ativos, que potencializaram sua eficiência.

A realização de 18 avaliações de severidade e incidência de míldio em mudas de videira cv. Isabel Precoce teve grande importância para os resultados observados neste experimento. A aplicação dos diferentes fungicidas promoveu redução tanto da AACPID quanto da AACPSD em relação à testemunha inoculada e foram constatadas diferenças estatísticas em relação às variáveis epidemiológicas. O controle do míldio em vinhedos ainda depende em grande parte do controle químico, com isso a avaliação da eficiência de fungicidas é de grande importância para a escolha do melhor produto, dentro de um manejo rotacional de modos de ação.

A análise discriminante permitiu a seleção de dez avaliações de severidade possibilitando a distinção de seis classes de tratamentos, as quais formaram três grupos distintos. O uso da análise de ACP foi capaz de identificar e classificar em 3 grupos distintos os diferentes tratamentos utilizados para o controle de *P. viticola* em mudas de videiras cv. Isabel Precoce. O uso de análises estatísticas multivariadas tem grande aplicabilidade em pesquisas e estudos na área agrônoma com enfoque fitopatológico.

### **Conclusão**

Pelos resultados obtidos e nas condições deste experimento pode-se concluir que os melhores resultados de controle do míldio em mudas de videira cv. Isabel foram observados nos tratamentos com metiram mais piraclostrobina (ME + PIRA), seguido de boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC + CRE).

### **Referências Bibliográficas**

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.

AGROFIT. In: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> ACESSO em: 05/09/2015.

ANGELOTTI, F.; HAMADA, E; GHINI, R.; GARRIDO, L.daR.; TEIXEIRA, A.H.deC. PEDRO JÚNIOR, M. J. **Mudanças climáticas e o cenário de ocorrência do míldio e do oídio da videira no Submédio do Vale do São Francisco**. Petrolina- PE: EMBRAPA, 2014.20p.

AZEVEDO, L.A.S.de. **Manual de quantificação de doenças de Plantas**. São Paulo: Luiz Azevedo. 1997, p. 51-102.

AZIZ, A.; TROTEL-AZIZ, P.; DHUICQ, L.; JEANDET, P.; COUDERCHET, M.; VERNET, G. Chitosan oligomers and copper sulfate induce grapevine defense reactions and resistance to gray mold and downy mildew. **Phytopathology**, v. 96, n. 11, p. 1188-1194, 2006.

BASF. In: Fungicida Cabrio Top<sup>®</sup>. Disponível em: [http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt\\_BR/function/conversions:/publish/content/APBrazil/solutions/fungicides/Bulas/CabrioTop\\_BASF.pdf](http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt_BR/function/conversions:/publish/content/APBrazil/solutions/fungicides/Bulas/CabrioTop_BASF.pdf). Acesso em: 20 de novembro de 2015a.

BASF. In: Fungicida Cantus<sup>®</sup>. Disponível em: [http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt\\_BR/function/conversions:/publish/content/APBrazil/solutions/fungicides/Bulas/Cantus\\_v2.pdf](http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt_BR/function/conversions:/publish/content/APBrazil/solutions/fungicides/Bulas/Cantus_v2.pdf). Acesso em: 20 de novembro de 2015b.

BASF. In: Fungicida Collis<sup>®</sup>. Disponível em: [http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt\\_BR/function/conversions:/publish/content/APBrazil/solutions/fungicides/Bulas/Collis\\_v2.pdf](http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt_BR/function/conversions:/publish/content/APBrazil/solutions/fungicides/Bulas/Collis_v2.pdf). Acesso em: 20 de novembro de 2015c.

BASF. In: Fungicida Comet®. Disponível em: [http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/pt\\_BR/function/conversions:/publish/content/APBrazil/solutions/fungicidas/Bulas/Comet\\_v2.pdf](http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/pt_BR/function/conversions:/publish/content/APBrazil/solutions/fungicidas/Bulas/Comet_v2.pdf). Acesso em: 20 de novembro de 2015d.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, J.A.M.; AMORIM L. (Ed) **Manual de fitopatologia. Volume 1: Princípios e Conceitos**. São Paulo: Ceres, Cap. 37, p. 647-666, 2011.

BORTOLINI, A.M. M.; GHELLER, J.A. Aplicação de diferentes fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho em relação à produtividade. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 1, n. 1, p. 109 -121, 2012.

BOSCALID: well Worth minding. **Crop Protection**, Guildford, p. 26-27, 2007.

BOSO S.; KASSEMAYER, H.-H. Different susceptibility of European grapevine cultivars for downy mildew. **Vitis**, v.47, p. 39–49, 2008.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. John Wiley & Sons, 1990, 532p.

CARISSE, O. Development of grape downy mildew (*Plasmopara viticola*) under northern viticulture conditions: influence of fall disease incidence. **European Journal of Plant Pathology**, p. 1-11, 2015.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

DODDS, P. N., RAFIQI, M., GAN, P. H., HARDHAM, A. R., JONES, D. A., ELLIS, J. G. Effectors of biotrophic fungi and oomycetes: pathogenicity factors and triggers of host resistance. **New Phytologist**, v. 183, n. 4, p. 993-1000, 2009.

GESSLER, C.; PERTOT, I.; PERAZZOLLI, M. *Plasmopara viticola*: a review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. **Phytopathologia Mediterranea**, v. 50, n. 1, p. 3-44, 2011.

KENNELLY, M.M.; GADOURY, D.M.; WILCOX, W.F.; MAGAREY, P.A. & SEEM, R.C. Primary infection, lesion productivity, and survival of sporangia in the grapevine downy mildew pathogen *Plasmopara viticola*. **Phytopathology**, v. 97, p. 512-522, 2007.

KISHINO, A.Y. Características da planta. In: KISHINO, A.Y.; CARVALHO, S.L.C.; ROBERTO, S.R. (Eds). **Viticultura tropical: o sistema de produção do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2007, 366p.

KUHNEM JUNIOR, P.R.; CASA, R.T.; RIZZI, F.P.; MOREIRA, E.N.; BOGO, A. Desempenho de fungicidas no controle de doenças foliares em trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 8, n. 1, p. 35-42, 2009.

LALANCETTE, N.; ELLIS, M.A.; MADDEN, L.V. Development of an infection efficiency model for *Plasmopara viticola* on american grape based on temperature and duration of leaf wetness. **Phytopathology**, v.78, p.794-800, 1988.

PARREIRA, D.F.; NEVES, W.dos.S.; ZAMBOLIM, L. Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. **Revista Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, p. 24-34, 2009.

SILVA, P.C.G.; CORREIA, R.C.; SOARES, J.M. Histórico e Importância Socioeconômica. In: **A Vitivinicultura no semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. p. 19-34.

SÔNEGO, O.R.; GARRIDO, L.da.R.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. **Principais doenças fúngicas da videira no Sul do Brasil**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, 2005, 32p.

TÖFOLI, J.G. **Pinta preta - uma ameaça constante aos cultivos da batata e do tomate**. 2004. Disponível em: < [http://www.biologico.sp.gov.br/artigos\\_ok.php?id\\_artigo=13](http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=13) >. Acesso em: 03/08/2015.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H. (Eds). **Controle de doenças de plantas: fruteiras**. Viçosa, 2002.

## 6. CAPÍTULO II – Desenvolvimento de mudas de videira cv. Isabel Precoce tratadas com diferentes fungicidas de efeitos fisiológicos

Growth of vine cv. Isabel Precoce cuttings treated with distinct fungicides physiological effects.

### Resumo

Doenças foliares, como o míldio danificam a área fotossinteticamente ativa, prejudicando o desenvolvimento da videira, e assim, necessitando da aplicação de fungicidas para seu controle. Tem sido observado que alguns fungicidas proporcionam, além da ação fungitóxica, benefícios sobre a fisiologia das plantas. Nesse sentido, realizou-se este experimento com o objetivo de avaliar os efeitos fisiológicos no desenvolvimento de mudas de videira cv. Isabel Precoce inoculadas com *Plasmopara viticola* e submetidas à aplicação de diferentes fungicidas. O experimento foi conduzido na safra 2014/2015 em área experimental e laboratório de Fitopatologia do Departamento de Agronomia, do *Campus Cedeteg* da Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR. Os tratamentos avaliados foram: 1- testemunha (H<sub>2</sub>O); 2- testemunha (H<sub>2</sub>O) e inoculação do patógeno; 3- boscalida (75 g ha<sup>-1</sup> de i.a.); 4- piraclostrobina (100 g ha<sup>-1</sup> de i.a.); 5- boscalida (100 g ha<sup>-1</sup> de i.a.) + cresoxim-metílico (50 g ha<sup>-1</sup> de i.a.) e 6- metiram (1100 g ha<sup>-1</sup> de i.a.) + piraclostrobina (100 g ha<sup>-1</sup> de i.a.). Para avaliar os efeitos fisiológicos no desenvolvimento das mudas de videira cv. Isabel Precoce foram avaliados 16 atributos de desenvolvimento nas plantas. Os dados foram submetidos à análise multivariada, onde realizou-se a análise de agrupamentos hierárquicos (HCA) e análise de componentes principais (ACP). Com apenas duas componentes principais foi possível determinar 89,72% da variância dos dados, sendo explicadas pelo modelo proposto. O uso da análise estatística multivariada, de Cluster e de ACP, foi capaz de identificar e classificar os diferentes tratamentos testados, indicando que, em mudas de videira cv. Isabel Precoce, os melhores resultados no desenvolvimento vegetativo foram observados com a aplicação de metiram mais piraclostrobina, seguido de boscalida, boscalida mais cresoxim-metílico e piraclostrobina.

Palavras-chave: *Vitis labrusca*, *Plasmopara viticola*, controle químico, efeitos fisiológicos.

## Abstract

Leaf diseases, such as downy mildew damages areas photosynthetic active as well as sprout development, and, as a consequence it is necessary the use of fungicide for its control. It has been observed that fungicides allows, besides its fungitoxic action, it is beneficial for plants physiology. This experiment objective was to evaluate physiological effects of growth in vine cv. cuttings Isabel Precoce treated with *Plasmopara viticola* after the use of distinct fungicides. This experiment was carried out in the period of 2014-15, at an experimental area at Phytopathology laboratory belonging to Agronomy Department at West Central State University, in the city of Guarapuava, PR. Treatments evaluations were as follow: 1 – control (H<sub>2</sub>O); 2 – control (H<sub>2</sub>O) and pathogen inoculation; 3 – Buscalid (75 g ha<sup>-1</sup>); 4 – pyraclostrobin (100 g ha<sup>-1</sup>); 5 – Buscalid (100 g ha<sup>-1</sup>) plus kresoxim-methyl (50 g ha<sup>-1</sup>); 6 - metiram (1100 g ha<sup>-1</sup>) + pyraclostrobin (100 g ha<sup>-1</sup>). To evaluate physiological effects upon cv. Isabel Precoce vine cutting growth sixteen physical properties were evaluated. A multivariate analysis was used for data where followed by hierarchical cluster analysis (HCA) and principal components analysis (PCA). Only two principal components were necessary to determine 89.72% of data variance of the proposed model. Multivariate Cluster and PCA were used to identify and classify distinct treatments in order to show in which vine pc. Isabel Precoce cuttings better results of plant stimulation were found by the use of metiram plus pyraclostrobin followed by buscalid plus kresoxim-methyl and pyraclostrobin.

Key-words: *Vitis labrusca*, *Plasmopora viticola*, chemical control, physiological effects.

## Introdução

A viticultura brasileira com a decorrente expansão de novas áreas cultivadas e das tecnologias empregadas no sistema de produção, tem apresentado considerável crescimento nos últimos anos. De acordo com Guerra et al. (2009), o Brasil possui grande potencial produtivo pela sua variabilidade de climas e solos. Na safra de 2014 a viticultura brasileira somou uma área de 80.576 ha plantados e 79.142 ha colhidos, com produção e rendimento médio de 1.436.074 toneladas e 18.146 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (IBGE, 2015).

O cultivo de videiras se estende desde o extremo Sul até o Nordeste Brasileiro (MANICA & POMMER, 2006). Em clima temperado, como no sul do país, a viticultura apresenta ciclo anual, seguido de um período de dormência, induzido pelas baixas temperaturas no inverno



(CAMARGO et al., 2011). A produção da videira pode ser influenciada por diversos fatores que impedem sua máxima produtividade. A ocorrência de doenças, segundo Sônego et al. (2005), tem sido um dos grandes limitantes, causando elevados prejuízos à cultura da videira. O míldio se destaca como uma das principais doenças da cultura, causado por um parasita obrigatório, o oomiceto *Plasmopara viticola* (Berkeley & M.A. Curtis) Berlese & De Toni, que em condições climáticas favoráveis e controle ineficaz pode reduzir de 50 a 75% da produção (BEDENDO, 2011).

Em vinhedos suscetíveis ao míldio, as estratégias para o controle baseiam-se no uso de variedades resistentes, manejo adequado da produção, técnicas preventivas e a aplicação de fungicidas de diferentes grupos químicos, como as estrobilurinas, anelidas, dicarboximidas, acilalinatos, ditiocarbamatos, benzamidas, isoftanitrlas, entre outros (AGROFIT, 2015).

O emprego de fungicidas, há alguns anos, vem tendo novo foco de estudo, pois além da ação fungicida, algumas moléculas, como as estrobilurinas atuam de forma positiva sobre a fisiologia das plantas. Este efeito sobre as variáveis fenométricas, fisiológicas e bioquímicas das culturas, denominado de “efeito fisiológico”, vem sendo intensamente estudados, para comprovar sua influência direta em processos fisiológicos de plantas infectadas ou não por patógenos. Além das estrobilurinas, outras moléculas como o boscalida, também vem sendo testadas, pois aparentemente apresentam os mesmos efeitos das estrobilurinas (TÖFOLI & DOMINGUES, 2007).

Essas hipóteses fundamentam-se em muitos trabalhos realizados em diferentes culturas, onde foram observados maiores acúmulos de matéria seca e produtividade (LIMA et al., 2009; KOZLOWSKI et al., 2009; TSUMANUMA et al., 2010; FAGAN et al., 2010; AMARO, 2011; LIMA et al., 2012; DEMANT & MARINGONI, 2012), aumento da atividade da enzima nitrato redutase e efeito verde (KÖEHLE et al., 1994; YPEMA & GOLD, 1999; BASF, 2005; LARCHER, 2006; SOARES et al., 2011; SIRTOLI et al., 2011; AMARO, 2011; MACEDO, 2012; RAMOS, 2013), alterações hormonais e atraso na senescência (KÖEHLE et al., 1994; YPEMA & GOLD, 1999; GROSSMANN et al., 1999; VENANCIO et al., 2003; BASF, 2005; DUNNE, 2005; FAGAN et al., 2010), maior qualidade na pós-colheita (RAMOS et al., 2013), formação de óxido-nítrico e indução de resistência (VENANCIO et al., 2003) e menor estresse oxidativo nas plantas (WU & VON TIEDEMANN, 2002; AMARO, 2011; MACEDO, 2012 ).

Analisando a conjuntura econômica, os altos custos de produção e as buscas constantes de aumento de produtividade das culturas, os benefícios proporcionados por esses fungicidas podem trazer contribuições à produção agrícola. Contudo, estes efeitos ainda são pouco esclarecidos para a cultura da videira. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos fisiológicos no desenvolvimento de mudas de videira cv. Isabel Precoce inoculadas com *Plasmopara viticola* e tratadas com boscalida, piraclostrobina, boscalida mais cresoxim-metílico e metiram mais piraclostrobina.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015, em casa de vegetação e laboratório de Fitopatologia do Departamento de Agronomia, do *Campus* Cedeteg da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, no município de Guarapuava – PR.

Mudas de videira cv. Isabel Precoce (*Vitis labrusca* L.) enxertadas sobre o porta-enxerto ‘Paulsen 1103’, plantadas em vasos de 2 L preenchidos com substrato comercial composto por casca e serragem de pinus, cinza, esterco e cama de aves, fibra recuperada (fibra de papel), vermiculita expandida, carvão vegetal, fibra de coco e enriquecido com macronutrientes foram colocadas sobre bancada, mantendo-se o espaçamento de 25 cm entre os mesmos e acondicionadas em casa de vegetação sob irrigação por aspersão. As mudas foram podadas em 18 de dezembro de 2014 deixando-se quatro gemas viáveis por planta. Após a brotação (início na primeira semana de janeiro de 2015), foi selecionada a brotação mais vigorosa e as demais foram eliminadas, conduzindo-se apenas um ramo em cada planta.

Os tratamentos utilizados foram: TEST– testemunha (H<sub>2</sub>O); TEST + INOC– testemunha (H<sub>2</sub>O) e inoculação do patógeno; BOSC– boscalida a 75 g ha<sup>-1</sup> de i.a.; PIRA– piraclostrobina a 100 g ha<sup>-1</sup> de i.a.; BOSC + CRE– boscalida a 100 g ha<sup>-1</sup> de i.a. + cresoxim-metílico a 50 g ha<sup>-1</sup> de i.a.; e ME + PIRA– metiram a 1100 g ha<sup>-1</sup> de i.a. + piraclostrobina a 100 g ha<sup>-1</sup> de i.a.

A aplicação dos tratamentos iniciou-se quando todas as plantas apresentavam três folhas completamente expandidas. A primeira aplicação ocorreu aos 45 dias após a poda das mudas e as demais, em intervalos de 15 dias (16/fev; 4/mar; 20/mar), totalizando quatro aplicações. As aplicações dos tratamentos foram realizadas com o uso de pulverizador manual de CO<sub>2</sub> pressurizado, com pressão de 0,3 kgf cm<sup>-2</sup> e bicos cônicos com vazão de 200 L ha<sup>-1</sup>. Após 24 horas da primeira aplicação dos tratamentos (2/fev) todas as plantas, com exceção do

tratamento TEST (testemunha sem inoculação), foram inoculadas, com suspensão de zoósporos de *P. viticola* na concentração de  $1 \times 10^6$  zoósporos mL<sup>-1</sup>. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições, sendo uma planta por vaso, compondo uma parcela experimental.

O efeito dos tratamentos foi avaliado 15 dias após a última aplicação dos tratamentos (75 dias após o início da brotação) através das seguintes características (16 atributos): número de folhas totais (NFT), área foliar total (cm<sup>2</sup>) (AFT), massa fresca do total de folhas (g) (MFTF), massa seca do total de folhas (g) (MSTF), número de brotações secundárias no ramo principal (NBSRP), massa fresca do total de ramos (g) (MFTR), massa seca do total de ramos (g) (MSTR), comprimento do ramo principal (cm) (CRP), diâmetro médio do ramo principal (mm) (DMRP), número de nós no ramo principal (NNRP), comprimento do entrenó no ramo principal (cm) (CERP), número de folhas no ramo principal (NFRP), massa fresca do ramo principal (g) (MFRP), massa seca do ramo principal (g) (MSRP), massa fresca do total de brotações secundárias (g) (MFTBS) e massa seca das brotações secundárias (g) (MSTBS).

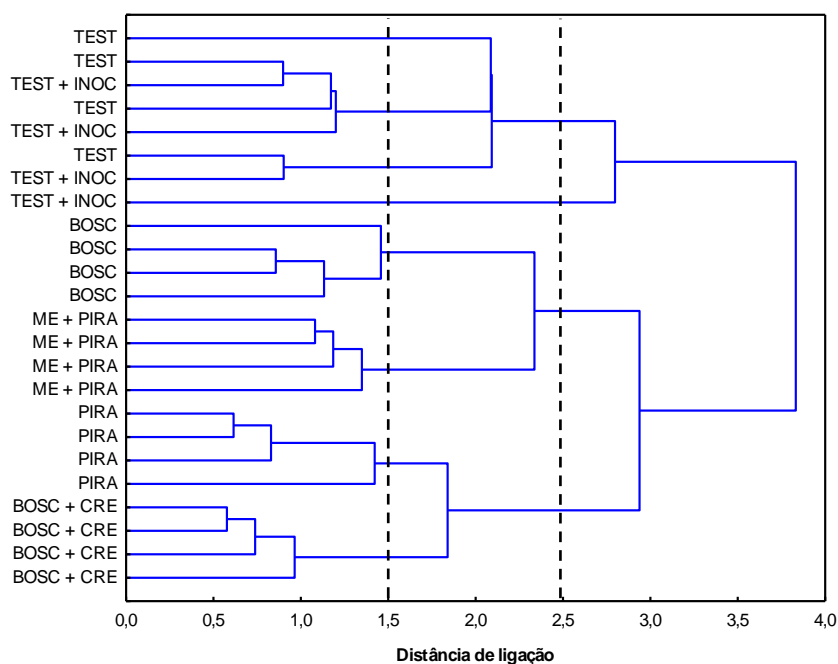
Para avaliar o número de folhas total em cada ramo foram consideradas as folhas completamente expandidas e, posteriormente, foram submetidas à avaliação da área foliar total utilizando integrador de área, Area Meter da LI-COR<sup>®</sup> modelo LI-3100. O diâmetro médio dos ramos foi obtido através da medida em três pontos: terço inicial (base), terço médio e terço final (ápice) com o auxílio de paquímetro. As folhas e os ramos foram secos em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura constante de 60°C, até atingir massa constante. Após, as amostras foram pesadas em balança analítica (0,001g) e os resultados expressos em gramas. As demais variáveis são autoexplicativas.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e Liliefors, ao teste de homogeneidade de Cochran C, Hartley Barlett e foram padronizados para realizar a análise de componentes principais. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F), sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey (p<0,05). Os dados também foram submetidos à análise multivariada, onde realizou-se a análise de agrupamentos hierárquicos (HCA) e análise de componentes principais (ACP). A correlação entre os atributos foram checadas pela matriz de correlação de Pearson. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Ambiente R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010).

## Resultados e Discussão

A partir da Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA) foi possível correlacionar os tratamentos em um dendograma (Figura 1), a partir das 16 variáveis dependentes (atributos) analisadas. Observa-se que com um índice de similaridade (linhas tracejadas) próximo de 1,5 é possível discriminar os seis tratamentos e próximo de 2,5 é possível verificar o agrupamento dos tratamentos em três grupos de similaridade.

De uma maneira geral, constata-se que os tratamentos testemunha, com e sem a inoculação do patógeno, *P. viticola*, formaram um grupo homogêneo, segundo suas características no desenvolvimento da videira. Os outros dois grupos formados foram os tratamentos, dos quais as videiras foram tratadas com os fungicidas boscalida, piraclostrobina, boscalida mais cresoxim-metílico e metiram mais piraclostrobina.



**Figura 1.** Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA) para os tratamentos testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA) aplicados em mudas de videira cv. Isabel Precoce. Guarapuava, PR, 2015.

Pelo coeficiente de Pearson na análise de correlação (Tabela 1) das variáveis avaliadas constatou-se alta correlação positiva para a grande maioria dos atributos estudados. Apenas, não houve correlação significativa ( $p > 0,05$ ) para as variáveis: diâmetro médio do ramo principal e comprimento do entrenó no ramo principal (0,334) e para as variáveis comprimento do entrenó no ramo principal e massa seca das brotações secundárias (0,359).

**Tabela 1.** Matriz de correlação das variáveis de crescimento em mudas de videira cv. Isabel Precoce, tratadas com diferentes fungicidas de efeitos fisiológicos. Guarapuava, PR, 2015.

	NFT	AFT (cm <sup>2</sup> )	MFTF (g)	MSTF (g)	NBSBP	MFTR (g)	MSTR (g)	CRP (cm)	DMRP (mm)	NNRP	CERP (cm)	NFRP	MFRP (g)	MSRP (g)	MFTBS (g)	MSTBS (g)
NFT	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AFT (cm <sup>2</sup> )	0,990*	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MFTF (g)	0,984*	0,992*	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MSTF (g)	0,979*	0,992*	0,992*	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NBSBP	0,949*	0,929*	0,928*	0,912*	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MFTR (g)	0,936*	0,937*	0,940*	0,910*	0,915*	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MSTR (g)	0,959*	0,960*	0,964*	0,937*	0,950*	0,983*	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CRP (cm)	0,764*	0,760*	0,772*	0,716*	0,738*	0,868*	0,845*	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-
DMRP (mm)	0,750*	0,744*	0,753*	0,745*	0,723*	0,707*	0,748*	0,624*	1,000	-	-	-	-	-	-	-
NNRP	0,824*	0,800*	0,798*	0,775*	0,745*	0,779*	0,815*	0,858*	0,738*	1,000	-	-	-	-	-	-
CERP (cm)	0,484*	0,501*	0,524*	0,450*	0,510*	0,706*	0,630*	0,870*	<b>0,334<sup>ns</sup></b>	0,497*	1,000	-	-	-	-	-
NFRP	0,865*	0,850*	0,861*	0,836*	0,769*	0,826*	0,853*	0,826*	0,725*	0,941*	0,500*	1,000	-	-	-	-
MFRP (g)	0,883*	0,881*	0,892*	0,848*	0,872*	0,929*	0,945*	0,956*	0,722*	0,899*	0,748*	0,886*	1,000	-	-	-
MSRP (g)	0,905*	0,904*	0,918*	0,876*	0,901*	0,942*	0,969*	0,921*	0,741*	0,881*	0,703*	0,882*	0,992*	1,000	-	-
MFTBS (g)	0,790*	0,794*	0,787*	0,782*	0,761*	0,863*	0,805*	0,545*	0,522*	0,434*	0,484*	0,553*	0,615*	0,653*	1,000	-
MSTBS (g)	0,870*	0,875*	0,859*	0,867*	0,857*	0,864*	0,857*	0,512*	0,608*	0,501*	<b>0,359<sup>ns</sup></b>	0,607*	0,651*	0,703*	0,951*	1,000

(\*) valores significativos a 5% de probabilidade pelo teste de correlação de Pearson.

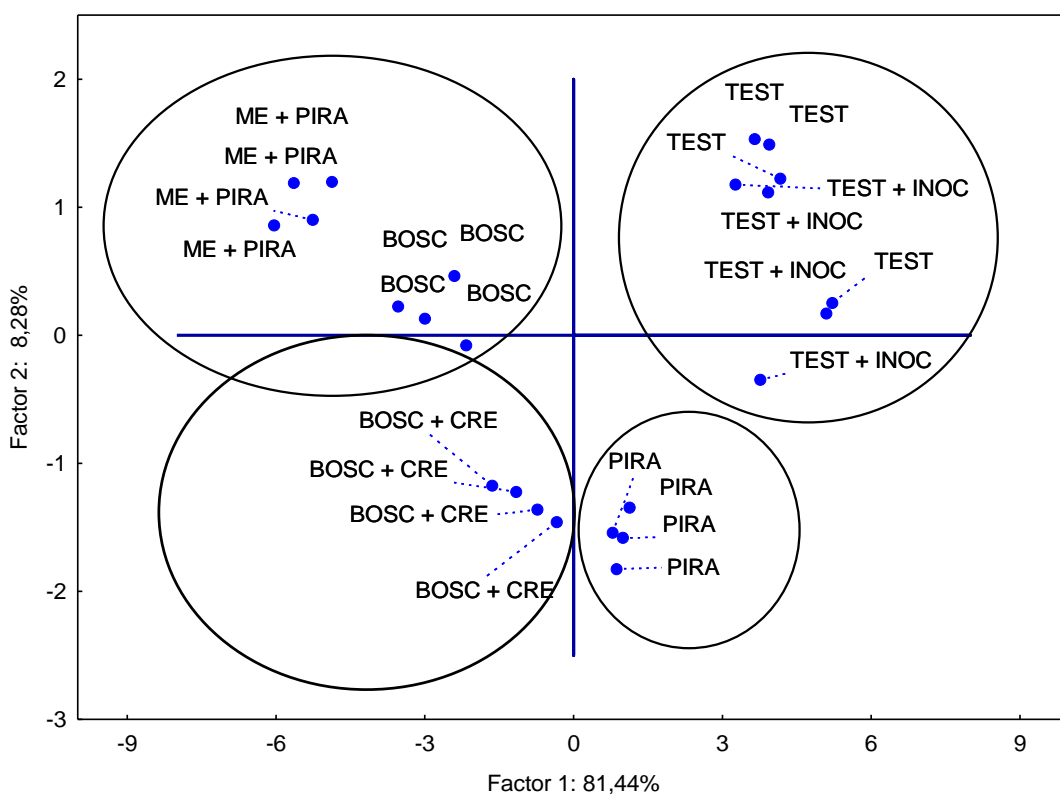
Número de folhas totais (NFT), área foliar total (AFT), massa fresca do total de folhas (MFTF), massa seca do total de folhas (MSTF), número de brotações secundárias no ramo principal (NBSRP), massa fresca do total de ramos (MFTR), massa seca do total de ramos (MSTR), comprimento do ramo principal (CRP), diâmetro médio do ramo principal (DMRP), número nós no ramo principal (NNRP), comprimento do entrenó no ramo principal (CERP), número de folhas no ramo principal (NFRP), massa fresca do ramo principal (MFRP), massa seca do ramo principal (MSRP), massa fresca do total de brotações secundárias (MFTBS) e massa seco das brotações secundárias (MSTBS).

Estes resultados indicam que as variáveis diâmetro médio do ramo principal e massa seca das brotações secundárias são independentes do comprimento do entrenó no ramo principal e, portanto, não são correlacionadas.

Para melhor visualização dos resultados foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP) com o objetivo de determinar a distribuição espacial dos tratamentos em um espaço de dimensão menor, decompondo a matriz de dados original em duas outras matrizes – escores (com as amostras) e pesos (com as variáveis dependentes). Além disso, é possível determinar com esta análise, quais amostras estão relacionadas com os atributos em cada tratamento. O uso da análise estatística multivariada, de Cluster e de ACP foi capaz de identificar e classificar diferentes tratamentos em mudas de videira cv. Isabel Precoce inoculadas com *P. viticola*. Este tipo de análise tem grande aplicabilidade em pesquisas e estudos na área de experimentação agrícola.

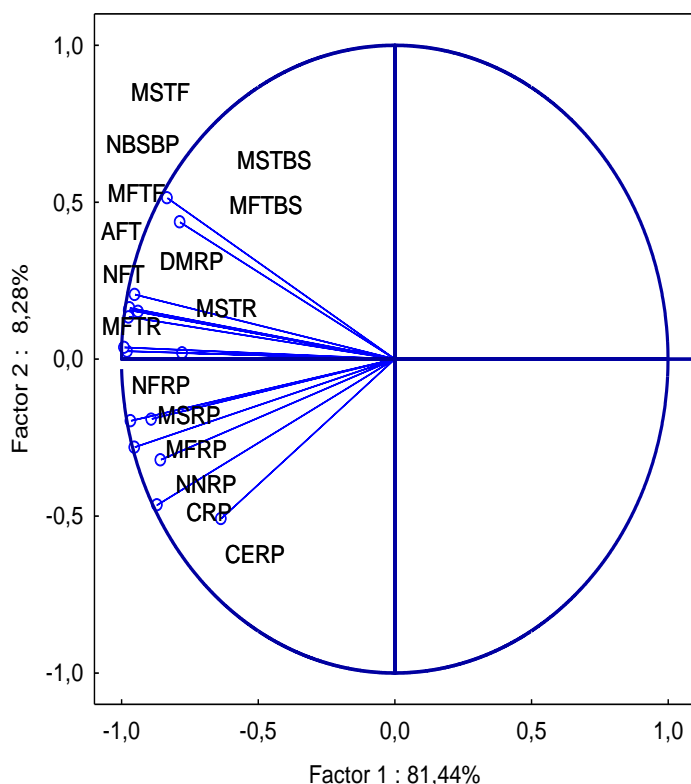
As Figuras 2 e 3 mostram os gráficos de escores e pesos (ou *loadings*) para os seis tratamentos. Como observado, com apenas duas componentes principais (PC1 e PC2) é possível determinar 89,72% da variância dos dados. Isto denota que, aproximadamente 90% da variabilidade dos dados pode ser explicada pelo modelo proposto. Esse método de reconhecimento de padrões não supervisionado, permite distinguir diferenças mínimas entre os mais diferentes tipos de dados, que são difíceis de serem observados sem a ajuda de uma análise estatística multivariada. Assim, a ACP revela o arranjo dos escores dos tratamentos testados em função dos atributos de maior peso em cada quadrante.

A partir da observação dos vetores nos planos fatoriais e com a posição dos *clusters* nos quadrantes (Figuras 2 e 3), torna-se possível propor correlações com os vetores e caracterizar os agrupamentos, conforme os atributos que melhor explicam suas características. É possível observar que a análise de ACP separa as testemunhas dos demais tratamentos em um quadrante, além de demonstrar que houve diferença entre os seis tratamentos testados, pelas suas diferentes posições.



**Figura 2.** Análise de Componentes Principais (ACP): escores, para os tratamentos testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA) aplicados em mudas de videira cv. Isabel Precoce. Guarapuava, PR, 2015.

A partir da análise de ACP observa-se que os tratamentos ME + PIRA e BOSC, localizados no quadrante II (Figura 2) apresentaram como principais características, que os levaram a estar nesta posição, maiores pesos em 10 atributos (de um total de 16 analisados), compondo 62,5% do total das variáveis analisadas (Figura 3). Porém, o efeito do tratamento ME + PIRA é mais pronunciado, tendo um vetor maior, revelado pela sua posição no quadrante II (Figura 2), em relação ao tratamento BOSC, além de apresentar diferenças estatísticas significativas para a grande maioria das variáveis analisadas (Tabela 2).



**Figura 3.** Análise de Componentes Principais (ACP): *loadings*, para as variáveis: número de folhas totais (NFT), área foliar total (AFT), massa fresca do total de folhas (MFTF), massa seca do total de folhas (MSTF), número de brotações secundárias no ramo principal (NBSRP), massa fresca do total de ramos (MFTR), massa seca do total de ramos (MSTR), comprimento do ramo principal (CRP), diâmetro médio do ramo principal (DMRP), número de nós no ramo principal (NNRP), comprimento do entrenó no ramo principal (CERP), número de folhas no ramo principal (NFRP), massa fresca do ramo principal (MFRP), massa seca do ramo principal (MSRP), massa fresca do total de brotações secundárias (MFTBS) e massa seca das brotações secundárias (MSTBS) em mudas de videira cv. Isabel Precoce tratadas com fungicidas de efeitos fisiológicos. Guarapuava, PR, 2015.

A aplicação dos fungicidas ME + PIRA e BOSC promoveram efeitos positivos nas mudas de videira observando-se que houve maior desenvolvimento vegetativo, revelado pela maior ação foliar proporcionada, na qual as mudas apresentaram maior número de folhas, conseqüentemente, maior área foliar, massa fresca e seca do total de folhas. Estes resultados evidenciam o efeito aditivo dos tratamentos no desenvolvimento das plantas, contudo, tais efeitos são mais pronunciados em relação à aplicação de ME + PIRA, embora em ambos os casos, os resultados sejam mais expressivos em comparação aos demais tratamentos.

As folhas são os principais órgãos de fotossíntese e transpiração em plantas (TAIZ & ZEIGER, 2013). A qualidade de um bom vinho, por exemplo, depende da qualidade das uvas,



a qual é influenciada por diversos fatores, como condições edafo-climáticas e técnicas de cultivo (ALMANZA et al., 2010) para promover adequado equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a capacidade produtiva das plantas (BORGHEZAN et al., 2010). A produtividade é influenciada por características morfológicas e fisiológicas dos órgãos fotossintetizante (TAIZ & ZEIGER, 2013) e, estudos para quantificar e avaliar a área foliar em videira são importantes e fornecem informações necessárias para diagnosticar a produtividade, qualidade da uva e de seus produtos, como sucos e vinhos (LÓPEZ-LOZANO & CASTERAD, 2013).

Os tratamentos ME + PIRA e BOSC promoveram maior diâmetro médio do ramo principal, que apresentou maior emissão de brotações secundárias, justificada pelo maior número de brotações secundárias no ramo principal nas videiras (Tabela 2). Destaca-se ainda que, as mudas tratadas com ME + PIRA apresentaram em média até três brotações secundárias e as tratadas com BOSC até duas brotações secundárias no ramo principal (Tabela 2); além de maiores massas fresca e seca das brotações secundárias e, também, maiores massas fresca e seca do total de ramos na planta. O crescimento, desenvolvimento e a produtividade da videira podem ser afetados por diversos fatores, como os genéticos e os culturais, a variedade, porta-enxerto, idade da planta, vigor, dominância apical, hormônios vegetais promotores, hormônios vegetais inibidores, fatores edáficos e de manejo (ALMANZA et al., 2010; BORGHEZAN et al., 2010).

De acordo com Manica e Pommer (2006), a brotação da videira consiste no revigoramento das gemas, sendo controlada por fatores externos e internos, como temperatura (baixas) e estímulos hormonais, em especial da citocinina, sintetizada na raiz e translocada para a parte aérea pela exsudação. A gema também libera hormônios vegetais inibidores deste mesmo fenômeno, como o ácido abscísico (ABA). Depois da brotação, o ápice vegetativo começa a alongar-se. O aumento da extensão dos brotos é devido à atividade de divisão e alongamento celular do ápice vegetativo, resultando em maior comprimento do ramo, enquanto que a ativação do câmbio vascular resulta em maior diâmetro.

Os hormônios vegetais possuem notável importância no crescimento vegetativo. A auxina sintetizada no ápice vegetativo mobiliza substâncias nutritivas e determina a síntese proteica necessária para a divisão celular apical. A giberelina, sintetizada nas folhas jovens, promove o alongamento dos internós, através do aumento das células, atuando em conjunto com a auxina. Sintetizado nas folhas adultas, o ABA inibe e paralisa o crescimento. A citocinina determina a brotação e o ABA favorece a lignificação, maturando os brotos e tem

atividade estimulante sobre a produção de auxina no ápice e de giberelina nas folhas (MANICA & POMMER, 2006; TAIZ & ZEIGER, 2013).

**Tabela 2.** Atributos de crescimento em mudas de videira cv. Isabel Precoce submetidas aos seguintes tratamentos: testemunha (TEST), testemunha com inoculação (TEST+INOC), boscalida (BOSC), boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC+CRE), piraclostrobina (PIRA) e metiram mais piraclostrobina (ME+PIRA). Guarapuava, PR, 2015.

Variáveis	Tratamentos					
	TEST	TEST+INOC	BOSC	PIRA	BOSC+CRE	ME+PIRA
NFT	17,0d ± 4,1	16,3d ± 3,3	34,3b ± 3,1	23,0dc ± 1,4	30,0cb ± 3,1	48,0a ± 3,5
AFT (cm <sup>2</sup> )	1251,8e ± 100,3	1299,1e ± 157,6	2765,7b ± 162,1	1839,5d ± 95,7	2260,6c ± 245,9	3999,2a ± 199,4
MFTF (g)	16,7e ± 0,6	16,6e ± 0,6	37,1b ± 0,5	23,2d ± 1,5	30,3c ± 1,7	50,1a ± 4,7
MSTF (g)	5,54e ± 0,6	5,6ed ± 0,5	13,6b ± 0,3	7,9d ± 0,1	10,5c ± 0,8	21,2a ± 2,4
NBSBP	0,75c ± 0,5	0,5c ± 0,5	2,0b ± 0,0	1,0c ± 0,0	2,0b ± 0,0	3,0a ± 0,0
MFTR (g)	7,6c ± 1,9	7,1c ± 1,9	23,6a ± 1,6	14,6b ± 0,4	16,4b ± 0,7	25,9a ± 0,3
MSTR (g)	2,2e ± 0,6	2,1e ± 0,4	8,1b ± 0,6	4,3d ± 0,3	6,5c ± 0,4	9,9a ± 0,3
CRP (cm)	39,6b ± 1,7	43,6b ± 3,3	86,6a ± 3,3	83,5a ± 2,9	82,6a ± 2,8	88,0a ± 2,9
DMRP (mm)	5,6c ± 0,3	5,8bc ± 0,2	6,0ab ± 0,1	5,7bc ± 0,2	6,0ab ± 0,1	6,3a ± 0,2
NNRP	11,0c ± 0,8	12,3bc ± 2,7	15,3ab ± 0,9	15,0ab ± 0,8	16,8a ± 1,0	18,0a ± 0,8
CERP (cm)	3,6d ± 0,3	3,7d ± 0,5	5,7a ± 0,3	5,6ab ± 0,2	4,9bc ± 0,1	4,9c ± 0,1
NFRP	11,5c ± 1,3	13,0c ± 3,0	17,3ab ± 1,5	15,0bc ± 0,8	17,3ab ± 0,5	19,5a ± 1,3
MFRP (g)	4,7d ± 0,1	5,2d ± 0,4	14,1b ± 0,7	11,6c ± 0,4	14,3b ± 0,5	16,9a ± 0,1
MSRP (g)	1,4d ± 0,1	1,6d ± 0,2	5,7b ± 0,2	3,9c ± 0,3	5,6b ± 0,2	6,9a ± 0,1
MFTBS (g)	2,9b ± 2,0	1,9b ± 2,1	9,5a ± 1,0	3,0b ± 0,1	2,1b ± 0,3	9,0a ± 0,3
MSTBS (g)	0,8b ± 0,5	0,5b ± 0,6	2,4 a ± 0,2	0,5b ± 0,1	0,8b ± 0,3	3,0 a ± 0,3

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Número de folhas totais (NFT), área foliar total (AFT), massa fresca do total de folhas (MFTF), massa seca do total de folhas (MSTF), número de brotações secundárias no ramo principal (NBSRP), massa fresca do total de ramos (MFTR), massa seca do total de ramos (MSTR), comprimento do ramo principal (CRP), diâmetro médio do ramo principal (DMRP), número nós no ramo principal (NNRP), comprimento do entrenó no ramo principal (CERP), número de folhas no ramo principal (NFRP), massa fresca do ramo principal (MFRP), massa seca do ramo principal (MSRP), massa fresca do total de brotações secundárias (MFTBS) e massa seco das brotações secundárias (MSTBS).

Desta forma, com os resultados observados no presente trabalho, a aplicação dos fungicidas ME + PIRA e BOSC, para o controle do míldio, possivelmente tenham promovido alterações nos processos fisiológicos, em especial, de hormônios promotores do crescimento vegetal (não mensurados neste experimento) nas mudas de videira. Contribuindo com os resultados deste trabalho, outros estudos tem mostrado que a aplicação de estrobilurinas afetam o desenvolvimento vegetativo e a área foliar de culturas agrícolas, como os resultados observados por Lima et al. (2012). Em suas pesquisas com mudas de banana tratadas com estrobilurinas, os autores observaram maior diâmetro do pseudocaule e massa seca da parte

área, bem como as plantas se alongaram mais, tornando-se mais altas em relação às testemunhas. Os efeitos mais pronunciados foram observados quando foi aplicado piraclostrobina e, em menor grau quando submetidas à aplicação de azoxistrobina.

O uso de piraclostrobina também promoveu em plantas de feijão as maiores taxas de crescimento absoluto da área foliar, indicando expansão mais rápida do tecido foliar (KOZLOWSKI et al., 2009). Em milho, a piraclostrobina proporcionou maior desenvolvimento do dossel vegetativo (LIMA et al., 2009). A aplicação de piraclostrobina interferiu no crescimento da cultura da soja, promovendo maior acúmulo de massa de matéria seca e área foliar (TSUMANUMA et al., 2010). Estes efeitos também podem ser decorrentes de alterações em outros processos fisiológicos, como no ponto de compensação de CO<sub>2</sub>, na senescência foliar, na atividade da enzima ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico sintase (ACC-sintase) interferindo na biossíntese de etileno, no conteúdo de clorofila, na atividade fotossintética e abertura estomática, no consumo de água, na atividade de enzimas antioxidantes e, ainda, na atividade da enzima nitrato redutase (KÖEHLE et al., 2002; VENANCIO et al., 2003).

A assimilação de nitrogênio de acordo com Taiz e Zeiger (2013) também tem efeito sobre o desenvolvimento vegetativo, proporcionando aumento na produção de massa seca de plantas, com efeitos marcantes sobre a produção. Vários estudos com diferentes culturas diagnosticaram que a aplicação de estrobilurinas aumenta a atividade da enzima nitrato redutase e o efeito verde prolongado, em função da maior assimilação de nitrogênio (KÖEHLE et al., 1994; YPEMA & GOLD, 1999; BASF, 2005; LARCHER, 2006; SOARES et al., 2011; SIRTOLI et al., 2011; AMARO, 2011; MACEDO, 2012; RAMOS, 2013).

Desta forma, possivelmente com a aplicação de ME + PIRA e BOSC em mudas de videira, no início do desenvolvimento vegetativo, no qual a demanda de nitrogênio se encontra alta, houve incremento na atividade da enzima nitrato redutase (não mensurada neste experimento), que resultou em maior benefício com relação aos efeitos aditivos pela maior disponibilidade e assimilação de nitrogênio, quando comparado aos outros tratamentos.

Os atributos comprimento do ramo principal, número de folhas, de nós e comprimento dos entrenós no ramo principal, massa fresca e seca do ramo principal apresentaram seus maiores índices em videiras que foram tratadas com BOSC + CRE (Figura 3). Embora, estes valores não diferem significativamente de videiras submetidas aos tratamentos com ME +

PIRA e BOSC (Tabela 2), apesar da análise ACP sugerir que os valores destes atributos foram maiores para o tratamento BOSC + CRE (Figuras 2 e 3).

As mudas de videiras cv. Isabel Precoce submetidas ao tratamento com BOSC + CRE apresentaram um menor desenvolvimento vegetativo e, principalmente, em respostas relacionadas à área foliar e massa fresca e seca de folhas, apesar de não diferir estatisticamente do tratamento BOSC em relação ao número de brotações secundárias, a aplicação de BOSC + CRE apresentou menor massa fresca e seca das brotações secundárias e, conseqüentemente, menor massa seca dos ramos principais. Esta constatação, possivelmente, deva ser ao menor armazenamento de fotoassimilados nos ramos.

Segundo Töfoli e Domingues (2007), assim como as estrobilurinas, o fungicida boscalida também tem sido utilizado para fins de efeitos fisiológicos, por aparentemente, possuir os mesmos efeitos proporcionados pelas estrobilurinas. Testando diferentes doses de boscalida em pepino, Sirtoli et al. (2011) observaram efeito linear significativo, pois quanto maior a dose de boscalida utilizada, maior foi a área foliar. Esses resultados demonstram que o uso de boscalida pode contribuir positivamente para ganhos em produtividade, colaborando com os resultados observados no presente trabalho.

Na análise de ACP (Figura 2) o tratamento PIRA, localizado no quadrante IV e os tratamentos TEST e TEST + INOC, localizados no quadrante I, se encontraram nestas posições de escores por apresentarem os menores pesos nos 16 atributos analisados (Figura 3). Verificou-se que a aplicação do fungicida PIRA em mudas de videira, comparado com os demais fungicidas testados, apresentou menor efeito fisiológico sobre o desenvolvimento das plantas. Para as testemunhas com e sem inoculação foram observados os menores índices de crescimento (Tabela 2).

Muitos estudos descrevem o potencial da ação fisiológica do uso de piraclostrobina isoladamente, porém, neste trabalho, o fungicida que apresentou maior efeito na fisiologia de mudas de videira foi o tratamento composto pela associação de dois princípios ativos: metiram mais piraclostrobina (ME + PIRA). Efeito semelhante foi observado nas videiras tratadas somente com o fungicida BOSC, embora em grau menor e menos pronunciado no desenvolvimento das plantas.

Como as mudas de videira cv. Isabel Precoce, foram inoculadas com *P. viticola*, há a hipótese da ação fungitóxica das moléculas dos fungicidas terem inibido a germinação dos esporos (zoósporos) deste patógeno, possivelmente, contribuindo para um menor gasto de

energia das plantas em resposta à defesa do hospedeiro. A doença causada por este patógeno afeta todos os órgãos verdes da videira e em alta severidade pode ocasionar desfolha intensa, prejudicando o potencial fotossintético da planta (MANICA & POMMER, 2006).

Diante do exposto, pode-se justificar o melhor efeito fisiológico proporcionado pelo fungicida ME + PIRA que é composto pela mistura de dois princípios ativos, um de contato (metiram) e outro sistêmico (piraclostrobina), apresentando duplo modo de ação (BASF, 2015). Assim, possivelmente, o princípio ativo metiram, atuando como barreira protetiva ao ataque do patógeno colaborou para potencializar a ação fisiológica da piraclostrobina. Esta atuação conjunta potencializou a eficiência do fungicida, desta maneira, apresentou na cultura da videira (em mudas), os melhores resultados no desenvolvimento da planta.

O uso da análise estatística multivariada, de Cluster e de ACP foi capaz de identificar e classificar diferentes tratamentos em mudas de videiras cv. Isabel Precoce inoculadas com *P. viticola*. Este tipo de análise tem grande aplicabilidade em pesquisas e estudos na área de experimentação agrícola.

### **Conclusão**

Pelos resultados obtidos e nas condições deste experimento pode-se concluir que os melhores resultados no desenvolvimento de mudas de videira cv. Isabel Precoce, inoculadas com *P. viticola*, foram observados nos tratamentos com metiram mais piraclostrobina (ME + PIRA), seguido de boscalida mais cresoxim-metílico (BOSC + CRE) e boscalida (BOSC).

### **Referências Bibliográficas**

AGROFIT. In: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> ACESSO em: 05/09/2015.

ALMANZA, P.J.M; QUIJANO-RICO, M. A.; FISCHER, G.; CHAVES B. C.; BALAGUERA-LÓPEZ, H.E. Physicochemical characterization of 'Pinot Noir' grapevine (*Vitis vinifera* L.) fruit during its growth and development under high altitude tropical conditions. **Agronomia Colombiana**, v. 28, n. 2, p. 173-180, 2010.

AMARO, A.C.E. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, cultivadas em ambiente protegido**. 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

BASF. F500 O fungicida Premium. **Boletim Técnico**, São Bernardo do Campo: Basf, 2005. 35p.

BASF. In: Fungicida Cabrio Top<sup>®</sup>. Disponível em: [http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt\\_BR/function/conversions/publish/content/APBrazil/solutions/fungicidas/Bulas/CabrioTop\\_BASF.pdf](http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/apbrazil/pt_BR/function/conversions/publish/content/APBrazil/solutions/fungicidas/Bulas/CabrioTop_BASF.pdf). Acesso em: 20 de novembro de 2015.

BEDENDO, I.P. Míldios. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; FILHO, A.B. **Manual de fitopatologia**. 4 ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F.A.; SILVA, A.L da. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de variedades de videira à campo (*Vitis vinifera* L.). **Ciência Técnica Vitivinícola**, v.25, n.1, p.1-7, 2010.

CAMARGO, U.A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 144-149, 2011.

DEMANT, L.A.D.; MARINGONI, A.C. Controle da mancha angular do feijoeiro com uso de fungicidas e seu efeito na produção das plantas. **Idesia (Arica)**, v. 30, n. 2, p. 93-100, 2012.

DUNNE, B. Strobilurin use on cereals. **Crop Protection**, v. 23, p. 17-20, 2005.

FAGAN, E.B.; NETO, D.D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R.B.; YEDA, M.P.; MASSIGNAM, L.F.; OLIVEIRA, R.F.D.; MARTINS, K.V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 771-777, 2010.

GROSSMANN, K.; KWIATKOWSKI, J.; CARPAR, G. Regulation of phytohormone levels, leaf senescence and transpiration by the strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Journal of Plant Physiology**, v. 154, n. 5, p. 805-808, 1999.

GUERRA, C.G.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M.C.; CAMARGO, U.A. **Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. 69p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**. v.29 n.1. fevereiro, Rio de Janeiro, 2015, 1-83 p.

KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. In: DEHNE, H.W.; GISI, U.; KUCK, K.H.; RUSSELL, P.E.; LYR, H. (Ed.). *Modern fungicides and antifungal compounds III*. Andover, 2002. p. 61–74.

KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of strobilurin fungicide F 500 on plants. **Biochemical Society Transactions**, v. 22, n. 65, 1994.

KOZLOWSKI, L.A.; SIMÕES, D.F.M.; SOUZA, C.D.de.; TRENTO, M. Efeito fisiológico de estrobilurina F 500<sup>®</sup> no crescimento e rendimento do feijoeiro. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 7, n. 1, p. 41-54, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 550p.

LIMA, A.D.S.; REFFATTI, M.T.N.; JUNCOS, M.C.; BURBULHAN, T.; MARTIKOSKI, L. Efeito fisiológico de fungicida pyraclostrobin e tratamento de sementes na cultura do milho. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 2, n. 3, p. 113-120, 2009.

- LIMA, J.D.; MORAES, W.da S.; SILVA, S.H.M.-G.da. Respostas fisiológicas em mudas de bananeira tratadas com estrobilurinas. **Semina: Ciências Agrárias**,v. 33, n. 1, p. 77-86, 2012.
- LÓPEZ-LOZANO, R.; CASTERAD, M. A. Comparison of different protocols for indirect measurement of leaf area index with ceptometers in vertically trained vineyards. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.19, n.1, p.116-122, 2013.
- MACEDO, A.C. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido**. 2012. 66f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- MANICA, I. POMMER, C.V. **Uva: do plantio a produção, pós-colheita e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. 185 p.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Version 2.12.1. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2010.
- RAMOS, A.C. **Produtos de efeitos fisiológicos no desenvolvimento de plantas de tomate ‘Giuliana’, na produção e pós-colheita de frutos**. 2013. 143f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- RAMOS, A.R.P.; AMARO, A.C.E.; MACEDO, A.C.; SUGAWARA, G.S.de.A.; EVANGELISTA, R.M.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O. Qualidade de frutos de tomate ‘giuliana’ tratados com produtos de efeitos fisiológicos. **Semina: Ciências Agrárias**,v. 34, n. 6, p. 3543-3552, 2013.
- SIRTOLI, L.F.; RODRIGUES, J.D.; GOTO, R. Efeito fisiológico do fungicida boscalida na atividade da nitrato redutase e nas características fitotécnicas de pepineiro japonês enxertado e não enxertado. **Scientia Agraria Paranaensis**,v. 10, n. 3, p. 58-69, 2011.
- SOARES, L.H.; FAGAN, E.B.; CASAROLI, D.; ANDRADE, D.M.de.; SOARES, A.L.; MARTINS, K.V.; ROCHA, F.J.da. Aplicação de diferentes estrobilurinas na cultura da soja. **Revista da FZVA**,v. 18, n. 1, p. 78-97, 2011
- SÔNEGO, O.R.; GARRIDO, L.da.R.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. **Principais doenças fúngicas da videira no Sul do Brasil**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Goncalves,2005, 32p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 820 p.
- TÖFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J. **Severa pinta preta**. 2007. Disponível em: < [http://www.biologico.sp.gov.br/artigos\\_ok.php?id\\_artigo=59](http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=59) >. Acesso em: 03/08/2015.
- TSUMANUMA, G.M.; CARVALHO, S.J.P.de.; FANCELLI, A.L.; BERNARDES, M.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E. Crescimento de dois cultivares de soja submetidos a aplicações de herbicidas e fungicidas. **Revista Ceres**,v. 57, n. 6, p. 742-750, 2010.
- VENANCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L.de. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **UEPG - Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**,v. 9, n. 3, p. 59-68, 2003.
- WU,Y.X.; VON TIEDEMANN, A. Evidence for oxidative stress involved in physiological leaf spot formation in winter and spring barley. **Phytopathology**, v. 92, n. 2, p. 145-155, 2002.

YPEMA, H.L.; GOLD, R.E. Kresoxym-methyl modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, n. 1, p. 4-19, 1999.