Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Sistemas de alerta fitossanitário para o controle do míldio em vinhedos conduzidos sob coberturas plásticas no Noroeste Paulista

Ester Holcman

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em Ciências. Área de concentração: Física do Ambiente Agrícola

Piracicaba
2014

Ester Holcman
Engenheiro Agrônomo

Sistemas de alerta fitossanitário para o controle do míldio em vinhedos conduzidos sob coberturas plásticas no Noroeste Paulista

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **PAULO CESAR SENTELHAS**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em Ciências. Área de concentração: Física do Ambiente Agrícola

Piracicaba
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Holcman, Ester
Sistemas de alerta fitossanitário para o controle do míldio em vinhedos conduzidos sob coberturas plásticas no Noroeste Paulista / Ester Holcman. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.
232 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Viticultura 2. Cobertura plástica 3. Microclima 4. Míldio da videira 5. Sistemas de tomada de decisão 6. Produtividade e qualidade I. Título

CDD 634.8
H725s

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

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese à minha querida e amada mãe.

“MÃE...
São três letras apenas,
As desse nome bendito:
Três letrinhas, nada mais...
E nelas cabe o infinito
E palavra tão pequena-confessam mesmo os ateus-
És do tamanho do céu
E apenas menor do que Deus!”.

Mário Quintana

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre presente na minha vida, me protegendo e me guiando.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e ao Departamento de Engenharia de Biossistemas (LEB) por permitir a realização do curso de doutorado e pelo apoio no desenvolvimento do projeto.

À CAPES pela concessão da bolsa de doutorado.

À FAPESP e ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Cesar Sentelhas, pelos conselhos, pela amizade e pela extrema generosidade em transmitir seus conhecimentos e experiências durante toda a minha vida acadêmica.

Ao Prof. Dr. Marcel Bellato Spósito por participar de todas as fases do projeto, com intensa dedicação, sendo seu apoio fundamental para a realização desste projeto.

Às secretárias administrativas de pós-graduação do LEB, Davilmar A. D. Collevatti e Angela Márcia Derigi Silva, por toda a atenção, dedicação, amizade e serviços prestados em todo o período da minha permanência na universidade.

Ao Prof. Dr. Hilton Thadeu Zarate Couto pelo apoio na realização das análises estatísticas.

À EMBRAPA Uva e Vinho (EVT/Jales) por ceder a área experimental e os vinhedos para a execução do projeto, além de toda a infra-estrutura, equipamentos e mão-de-obra.

Ao Dr. Marco Antônio Fonseca da Conceição, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, pelos ensinamentos e suporte científico e pela significativa participação no projeto, assim como a sua família por toda a atenção e carinho durante a minha estadia em Jales.

Ao Dr. Reginaldo Teodoro de Souza e à Dra. Rosemeire de Lellis Naves, pesquisadores da Embrapa Uva e Vinho, pela participação no projeto, por ceder parte do material utilizado no campo e pelo empréstimo de equipamentos.

Aos estagiários Kerly Belussi, Renata Pereira, João Elvo, Vanderson Melo, Taynara Savini e Camila Lucas pelo auxílio na execução das avaliações em campo e nas análises laboratoriais.

Aos funcionários da Embrapa Uva e Vinho (EVT/Jales) pelo trabalho árduo na condução dos experimentos, em especial ao João Siqueira da Mata e Luiz Pedro Zanetoni por todo o suporte técnico, ao Marco Antônio Botelho por viabilizar todas as compras de materiais, e ao Nivaldo Marques pela instalação de todos os equipamentos meteorológicos.

À Ana Paula Santana e à Geni Vieira de Souza pelo carinho dedicado a mim ao longo de toda a minha estadia em Jales e pela amizade.

À querida família Altemar (João Antônio, Vani, Anna Maria e Larissa) pela acolhida carinhosa durante a minha estadia em Jales.

Ao Grupo Vocal da ESALQ pela amizade e pelos momentos inesquecíveis que vivemos juntos, especialmente para a regente Cíntia Maria A. Pinotti.

Aos maravilhosos ‘amigos irmãos’ Carolina Grando, Natália Spósito Polesi, Luis Polesi e Sharon Schievano Lima pelo grande apoio que sempre tive nos dias em que precisei ficar em Piracicaba, pelo amor e amizade eternos.

Aos meus irmãos Débora e Michel, por fazerem parte da minha vida e à pequena Maria que está por vir, minha amada sobrinha que o seu rostinho ainda não conheço.

Ao David Souza, meu namorado, por todo carinho, apoio e amor.

À toda minha família, que sempre torceu pelo meu sucesso, em especial à minha mãe Maria Lúcia, que com todo seu amor e paciência me incentivou a alcançar mais esta conquista.

SUMÁRIO

RESUMO..... 11
ABSTRACT..... 13
LISTA DE FIGURAS..... 15
LISTA DE TABELAS..... 25
1 INTRODUÇÃO GERAL..... 33
Referências..... 34
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 37
2.1 Viticultura na região noroeste do estado de São Paulo..... 37
2.2 Uso de coberturas plásticas na viticultura..... 39
2.2.1 Microclima sob coberturas plásticas..... 40
2.2.1.1 Radiação solar..... 40
2.2.1.2 Temperatura do ar..... 41
2.2.1.3. Umidade relativa do ar..... 43
2.2.1.4 Duração do período de molhamento foliar..... 44
2.2.1.5 Velocidade do vento..... 46
2.3 O míldio da videira..... 47
2.3.1 *Plasmopara viticola* e suas exigências climáticas..... 49
2.3.2 Controle químico do míldio da videira..... 51
2.3.3 Sistemas de alerta fitossanitário..... 52
2.3.4 Uso de cultivos protegidos no controle de doenças das videiras..... 55
Referências..... 57
3 MICROCLIMA DE VINHEDOS DE ‘BRS MORENA’ CULTIVADOS SOB COBERTURAS PLÁSTICAS NO NOROESTE PAULISTA..... 71
Resumo..... 71
Abstract..... 71
3.1 Introdução..... 72
3.2 Material e métodos..... 74
3.2.1 Descrição do local do experimento..... 74
3.2.2 Instalação do experimento..... 76
3.2.3 Caracterização micrometeorológica..... 78
3.2.4 Análise dos dados..... 80

3.3 Resultados e discussão..... 80
3.3.1 Radiação solar global..... 80
3.3.2 Radiação fotossinteticamente ativa..... 88
3.3.3 Saldo de radiação..... 93
3.3.4 Temperatura do ar..... 101
3.3.5 Umidade relativa do ar..... 109
3.3.6 Velocidade do vento..... 117
3.3.7 Duração do período de molhamento..... 120
3.4 Conclusões..... 125
Referências..... 126
4 SISTEMAS DE ALERTA FITOSSANITÁRIO PARA O CONTROLE DO MÍLDIO EM VINHEDOS DE 'BRS MORENA' CONDUZIDOS SOB COBERTURAS PLÁSTICAS NO NOROESTE PAULISTA..... 135
Resumo..... 135
Abstract..... 135
4.1 Introdução..... 136
4.2 Material e métodos..... 140
4.2.1 Descrição do local do experimento..... 140
4.2.2 Instalação do experimento..... 142
4.2.3 Delineamento experimental..... 143
4.2.5 Descrição dos fungicidas utilizados nos tratamentos..... 143
4.2.4 Descrição dos tratamentos utilizados..... 145
4.2.6 Cultivar utilizada no experimento..... 147
4.2.7 Avaliação fenológica..... 147
4.2.8 Manejo da irrigação..... 148
4.2.9 Avaliação da incidência e severidade do míldio da videira..... 149
4.2.9.1 Elaboração da escala diagramática..... 149
4.2.10 Avaliação micrometeorológica..... 151
4.2.11 Análise dos resultados..... 152
4.3 Resultados e discussão..... 153
4.3.1 Avaliação da safra de 2012..... 153
4.3.2 Avaliação da safra de 2013..... 179
4.4 Conclusões..... 187

Referências..... 188
5 SISTEMAS DE ALERTA FITOSSANITÁRIO PARA O CONTROLE DO MÍLDIO E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA VIDEIRA ‘BRS MORENA” CULTIVADA SOB COBERTURA PLÁSTICAS DE POLIPROPILENO TRANÇADO..... 197
Resumo..... 197
Abstract..... 197
5.1 Introdução..... 198
5.2 Material e métodos..... 201
5.2.1 Descrição do local do experimento..... 201
5.2.2 Delineamento experimental..... 202
5.2.3 Descrição dos tratamentos utilizados..... 203
5.2.4 Descrição dos fungicidas utilizados nos tratamentos..... 205
5.2.5 Cultivar utilizada no experimento..... 206
5.2.6 Avaliação da produtividade e qualidade das videiras..... 207
5.2.7 Avaliação da incidência e severidade do míldio da videira..... 208
5.2.8 Avaliação micrometeorológica..... 208
5.2.9 Avaliação fenológica..... 210
5.2.10 Análise dos resultados..... 211
5.3 Resultados e discussão..... 211
5.4 Conclusões..... 226
Referências..... 227

RESUMO

Sistemas de alerta fitossanitário para o controle do míldio em vinhedos conduzidos sob coberturas plásticas no Noroeste Paulista

A região noroeste do estado de São Paulo é um importante pólo produtor de uvas de mesa, porém possui condições ambientais muito propícias à ocorrência de doenças fúngicas durante todo o ciclo da videira. Alternativas como o uso de coberturas plásticas e de sistemas de alerta fitossanitário têm se mostrado bastante vantajosas para tal, porém, ainda com poucos estudos sobre isso na região. Deste modo, objetivou-se com este estudo avaliar a eficácia de sistemas de alerta fitossanitário no controle do míldio (*Plasmopara viticola*) em videiras cultivadas sob coberturas plásticas, e, consequentemente, na produtividade e na qualidade das uvas, no Noroeste Paulista. O experimento foi realizado na Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT) da Embrapa Uva e Vinho, localizada no município de Jales, SP, durante os anos de 2012 e 2013. Foram conduzidas três ruas de 120 m de videiras, cultivar apirênica 'BRS Morena', em espaçamento de 3,0 m entre plantas. Metade do vinhedo foi coberto com filme plástico de polipropileno trançado sobre estrutura metálica em forma de arco (PPT) e a outra metade com tela preta, com 18% de sombreamento (TP18%). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados compostos por cinco tratamentos, com seis repetições por ambiente coberto. Os tratamentos foram determinados a partir de diferentes manejos de controle do míldio da videira: *TE* - Testemunha (sem controle fitossanitário para o míldio); *CA* - Controle convencional (calendário); *BA* - Alerta fitossanitário denominado 'Regra 3-10' (BALDACCI et al., 1947); *MA25* - Alerta fitossanitário com eficiência de infecção baixa - $i_0 > 25\%$ (MADDEN et al., 2000); e *MA75* - Alerta fitossanitário com eficiência de infecção alta – $i_0 > 75\%$ (MADDEN et al., 2000). De acordo com os resultados, sob o PPT a transmissividade média da radiação solar global foi de 82,4% em 2012 e 67,3% em 2013 e sob a TP18%, da ordem de 90% nos dois anos estudados. Os ambientes sob as coberturas apresentaram temperaturas máximas do ar superiores aos valores observados a céu aberto, sendo as diferenças da ordem de 0,7 °C sob ao PPT e de 1,0 °C sob a TP18%. Sob o PPT, a duração do período de molhamento foliar foi 34% superior do que sob TP18%. Os tratamentos baseados nos sistemas de alertas fitossanitários (*BA*, *MA25* e *MA75*) revelaram níveis baixos de severidade do míldio da videira sob PPT, semelhantes aos verificados no tratamento com base no calendário (*CA*). Os tratamentos *BA*, *MA25* e *MA75* sob TP18% indicaram um número de pulverizações similar aos realizados sob o PPT, porém foram menos eficientes em relação a *CA*. Houve uma significativa redução no número de pulverizações entre o tratamento *CA* e os tratamentos *BA*, *MA25* e *MA75*, da ordem de 70%. As videiras, sob o PPT, pulverizadas com base em *BA*, *MA25* e *MA75* apresentaram características produtivas e qualitativas semelhantes às das videiras pulverizadas de acordo com *CA*. Conclui-se que o cultivo de videiras sob cobertura plástica de polipropileno, aliado à adoção de sistemas de alertas fitossanitários, resultou em excelentes níveis de controle do míldio da videira no Noroeste Paulista.

Palavras-chave: Viticultura; Cobertura plástica; Microclima; Míldio da videira; Sistemas de tomada de decisão; Produtividade e qualidade

ABSTRACT

Disease warning systems for downy mildew control in vineyards cultivated under plastic coverings in Northwestern São Paulo, Brazil

The Northwest region of the state of São Paulo is one of the main producers of table grapes in Brazil, however has a very favorable environmental conditions to fungal diseases during the growing season. The use of disease warning systems and plastic covers are promising alternatives for disease control, but there are not many researches about that in this region of the state. Thus, the objective of this study was to evaluate the efficacy of warning systems for managing downy mildew (*Plasmopara viticola*) in vineyards cultivated under plastic coverings, and, consequently, their impact on vine productivity and quality, in the northwest region of São Paulo State, Brazil. The experiment was carried out at the EMBRAPA - Tropical Viticulture Experimental Station (EVT/Embrapa Uva e Vinho), located in Jales, SP, Brazil. Three rows of 120 m of the seedless grape cultivar 'BRS Morena', spaced with 3.0 m between plants were conducted during 2012 and 2013 growing seasons. Half of the vineyard was covered with braided polypropylene plastic film installed over a metallic arc-shaped structure (PPT) and the other half with black screen, with 18% of shading (TP18%). The experimental design was randomized blocks composed of five treatments, with six repetitions per covered environment. The treatments were defined by the different grapevine downy mildew management : (*TE*) Control (no sprays against downy mildew); (*CA*) Conventional control (calendar); (*BA*) Warning system 'Rule 3-10' (BALDACCI et al., 1947); (*MA25*) Warning system with low-infection efficiency - $i_0 > 25\%$ (MADDEN et al., 2000); and (*MA75*) Warning system with high infection efficiency – $i_0 > 75\%$ (MADDEN et al., 2000). According to the results, under the PPT the average global solar radiation transmissivity was 82.4% in 2012 and 67.3% in 2013 and under TP18%, around 90% along the two growing seasons. The microclimate under the plastic covers showed maximum air temperatures higher than the values observed in the external environment, and the differences was around 0.7 °C under the PPT and 1.0 °C under TP18%. In the PPT, leaf wetness duration (LWD) was about 34% higher in relation to the TP18%. The treatments based on warning systems (*BA*, *MA25* and *MA75*) revealed low levels of severity of grapevine downy mildew under PPT, similar to those observed in the treatment based on a calendar spray (*CA*). The treatments *BA*, *MA25* and *MA75* under TP18% indicated a number of sprays similar to those obtained under the PPT, but less efficient in relation to the *CA*. There was a significant reduction in the number of sprays between the *CA* and *BA*, *MA25* and *MA75* treatments, about 70%. The vines under the PPT and sprayed based on *BA*, *MA25* and *MA75* had productive and quality characteristics similar to those sprayed according to the *CA*. It is concluded that the association of cultivation under polypropylene plastic cover and the use of disease warning systems resulted in excellent levels of downy mildew control in vineyards in the Northwest region of São Paulo state.

Keywords: Viticulture; Plastic covering; Microclimate; Downy mildew; Decision support systems; Productivity and quality

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Foto aérea da Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT) da Embrapa Uva e Vinho (Jales/SP)..... 75

Figura 3.2 - Extrato do balanço hídrico climatológico normal de Jales, SP, para o período de 1995 a 2013, considerando-se uma CAD de 100 mm m^{-1}. Fonte: EVT - EMBRAPA Uva e Vinho..... 76

Figura 3.3 - Videiras em sistema de latada cobertas com plástico de polipropileno trançado (PPT), na área experimental da EVT/EMBRAPA, em Jales, SP..... 77

Figura 3.4 - Videiras em sistema de latada cobertas com tela de sombreamento preta (18%) (TP18%), na área experimental da EVT/EMBRAPA, em Jales, SP..... 77

Figura 3.5 - Sensor cilíndrico para a medida da duração do período de molhamento foliar..... 78

Figura 3.6 - Equipamentos instalados na área experimental para a coleta dos dados micrometeorológicos, sendo: (a) sensores de radiação solar global e duração do período do molhamento foliar; (b) sensores de saldo de radiação e velocidade e direção do vento; (c) sensores de temperatura e umidade relativa do ar e caixa contendo o sistema de aquisição de dados modelo CR23X (*Campbell Sci*)..... 79

Figura 3.7 - Estação meteorológica automática instalada na EVT/EMBRAPA, em Jales, SP..... 79

Figura 3.8 - Radiação solar global (Rg) ao longo das duas safras de cultivo da videira nos ambientes: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 84

Figura 3.9 - Relações entre a radiação solar global observada nos ambientes PPT e EMA (a) e nos ambientes TP18% e EMA (b), ao longo da safra de 2012, e nos ambientes PPT e EMA (c) e nos ambientes TP18% e EMA (d), durante a safra de 2013. PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 85

Figura 3.10 - Variação da radiação solar global (Rg, W m-2) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 24/04 na safra de 2012 (a) e 03/05 na safra de 2013 (c) e em um dia de céu nublado: 19/04 na safra de 2012 (b) e 28/04 na safra de 2013 (d), sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento e EMA = estação meteorológica automática..... 86

Figura 3.11 - Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) ao longo das duas safras de cultivo da videira nos dois ambientes protegidos, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento..... 91

Figura 3.12 - Relações entre a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e a radiação solar global (Rg) nos ambientes PPT e TP18% na safra de 2012 (a, b) e na safra de 2013 (c, d), sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento..... 92

Figura 3.13 - Variação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) a cada 15 minutos em dias de céu limpo: 24/04 na safra de 2012 (a) e 03/05 na safra de 2013 (c) e em dias de céu nublado: 19/04 na safra de 2012 (b) e 28/04 na safra de 2013 (d), sendo: TTP = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento..... 93

Figura 3.14 - Saldo de radiação diário, diurno e noturno (Sr) ao longo da safra de 2012, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento..... 96

Figura 3.15 - Saldo de radiação diário, diurno e noturno (Sr) ao longo da safra de 2013, nos dois ambientes protegidos, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento..... 97

Figura 3.16 - Relações entre o saldo de radiação diário, diurno e noturno (Sr) e a radiação solar global (Rg) sob o plástico de polietileno trançado - PPT (a, c, e) e sob a tela preta com 18% de sombreamento – TP18% (b, d, f) durante a safra de 2012..... 98

Figura 3.17 - Relações entre o saldo de radiação diário, diurno e noturno (Sr) e a radiação solar global (Rg) sob o plástico de polipropileno trançado - PPT (a, c, e) e sob a tela preta com 18% de sombreamento – TP18% (b, d, f) durante a safra de 2013..... 99

Figura 3.18 - Variação do saldo de radiação (Sr) a cada 15 min em dias de céu limpo: 24/04/2012 (a) e 10/05/2013 (c), e em dias de céu nublado: 19/04/2012 (b) e 28/04/2013 (d), sob os diferentes ambientes protegidos: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento..... 100

Figura 3.19 - Temperatura média, máxima e mínima do ar observadas ao longo da safra de 2012 nos três ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 104

Figura 3.20 - Temperatura média, máxima e mínima do ar observadas ao longo da safra de 2013 nos três ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 105

Figura 3.21 - Relações entre a temperatura média, máxima e mínima do ar observadas nos ambientes PPT e EMA (a, c, e) e nos ambientes TP18% e EMA (b, d, f), ao longo da safra de 2012. PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 106

Figura 3.22 - Relações entre a temperatura média, máxima e mínima do ar observadas nos ambientes PPT e EMA (a, c, e) e nos ambientes TP18% e EMA (b, d, f), ao longo da safra de 2013. PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 107

Figura 3.23 - Variação da temperatura média do ar (T média do ar, °C) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 24/04 na safra de 2012 (a) e 03/05 na safra de 2013 (c) e em um dia de céu nublado: 19/04 na safra de 2012 (b) e 28/04 na safra de 2013 (d), sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 108

Figura 3.24 - Umidade relativa média, máxima e mínima do ar observadas ao longo da safra de 2012 nos três ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 112

Figura 3.25 - Umidade relativa média, máxima e mínima do ar observadas ao longo da safra de 2013 nos três ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 113

Figura 3.26 - Relações entre a umidade relativa média, máxima e mínima do ar observadas nos ambientes PPT e EMA (a, c, e) e nos ambientes TP18% e EMA (b, d, f), ao longo da safra de 2012. PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 114

Figura 3.27 - Relações entre a umidade relativa média, máxima e mínima do ar observadas nos ambientes PPT e EMA (a, c, e) e nos ambientes TP18% e EMA (b, d, f), ao longo da safra de 2013. PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 115

Figura 3.28 - Variação da umidade relativa média do ar (UR média do ar, %) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 24/04 na safra de 2012 (a) e 03/05 na safra de 2013 (c) e em um dia de céu nublado: 19/04 na safra de 2012 (b) e 28/04 na safra de 2013 (d), sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 116

Figura 3.29 - Velocidade média do vento (U média) observadas ao longo das safras de 2012 (a) e 2013 (b) nos três ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 118

Figura 3.30 - Relações entre a velocidade média ar observadas nos ambientes PPT e EMA (a, c) e nos ambientes TP18% e EMA (b, d), ao longo das safras de 2012 e 2013. PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 119

Figura 3.31 - Variação da velocidade média do vento (U média) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 24/04 na safra de 2012 (a) e 03/05 na safra de 2013 (c) e em um dia de céu nublado: 19/04 na safra de 2012 (b) e 28/04 na safra de 2013 (d), sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado;

TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 120
Figura 3.32 - Variação mensal da duração do período de molhamento foliar (DPM) e da precipitação pluvial (P acum) ao longo da safra de 2012 nos ambientes cobertos com o plástico de polipropileno trançado (PPT) e com a tela preta com 18% de sombreamento (TP18%)..... 122
Figura 3.33 - Variação mensal da duração do período de molhamento foliar (DPM) e da precipitação pluvial (P acum) ao longo da safra de 2013 nos ambientes cobertos com o plástico de polipropileno trançado (PPT) e com a tela preta com 18% de sombreamento (TP18%)..... 123
Figura 3.34 - Duração do período de molhamento foliar (DPM diária) observada ao longo das safras de 2012 (a) e 2013 (b) nos dois ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento..... 124
Figura 3.35 - Relações entre os valores de DPM medidos e estimados (horas dia^{-1}) nos ambientes PPT e TP18% ao longo das safras de 2012 (a, b) e de 2013 (c, d). PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento..... 125
Figura 4.1 - Foto aérea da Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT) da Embrapa Uva e Vinho, em Jales, SP..... 140
Figura 4.2 - Extrato do balanço hídrico climatológico normal de Jales, SP, para o período de 1995 a 2013, considerando-se uma CAD de 100 mm m^{-1}. Fonte: EVT - EMBRAPA Uva e Vinho..... 141
Figura 4.3 - Videiras em sistema de latada cobertas com plástico de polipropileno trançado (PPT), na área experimental da EVT/EMBRAPA, em Jales, SP..... 142
Figura 4.4 - Videiras em sistema de latada cobertas com tela preta com sombreamento de 18% (TP18%), na área experimental da EVT/EMBRAPA, em Jales, SP..... 142
Figura 4.5 - Representação do delineamento experimental e da distribuição dos cinco tratamentos adotados..... 143
Figura 4.6 - Aplicação do fungicida nas videiras com o auxílio de um pulverizador costal de 20 L com bico acoplado tipo cone..... 146

Figura 4.7 - Detalhe da videira apirênica ‘BRS Morena’, lançada em 2003 pelo programa de melhoramento da Embrapa Uva e Vinho para as condições tropicais brasileiras..... 147

Figura 4.8 - Disposição do sistema de irrigação das videiras, com a mangueira e o microaspersor na linha de plantio, de forma que a água da irrigação não atingisse as folhas e os cachos..... 149

Figura 4.9 - Escala diagramática, com oito níveis de severidade, elaborada para a avaliação do míldio (*Plasmopara viticola*) em folhas de videira (cv ‘BRS Morena’)..... 150

Figura 4.10 - Precipitação pluvial diária (P diária), temperatura média do ar (T média), umidade relativa média do ar (UR média) e duração do período de molhamento foliar diário (DPM diária) observadas ao longo da safra de 2012 nos ambientes protegidos: PPT = ambiente sob filme plástico de polipropileno trançado e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento..... 156

Figura 4.11 - Folhas de videira ‘BRS Morena’ expostas às condições externas atacadas pelo patógeno *Plasmopara viticola*..... 161

Figura 4.12 - Incidência e severidade médias do míldio nos ramos da videira ‘BRS Morena’, obtidos em cada um dos blocos dos cinco tratamentos adotados: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento..... 163

Figura 4.13 - Diferentes níveis de sintomas de míldio (*Plasmopara viticola*) em folhas da videira ‘BRS Morena’ cultivada sob a tela preta com 18% de sombreamento (TP18%)..... 166

Figura 4.14 - Danos causados pelo ataque severo de míldio (Plasmopara viticola) em cachos da videira ‘BRS Morena’ cultivada sob a tela preta com 18% de sombreamento (TP18%), em diferentes fases fenológicas: ‘a’, ‘b’ e ‘c’ = cachos na fase 73 – bagas tamanho de grão “chumbinho”; ‘d’ = cachos na fase 77 - início do fechamento do cacho; e ‘e’ = cachos na fase 85 – bagas amolecem; de acordo com a escala fenológica de Lorenz et al. (1995)..... 167

Figura 4.15 - Progresso da incidência de míldio (%) em folhas de videira ‘BRS Morena’ durante a fase de plena floração e início de maturação da safra de 2012, em cada um dos tratamentos: a) Testemunha (*TE*) – PPT; b) Calendário (*CA*) – PPT; c) Baldacci (*BA*) – PPT; d) Madden – i_0 de 25% (*MA25*) – PPT; (e) Madden – i_0 de 75% (*MA75*) – PPT; (f) Testemunha (*TE*) – TP18%; (b) Calendário (*CA*) – TP18%; (c) Baldacci (*BA*) – TP18%; (d) Madden – i_0 = 25% (*MA25*) – TP18%; (e) Madden – i_0 de 75% (*MA75*) – TP18%..... 170

Figura 4.16 - Progresso da severidade de míldio (%) em folhas de videira ‘BRS Morena’ durante a fase de plena floração e início de maturação na safra de 2012, em cada um dos tratamentos: a) Testemunha (*TE*) – PPT; b) Calendário (*CA*) – PPT; c) Baldacci (*BA*) – PPT; d) Madden – i_0 de 25% (*MA25*) – PPT; (e) Madden – i_0 de 75% (*MA75*) – PPT; (f) Testemunha (*TE*) – TP18%; (b) Calendário (*CA*) – TP18%; (c) Baldacci (*BA*) – TP18%; (d) Madden – i_0 = 25% (*MA25*) – TP18%; (e) Madden – i_0 de 75% (*MA75*) – TP18%..... 172

Figura 4.17 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para cada um dos tratamentos, sendo: a) AACPD para curva de progresso da incidência do míldio da videira; b) AACPD para curva de progresso da severidade do míldio da videira; *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; nos dois ambientes: PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento..... 174

Figura 4.18 - Incidência do míldio em folhas de videira ‘BRS Morena’ ao longo da safra de 2012 em Jales, SP, e variação da duração do período de molhamento foliar (DPM), da umidade relativa do ar (UR) e da precipitação pluvial diária (P diária) no ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado (PPT)..... 175

Figura 4.19 - Incidência do míldio em folhas de videira ‘BRS Morena’ ao longo da safra de 2012 em Jales, SP, e variação da duração do período de molhamento foliar (DPM), da umidade relativa do ar (UR) e da precipitação pluvial (P diária) no ambiente sob tela preta com 18% de

sombreamento (TP18%)..... 176

Figura 4.20 - Severidade do míldio em folhas de videira ‘BRS Morena’ ao longo da safra de 2012 em Jales, SP, e variação da duração do período de molhamento foliar (DPM), da umidade relativa do ar (UR) e da precipitação pluvial (P diária) no ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado (PPT)..... 177

Figura 4.21 - Severidade do míldio em folhas de videira ‘BRS Morena’ ao longo da safra de 2012 em Jales, SP, e variação da duração do período de molhamento foliar (DPM), da umidade relativa do ar (UR) e da precipitação pluvial (P diária) no ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento (TP18%)..... 178

Figura 4.22 - Precipitação pluvial diária (P diária), temperatura média do ar (T média), umidade relativa média do ar (UR média) e duração do período de molhamento foliar diário (DPM diária) observadas ao longo da safra de 2013 nos ambientes protegidos: PPT = ambiente sob plástico de polipropileno trançado e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento..... 184

Figura 5.1 - Representação do delineamento experimental e da distribuição dos cinco tratamentos adotados..... 202

Figura 5.2 - Detalhe da videira apirênica ‘BRS Morena’, lançada em 2003 pelo programa de melhoramento da Embrapa Uva e Vinho para as condições tropicais brasileiras..... 206

Figura 5.3 - Escala diagramática, com oito níveis de severidade, elaborada para a avaliação do míldio (*Plasmopara viticola*) em folhas de videira (cv ‘BRS Morena’)..... 208

Figura 5.4 - Precipitação pluviométrica diária (P diária) observada ao longo das safras de 2012 (a) e de 2013 (b) na área experimental, em Jales, SP..... 213

Figura 5.5 - Incidência do míldio em folhas de videira (% folhas com sintomas), produção dos frutos (kg ramo^{-1}) e número de cachos por ramo obtidos em cada um dos cinco tratamentos (a); e severidade do míldio em folhas de videira (% área foliar com sintomas), produção dos frutos (kg ramo^{-1}) e número de cachos por ramo obtidos em cada um dos cinco tratamentos (b), em Jales, SP, durante a safra de 2012. *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário;

BA = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%..... 219

Figura 5.6 - Evolução do teor de sólidos solúveis (SST, Brix) durante a fase da maturação da 'BRS Morena' cultivada sob o PPT (plástico de polipropileno trançado) em Jales, SP, sendo: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%..... 223

Figura 5.7 - Evolução do pH durante a fase da maturação da 'BRS Morena' cultivada sob o PPT (plástico de polipropileno trançado), em Jales, SP, sendo: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%..... 225

Figura 5.8 - Evolução da acidez total titulável (AT, meq ácido tartárico L^{-1}) durante a fase da maturação da videira 'BRS Morena' cultivada sob o PPT (plástico de polipropileno trançado), em Jales, SP, sendo: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%..... 226

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Médias mensais de temperatura máxima, média e mínima do ar (T), de umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluviométrica (P), para o período de 1995 a 2013, na estação meteorológica da Estação de Viticultura Tropical (EVT) da EMBRAPA Uva e Vinho, em Jales, SP..... 75

Tabela 3.2 - Valores médios de radiação solar global (Rg) incidente sobre cada um dos ambientes estudados, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 80

Tabela 3.3 - Transmissividade da radiação solar para o interior de cada ambiente protegido, para as duas safras estudadas, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta 18% de sombreamento..... 81

Tabela 3.4 - Variação da radiação solar global (Rg, MJ $m^{-2}dia^{-1}$) em cada um dos ambientes estudados, ao longo das safras de 2012 e 2013, sendo: PPT= plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 83

Tabela 3.5 - Radiação solar global máxima (Rg) e a transmissividade de cada tipo de cobertura obtidas em dias de céu limpo (24/04/12 e 03/05/13) e em dias de céu nublado (19/04/12 e 28/04/13), sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta c om 18% de sombreamento; EMA = estação meteorológica..... 87

Tabela 3.6 - Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) média ao longo das duas safras cultivo da videira nos ambientes estudados, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e suas respectivas proporções em relação à radiação solar transmitida ao interior dos ambientes cobertos (RFA/Rg)..... 88

Tabela 3.7 - Saldo de radiação diário (Sr diário) e razão entre Sr diário e a radiação solar global (Sr diário/Rg) nos ambientes protegidos ao longo das safras de 2012 e 2013, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento..... 94

Tabela 3.8 - Saldo de radiação diurno (Sr diurno) e razão entre Sr diurno e a radiação solar global (Sr diurno/Rg) nos ambientes protegidos ao longo das safras de 2012 e 2013, sendo: PPT= plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento..... 94

Tabela 3.9 - Saldo de radiação noturno (Sr noturno) e razão entre Sr noturno e a radiação solar global (Sr noturno/Rg) nos ambientes protegidos ao longo das safras de 2012 e 2013, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento..... 95

Tabela 3.10 - Temperatura média do ar (T média) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 101

Tabela 3.11 - Temperatura máxima do ar (T máxima) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 102

Tabela 3.12 - Temperatura mínima do ar (T mínima) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 103

Tabela 3.13 - Umidade relativa média do ar (UR média) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 109

Tabela 3.14 - Umidade relativa máxima do ar (UR máxima) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 110

Tabela 3.15 - Umidade relativa mínima do ar (UR mínima) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 111

Tabela 3.16 - Velocidade média do vento (U média) ao longo das duas safras de cultivo

da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 117

Tabela 3.17 - Duração do período de molhamento foliar (DPM) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento..... 121

Tabela 4.1 - Médias mensais de temperatura máxima, média e mínima do ar (T), de umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluviométrica (P), para o período de 1995 a 2013, na estação meteorológica da Estação de Viticultura Tropical (EVT) da EMBRAPA Uva e Vinho, em Jales, SP..... 141

Tabela 4.2 - Descrição das características dos fungicidas utilizados nos tratamentos, ao longo de cada uma das safras de produção de uva 'BRS Morena'..... 146

Tabela 4.3 - Codificação e descrição dos estádios fenológicos de desenvolvimento da videira segundo a metodologia de Lorenz et al. (1995)..... 148

Tabela 4.4 - Graus de liberdade (GL) obtidos a partir da análise individual de cada ambiente..... 153

Tabela 4.5 - Graus de liberdade (GL) obtidos a partir da análise conjunta dos ambientes..... 153

Tabela 4.6 - Temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), radiação solar global (Rg), radiação fotossinteticamente ativa (RFA), saldo de radiação (Sr), velocidade do vento (U) e duração do período de molhamento foliar (DPM), obtidos ao longo da safra de 2012, nas seguintes condições: PPT = ambiente sob filme plástico de polipropileno trançado; TP18% = ambiente sob tela preta com18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 154

Tabela 4.7 - Evolução da fenologia da videira cv 'BRS Morena', de acordo com a descrição dos estádios fenológicos de desenvolvimento proposta por Lorenz et al. (1995), sendo: DAP = dia após a poda de produção..... 157

Tabela 4.8 - Incidência do míldio (I) nas folhas de videira 'BRS Morena' de acordo com cada um dos tratamentos, ao longo da safra de 2012: *TE* = testemunha; *CA* = calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) –

i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento..... 159

Tabela 4.9 - Severidade do míldio (S) nas folhas de videira cv 'BRS Morena' de acordo com cada um dos tratamentos, ao longo da safra de 2012: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento..... 161

Tabela 4.10 - Número de pulverizações e valores médios da incidência (I, %) e da severidade (S, %) final de míldio (*Plasmopara viticola*) obtidas nas folhas de videira 'BRS Morena' referentes aos cinco tratamentos realizados ao longo da safra de 2012, em que: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento..... 164

Tabela 4.11 - Datas das pulverizações da videira cv 'BRS Morena' com o fungicida Metalaxyl + Mancozeb, realizadas na safra de 2012 em cada um dos tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; nos dois ambientes: PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento..... 169

Tabela 4.12 - Modelos de regressão linear simples e múltipla para a estimação da incidência (Inc) e da severidade (Sev) do míldio da videira 'BRS Morena' cultivada nos ambientes sob o plástico de polipropileno trançado (PPT) e sob a tela preta com 18% de sombreamento (TP18%), em função das variáveis micrometeorológicas..... 179

Tabela 4.13 - Temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), radiação solar global (Rg), radiação fotossinteticamente ativa (RFA), saldo de radiação (Sr), velocidade do vento (U) e duração do período de molhamento foliar (DPM), obtidos ao longo da safra 2013 nas seguintes condições: PPT =

ambiente sob plástico de polipropileno trançado; TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática..... 180

Tabela 4.14 - Número de pulverizações e valores médios da incidência (I, %) e da severidade (S, %) final de míldio (*Plasmopara viticola*) obtidas nas folhas de videira 'BRS Morena' referentes aos cinco tratamentos realizados ao longo da safra de 2013, em que: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento..... 182

Tabela 4.15 - Datas das pulverizações da videira cv 'BRS Morena' com o fungicida Metiram + Piraclostrobina, realizadas na safra de 2013 em cada um dos tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; nos dois ambientes: PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento..... 183

Tabela 4.16 - Evolução da fenologia da videira 'BRS Morena' na safra de 2013, de acordo com a descrição dos estádios fenológicos de desenvolvimento proposta por Lorenz et al. (1995), sendo: DAP = dia após a poda de produção..... 186

Tabela 5.1 - Valores médios de temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluviométrica (P) para o período de 1995 a 2013, na região de Jales, SP..... 201

Tabela 5.2 - Descrição das características dos fungicidas utilizados nos tratamentos, ao longo de cada uma das safras de produção de uva 'BRS Morena'..... 205

Tabela 5.3 - Codificação e descrição dos estádios fenológicos de desenvolvimento da videira segundo a metodologia de Lorenz et al. (1995)..... 210

Tabela 5.4 - Graus de liberdade (GL) obtidos a partir da análise individual de cada ambiente..... 211

Tabela 5.5 - Temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), radiação solar global (Rg), radiação fotossinteticamente ativa (RFA), saldo de radiação (Sr),

velocidade do vento (U) e duração do período de molhamento foliar (DPM), obtidos ao longo das safras de 2012 e 2013, em Jales, SP, sendo: PPT = ambiente sob filme plástico de polipropileno trançado; e EMA = estação meteorológica automática..... 212

Tabela 5.6 - Incidência (I, %) e severidade (S, %) do patógeno do míldio nas videiras pulverizadas, na safra de 2012, de acordo com cada um dos tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%..... 214

Tabela 5.7 - Número de pulverizações realizadas nas videiras 'BRS Morena' cultivadas sob PPT (plástico polipropileno trançado) com base nos cinco tratamentos realizados: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%..... 215

Tabela 5.8 - Número de ramos por planta (NR), porcentagem de ramos produtivos por planta (F, %), número de cachos por planta (NCP), número de cachos por ramo (NCR), produção de frutos por planta (PP, kg planta^{-1}) e produção de frutos por ramo (PR, kg ramo^{-1}) das videiras 'BRS Morena' pulverizadas de acordo com cada um dos tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%, para o controle do míldio..... 216

Tabela 5.9 - Valores médios transformados de número de ramos por planta (NR), porcentagem de ramos produtivos por planta (F, %), número de cachos por ramo (NCR), produção de frutos por planta (PP, kg planta^{-1}) e produção de frutos por ramo (PR, kg ramo^{-1}) das videiras 'BRS Morena' pulverizadas de acordo com cada um dos tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%, para o controle do míldio..... 218

Tabela 5.10 - Peso do cacho (PC, g), peso do engaço (PE, g), largura do engaço (LE, cm), peso de 10 bagas (P10, g), diâmetro de 10 bagas (D10, cm) e comprimento de 10 bagas (C10, cm) obtidos nas videiras 'BRS Morena' pulverizadas de acordo com os tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%, para o controle do míldio..... 220

Tabela 5.11 - Valores médios transformados de peso do engaço (PE, g) e largura do engaço (LE, cm) das videiras 'BRS Morena' pulverizadas de acordo com cada um dos tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%..... 221

Tabela 5.12 - Teor de sólidos solúveis totais (SST, °Brix), pH e acidez total titulável (AT, meq ácido tartárico L^{-1}) dos frutos da videira 'BRS Morena' pulverizada de acordo com os tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%..... 222

Tabela 5.13 - Valores médios transformados de sólidos solúveis totais (SST, °Brix) obtidos em videiras 'BRS Morena' pulverizadas de acordo com os tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%..... 223

1 INTRODUÇÃO GERAL

A região noroeste do estado de São Paulo, onde se localiza o município Jales, representa o maior pólo produtor de uvas finas de mesa do estado de Estado de São Paulo (TONDATO, 2006). Apesar de possuir condições ambientais favoráveis para a produção, essas também são muito propícias à ocorrência de doenças durante todo o ciclo da cultura, com destaque para o míldio da videira (*Plasmopora viticola*). De modo que a viticultura nessa região costuma exigir um intensivo programa de aplicações preventivas de defensivos para a garantia de alta produtividade e qualidade visual dos frutos (COSTA et al., 2008), principalmente quando se trata de uvas finas (*Vitis vinifera*), mais susceptíveis às doenças. O problema relacionado aos tratos culturais na viticultura é considerado um dos obstáculos mais significativos ao pleno desenvolvimento da fruticultura de forma sustentável (COSTA et al., 2005). Portanto, a realização de pesquisas para o aperfeiçoamento de estratégias de controle de doenças fúngicas é de extrema importância para aumentar a sustentabilidade do cultivo da videira na região.

Uma das opções para o controle eficiente do míldio da videira, e consequente uso racional de fungicidas, é o uso de sistemas de alerta fitossanitário, os quais permitem determinar o melhor momento da aplicação das medidas de controle das doenças de plantas (GLEASON et al., 2008), a partir de variáveis meteorológicas e características do patógeno (GLEASON et al., 2008; CZERMAINSKI; SÔNEGO, 2004), promovendo a redução da frequência de pulverizações com fungicidas na viticultura (MADDEN et al., 2000; CZERMAINSKI; SÔNEGO, 2004; BARDIN et al., 2010), maior eficácia do controle fitossanitário (SUTTON, 1998) e, consequentemente, resultando em benefícios sócio-ambientais (BARDIN et al., 2010). Na região noroeste do estado de São Paulo, apesar dos sérios problemas relacionados às doenças fúngicas e às elevadas frequências de aplicação de fungicidas nos vinhedos, o uso de sistemas de alerta fitossanitário ainda é pouco disseminado. Em Jales, Costa et al. (2010) verificaram que 79% dos viticultores entrevistados não realizavam nenhum tipo de monitoramento de doenças em suas propriedades, e sim o tratamento preventivo e intensivo de forma rotineira.

Outra alternativa que tem apresentado excelentes resultados em termos de controle de doenças fúngicas na cultura da videira, e causado reduções significativas do uso de fungicidas, é o cultivo protegido, ou seja, o cultivo das videira sob coberturas plásticas. A utilização dessas coberturas na viticultura encontra-se em plena expansão na região nordeste do país e nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, sendo usada

principalmente em uvas finas de mesa (MOTA, 2007), mostrando resultados bastante satisfatórios e beneficiando a produção de uvas de qualidade (GAVA et al., 2004; CHAVARRIA et al., 2009), já que ao permitir que os fungicidas atuem por mais tempo, sem serem lavados pela chuva, a eficiência do controle de doenças aumenta (ROBERTO et al., 2011). Apesar da importância do cultivo protegido de videiras, ainda não existem muitas pesquisas a respeito de seu emprego na região noroeste do estado de São Paulo, já que nela as áreas de produção, especialmente no município de Jales, SP, são normalmente cobertas com telas plásticas de coloração preta, com 15 a 20% de sombreamento. A Embrapa Uva e Vinho, em sua estação experimental de Jales, SP, vêm realizando algumas pesquisas relacionadas ao cultivo de videiras sob cobertura plástica, sendo que os primeiros resultados indicam redução da incidência de algumas doenças e consequente redução das pulverizações (COSTA et al., 2010), porém, não havendo ainda estudos que demonstrem como as condições meteorológicas afetam a relação entre o patógeno e as videiras nesses ambientes.

Assim, o emprego de sistemas de alerta fitossanitário aliado ao cultivo de videiras sob coberturas plásticas e seus efeitos no controle de doenças, na produção das videiras e na qualidade das uvas ainda é pouco estudado, especialmente no Noroeste Paulista. Em parte, isso se deve ao fato de que os sistemas de alerta fitossanitário para o míldio da videira foram desenvolvidos para condições de céu aberto em climas temperado, não se tendo informações a respeito de seu desempenho em ambientes protegidos em climas tropicais. Desse modo, o presente estudo teve por objetivo geral avaliar a eficiência da associação do uso de coberturas plásticas e de diferentes sistemas de alerta fitossanitário no controle do míldio da videira ‘BRS Morena’, cultivada sob o polipropileno trançado e a tela preta, com sombreamento de 18%, na região de Jales, SP, assim como avaliar seus efeitos na produtividade e na qualidade das uvas.

Referências

BARDIN, L.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; MORAES, J.F.L. Risco climático de ocorrência de doenças fúngicas na videira ‘Niagara Rosada’ na região do pólo turístico do circuito das frutas do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 1019-1026, 2010.

CHAVARRIA, G.; CARDOSO, L.S.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, H.P. dos; MANDELLI, F.; MARODIN, G.A.B. Microclima de vinhedos sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 2029-2034, 2009.

COSTA, S.M.A.L.; TARSITANO, M.A.A. Análise das transações na comercialização de uvas finas na região de Jales/SP, Brasil. In: INTERNATIONAL PENSA CONFERENCE ON AGR-FOOD CHAINS/NETWORKS ECONOMICS AND MANAGEMENT, 5., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** São Paulo: USP, FEA-RP; PENSA, 2005. p. 1-13.

COSTA, S.M.A.L.; GOMES, M.R.L.; TARSITANO, M.A.A. Comercialização de uvas finas na região de Jales – SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 127-132, 2008.

COSTA, T.V.; TARSITANO, M.A.A.; CONCEIÇÃO, M.A.F.; SOUZA, R.T. Caracterização dos produtores e do sistema de produção de uvas na regional de Jales – SP. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SOBER, 2010. p. 1-18.

CZERMAINSKI, A.B.C.; SÔNEGO, O.R. Influência das condições climáticas sobre a eficácia de fungicidas empregados para o controle do míldio em *Vitis vinifera*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 5-11, 2004.

GAVA, C.A.T.; TAVARES, S.C.C.H.; TEIXEIRA, A.H.C. Determinação de modelos de associação entre variáveis climáticas e a ocorrência de Oídio e Míldio da videira no Vale do São Francisco. In: SEMINÁRIO NOVAS PERSPECTIVAS PARA O CULTIVO DA UVA SEM SEMENTES, 2004, Petrolina. Petrolina: EMBRAPA Semi-Árido, 2004. 14 p. (EMBRAPA Semi-Árido. Documentos 185).

GLEASON, M.L.; DUTTWEILER, K.B.; BATZER, J.C.; TAYLOR, S.E.; SENTELHAS, P.C.; MONTEIRO, J.E.B.A.; GILLESPIE, T.J. Review: Obtaining weather data for input to crop disease-warning systems: leaf wetness duration as a case study. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, special issue, p. 76-87, 2008.

MADDEN, L.V.; ELLIS, M.A.; LALANCETTE, N.; HUGHES, G.; WILSON, L.L. Evaluation of a disease warning system for downy mildew of grapes. **Plant Disease**, Davis, v. 84, p. 549-554, 2000.

MOTA, C.S. **Ecofisiologia de videiras 'Cabernet Sauvignon' em sistema de cultivo protegido.** 2007. 45 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2007.

ROBERTO, S.R.; COLOMBO, L.A.; ASSIS, A.M. de. Revisão: cultivo protegido em viticultura. **Ciência Técnica Vitivinícola**, Dois Portos, v. 26, n. 1, p. 11-16, 2011.

SUTTON, J.C.; GILLESPIE, T.J.; HILDEBRAND, P.D. Monitoring weather factors in relation to plant disease. **Plant Disease**, Davis, v. 68, p. 78-84, 1984.

TONDATO, C. **Caracterização dos canais de marketing da uva de mesa na região noroeste do Estado de São Paulo**. 2006. 102 p. Dissertação (Mestrado em Economia e Administração) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2006.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Viticultura na região noroeste do estado de São Paulo

O estado de São Paulo é o segundo maior produtor de uva de mesa do país, responsável por cerca de 13% da produção total do Brasil (MELLO, 2010). Segundo o Instituto de Economia Agrícola (IEA), as previsões para o ano agrícola 2013/14 para o estado de São Paulo estimam uma produção de 146.150 toneladas de uva de mesa, correspondente a uma área produtiva de 7400 ha, com produtividade média de 20,04 kg ha^{-1}. A região Noroeste Paulista é composta por 22 municípios, sendo o pólo vitícola composto basicamente pelos municípios de Jales, Palmeira D'Oeste e Urânia (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI, 2014). O município de Jales é a terceira principal região produtora do estado de São Paulo, correspondendo a 15,1% da produção vitícola paulista (IEA, 2011).

A cultura da uva foi introduzida em Jales por Massaharu Nagata, no ano de 1965, por meio de 13 e 15 estacas do porta-enxerto da cultivar 420-A trazidas de Mogi das Cruzes (SP), e posteriormente evoluindo em função da introdução de novas variedades e do aprimoramento dos manejos com o intuito de adaptar a cultura à região (TONDATO, 2006). Porém, só houve um desenvolvimento expressivo a partir da década de 1980, com base na produção de uvas finas de mesa (PROTAS; CAMARGO, 2011). As principais características da viticultura neste município são uso intensivo da mão-de-obra familiar (SILVA et al., 2008; COSTA et al., 2010), influência da tradição de imigrantes italianos e japoneses e o estabelecimento dos vinhedos comerciais em pequenas propriedades (SILVA et al., 2008). O cultivo da uva em Jales, assim como em todo o estado de São Paulo, é realizado em pequenas propriedades rurais, sendo cerca de 2/3 destas estabelecidas em áreas de até 50 ha (TARSITANO, 2001), com uma área média de apenas 1,6 ha, principalmente por se tratar de cultura exigente em tecnologia e mão de obra treinada (SILVA et al., 2012).

A região de Jales possui fatores edafoclimáticos propícios ao desenvolvimento da viticultura, como a existência de clima ameno, sem risco de geadas (COSTA; GOMES; TARSITANO, 2008). No entanto, apresenta um período seco de abril a outubro, fazendo com que todas as áreas vitícolas de Jales necessitem da irrigação para o suprimento de água das videiras (CONCEIÇÃO, 2006; STEIN, 2006). Os vinhedos são conduzidos, geralmente, no sistema latada e um material bastante difundido na proteção dos vinhedos é a tela plástica de sombreamento, com o objetivo de proteger as videiras contra a incidência de granizo e o

ataque de pássaros e morcegos (CONCEIÇÃO, 2009), sendo mais utilizada a tela de coloração preta e com 18% de sombreamento (PROTAS; CAMARGO, 2011). Apesar do elevado custo inicial de implantação, a durabilidade gira em torno de 10 anos (PIRES e MARTINS, 2003).

Um dos fatores que fez com que a região se tornasse um dos pólos vitícolas do estado de São Paulo foi o aprimoramento das técnicas de podas desenvolvidas regionalmente (COSTA; GOMES; TARSITANO, 2008). São realizadas geralmente duas podas, referentes a um ciclo de formação e outro de produção das plantas gerando, portanto, apenas uma colheita (PROTAS; CAMARGO, 2011). A poda curta ou de formação, em que os produtores deixam em média duas gemas, e a poda longa ou de produção em que o número de gemas varia em média de 6 a 8 gemas, dependendo da variedade. O intervalo médio relatado, entre a poda de produção e a colheita para as uvas finas, é de aproximadamente 150 dias e para uva comum (‘Niagara’) 110 dias (COSTA et al., 2010). As podas de produção são feitas no período entre os meses de março e maio, com colheita distribuída no período de estiagem, e a de formação são realizadas no período entre os meses de agosto a novembro (PROTAS; CAMARGO, 2011). Esta técnica de duas podas, difundida em toda a região noroeste do estado de São Paulo, permite que os produtores colham as uvas nos meses de entressafra da colheita das outras regiões produtoras do estado (TONDATO, 2006; SILVA et al., 2008; COSTA et al., 2010; STEIN, 2006), referente aos meses de agosto a novembro na maioria dos municípios da região, o que possibilita obtenção de melhores preços (COSTA et al., 2010) e o destaque, desta forma, da cultura da uva como um dos produtos mais importantes em termos econômicos para Jales (SILVA et al., 2008).

De maneira geral, as áreas produtivas de Jales são constituídas por videiras de uva fina de mesa (‘Rubi’, ‘Itália’, ‘Brasil’, ‘Red Globe’, ‘Centennial’) e por variedades rústicas (‘Niagara Rosada’ e ‘Benifuji’). Vem sendo observada, cada vez mais, a tendência de substituição da área plantada com uvas finas por uvas rústicas para mesa (‘Niagara Rosada’) (PROTAS; CAMARGO, 2011), por ser a implantação dos parreirais de ‘Niagara’ mais vantajosa financeiramente em comparação aos altos custos relativos à implantação ou reforma de parreirais de uva fina (SILVA et al., 2008). Entretanto, muitos produtores da região de Jales seguem apostando em novas variedades, aliadas à novas tecnologias de produção, como tentativa de escapar das dificuldades com os altos custos de produção e a queda nos preços verificada nos últimos anos (COSTA et al., 2010), apesar dos empreendimentos realizados com novas variedades de uvas sem sementes ainda não terem obtido sucesso em função da

falta de domínio da tecnologia de produção e pela dificuldade para entrar no mercado, já que se trata do segmento mais exigente do mercado (PROTAS; CAMARGO, 2011).

O município de Jales possui condições ambientais muito propícias à ocorrência de doenças fúngicas durante todo o ciclo da cultura, principalmente no período das águas (novembro a março), aumentando o risco de perdas e elevando os custos de produção para o controle fitossanitário (PROTAS; CAMARGO, 2011), podendo tornar-se o fator limitante ao desenvolvimento da viticultura na região de Jales (COSTA et al., 2005), com destaque ao míldio da videira. De forma que o controle químico das videiras nessa região é intensivo, chegando à faixa de 101 a 150 pulverizações por ciclo de produção, principalmente no caso das variedades de uvas finas por serem mais susceptíveis e na época de brotação, no qual as pulverizações chegam a ser diárias. Além do mais, as pulverizações são realizadas de forma preventiva para evitar a perda de produção e qualidade das uvas, e também pelo fato de que a grande maioria dos produtores não realiza monitoramento de doenças (COSTA et al., 2010).

2.2 Uso de coberturas plásticas na viticultura

O cultivo protegido de videiras, com o uso de coberturas plásticas ou telas de sombreamento, vem se expandindo em todo o Brasil, os quais visam atender a diferentes objetivos, entre os quais o efeito guarda-chuva, para proteção contra o excesso de chuva e granizo, e a ação protetora contra o ataque de pássaros e morcegos (PIRES; MARTINS, 2003; MOTA et al., 2008; LAMAS JÚNIOR, 2008; CONCEIÇÃO, 2009), sendo empregada principalmente no cultivo de uvas de mesa com o intuito de incrementar a qualidade e, consequentemente, dar maior valor de comercialização (SCHUCK, 2002). Os níveis de produtividade e de qualidade de frutos estão intimamente relacionados ao ambiente de produção (BACK et al., 2013), sendo que alterações nesse ambiente podem beneficiar ou prejudicar o crescimento, o desenvolvimento, a produção das videiras, assim como a qualidade das uvas (GONÇALVES, 2007). Portanto, é de fundamental importância caracterizar e quantificar as alterações micrometeorológicas promovidas pelas coberturas plásticas (CARDOSO et al., 2008) e compreender qual é a sua influência no crescimento e desenvolvimento e, consequentemente, na produtividade e na qualidade final das videiras, como forma inicial de se estabelecer padrões de manejo (FERREIRA, 2003).

Apesar dos efeitos benéficos das coberturas plásticas, essas promovem uma significativa alteração do ambiente físico, ou seja, do microclima no interior dos ambientes protegidos, alterando o crescimento, o desenvolvimento e a qualidade das plantas, assim como

as relações das plantas com os microorganismos (SANTOS et al., 2004; SCHUCK et al., 2004 AGRIOS, 2005; LULU et al., 2005; CHAVARRIA et al., 2007b; CARDOSO et al., 2008, 2010; BATISTA et al.; 2008; GENTA et al., 2010; PEDRO JÚNIOR et al., 2011; ROBERTO et al., 2011).

2.2.1 Microclima sob coberturas plásticas

2.2.1.1 Radiação solar

A disponibilidade de radiação solar no interior de ambientes protegidos é menor em relação ao ambiente externo, devido à reflexão e à absorção da energia radiante pela cobertura (CARDOSO et al., 2010; FARIAS et al., 1993; CAMACHO et al., 1995; SENTELHAS et al., 1997), processos esses influenciados pela composição e espessura do plástico, ângulo de incidência dos raios solares, do ângulo da cobertura em relação ao sol (ROBLEDO e MARTIN, 1981; CUNHA; ESCOBEDO, 2003; CHAVARRIA; SANTOS, 2009), pela condensação de vapor d'água na face interna da cobertura (ROBLEDO; MARTIN, 1981) que contribui para a interceptação de radiação de ondas longas e reduzindo a transmissividade luminosa e térmica (TANAKA; GENTA, 1982; MARTINS et al., 1999) e pelo acúmulo de poeira e formação de limo ao longo do tempo (ROBLEDO; MARTIN, 1981; CUNHA; ESCOBEDO, 2003). Ferreira et al. (2004), Santos et al. (2004) e Rana et al. (2004), em vinhedos cobertos por polietileno, observaram uma atenuação da radiação solar de 15%, aproximadamente. Cardoso et al. (2008), Lulu e Pedro Júnior (2006) e Pedro Júnior et al. (2013) verificaram valores maiores, em torno de 15 a 30%.

A menor incidência da radiação solar sob cobertura plástica pode ser compensada pela maior fração de radiação difusa no interior do ambiente protegido. Por ser multidirecional, a radiação difusa presente no interior do ambiente protegido tem melhor penetração no dossel das plantas (FARIAS et al., 1993; MARTINS et al., 1999; RADIN et al., 2002; SANTOS et al., 2004; CARDOSO et al., 2010), compensando em parte a opacidade dos filmes plásticos e podendo causar um efeito favorável aos processos fotossintéticos (PAPADAKIS et al., 2000), atravessando todas as camadas de folhas da videira até chegar ao solo (FARIAS et al., 1993; RADIN et al., 2002).

A intensidade da radiação solar sob coberturas plásticas recebe influência da latitude local, época do ano e horário do dia (PEZZOPANE et al., 2004; SANTOS et al., 2004). No estado de São Paulo, Pedro Júnior et al. (2013) verificaram que durante o verão, as diferenças

de radiação solar dentro e fora da cobertura foram maiores que na safra de inverno. A atenuação da radiação solar pelas coberturas é importante, pois afeta outros componentes do balanço energético, como os fluxos de calor sensível e latente, além da condição hídrica das plantas e do processo fotossintético (PEZZOPANE et al., 2004), sendo determinantes para a produtividade e a qualidade das uvas (EMBRAPA, 2003). As coberturas causam a retenção da energia no interior do ambiente protegido (SANTOS et al., 2004), já que o processo convectivo originário do saldo de radiação positivo é inibido pela cobertura plástica por reter o ar quente e o vapor d'água, provocando alterações em diversos elementos micrometeorológicos e, conseqüentemente, na planta (SEEMAN, 1979).

Os tipos de materiais utilizados também possuem efeito seletivo permitindo a passagem de certas faixas espectrais em função da coloração, opacidade ou transparência (SEEMAN, 1979; SENTELHAS et al., 1998). O comprimento de ondas da radiação solar na faixa do azul afeta vários processos nas plantas coordenados pelo criptocromo, tais como crescimento de ramos, caules e folhas, percepção do sinal luminoso e abertura estomática (TAIZ; ZEIGER, 2004). Chavarria et al. (2008) observaram que a radiação nas faixas do azul e do verde foram as mais interceptadas pela cobertura plástica, respectivamente da ordem de 49% e 48%. A diminuição da relação entre a faixa do vermelho e do vermelho-distante faz com que as plantas reconheçam condições de sombreamento e se adaptem, por meio de alterações na anatomia foliar, incrementando o teor de pigmentos e a capacidade fotossintética (TAIZ; ZEIGER, 2004). Chavarria et al. (2008) observaram que o comprimento de onda na faixa do vermelho-distante foi reduzida pela cobertura plástica em 12%. A faixa do ultra-violeta (UV) é responsável pela degradação das coberturas e, principalmente, tem efeito nocivo aos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2004). O plástico anti-UV inclui em sua composição química um aditivo que bloqueia tal comprimento de onda de penetrar no interior do ambiente protegido. Consequentemente, a cobertura plástica sofre degradação ao longo do tempo de exposição à radiação solar, porém protege as plantas cultivadas sob o ambiente protegido. De acordo com Chavarria et al. (2009a), a interceptação da radiação UV pela cobertura chegou a ser, em média, de 56%.

2.2.1.2 Temperatura do ar

Sob coberturas plásticas a temperatura do ar difere da condição externa, dependendo da densidade de fluxo de radiação solar incidente no interior destas e do seu manejo (FERREIRA et al., 2004), causando alterações no balanço de energia (CARDOSO et al.,

2008; CHAVARRIA; SANTOS, 2009). Além da radiação solar, a velocidade do vento é outro elemento que influencia diretamente a temperatura do ar. A redução da velocidade do vento promove aumento da temperatura do ar sob coberturas plásticas, pois a perda de calor é diminuída com a menor movimentação de ar (SEGOVIA et al., 1997), ou seja, ocorre a conservação de energia pela retenção de calor sensível (SANTOS et al., 2004), sendo influenciada pelas abertura das cortinas laterais (CARDOSO et al., 2008). Chavarria et al. (2009a) verificaram que à medida que a temperatura máxima diminuiu fora da cobertura, a redução correspondente sob a cobertura foi menor, ou seja, para cada grau de redução na temperatura do ar externa, a temperatura abaixo da cobertura caiu 0,9 °C.

A temperatura do ar influencia praticamente todos os processos fisiológicos da planta, sendo que cada espécie vegetal tem limites ótimos de temperatura para expressar seu potencial produtivo (KISHINO; CARAMORI, 2007). Para a videira, o aumento da temperatura do ar pode trazer impactos na produção de uva (JONES; GOODRICH, 2008), sendo que valores acima de 40 °C são prejudiciais, pois inibem ou mesmo bloqueiam processos fisiológicos e bioquímicos (BACK et al., 2013), causando o fechamento dos estômatos para reduzir a transpiração e, consequentemente, afetando a fixação de carbono pela fotossíntese. Assim, em períodos quentes do dia, a temperatura do ar sob cobertura plástica pode chegar a valores indesejados para o cultivo da videira. Para Cardoso et al. (2008), os maiores efeitos das coberturas plásticas sobre a temperatura do ar ocorreram no período diurno, o que proporcionou maiores alterações nas temperaturas máximas do que nas mínimas. Do ponto de vista das temperaturas mínimas, é vantajoso o fato da cobertura plástica reter parcialmente o calor sensível presente no interior do ambiente protegido, evitando quedas bruscas de temperatura, principalmente em períodos noturnos. Back et al. (2013) afirmaram que temperaturas do ar abaixo de 10 °C limitam o crescimento dos brotos, induzindo a videira a entrar num período de repouso vegetativo.

A temperatura do ar sob coberturas plásticas também varia em função do fluxo de calor liberado pelo solo (OLIVER; SENE, 1992; HEILMAN et al., 1994; TEIXEIRA et al., 1997), do tamanho do ambiente protegido e do volume de ar a ser aquecido (SEEMAN, 1979). Segundo Buriol et al. (1997), o menor volume de ar a ser aquecido sob as coberturas plásticas também é fator determinante para a elevação da temperatura. Isto gera, consequentemente, maior amplitude térmica (CHAVARRIA et al., 2009a). Segovia et al. (1997) consideraram a menor movimentação de ar como o principal fator dessa maior amplitude térmica no ambiente protegido. Já Ferreira (2003) verificou que para o ambiente parcialmente modificado a amplitude térmica é maior, sendo em média de 13,8 ºC, no

ambiente externo e 14,9 ºC no ambiente interno. Em Santos et al. (2004), a amplitude térmica alcançou valores médios de 23,1ºC sob plástico e 20,1ºC no ambiente externo.

2.2.1.3. Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar apresenta menor variação sob coberturas plásticas do que no ambiente externo (CHAVARRIA; SANTOS, 2009), o que depende, basicamente, da temperatura do ar e da ventilação internas (BURIOL et al., 2000). Pelo aprisionamento do vapor d'água produzido em seu interior, aliado à baixa ventilação, a cobertura plástica pode provocar um aumento da pressão real de vapor do ar (SCHIEDECK et al., 1997), de forma que muitos autores observaram que a umidade relativa do ar no interior de ambientes protegidos foi superior à verificada externamente. Buriol et al. (2000), em trabalhos realizados em Santa Maria, RS, observaram que a maior umidade relativa média do ar ocorreu no interior do ambiente protegido. Lima Filho et al. (2005) observaram valores mais altos de umidade relativa no interior do ambiente protegido em praticamente em todos os períodos estudados, com exceção para o final da tarde. Lulu et al. (2005), em trabalho realizado com a videira 'Romana (A1105)', relataram que a umidade relativa média no interior da cobertura plástica tendeu a ser ligeiramente superior em comparação ao ambiente externo no período noturno, no final da tarde e em dias nublados e com chuva.

No entanto, em ambientes com boa circulação de ar, a umidade relativa no interior dos ambientes protegidos chega a ser praticamente igual à verificada externamente. Para Pedro Júnior et al. (2013), o uso de coberturas plásticas não influiu na umidade relativa do ar, tanto durante a safra de inverno quanto na de verão, em vinhedos cobertos com pláticos. Schiedeck et al. (1997), Ferreira (2003), Lulu et al. (2005) e Chavarria et al. (2007a) também afirmaram não haver diferença de umidade relativa entre os vinhedos sob cobertura plástica e a céu aberto. Provavelmente, os autores não tenham encontrado diferença em função do tipo de cobertura utilizada, havendo aberturas nas laterais, o que permitiu a circulação de ar entre as plantas.

Apesar dos relatos acima, por ser a umidade relativa inversamente proporcional à temperatura do ar, podem ocorrer situações em que aumentos de temperatura do ar provoquem redução da umidade relativa do ar, sob os vinhedos cobertos, porém, bem ventilados. Ferreira et al. (2004) observaram em vinhedo de 'Cabernet Sauvignon' que a umidade relativa mínima no ambiente protegido foi 2,4% inferior em relação ao ambiente externo, em decorrência da maior temperatura do ar sob cobertura plástica.

A umidade relativa do ar também é influenciada pelo horário do dia, além das aberturas laterais. Durante o período diurno geralmente são observados os menores valores de umidade relativa do ar no interior de ambientes protegidos, acompanhado de acréscimos na temperatura do ar, sobretudo em dias de céu limpo (TANAKA; GENTA, 1982; BURIOL et al., 2000; LULU et al., 2005). Durante a noite, em virtude da pequena permeabilidade do plástico à água e menor taxa de renovação do ar sob cobertura plástica, a umidade do ar chega a atingir valores próximos a 100% (TANAKA; GENTA, 1982; FERREIRA, 2003), sendo as maiores diferenças de umidade relativa do ar sob cobertura em comparação ao ambiente externo obtidas durante o período noturno (BURIOL et al., 2000).

Outros fatores que podem influenciar a variação de umidade relativa sob coberturas plásticas é a evaporação da água no solo, transpiração das plantas e o manejo das irrigações, influenciadas diretamente pela área foliar da videira e pela energia radiante transmitida pelas coberturas plásticas. Gava et al. (2004), em experimentos em condições de clima semiárido, verificaram que sob o dossel, a evaporação do solo é inferior à transpiração, mesmo após a irrigação, em função do sombreamento causado pelo dossel e pela menor transmissividade da radiação solar ao interior do ambiente. Quanto à irrigação, Conceição (2009) observou um aumento da umidade relativa do ar de aproximadamente 4% durante as irrigações no interior do vinhedo, enquanto a temperatura do ar foi reduzida, em média, em 3%.

2.2.1.4 Duração do período de molhamento foliar

As coberturas plásticas em vinhedos também atuam como uma barreira física impermeável à água das chuvas, reduzindo a entrada de água natural no ambiente protegido (ANTONACCI, 2005), porém não evitando a ocorrência de respingos de chuva sobre o vinhedo coberto, especialmente em dias de ventos fortes, situação esta bastante comum durante o verão brasileiro (GENTA et al., 2010). A reposição hídrica, portanto, fica condicionada ao suprimento de água da chuva que cai no espaço entre as filas de plantas cobertas, chegando até as raízes por meio da percolação e redistribuição no solo (MOTA et al., 2009) e pela irrigação. A modificação da distribuição e da frequência de chuvas podem trazer impactos na produção de uva (JONES; GOODRICH, 2008). Contrariando esta afirmação, para Cardoso et al. (2008), a cobertura plástica pode favorecer a disponibilidade hídrica das videiras, já que esta diminui a demanda evaporativa próximo ao dossel vegetativo, em função da restrição da radiação solar e do vento. Para Chavarria et al. (2008), a cobertura plástica em vinhedo de ‘Moscato Giallo’, diminuiu a demanda evaporativa diária, atenuando

estresses hídricos, favorecendo a condutância estomática e, consequentemente, a assimilação de carbono em videiras.

Assim, a cobertura plástica provoca alterações no microclima da videira, principalmente na duração do período de molhamento foliar (DPM), por diminuir a presença de água livre sobre folhas e cachos (FERREIRA et al., 2004; ANTONACCI, 2005; CARDOSO et al., 2008) ou até anular o molhamento foliar na planta, dependendo das condições ambientais. Essa situação foi observada por Detoni et al. (2007) em um vinhedo de cv 'Cabernet Sauvignon'. Os autores relataram que ao contrário do que ocorreu nas videiras cultivadas a céu aberto, naquelas sob a cobertura plástica não foi observado o molhamento foliar das videiras, nem pela chuva e nem pela ocorrência de orvalho. Por outro lado, Lopes Júnior et al. (2008), em vinhedo de 'Niagara rosada' na região de Jundiaí, observaram molhamento tanto nos cachos quanto no dossel vegetativo das videiras cultivadas sob cobertura plástica. Já Genta et al. (2010) observaram que a duração do período com molhamento foliar foi semelhante entre os vinhedos cobertos com plástico e com tela antigranizo, mesmo sendo a aeração sob a cobertura plástica inferior à observada sob a tela antigranizo.

O molhamento foliar é uma variável diretamente relacionada à umidade relativa do ar, tanto que um dos modelos mais usados para a sua estimativa considera o número de horas nas quais a umidade foi maior ou igual que 90% - NHUR≥90% (SENTELHAS, 2004). Sob coberturas plásticas é muito frequente a ocorrência de elevada umidade relativa do ar, em função do aprisionamento do vapor d'água no interior do ambiente protegido, dependendo da intensidade da circulação e da renovação de ar. Portanto, a umidade relativa do ar pode influenciar diretamente no molhamento foliar, principalmente nos horários de baixas temperaturas. No entanto, Lopes Júnior et al. (2008), comparando algumas variáveis micrometeorológicas, verificaram que houve grande dispersão nos valores da DPM em relação à umidade relativa do ar, chegando à conclusão de que a umidade não é a variável que mais influencia a DPM e sim o orvalho e a chuva. Para comprovar tal afirmação, o mesmo autor também constatou que apesar da umidade relativa na altura do cacho de uva ter sido 2,7 % mais alta que na altura do dossel do vinhedo, tal fato não resultou em diferenças da DPM entre essas duas posições da planta.

Um dos fatores que favorecem as infecções do patógeno e, consequentemente, perdas dos cachos de uva é a chuva (BATISTA et al., 2008), principalmente durante o período de florescimento, promovendo falhas na frutificação e o apodrecimento dos cachos (BACK et al., 2013), causando redução da qualidade dos cachos e do rendimento final do vinhedo

(ORLANDINI et al., 2002). Portanto, a grande vantagem do uso da cobertura plástica é o fato de evitar o contato direto da água da chuva sobre a videira, diminuindo a presença de água livre sobre as folhas (ANTONACCI, 2005), e assim, promovendo um efeito direto na redução do aparecimento de doenças (KUHN, 2003) e indiretamente preservando o rendimento das videiras e a qualidade das uvas produzidas. Chavarria et al. (2007b) relataram que a redução da água livre sobre folhas e cachos diminuiu a incidência de doenças fúngicas e a necessidade de pulverizações com defensivos químicos. Detoni et al. (2007), em trabalho com a uva 'Cabernet Sauvignon', constataram que sob cobertura plástica não houve molhamento foliar nas primeiras horas do dia em função do orvalho, nem após períodos chuvosos, evitando a incidência de antracnose (*Elsinoe ampelina*). No entanto, o fato de haver pouco ou nenhum molhamento foliar pode propiciar ambiente favorável ao surgimento de doenças que são favorecidas por tal condição, como por exemplo, o oídio (*Uncinula necator*) (GRIGOLETTI JÚNIOR e SÔNEGO, 1993).

Não se tem muitas informações a respeito da DPM sob coberturas plásticas, por se tratar de uma medição complexa e ainda pouco realizada. A DPM é difícil de ser medida ou estimada, pois é influenciada por muitos fatores, além das condições meteorológicas, como o tipo de cultura, a posição, ângulo e geometria das folhas, etc (SUTTON et al., 1984), de modo que efetuar medições corretas se torna muitas vezes um desafio (SENTELHAS et al., 2004).

2.2.1.5 Velocidade do vento

A velocidade do vento, por promover a circulação das massas de ar, está envolvida nos processos de troca de calor latente, ou seja, vapor d'água entre os ambientes interno e externo (SCHIEDECK et al., 1997; BURIOL et al., 2000) e no processo de troca de calor sensível com o ambiente externo (SEGOVIA et al., 1997; FERREIRA, 2003; SANTOS et al., 2004; CARDOSO et al., 2008; CHAVARRIA et al., 2009a). De forma que, a velocidade do vento exerce influência direta na temperatura do ar. A troca de calor sensível promovida pela circulação do ar, dependendo da intensidade da velocidade do vento e da abertura das laterais dos ambientes protegidos, ameniza o efeito do aprisionamento do calor provocado pelas coberturas plásticas. Por este motivo, Lulu e Pedro Júnior (2006), estudando vinhedos de cv 'Romana' (A1105), não observaram diferenças de temperaturas entre os ambientes de cultivo protegido e a céu aberto. Além disso, a velocidade do vento tem efeito indireto na duração do período do molhamento das folhas e dos cachos das videiras nos ambientes protegidos, especialmente sob coberturas plásticas (KISHINO; CARAMORI, 2007; GENTA et al., 2010).

Noites com ventos de baixa velocidade, normalmente, auxiliam a formação de filme de água livre sobre a superfície das folhas nas horas mais frias (GAVA et al., 2004).

O uso de coberturas plásticas no cultivo das videiras reduz substancialmente a velocidade do vento (CARDOSO et al., 2008), por promover uma barreira física à circulação do ar. Segovia et al. (1997), Cunha e Escobedo (2003) e Cardoso et al. (2008) observaram que a atenuação na velocidade do vento sob coberturas plásticas pode chegar a 90%. Em Chavarria et al. (2008), em vinhedos com cobertura plástica, o DPV foi reduzido em até 57% em relação a vinhedos sem cobertura. Dalmago et al. (2006) constataram que a evapotranspiração das plantas cobertas foi reduzida em 70%, aproximadamente, em comparação a cultivos a céu aberto. A atenuação dos ventos promovida pela cobertura plástica traz vantagens à cultura da videira, dentre elas a diminuição do déficit de pressão de vapor (DPV) entre a folha e o ar. De maneira geral, a diminuição do DPV pode favorecer o crescimento das plantas, reduzindo a transpiração, aumentando a abertura estomática e, consequentemente, incrementando a fotossíntese e a eficiência do uso da água (BARRADAS et al., 2005; CHAVARRIA et al., 2008).

2.3 O míldio da videira

O oomiceto *Plasmopara viticola*, pertencente à família Peronosporaceae (Berk. & Curt) Berl. & De Toni, é o agente causal do míldio da videira (ALEXOPOULOS et al., 1996). Este patógeno é estritamente biotrófico, ou seja, totalmente dependente de células vegetais vivas para a sua sobrevivência (POLESANI et al., 2008). O *P. viticola* vem causando grandes prejuízos aos viticultores, devido à sua agressividade. Dentre os vários danos diretos e indiretos causados pelo míldio nas videiras estão o apodrecimento de inflorescências, gemas e brotos, redução da atividade fotossintética das folhas afetadas e desfolha prematura das videiras (PIVA et al., 1997; CAFFI et al., 2006), promovendo redução da qualidade das uvas (BLAISE; GESSLER, 1990) e quedas expressivas no rendimento da cultura, caso medidas adequadas de controle não sejam tomadas.

Os danos de necrose irreversível e o desfolhamento provocados pela ocorrência do míldio causam diminuição da produção de carboidratos e queda na produtividade, afetando inclusive os ciclos seguintes da cultura (GAVA et al., 2004). O míldio da videira pode causar a perda da produção de até 100% do vinhedo (MADDEN et al., 2000), principalmente se o ataque do patógeno ocorrer no período da floração (CHICAU et al., 2003). Os primeiros sintomas surgem sob a forma de manchas mais ou menos circulares, de aspecto oleoso,

resultantes da descoloração dos tecidos invadidos pelo micélio (NETO, 2008), que evoluem tornando o tecido de cor pardo-avermelhada (TAVARES, 2000) em decorrência da absorção dos nutrientes e componentes celulares, e da morte das células causadas pelas hifas desenvolvidas nas regiões intercelulares (AMORIM; KUNIYUKI, 1997). As colônias do *P. viticola* se formam na face abaxial das folhas, de aspecto esbranquiçado (TAVARES, 2000).

Por ser extremamente dependente da disponibilidade de água, em regiões de elevado índice pluviométrico (LAFON; CLERJEAU, 1988) ou em anos com elevada precipitação, alta umidade relativa e longos períodos de umidade sobre folhas e frutos (MADDEN et al., 2000), o *P. viticola* representa uma das doenças mais prejudiciais da videira. Portanto, a intensidade da doença é maior quando há maior frequência de dias com molhamento das plantas por longos períodos (KENNELY et al., 2007b; LALANCETTE et al., 1988a). Czermainski e Sônego (2004), com a cv Tannat, observaram que a maior ocorrência de chuvas e alta umidade relativa do ar foram determinantes para a maior severidade do míldio. Batista et al. (2008), com a cv Festival afirmaram que o míldio foi observado após ocorrência das primeiras chuvas e no período de inflorescência. Para Rawal et al. (2008), a taxa de evaporação, a umidade relativa durante o período matutino e o regime pluviométrico são fatores que promovem alta incidência de míldio.

Aliada às variáveis relacionadas à umidade relativa do ar e molhamento foliar, a temperatura do ar tem papel fundamental na velocidade dos processos vitais do patógeno e na sua sobrevivência. A intensidade do míldio é maior quando ocorrem temperaturas amenas, na faixa de 18 a 25 °C (KENNELY et al., 2007b; LALANCETTE et al., 1988a). Para Gava et al. (2004), dias com mais de 8 horas entre 20 e 25 °C e mais de 6 horas consecutivas de umidade relativa superior a 80% apresentaram as maiores incidências de míldio. Gallotti et al. (2004) citaram como condições propícias ao desenvolvimento do míldio a mesma faixa de temperatura do ar, porém umidade relativa do ar maior, da ordem de 95%, aliada a chuvas abundantes. As elevadas temperaturas são prejudiciais ao desenvolvimento do patógeno. Angelotti et al. (2011) constataram que a severidade do míldio da videira, na cv Thompson, diminuiu à medida que a temperatura ultrapassou os 30 °C, sendo observado menor severidade a 31,8 °C. Rawal et al. (2008) verificaram que houve uma relação inversa entre temperatura máxima do ar e a incidência do míldio.

As variáveis meteorológicas temperatura do ar, umidade relativa do ar e o molhamento foliar são diretamente influenciadas pela radiação solar, portanto, a energia radiante afeta indiretamente os ciclos do *P. viticola* (ORLANDINI, 2002). Além disso, o comprimento de onda na faixa do ultravioleta (UV) pode provocar um aumento na probabilidade de infecções

por induzir a esporulação do patógeno durante o dia (ENSMINGER, 1993), entretanto, a incidência direta dessa radiação nas estruturas do patógeno tem efeito negativo nas epidemias de míldio por causar a morte de micélio e dos esporos expostos (AUS; VON HOYNINGEN-HUNE, 1993). Outro fato importante, de acordo com Dalla Marta et al. (2008), é que a intensidade da radiação solar está diretamente relacionada à produção de compostos fenólicos pelas plantas, que conferem à videira uma maior resistência ao míldio, reduzindo a intensidade das infecções pelo *P. viticola*.

2.3.1 *Plasmopara viticola* e suas exigências climáticas

O *P. viticola* possui uma complexa interação com o ambiente, sendo que as condições ambientais exercem influência sobre todos os seus processos vitais (KENNELLY et al., 2007a). Os oósporos, estruturas de resistência do patógeno que representam a fase sexual do patógeno (BERLESE, 1898), são fonte relevante de inóculo para as infecções primárias (GALBIATI; LONGHIN, 1984), e sobrevivem no interior de tecidos de folhas senescidas sobre o solo e micélios dormentes em gemas (MENDES, 2002; KENNELLY et al., 2007b). A dinâmica da maturação dessas estruturas é variável entre anos e fortemente influenciada pela precipitação pluviométrica (TRAN MANH SUNG et al., 1990) e pela umidade relativa do ar que também podem fornecer um nível suficiente de umidade, mesmo durante os períodos não-chuvosos (ROSSI; CAFFI, 2007). Temperatura do ar acima de 10ºC aliada a uma precipitação superior a 10 mm são condições necessárias para que os oósporos germinem (CHAVARRIA et al., 2009b; JÚLIO, 2001), havendo a aceleração do processo se a temperatura do ar estiver entre 20 e 24 °C (ROSSI et al., 2008). Por ser o principal fator determinante para o surgimento da epidemia, caso não haja condições meteorológicas favoráveis à germinação do patógeno, a intensidade da doença não será significativa no campo (KENNELLY et al., 2007b). Temperaturas baixas atrasam a maturação dos oósporos (ROUZET; JACQUIN, 2003) e períodos secos podem chegar a adiar o aparecimento da doença (ROSSI et al., 2002).

Sob condições de umidade relativa elevada (95-100%) e com pelo menos 4 horas de escuro, os esporângios se formam a partir dos oósporos germinados (AMORIM; KUNIYUKI, 1997), sendo facilmente disseminados pelo vento ou respingos de chuva, assim como por outros agentes mecânicos (ROSA et al., 1993; GAVA et al., 2004; KISHINO; CARAMORI, 2007). Para Naves et al. (2005), há a necessidade da presença de água livre na superfície dos tecidos vegetais por um período mínimo de duas horas, além de umidade relativa do ar acima de 95%, para a produção de esporos. A maioria dos esporângios morre quando expostos por

mais de 8h a elevadas temperaturas (T ≥ 30 °C) e baixa umidade relativa do ar (KENNELLY et al., 2007b, 2004). Os esporangióforos de *P. viticola* germinam ao alcançar a folha da videira na presença de um filme de água livre (PAPASTAMATI et al., 2004; GAVA et al., 2004; AGRIOS, 1988) e com temperaturas entre 18 a 22ºC (AMORIM; KUNIYUKI, 1997). Com a liberação dos zoósporos, esses se deslocam em direção aos estômatos (GAVA et al., 2004), nadando através da camada da água das folhas, ramos ou bagas até se encistar (AGRIOS, 1988) e emitir os tubos germinativos. Havendo condições promovidas pela formação de filme de água livre na superfície foliar, mesmo em períodos secos, a infecção se estabelecerá (GAVA et al., 2004).

O micélio do *P. viticola* desenvolve-se, assim, no interior dos tecidos do hospedeiro causando as infecções primárias (NETO, 2008). A duração do período de molhamento foliar permite que a infecção se instale, enquanto a temperatura determina a rapidez e a extensão da infecção. De acordo com Kennelly et al. (2007a), as condições exigidas para esta fase são precipitação superior a 2,5 mm e temperatura do ar maior que 11 °C. Para Lalancette et al. (1988a), a infecção pode ocorrer numa faixa de temperatura do ar entre 5 e 30 °C. Já para Júlio (2001), a temperatura ótima para esta fase é entre 18 e 24 °C. Dentro da câmara subestomática o patógeno se diferencia em hifas que crescem nos espaços intercelulares, emitindo haustórios que penetram na célula através da membrana (AMORIM; KUNIYUKI, 1997). O sinal da doença surge com a formação das frutificações assexuadas, com o micélio do *P. viticola* voltando a atravessar os estomas para o exterior, onde se formam os esporangióforos e os esporângios, constituindo uma massa esbranquiçada com aspecto aveludado - o míldio (NETO, 2008).

As infecções primárias são seguidas por ciclos assexuados sucessivos (BLAESER; WELTZIEN, 1979), sendo que a temperatura do ar determina a duração do período entre o início da infecção e a esporulação (VALLI, 1966). Segundo Lalancette et al. (1988a), a esporulação ocorre em uma ampla faixa de temperatura do ar, entre 5 e 25 °C. O molhamento foliar também é fundamental aos processos de infecção e esporulação de *P. viticola*, os quais são dependentes de água livre (LAFON; CLERJEAU, 1988), exigindo umidade relativa do ar próximo a 100% nos períodos noturnos (KENNELLY et al., 2007a). As chuvas e o orvalho durante o período noturno favoreceram o molhamento das plantas e, consequentemente, as infecções do patógeno (BATISTA et al., 2008). Os esporângios produzidos são transportados pelo vento e, na presença de película de água sobre os órgãos das plantas, originam zoósporos que vão infectar os tecidos susceptíveis - infecções secundárias (NETO, 2008). As gotas de chuva, caindo sobre as lesões também agem na dispersão dos esporângios (FITT;

MACARTNEY, 1989). A produção de inóculo secundário pode ser impedida pela ocorrência de baixa UR, interrompendo a epidemia (GAVA et al., 2004). Além da redução de produtividade das lesões ao longo do tempo, os esporângios de *P. viticola* podem perder a viabilidade, morrendo quando expostos à luz solar direta por um período de 15 minutos (ZACHOS, 1959).

2.3.2 Controle químico do míldio da videira

O uso de medidas inadequadas para o controle de doenças fúngicas nas videiras resulta, em muitos casos, em severas epidemias e grandes prejuízos econômicos aos viticultores (GALLOTTI et al., 2004; AMORIM; KUNIYUKI, 2005), especialmente quando os patógenos são muito agressivos, causando significativos danos. Diante desta situação, com o intuito de garantir a produção de uvas livres de danos causados pelas doenças, os viticultores geralmente aplicam fungicidas com intensa frequência (ROSA et al., 1995; GOZZINI et al., 1995; CHAVARRIA et al., 2007b; BATISTA et al., 2008), realizando, em muitos casos, pulverizações excessivas e, portanto, desnecessárias (CHAVARRIA et al., 2007b; CAFFI et al., 2010). Esse manejo preventivo do míldio da videira por meio de controle químico ocorre mesmo em anos com condições desfavoráveis para o surgimento de epidemias (BLAISE et al., 1996). Além disso, a ocorrência de chuvas contínuas dificulta a realização de tratos fitossanitários (KISHINO; CARAMORI, 2007), exigindo uma nova pulverização logo após cada evento, pois a chuva remove parte do agroquímico aplicado e promove o molhamento foliar, condição primordial para o estabelecimento do *P. viticola*.

No Brasil, a ocorrência de doenças de plantas é bem crítica, já que as condições climáticas são muito favoráveis à maioria das doenças fúngicas devido aos altos índices pluviométricos. No Paraná, em cultivo de *Vitis vinifera*, são realizadas até 60 pulverizações por ciclo de produção (CHAVARRIA et al., 2009b). No município de Jales (SP), esse valor é bem superior e, de acordo com Costa et al. (2010), fica em torno de 101 a 150 pulverizações por safra. Esses são números alarmantes que levam a inúmeras consequências, dentre elas a elevação dos custos de produção, as quais dificultam a sustentabilidade da viticultura. Sônego e Garrido (2013) mostram que nas áreas onde as condições climáticas são favoráveis ao desenvolvimento de patógenos, seu controle pode atingir até 30% do custo de produção. Além da questão financeira, o intenso controle químico realizado pelos viticultores gera aumento dos riscos de contaminação do meio ambiente (ORLANDINI et al., 2002; SÔNEGO; GARRIDO, 2013; PERUCH et al., 2007; BATISTA et al., 2008); e dos trabalhadores pelo

contato frequente com os produtos, além de aumentar a probabilidade do surgimento de resistência do patógeno aos agroquímicos e a ocorrência de fitotoxidade nas plantas (BERGAMIM FILHO et al., 1995; PERUCH et al., 2007).

Diante desta situação, outro fato importante a se levar em consideração refere-se ao final da cadeia produtiva, ou seja, o consumidor. Uma grave consequência do uso intensivo de fungicidas na viticultura é a questão dos resíduos químicos nos frutos, com risco de contaminação dos consumidores (BATISTA et al., 2008; GHINI et al., 2008). Com base nisso, a sociedade vem exigindo cada vez mais métodos que possibilitem a produção de alimentos mais saudáveis, com menores níveis de resíduos químicos (STADINIK; TALAMINI, 2004). Tal exigência vem fazendo com que o produtor busque, cada vez mais, por alternativas de controle das doenças que não promovam risco aos consumidores e ao meio ambiente (PERUCH; DELLA BRUNA, 2008) e que, acima de tudo, reduzam os custos de produção.

Atualmente, os tratos culturais e o emprego de cultivares resistentes são algumas das opções para o controle do míldio usualmente recomendadas (AMORIM; KUNIYUKI, 1997). Apesar dessas alternativas, o método mais difundido e efetivo de controle utilizado pelos produtores continua sendo por meio da aplicação de fungicidas de contato e sistêmicos (GISI, 2002; SÔNEGO et al., 2005), com as pulverizações sendo feitas de forma preventiva (BLAISE et al., 1999). Para Czermainski e Sônego (2004), uma alternativa eficiente de manejo para controle do míldio deve promover a escolha de produtos de baixa toxicidade e ser baseada em dados ambientais e de incidência da doença, gerando diminuição no número de aplicações. Uma alternativa que se enquadra neste tipo de recomendação é a do uso de sistemas de alerta fitossanitário.

2.3.3 Sistemas de alerta fitossanitário

Os sistemas de alerta fitossanitário são ferramentas de suporte à decisão para auxiliar os agricultores a determinar o melhor momento da aplicação das medidas de controle das doenças de plantas (GLEASON et al., 2008), diminuindo a frequência de pulverizações por meio do monitoramento do risco de epidemias no campo (LLORENTE et al., 2000), limitando as chances do desenvolvimento de resistência dos patógenos aos produtos químicos (GOZZINI et al., 1995) e reduzindo os custos de produção e o tempo gasto com as pulverizações desnecessárias (GILLESPIE; SENTELHAS, 2008). Portanto, os sistemas de alerta fitossanitário representam uma das principais alternativas recomendadas atualmente

para se alcançar uma produção mais sustentável e eficiente, trazendo benefícios econômicos, ambientais e sociais.

O ciclo de infecção do *P. viticola* tem estreita relação com as variáveis meteorológicas (SEGHI et al., 2000; GAVA et al., 2004), sendo que inúmeros modelos de simulação têm sido elaborados para descrever essa relação (SEGHI et al., 2000; GISI, 2002), usando variáveis meteorológicas como dados de entrada (GLEASON et al., 2008). A temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a precipitação pluvial e a duração do período de molhamento foliar são as variáveis mais utilizadas nos sistemas de alerta fitossanitário (GISI, 2002; GLEASON et al., 2008), sendo a velocidade e a direção do vento e radiação solar usadas como entradas de apenas alguns deles (GLEASON et al., 2008). A grande maioria dos sistemas de alerta se baseia em dados pluviométricos (BARDIN et al., 2010), devido à simplicidade e facilidade de medição e à sua importância no desenvolvimento de doenças fúngicas da parte aérea (PEDRO JÚNIOR et al., 1999). Bardin et al. (2010) relataram que a aplicação de fungicida realizada após a ocorrência de 20 mm de chuva controlou satisfatoriamente as doenças fúngicas na videira, principalmente a antracnose nos cachos, folhas e ramos, permitindo a redução de aproximadamente 40% no número total de pulverizações necessárias.

Outro sistema de alerta fitossanitário para o míldio da videira, baseado em dados pluviométricos, é o modelo de Baldacci (1947), denominado ‘Regra 3-10’. Muito utilizado na Europa por te sido elaborado no norte da Itália, representa um método de estimativa de risco do início das infecções, ou seja, infecções primárias de *P. viticola,* permitindo que se determine quando os oósporos estarão maduros (AGUIAR et al., 2001). Essa regra baseia-se na ocorrência simultânea das seguintes condições: (i) temperatura igual ou superior a 10 °C; (ii) brotos da videira com pelo menos 10 cm de comprimento; (iii) um mínimo de 10 mm de chuva de 24 a 48 h (BALDACCI, 1947). As pesquisas sugerem que as videiras não são suscetíveis ao *P. viticola* antes que atinjam o estágio de 5-6 folhas expandidas (cerca de 10 cm de comprimento do broto) (BALDACCI, 1947; PARK et al., 1997). Atualmente, este método continua a ser utilizado em toda a Itália, por ser simples e amplamente difundido no país (ROSSI et al., 2000), embora muitas vezes ele indique infecções que efetivamente não ocorreram (VERCESI, 1995; SERRA; BORGO, 1995; VERCESI et al., 1999).

Além da chuva, outra variável muito utilizada como dado de entrada em diferentes sistemas de alerta fitossanitário é a duração do período de molhamento foliar (DPM) (HUBER; GILLESPIE, 1992; KIM et al., 2002, 2004), já que a presença de um filme de água nas folhas, originada a partir do orvalho, da chuva ou irrigação, juntamente com a temperatura, favorecem o desenvolvimento dos patógenos e o surgimento de epidemias

(HAAS; ROTEM, 1976; SCHUH, 1993; CICOGNA et al., 2005). DPM elevada tem grande importância para o processo de esporulação fúngica e, consequentemente, para uma alta concentração de inóculo no ambiente (GUYOT et al., 2005). Muitos sistemas de alerta fitossanitários se baseiam em dados de DPM aliados a informações referentes à temperatura do ar durante o período de molhamento para avaliar o risco de infecção da videira (HUBER; GILLESPIE, 1992), sendo a interação entre essas duas variáveis considerada como fator fundamental para o processo de infecção de doenças fúngicas (LALANCETTE et al., 1987). Lalancette et al. (1988a) elaboraram modelos que permitem descrever quantitativamente a eficiência de infecção (número de lesões/zoósporo) como função da temperatura do ar e da DPM observadas em videiras americanas no estado de Ohio, Estados Unidos. Em outro trabalho, os mesmos autores criaram um modelo similar, porém para a descrição da influencia dessas mesmas variáveis no processo de esporulação (LALANCETTE et al., 1988b). Alguns anos depois, Madden et al. (2000) propôs um sistema de alerta fitossanitário que se baseia no modelo de 'Eficiência de Infecção' (*i*) elaborado por Lalancette (1998a, 1998b), porém, a relação precisa entre os fatores ambientais e o ciclo epidemiológico depende da espécie de videira estudada (MADDEN et al., 2000).

Apesar dos benefícios descritos a respeito do uso dos sistemas de alerta fitossanitário, muitas pesquisas devem ser realizadas ainda, principalmente a respeito da influência das variáveis microclimáticas nos processos vitais do patógeno, em condições de campo. Para Magarey et al. (2002), a maioria dos sistemas de alerta para recomendação de pulverizações para controle de doenças de plantas não passaram pela fase de validação dos modelos em condições reais de cultivo. De acordo com Caffi et al. (2007), as variações anuais das condições climáticas que influenciam o desenvolvimento da doença, muitas vezes resultam em surtos de doenças inesperadas ou em epidemias esperadas que na verdade não ocorrem, de forma que a programação de aplicação de fungicidas necessita de aprimoramentos. Além disso, Campbell e Madden (1990) enfatizam que ainda existem várias barreiras logísticas para adoção de sistema de alerta fitossanitário pelos produtores, sendo elas principalmente associadas ao processo de obtenção e manipulação dos dados de entrada no sistema, por alegarem inconveniência de operação, elevado custo, excesso de trabalho adicional e dificuldade em realizar as pulverizações de forma oportuna, de acordo com os alertas. De maneira geral, esta é uma situação frequente no mundo todo, ou seja, existe uma resistência muito grande por parte dos viticultores em adotar um sistema de alerta fitossanitário. Blaise et al. (1999) constataram que, apesar da pressão que existe sobre os produtores para que haja efetivamente uma redução do uso controle químico através da adoção de ferramentas de

decisão, os produtores só aceitarão reduzir a aplicações dos fungicidas se tiverem a garantia de que o risco de epidemias seja muito baixo.

2.3.4 Uso de cultivos protegidos no controle de doenças das videiras

Além dos alertas fitossanitários, outro método que vêm trazendo excelentes resultados no controle de doenças fúngicas em videira, principalmente do míldio, é o cultivo dos vinhedos sob cobertura plástica. A incidência e a severidade das doenças são influenciadas pelo microclima produzido pelas plantas dentro do dossel, pela suscetibilidade do hospedeiro e pelo inóculo do patógeno (GAVA et al., 2004). O cultivo protegido promove alterações micrometeorológicas específicas que, em muitos casos, reduz ou até inibe o desenvolvimento de epidemias, mesmo havendo uma quantidade significativa do inóculo no ambiente, como foi constatado por Chavarria et al. (2009b). Os autores verificaram que mesmo com a presença de zoósporos (inóculo primário do *P. viticola*), não houve infecções nas videiras cobertas.

Esse fenômeno é atribuído em grande parte pela não ocorrência de chuva sob cobertura plástica. Por evitar o contato da água da chuva com o dossel vegetativo (ANTONACCI, 2005), a cobertura plástica impede a remoção dos fungicidas aplicados nas videiras (BATISTA et al., 2008). Pedro Júnior et al. (2011) constataram que as bagas das uvas sob cobertura plástica preservaram os resíduos de fungicida por mais tempo em relação ao cultivo a céu aberto, aumentando a ação do princípio ativo do produto e possibilitando melhor controle das doenças fúngicas nas videiras. Detoni et al. (2007) e Chavarria et al. (2007b) atribuíram a pequena incidência de doença em videiras das cultivares ‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Moscato Giallo’ ao provável fato da cobertura plástica impedir a ocorrência de chuvas nas folhas e nos cachos. Estudando a cv ‘Festival’, Batista et al. (2008) verificaram que a intensidade do míldio foi menor no vinhedo coberto, mostrando a eficiência da cobertura plástica no controle da doença. Lulu et al. (2005), em vinhedo de cv ‘Romana (A1105)’ sob cobertura plástica, na região de Jundiaí, SP, não verificaram nenhum sintoma relacionado ao míldio. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos (2005), em vinhedos de cv ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Moscato Giallo’ e ‘Riesling Itálico’ sob cobertura plástica, observando apenas pequenos focos de infestação de oídio e podridão ácida no ambiente protegido, próximo ao ponto de colheita.

Além da chuva, o maior período residual dos fungicidas aplicados sob cobertura plástica também se deve à atenuação da radiação solar e, consequentemente, dos

comprimentos de onda na faixa do ultravioleta (UV). A degradação do fungicida e, consequentemente, a redução do seu período de ação são aceleradas pela radiação solar ultra-violeta ($\lambda < 400$ nm). Assim, de acordo com Frank et al. (1987), a diminuição da incidência de radiação solar ocasionada pela cobertura plástica afeta o período residual dos fungicidas. A cobertura plástica impõe uma barreira física aos raios ultravioletas (CHAVARRIA et al., 2007b), além de possuir aditivos químicos bloqueadores desses raios para aumentar a sua durabilidade a campo (VENTURIN; SANTOS, 2004), os quais reduzem a degradação das moléculas de fungicidas, promovendo uma maior persistência dos produtos aplicados em comparação aos que se encontram nas condições de cultivo convencional, ou seja, sem nenhum tipo de cobertura (CHAVARRIA et al., 2007b). Caso a frequência de aplicação de fungicidas sob coberturas plásticas seja realizada da mesma forma como é feita em cultivos a céu aberto, é muito provável que os frutos colhidos no ambiente coberto apresentem mais resíduos de agroquímicos, como foi constatado por Pedro Júnior et al. (2011).

A redução da incidência do míldio da videira sob cobertura plástica promove a menor necessidade de aplicação de fungicidas ao longo da safra. Para Schuck (2002), há tendência de se reduzir o uso de agroquímicos em cultivos protegidos. Mota et al. (2009) observaram que nas videiras sob cobertura de polipropileno não houve necessidade de aplicação de fungicidas, pois não foi verificada a doença. No entanto, as plantas sem cobertura receberam 22 aplicações de fungicidas, por apresentarem focos de ocorrência e danos por míldio. Em Santos et al. (2006), as videiras com cobertura plástica necessitaram de apenas 2 aplicações de fungicidas para controle de oídio, contra 17 aplicações na área descoberta para controle do míldio. Genta et al. (2010) constataram que a cobertura de plástico permite reduzir o número de pulverizações de fungicidas em até 75% em relação à tela antigranizo. Para Pedro Júnior et al. (2011) apenas o uso de cobertura plástica foi suficiente para controlar as doenças fúngicas de cacho, havendo a necessidade de aplicação de fungicidas só para o controle da mancha-das-folhas. Já Batista et al. (2008) observaram que foi possível atrasar as primeiras aplicações de fungicidas nas videiras cultivadas sob coberturas plásticas, além de diminuir a frequência de aplicações, a qual foi bem diferente do que é praticado nas videiras sem cobertura.

O uso de coberturas plásticas poderia ser uma alternativa para se tentar aprimorar o manejo de aplicação de fungicidas nos vinhedos da região de Jales. No Brasil, a adoção da cobertura plástica tem aumentado significativamente nos últimos anos (MOTA et al., 2008), com o intuito de amenizar adversidades climáticas e reduzir a incidência de doenças na videira, principalmente as doenças fúngicas. No entanto, não se conhece muito ainda sobre os efeitos benéficos da cobertura plástica no cultivo de uvas na região noroeste de São Paulo.

Em Jales, o material mais difundido para a cobertura dos vinhedos é a tela plástica de polietileno, para proteção contra a incidência de granizo e o ataque de pássaros e morcegos (CONCEIÇÃO, 2009), geralmente de cor preta (18% de sombreamento) e com durabilidade de 10 anos aproximadamente (PIRES; MARTINS, 2003), o que representa mais do que o dobro da durabilidade de uma cobertura plástica de polietileno ou polipropileno (3 a 4 anos).

Portanto, a utilização da cobertura plástica implica no aumento do custo de investimento para a implantação e manutenção do plástico (HECKLER, 2009), o que talvez não seria visto como vantajoso pelos produtores, devido aos altos custos de produção. De acordo com Costa et al. (2010), os produtores da região vem passando, nos últimos anos, por muitas dificuldades relacionadas aos altos custos de produção e a queda nos preços. No entanto, a economia com fungicidas promovida pelas menores incidências de doenças sob cobertura plástica poderia amortizar, ao longo do tempo, o custo de implantação desse material. Em Pedro Júnior et al. (2011), foi constatado que a utilização do sistema de condução em Y com cobertura plástica, apesar de possuir como principal desvantagem o custo de instalação, pode ser compensada pelo menor uso de fungicidas para controle de doenças fúngicas e possibilidade de colheita de cachos de melhor qualidade.

Referências

AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. San Diego: Academic press, 1988. 803 p.

_____. Plant disease caused by fungal. In: _____. **Plant pathology.** 5th ed. Oxford: Academic Press, 2005. chap. 11, p. 383-614

AGUIAR, A.; MEXIA, A.; COUTO, C.; RAMADAS, I.; GARRIDO, J.; COSTA, J.; RIBEIRO, J.A.; FREITAS, J.; TRIGUEIROS, J.; INGLEZ, M.A.; FERREIRA, M.A.; RAPOSO, M.E.; AMARO, P. **A protecção integrada da vinha na região Norte**. Lisboa: Isa Press, 2001. 148 p.

ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. New York: John Wiley, 1996. 869 p.

AMORIM, L.; KUNIYUKI, H. Doenças da videira. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.; REZENDE, J.A.M. **Manual de fitopatologia:** doenças de plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, cap. 67, p. 736-757.

_____. Doenças da videira. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE; J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de fitopatologia:** doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Ceres, 2005. v. 2, p. 639-651.

ANGELOTTI, F.; MAGALHÃES, E.E.; FERNANDES, H.A.; BARROS, J.R.A.; PINHEIRO, G.S. Severidade do míldio da videira na cv. Thompson em função do aumento da temperatura média do ar. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, p. 560, 2011. Suplemento. Anais... Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 44., 2011, Bento Gonçalves.

ANTONACCI, D. La coltivazione proteta delle uve da tavola. **Le Bulletin de L'OIV**, Montpellier, v. 78, n. 897/898, p. 765-778, 2005.

AUS, H.J.; VON HOYNINGEN-HUENE, J. Microclimate in relation to epidemics of powdery mildew. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 24, p. 491-510, 1993.

BACK, A.J.; DELLA BRUNA, E.; DALBÓ, M.A. Mudanças climáticas e a produção de uva no Vale do Rio do Peixe – SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 159-169, 2013.

BALDACCI, E. Epifitie di *Plasmopara viticola* (1941-46) nell´Oltrepó Pavese ed adozione del calendario di incubazione come strumento di lotta. **Atti Istituto Botanico, Laboratorio Crittogamico,** Pavia, v. 8, p. 45-85, 1947.

BARRADAS, V.L.; NICOLÁS, E.; TORRECILLAS, A.; ALARCÓN, J.J. Transpiration and canopy conductance in young apricot (*Prunus armenica* L.) trees subjected to different PAR levels and water stress. **Agricultural Water Management**, San Francisco, v. 77, n. 1/3, p. 323-333, 2005.

BARDIN, L.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; MORAES, J.F.L. Risco climático de ocorrência de doenças fúngicas na videira 'Niagara Rosada' na região do pólo turístico do circuito das frutas do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 1019-1026, 2010.

BATISTA, F.S.; BARBOSA, M.A.G.; TERAO, D.; MOURA, M.S.B.; BATISTA, D.C. Influência da cobertura plástica no desenvolvimento do míldio em videira cultivar Festival. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 3., 2008, Petrolina. **Anais**... Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. p. 51-56.

BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia:** princípios e conceitos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, 919 p.

BERLESE, A.N. Saggio di una monografia delle peronosporacee. **Rivista di Patologia Vegetale**, Napoli, n. 6, p. 79-110, 1898.

BLAESER, M.; WELTZIEN, H.C. Epidemiological studies to improve the control of grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*). **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, n. 86, p. 489-498, 1979.

BLAISE, P.; GESSLER, C. Development of a forecast model of grape downy mildew on a microcomputer, **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 276, p. 63-70, 1990.

BLAISE, P.H.; DIETRICH, R.; GESSLER, C. Vinemild: an application-oriented model of *Plasmopara viticola* epidemics on *Vitis vinifera*. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 499, p. 187-192, 1999.

BLAISE, P.H.; DIETRICH, R.; JERMINI, M. Coupling a disease epidemic model with a crop growth model to simulate yield losses of grapevine due to *Plasmopara viticola*. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 416, p. 285-291, 1996.

BURIOL, G.A.; LUFT, S.V.L.; HELDWEIN, A.B.; STRECK, N.A.; SCHNEIDER, F.M. Efeito da ventilação sobre a temperatura e umidade do ar em túneis baixos de polietileno transparente e o crescimento da alface. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, p. 17-24, 1997.

BURIOL, G.A.; RIGHI, E.Z.; SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B.; ESTEFANEL, V. Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, p. 11-18, 2000.

CAFFI, T.; ROSSI, V.; BUGIANI, R. Evaluation of a warning system for controlling primary infections of grapevine downy mildew. **Plant Disease**, Davis, v. 94, n. 6, p. 709-716, 2010.

CAFFI, T.; ROSSI, V.; COSSU, A.; FRONTEDDU, F. Empirical vs. mechanistic models for primary infections of *Plasmopara viticola*. **Bulletin OEPP/EPPO**, Paris, v. 37, p. 261-271, 2007.

CAFFI, T.; ROSSI, V.; GIOSUÈ, S.; PONI, S. Effect of downy mildew infection on grape leaf photosynthesis. In: SOCIETÀ ITALIANA DI PATOLOGIA VEGETALE ANNUAL MEETING, 13., 2006, Foggia. **Abstracts…** Foggia: Edizione ETS, 2006. p. 56.
CAMACHO, M.J.; ASSIS, F.N.; MARTINS, S.R.; MENDEZ, M.E.G. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 19-24, 1995.

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

CARDOSO, L.S.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G.A.B.; DALMAGO, G.A.; SANTOS, H.P.; MANDELLI, F. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 441-447, 2008.

_____. Padrões de interceptação de radiação solar em vinhedos com e sem cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, p. 161-171, 2010.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. dos. Manejo de videiras sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 1917-1924, 2009.

CHAVARRIA, G.; CARDOSO, L.S.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, H.P. dos; MANDELLI, F.; MARODIN, G.A.B. Microclima de vinhedos sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 2029-2034, 2009a.

CHAVARRIA, G.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S.; SANTOS, H.P.; MANDELLI, F. Phenological characterization and thermal requirement in grapevines under overhead plastic cover. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF TEMPERATE ZONE FRUITS IN THE TROPICS AND SUBTROPICS, 8., 2007, Florianópolis. **Anais**... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007a. v. 1, p. 120.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. dos; FIN, E.; SÔNEGO, O.R.; GARRIDO, L.R.; MARODIN, G.A.B. Dispersão anemófila de esporangiósporos de *Plasmopara viticola* em cultivos protegido e convencional de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 710-717, 2009b.

CHAVARRIA, G., SANTOS, H.P.; SÔNEGO, O.R.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 477-482, 2007b.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P.; FELIPPETO, J.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S.; FIALHO, F.B. Relações hídricas e trocas gasosas em vinhedo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, p. 1022-1029, 2008.

CHICAU, G.; MOREIRA, J.F.G.; COUTINHO, C. Biologia do míldio da videira: evolução dos ovos de inverno no período de 1996-2003. In: _____. **O minho, a terra e o homem**. Mirandela: Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte, 2003. cap. 49, p. 21-23.

CICOGNA, A.; DIETRICH, S.; GANI, M.; GIOVANARDI, R.; SANDRA, M. Use of meteorological radar to estimate leaf wetness as data input for application of territorial epidemiological model (downy mildew – *Plamopara viticola*). **Physics and Chemistry of the Earth**, Amsterdam, v. 30, n. 1/3, p. 201-207, 2005.
CONCEIÇÃO, M.A.F. Mudanças climáticas e irrigação de fruteiras na região Sul. **Jornal da Fruta**, Lages, p. 8, 2006.

_____. **Microclima em vinhedo coberto com tela plástica.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. 6 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 98).

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo - LUPA**. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br>. Acesso: 10 fev. 2014.

COSTA, S.M.A.L.; TARSITANO, M.A.A. Análise das transações na comercialização de uvas finas na região de Jales/SP, Brasil. In: INTERNATIONAL PENSA CONFERENCE ON AGR-FOOD CHAINS/NETWORKS ECONOMICS AND MANAGEMENT, 5., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** São Paulo: USP, FEA, PENSA, 2005. p. 1-13.

COSTA, S.M.A.L.; GOMES, M.R.L.; TARSITANO, M.A.A. Comercialização de uvas finas na região de Jales – SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 127-132, 2008.

COSTA, T.V.; TARSITANO, M.A.A.; CONCEIÇÃO, M.A.F.; SOUZA, R.T. Caracterização dos produtores e do sistema de produção de uvas na regional de Jales – SP. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SOBER, 2010. p. 1-18.

CUNHA, A.R.; ESCOBEDO, J.F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, p. 15-27, 2003.

CZERMAINSKI, A.B.C.; SÔNEGO, O.R. Influência das condições climáticas sobre a eficácia de fungicidas empregados para o controle do míldio em *Vitis vinifera*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 5-11, 2004.

DALLA MARTA, A.; DI STEFANO, V.; CEROVIC, Z.G.; AGATI, G.; ORLANDINI, S. Solar radiation affects grapevine susceptibility to *Plasmopara viticola*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.65, special issue, p. 65-70, 2008.

DALMAGO, G.A.; HELDWEIN, A.B.; NIED, A.H.; GRIMM, E.L.; PIVETTA, C.R. Evapotranspiração máxima da cultura do pimentão em estufa plástica em função da radiação solar, da temperatura, da umidade relativa e do déficit de saturação do ar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, p. 785-792, 2006.

DETONI, A.M.; CLEMENTE, E.; FORNARI, C. Produtividade e qualidade da uva 'Cabernet sauvignon' produzida sob cobertura de plástico em cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 530-534, 2007.

EMBRAPA. **Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado**. 2003. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasViniferasRegioesClimaTemperado>. Acesso em: 12 jan. 2014.

ENSMINGER, P.A. Control development in plants and fungi by far-UV radiation. **Physiologia Plantarum,** Sweden, v. 88, p. 501-508, 1993.

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R.; BERLATO, M.A. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, p. 31-36, 1993.

FERREIRA, M.A. **Influência da modificação parcial do ambiente por cobertura plástica, no microclima e em parâmetros fitotécnicos de vinhedo de 'Cabernet Sauvignon'.** 2003. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2003.

FERREIRA, M.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; SANTOS, A.O.; HERNANDES, J.L. Modificação parcial do ambiente de cultivo da videira 'Cabernet Sauvignon' sobre diferentes porta-enxertos: efeito sobre a produção e o teor de sólidos solúveis. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 439-445, 2004.

FITT, B.D; McCARTNEY, H.A. The role of rain in dispersal of pathogen inoculum. **Annual Review of Phytopatology**, Palo Alto, v. 27, p. 241-270, 1989.

FRANK, R.; BRAUN, H.E.; RITCEY, G. Disappearance of Captan from field- and greenhouse-grown tomato fruit in relationship to time of harvest and amount of rainfall. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 67, n. 1, p. 355-357, 1987.

GALBIATI, C.; LONGHIN, G. Indagini sulla formazione e sulla germinazione delle oospore di *Plasmopara viticola*. **Rivista di Patologia Vegetale**, Napoli, n. 20, p. 66–80. 1984.

GALLOTTI, G.J.M.; ANDRADE, E.R. de; SONEGO, O.R.; GARRIDO, L.R.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. **Doenças da videira e seu controle em Santa Catarina.** Florianópolis: EPAGRI, 2004. 90 p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 51).

GAVA, C.A.T.; TAVARES, S.C.C.H.; TEIXEIRA, A.H.C. **Determinação de modelos de associação entre variáveis climáticas e a ocorrência de Oídio e Míldio da videira no Vale do São Francisco.** Seminário Novas Perspectivas para o Cultivo da Uva sem Sementes. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 14 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos 185).

GENTA, W.; TESSMANN, D.J.; ROBERTO, S.R.; VIDA, J.B.; COLOMBO, L.A.; SCAPIN, C.R.; RICCE, W.S.; CLOVIS, L.R. Manejo de míldio no cultivo protegido de videira de mesa 'BRS Clara'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1388-1395, 2010.

GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. Review: climate change and plant diseases. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, special issue, p. 98-107, 2008.

GILLESPIE, T.J.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorology and plant disease management: a happy marriage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, special issue, p. 71-75, 2008.

GISI, U. Chemical control of downy mildews. **Advances in Downy Mildew Research,** Dordrecht, v. 1, n. 10, p. 119-159, 2002.

GLEASON, M.L.; DUTTWEILER, K.B.; BATZER, J.C.; TAYLOR, S.E.; SENTELHAS, P.C.; MONTEIRO, J.E.B.A.; GILLESPIE, T.J. Review: obtaining weather data for input to crop disease-warning systems: leaf wetness duration as a case study. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, special issue, p. 76-87, 2008.

GONÇALVES, A.L. **Efeito do sombreamento artificial contínuo no microclima, crescimento e produção da videira 'Niagara Rosada'**. 2007. 62 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2007.

GOZZINI, B.; NOCENTINI, V.; ORLANDINI, S.; PICCHI, M.; SEGHI, L.; VIVIANI, C. Simulation models and fungicide residuals in viticulture. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 388, p. 91-96, 1995.

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SÔNEGO, O.R. **Principais doenças fúngicas da videira no Brasil.** Bento Gonçalves: EMBRAPA, CNPUV, 1993. 36 p. (EMBRAPA, CNPUV. Comunicado Técnico, 17).

GUYOT, J.; OMANDA, E.N.; PINARD, F. Some epidemiological investigations on *Colletotrichum* leaf disease on rubber tree. **Crop Protection**, Oxford, v. 24, n. 1, p. 65-77, 2005.

HAAS, J.H.; ROTEM, J. *Pseudomonas lachrymans* inoculum on infected cucumber leaves subjected to dew-and rain-type wetting. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 66, p. 1219-1223, 1976.

HECKLER, B.M.M. **Parâmetros ecofisiológicos em vinhedos de 'Niágara rosada' sob cobertura plástica**. 2009. 68 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pelotas, 2009.

HEILMAN, J.L.; McINNES, K.J.; SAVAGE, M.J.; GESCH, R.W.; LASCANO, R.J. Soil and canopy energy balances in a west Texas vineyard. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 71, n. 1, p. 99-114, 1994.

HUBER, L.; GILLESPIE, T.J. Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 30, p. 553-577, 1992.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Banco de dados IEA**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2010. Disponível em: <http://www.integracao.gov. br>. Acesso em: 29 set. 2011.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Banco de dados IEA: previsões e estimativas das safras agrícolas do Estado de São Paulo. **Análises e Indicadores do Agronegócio,** São Paulo, v. 9, n. 1, 2014. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=12873>. Acesso em: 11 fev. 2014.

JONES, G.V.; GOODRICH, G.B. Influence of climate variability on wine regions in the western USA and on wine quality in the Napa Valley. **Climate Research**, Oldendorf, v. 35, n. 3, p. 241-254, 2008.

JÚLIO, E. **Guia de protecção fitossanitária da vinha.** Portugal: Direcção-Geral de Protecção das Culturas; Oeiras: Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 2001. 117 p.

KENNELLY, M.M.; GADOURY, D.M.; WILCOX, W.F.; MAGAREY, P.A.; SEEM, R.C. Addressing the gaps in our knowledge of grapevine downy mildew for improved forecasting and management. **Plant Health Progress**, Texas, 2007a. Disponível em: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/symposium/melhus/gaps>. Acesso: 20 nov. 2013.

_____. Primary infection, lesion productivity, and survival of sporangia in the grapevine downy mildew pathogen, *Plasmopara viticola.* **Phytopathology**, Saint Paul, v. 97, p. 512-522, 2007b.

KENNELLY, M.M.; SEEM, R.C.; GADOURY, D.M.; WILCOX, W.F.; MAGAREY, P.A. Survival of grape downy mildew (*Plasmopara viticola*) sporangia and lesions under field conditions. **Phytopathology,** Saint Paul, v. 94, p. S50, 2004.

KIM, K.S.; TAYLOR, S.E.; GLEASON, M.L. Development and validation of a leaf wetness duration model using a fuzzy logic system. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 127, n. 1, p. 53-64, 2004.

KIM, K.S.; TAYLOR, S.E.; GLEASON, M.L.; KOEHLER, K.J. Model to enhance site-specific estimation of leaf wetness duration. **Plant Disease**, Davis, v. 86, p. 179-185, 2002.

KISHINO, A.Y.; CARAMORI, P.H. Fatores climáticos e o desenvolvimento da videira. In: KISHINO, A.Y.; CARVALHO, S.L.C. de; ROBERTO, S.R. **Viticultura tropical:** o sistema de produção do Paraná. Londrina: IAPAR, 2007. p. 59-86.

KUHN, G.B. **Uva para processamento:** produção, aspectos técnicos. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 134 p.

LAFON, R.; CLERJEAU, M. Downy mildew. In: PEARSON, R.C.; GOHEEN, A.C. (Ed.). **Compendium of grape diseases**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 1988. p. 11-13.

LALANCETE, N.; ELLIS, M.A.; MADDEN, L.V. Estimating infection efficiency of *Plasmopara viticola* on grape. **Plant Disease**, Davis, v. 71, p. 981-983, 1987.

_____. Development of an infection efficiency model of *Plasmopara viticola* on American grape based on temperature and duration of leaf wetness. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 78, p. 794–800, 1988a.

_____. A quantitative model for describing the sporulation of *Plasmopara viticola* on grape leaves. **Phytopathology**, Saint Paul, n. 78, p. 1316-1321, 1988b.

LAMAS JUNIOR, G.L.C. **Ecofisiologia e fitotecnia do cultivo protegido de videira cv. Moscatto Giallo (*Vitis vinifera* L.).** 2008. 136 p. (Doutorado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LIMA FILHO, J.M.P.; SOARES, J.M.; NASCIMENTO, T.; MOURA, M.S.B. Comportamento ecofisiológico da videira Superior Seedless em cultivo protegido, sob condições semi-áridas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLOGIA VEGETAL, 10.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE FISIOLOGIA VEGETAL, 12., 2005, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2005. p. 93-98.

LLORENTE, I.; VILARDELL, P.; BUGIANI, R.; GHERARDI, I.; MONTESINOS, E. Evaluation of BSP cast disease-warning system in reduced fungicide use programs for management of brown spot of pear. **Plant Disease**, Davis, v. 84, p. 631-637, 2000.

LOPES JUNIOR, A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ROLIM, G.S.; BARDIN, L. Microclima do dossel do vinhedo em comparação à região do cacho para uva “Niagara Rosada”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. **Anais…** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. p. 72-77.

LULU, J.; PEDRO JÚNIOR, M.J. Microclima de vinhedos cultivados sob cobertura plástica e a céu aberto. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 14, p. 106-115, 2006.

LULU, J.; CASTRO, J.V.; PEDRO JÚNIOR, M.J. Efeito do microclima na qualidade da uva de mesa ‘Romana’ (A1105) cultivada sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 422-425, 2005.

MADDEN, L.V.; ELLIS, M.A.; LALANCETTE, N.; HUGHES, G.; WILSON, L.L. Evaluation of a disease warning system for downy mildew of grapes. **Plant Disease**, Davis, v. 84, p. 549-554, 2000.

MAGAREY, R.D.; TRAVIS, J.W.; RUSSO, J.M.; SEEM, R.C.; MAGAREY, P.A. Decision support systems: quenching the thirst. **Plant Disease**, Davis, v. 86, p. 4-14, 2002.

MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S.; ASSIS, F.N.; MENDEZ, M.E.G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 15-23, 1999.

MELLO, L.M.R. de. **Vitivinicultura brasileira:** panorama 2010. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/prodvit2010.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2010.

MENDES, C.S. **Flutuação de inóculo no ar, desenvolvimento e validação de um sistema de previsão do míldio-da-videira.** 2002. 123 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2002.

MOTA, C.S.; AMARANTE, C.V.A.; SANTOS, H.P. dos; ALBUQUERQUE, J.A. Disponibilidade hídrica, radiação solar e fotossíntese em videiras 'Cabernet Sauvignon' sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 432-439, 2009.

MOTA, C.S.; AMARANTE, C.V.T.; SANTOS, H.P.; ZANARDI, O.Z. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras 'Cabernet Sauvignon' cultivadas sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 148-153, 2008.

NAVES, R.L; TESSMANN, D.J.; GARRIDO, L.R.; SÔNEGO, R.O. **Sistema de produção de uva de mesa no Norte do Paraná**: doenças e seu controle. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Embrapa Uva e Vinho. Sistemas de Produção, 10).

NETO, E. **Estação de avisos agrícolas do Algarve:** o míldio da videira. Patacão: DRAP Algarve, 2008. 17 p.

OLIVER, H.R., SENE, K.J. Energy and water balance of developing vines**. Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 61, p. 167-185, 1992.

ORLANDINI, S.; DALLA MARTA, A.; D'ANGELO, I.; GENESIO, R. Application of fuzzy logic for the simulation of *Plasmopara viticola* using agrometeorological variables. **EPPO Bulletin**, Paris, v. 33, p. 415–420, 2002.

PAPADAKIS, G.; BRIASSOULIS, D.; MUGNOZZA, G.S.; VOX, G.; FEUILLOLEY, P.; STOFFERS, J.A. Radiometric and thermal properties of, and testing methods for greenhouse covering materials. **Journal of Agricultural Engineering Research**, Karaj, v. 77, n. 1, p. 7-38, 2000.

PAPASTAMATI, K.; McCARTNEY, H.A.; VAN den BOSCH, F. Modelling leaf wetness duration during the rosette stage of oilseed rape. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 123, p. 69–78, 2004.

PARK, E.W.; SEEM, R.C.; GADOURY, D.M.; PEARSON, R.C. DMCast: A prediction model for grape downy mildew development. **Viticulture and Enology Science**, Davis, v. 52, p. 182-189, 1997.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; HERNANDES, J.L.; ROLIM, G.S. Sistema de condução em Y com e sem cobertura plástica: efeitos no microclima, produção, qualidade do cacho e ocorrência de doenças fúngicas na videira 'Niagara Rosada'. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 228-233, 2011.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; PEZZOPANE, J.R.M.; MARTINS, F.P. Uso da precipitação pluvial para previsão de épocas de pulverização visando controle de doenças fúngicas na videira 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, p. 107-111, 1999.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; HERNANDES, J.L.; BLAIN, G.C.; ROLIM, G.S. Microclima em vinhedos de 'Niagara Rosada' em diferentes sistemas de condução durante safras de inverno e de verão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 151-158, 2013.

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

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

PEZZOPANE, J.E.M.; OLIVEIRA, P.C.; REIS, E.F.; LIMA, J.S.S. Alterações microclimáticas causadas pelo uso de tela plástica, **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 9-15, 2004.

PIRES, E.J.P.; MARTINS, F.P. Técnicas de cultivo. In: POMMER, C.V.P. (Ed.). **Uva:** tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 351-403.

PIVA, A.; ARFELLI, G.; FALCHIERI, D.; AMATI, A. Influenza di Oidium Tuckery sulla composizione delle uve. **Rivista di Viticoltura e d'Enologia**, Conegliano, n. 50, p. 70–79, 1997.

POLESANI, M.; DESARIO, F.; FERRARINI, A.; ZAMBONI, A.; PEZZOTTI, M.; KORTEKAMP, A.; POLVERARI, A. cDNA-AFLP analysis of plant and pathogen genes expressed in grapevine infected with Plasmopara viticola. **Bmc Genomics**, London, v. 9, n. 1, p. 142, 2008.

PROTAS, J.F.S.; CAMARGO, U.A. **Vitivinicultura brasileira:** panorama setorial de 2010. Brasília: SEBRAE; Bento Gonçalves: IBRAVIN; Embrapa Uva e Vinho, 2011. 110 p.

RADIN, B. **Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pelo tomateiro cultivado em diferentes ambientes.** 2002. 140 p. (Doutorado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

RANA, G.; KATERJI, N.; INTRONA, M.; HAMMAMI, A. Microclimate and plant water relationship of the "overhead" table grape vineyard managed with three different covering techniques. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 102, p. 105-120, 2004.

RAWAL, R.D.; VENUGOPALAN, R.; SAXENA, A.K. A statistical model for describing the epidemiology of incidence of downy mildew in grapes. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 785, p. 279-284, 2008.

ROBERTO, S.R.; COLOMBO, L.A.; ASSIS, A.M. de. Revisão: cultivo protegido em viticultura. **Ciência Técnica Vitivinícola**, Dois Portos, v. 26, n. 1, p. 11-16, 2011.

ROBLEDO, F.P.; MARTIN, L.V. **Applicación de los plásticos en la agricultura.** Madrid: Mundi-Prensa, 1981. 552 p.

ROSA, M.; ZOZZINI, B.; ORLANDINI, S.; SEGHI, L. A computer program to improve the control of grapevine downy mildew. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 12, p. 311–322, 1995.

ROSA, M.; GENESIO, R.; GOZZINI, B.; MARACHI, G.; ORLANDINI, S. Plasmo: a computer program for grapevine downy mildew development forecasting. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 9, p. 205-215, 1993.

ROSSI, V.; CAFFI, T. Effect of water on germination of *Plasmopara viticola* oospores. **Plant Pathology**, Oxford, v. 56, p. 957-966, 2007.

ROSSI, V.; PONTI, I.; CRAVEDI, P. The status of warning services for plant pests in Italy. **Bulletin IOBC/WPRS Bulletin,** Zürich**,** n. 30, p. 19-29, 2000.

ROSSI, V.; GIOSUÈ, S.; GIROMETTA, B.; BUGIANI, R. Effect of environmental conditions on *Plasmopara viticola* primary infection. **Atti Giornate Fitopatologiche,** Baselga del Pinè, v. 1, n. 5, p. 263-270, 2002.

ROSSI, V.; CAFFI, T.; BUGIANI, R.; SPANNA, F. DELLA VALLE, D. Estimating the germination dynamics of *Plasmopara viticola* oospores using hydro-thermal time. **Plant Pathology**, Oxford, v. 57, p. 216–226, 2008.

ROUZET, J.; JACQUIN, D. Development of overwintering oospores of *Plasmopara viticola* and severity of primary foci in relation to climate. **Bulletin IOBC/WPRS Bulletin,** Zürich, n. 33, p. 437-442, 2003.

SANTOS, A.O.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; FERREIRA, M.A.; HERNANDEZ, J.L. Ecophysiology and yield performance of grape *Cabernet sauvignon* cultivated under different exposures. **Acta Scientiarum Agronomy,** Maringá, v. 26, n. 3, p. 263-271, 2004.

SANTOS, H.P. Fruteiras de clima temperado em cultivo protegido: desafios e perspectivas em videira e macieira. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA SOBRE FRUTEIRAS DE CLIMA TEMPERADO, 1., 2005, Bentos Gonçalves. **Programa e resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Documentos, 52).

_____. **Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 9 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 71).

SCHIEDECK, G.; MIELE, A.; BARRADAS, C.I.N.; MANDELLI, F. Fenologia da videira Niágara Rosada cultivada em estufa e a céu aberto. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 199-206, 1997.

SCHUCK, E. Efeitos da plasticultura na melhoria da qualidade de frutas de clima temperado. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5., 2002, Friburgo. **Anais...** Friburgo: EPAGRI, 2002. p. 203-213.

SCHUCK, E.; CALIARI, V.; ROSIER, J.P. Uso da plasticultura na melhoria da qualidade de frutas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 7., 2004, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: EPAGRI, 2004. p. 290 -301.

SCHUH, W. Influence of interrupted dew periods, relative humidity, and light on disease severity and latent infections caused by *Cerospora kikuchii* on soybean. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 83, p. 109-113, 1993.

SEEMAN, J. Greenhouses climate. In: SEEMAN, J.; CHIRKORV, Y.I.; LOMAS, J.; PRIMAULT, B. **Agrometerology.** New York: Springer-Verlag, 1979. p. 167-178.

SEGHI, L.; ORLANDINI, S.; GOZZINI, B. Survey of simulation models of plant diseases. In: WORLD AGROMETEOROLOGY ORGANIZATION. **Report of RA VI Working Group on Agricultural Meteorology 1022.** Genève, 2000. p. 161–221.

SEGOVIA, J.F.O.; ANDRIOLO, J.L.; BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 37-41, 1997.

SENTELHAS, P.C. **Duração do período de molhamento foliar: aspectos operacionais da sua medida, variabilidade espacial em diferentes culturas e sua estimativa a partir do modelo de Penman-Monteith.** 2004. 161p. (Livre-Docência em Agrometeorologia) – Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' – ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.

SENTELHAS, P.C.; ANGELOCCI, L.R.; VILLA NOVA, N.A. Efeitos de diferentes tipos de cobertura, mini estufas na atenuação da radiação solar e da luminosidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p. 480-484.

SENTELHAS, P.C.; MONTEIRO, J.E.B.A.; GILLESPIE, T.J. Electronic leaf wetness duration sensor: why it should be painted. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 48, p. 202–205, 2004.

SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Física e Meteorologia, 1998. 131 p.

SERRA, S.; BORGO, M. Indagini sulla maturazione e germinazione delle oospore di *Plasmopara viticola* svernate in condizioni naturali. **Petria**, Roma, n. 5, p. 91-104, 1995.

SILVA, P.R.; MAIA, M.L.; AMARO, A.A.; OLIVEIRA, M.D.M.; TERRA, M.M. Produção e comercialização de uva Niagara nas regiões de Campinas e Jales, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 12, p. 61-72, 2008.

SILVA, G.G.; TREDEZINI, C.A.O.; ANDRADE, E.S.; CORDEIRO, K.W. O ambiente institucional na viticultura do município de Jales-SP. **Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 184-220, 2012.

SÔNEGO, O.R.; GARRIDO, L.R. **Capacitação técnica em viticultura**. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/>. Acesso: 21 nov. 2013.

SÔNEGO, O.R.; GARRIDO, L.C.; CZERMAINSKI, A.B.C. Avaliação do Fitophos K e Fitophos K plus (fosfito de potássio) no controle do míldio da videira. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 8., 2005, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: EPAGRI, 2005. v. 2, p. 12.

STADNIK, M.J.; TALAMINI, V. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: STADNIK, M.J.; TALAMINI. V. **Manejo ecológico de doenças de plantas.** Florianópolis: UFSC, CCA, 2004. p. 45-62.

STEIN, A.C. **Estudo da viabilidade técnico-econômica de sistemas produtivos irrigados para a produção de uvas finas de mesa (*Vitis vinifera* L.), no Município de Jales, Estado de São Paulo**. 2006. 97 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2006.

SUTTON, J.C.; GILLESPIE, T.J.; HILDEBRAND, P.D. Monitoring weather factors in relation to plant disease. **Plant Disease**, Davis, v. 68, p. 78-84, 1984.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TANAKA, M.; GENTA, H. **Control del médio ambiente bajo invernadero y túnel plástico.** Salto: Estación Experimental de Citricultura, 1982. 61 p.

TARSITANO, M.A.A. **Avaliação econômica da cultura da videira na região de Jales-SP.** 2001. 121 p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2001.

TAVARES, S.C.C.H.; LIMA, M.F.; MELO, N.F. Principais doenças da videira e alternativas de controle. In: LEÃO, P.C.S.; SOARES, J.M. **A viticultura no semi-árido brasileiro.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. p. 246-296.

TEIXEIRA, A.H.C.; LIMA FILHO, J.M.P. Relações entre o índice de área foliar e a radiação solar na cultura da videira. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 143-146, 1997.

TONDATO, C. **Caracterização dos canais de marketing da uva de mesa na região noroeste do Estado de São Paulo**. 2006. 102 p. Dissertação (Mestrado em Economia e Administração) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2006.

TRAN MANH SUNG, C.; STRIZYK, C.; CLERJEAU, M. Simulation of the date of maturity of *Plasmopara viticola* oospores to predict the severity of primary infections in grapevine. **Plant Disease**, Davis, v. 74, p. 120-124, 1990.

VALLI, V.J. **Weather and plant diseases:** a review. Oakwood Village: AGMET, 1966. 15 p. (USDC. Technical Note 36).

VENTURIN, M.; SANTOS, H.P. dos. Caracterização microclimática e respostas fisiológicas de uvas de mesa (*Vitis labrusca* e *Vitis vinifera*) cultivadas em ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. 1 CD-ROM

VERCESI, A. Considerazioni sull'applicazione di modelli epidemici a *Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Berl. e de Toni. **Rivista di Patologia Vegetale**, Napoli, v. 5, n. 3, p. 99-111, 1995.

VERCESI, A.; TORNAGHI, R.; SANT, S.; BURRUANO, S.; FAORO, F. A cytological and ultrastructural study on the maturation and germination of oospores of *Plasmopara viticola* from overwintering vine leaves. **Mycological Research**, Manchester, v. 103, p. 193–202, 1999.

ZACHOS, D.G. Recherches sur la biologie et l'épidémiologie du mildiou de la vigne en Grece. **Annals of the Institute of Phytopathology**, Benaki, n. 2, p. 193-335, 1959.

3 MICROCLIMA DE VINHEDOS DE 'BRS MORENA' CULTIVADOS SOB COBERTURAS PLÁSTICAS NO NOROESTE PAULISTA

Resumo

Na região noroeste do estado de São Paulo, responsável pela produção de boa parte das uvas de mesa no estado, a grande maioria dos produtores conduz seus vinhedos comerciais sob tela de sombreamento preta. Porém, ainda não existem muitas pesquisas a respeito do uso de cobertura plástica no Noroeste Paulista. Sendo assim, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da cobertura plástica de polipropileno trançado, com espessura de 260 µm, no microclima de videiras 'BRS Morena' na região noroeste do estado de São Paulo. O experimento foi realizado na Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT) da Embrapa Uva e Vinho, localizada no município de Jales, SP. Foram conduzidas três ruas de 120 m de videiras, cultivar apirênica 'BRS Morena', sob um espaçamento de 3,0 m entre plantas. Metade do vinhedo foi coberto com filme plástico de polipropileno trançado sobre estrutura metálica em forma de arco (PPT) e a outra metade com tela preta, com 18% de sombreamento (TP18%). As avaliações micrometeorológicas foram realizadas nos períodos regulares de produção das videiras na região, ou seja, de abril a agosto de 2012 e de 2013. Para tanto, sensores eletrônicos de radiação solar global (Rg), de saldo de radiação (Sr), de temperatura do ar (T), de umidade relativa do ar (UR), de velocidade do vento (U) e de duração do período de molhamento (DPM) foram instalados no interior das videiras cultivadas sob as coberturas. Concomitantemente, havia uma estação meteorológica automática, a menos de 100 m da área experimental para fornecer os mesmos dados meteorológicos da condição externa (EMA). Os resultados permitiram observar que sob o PPT a transmissividade média da Rg foi de 82,4% em 2012 e 67,3% em 2013, o que evidencia o efeito do envelhecimento do plástico e sua maior opacidade com o passar do tempo. Sob a TP18%, a transmissividade média foi da ordem de 90%, nos dois anos estudados. O Sr médio também foi maior sob a TP18%, sendo 68,9% e 31,6% superior aos valores obtidos sob o PPT, respectivamente nos anos de 2012 e 2013. Os ambientes sob as coberturas apresentaram T máximas superiores aos valores observados na EMA, sendo as diferenças da ordem de 0,7 °C sob ao PPT e de 1,0 °C sob a TP18%. Os maiores valores de UR média e máxima foram registrados sob o PPT. A U média também variou entre os ambientes, sendo de 0,24 m s^{-1} sob o PPT, de 0,57 m s^{-1} sob a TP18% e de 0,94 m s^{-1} na EMA. Para a DPM, observou-se diferença entre os ambientes, sendo essa cerca de 34% superior sob a PPT em relação ao ambiente externo. É possível concluir que, apesar de impedir a entrada da água das chuvas, o ambiente sob o PPT teve os maiores valores de DPM em decorrência da alteração dos demais elementos meteorológicos, como o aumento da UR, atenuação da Rg e diminuição da U, o que resultou em menores taxas de evaporação do orvalho formado durante a noite.

Palavras-chave: Cobertura plástica; Viticultura; Microclima; Molhamento foliar

Abstract

In the northwestern region of the state of São Paulo, responsible for the major production of table grapes in the state, the majority of the producers conduct their commercial vineyards covered by black shading screen. However, there are not many researches regarding the use of plastic covers in this region of the State. Thus, the objective of this study was to

evaluate the effect of the braided polypropylene plastic cover, with 260 µm thickness, in the microclimate of 'BRS Morena' vineyards in the Northwestern region of the state of São Paulo, Brazil. The experiment was carried out at the EMBRAPA – Tropical Viticulture Experimental Station (Embrapa Grape and Wine) in Jales, SP, Brazil. Three rows of 120 m of the seedless grape cultivar 'BRS Morena', with 3.0 m between plants, were conducted during two growing seasons, in 2012 and 2013. Half of the vineyard was covered with braided polypropylene plastic film installed over a metallic arc-shaped structure (PPT) and the other half with black screen, with 18% of shading (TP18%). The micrometeorological conditions were measured along the two seasons, i.e., from April to August 2012 and 2013. For this purpose, electronic sensors of global solar radiation (SR), net radiation (NR), air temperature (T), relative humidity (RH), wind speed (WS) and leaf wetness duration (LWD)were installed inside the vineyards covered by PPT and TP18%. At the same time, there was an automatic weather station less than 100 m from the experimental area to provide the same weather data for the external condition (EMA). The results showed that under the PPT the average SR transmissivity was 82.4% in 2012 and 67.3% in 2013, which highlights the effect of plastic age and its greater opacity over time. Under TP18% the average transmissivity stayed around 90% along the two growing seasons. The average NR was also greater under TP18%, being 68.9% and 31.6% higher than the values obtained under the PPT, respectively in 2012 and 2013. The microclimate under the plastic covers showed maximum T higher than the values observed in the EMA, and the differences was around 0.7 °C under the PPT and 1.0 °C under TP18%. The highest values of average and maximum RH were registered under the PPT. The average WS also varied among environments, being of 0.24 m s^{-1} under the PPT, 0.57 m s^{-1} under the TP18% and 0.94 m s^{-1} in EMA. For LWD, it was observed differences among the environments, being LWD about 34% higher in the PPT in relation to the external environment. According to these results, even considering that the plastic cover avoid the occurrence of rainfall over the vines, the environment under the PPT had the highest LWD as a result of the changes of other meteorological variables, such as increase of RH and reduction of NR and WS, which resulted in lower evaporation rates of dew formed over the night under the PPT.

Keywords: Plastic covering; Polypropylene; Black screen; Viticulture; Weather variables; Leaf wetness duration

3.1 Introdução

Devido à vasta extensão do território brasileiro, o país apresenta uma grande diversidade de climas, o que muitas vezes exige a adoção de práticas de manejo que possibilitem o cultivo de culturas de alto valor agregado até mesmo onde as condições climáticas não são amplamente favoráveis. No caso da cultura da videira, a busca por alternativas por parte do viticultor para adaptar as condições ambientais às exigências climáticas da cultura é constante, quer seja pela adoção de diferentes sistemas de condução dos vinhedos ou pelo uso de coberturas plásticas.

O uso de coberturas plásticas no cultivo de videiras no Brasil vem sendo cada vez mais frequente como uma alternativa para minimizar ou até mesmo anular o efeito negativo

de algumas adversidades climáticas, como chuvas intensas, granizo, geadas e ventos fortes (MOTA et al., 2008; PIRES; MARTINS, 2003; LAMAS JÚNIOR, 2008) e elevadas intensidades de radiação solar, além de promover um efeito conservador da energia durante o inverno, amenizando quedas bruscas da temperatura do ar nos períodos noturnos (MELO, 1997). Assim, o emprego de coberturas plásticas influencia indiretamente e positivamente os cultivos protegidos, aumentando a eficiência de captação da energia radiante, diminuindo o consumo de água das plantas (MARTINS et al., 1999; SLATER, 1983), protegendo o solo contra a lixiviação de nutrientes (MARTINS et al., 1999; MELO, 1997), melhorando, assim, o aproveitamento desses pelas plantas (SLATER, 1983), levando à economia de insumos (DETONI et al., 2007).

Outra vantagem importante do uso de coberturas plásticas é o fato destas impedirem que haja a ocorrência de chuva sobre o dossel vegetativo, evitando a presença de água livre sobre as folhas e cachos das videiras (ANTONACCI, 1993; KUHN, 2003; CHAVARRIA et al., 2007), propiciando desta forma uma redução significativa na incidência e severidade de doenças e, consequentemente, no uso de defensivos agrícolas (PEDRO JÚNIOR et al., 2011; COLOMBO et al., 2011; CHAVARRIA et al., 2007, 2010; GENTA et al., 2010; NOVELLO; PALMA, 2008; DETONI et al., 2007; LULU et al., 2005; KUHN, 2003), reduzindo os gastos com fungicidas (MELO, 1997). Portanto, as alterações micrometeorológicas promovidas pelas coberturas plásticas influenciam na fisiologia das plantas (BACK et al., 2013; BERTAMINI; NEDUNCHEZHIAN, 2004), resultando, na maioria das vezes, em maiores produtividades das videiras (CHAVARRIA; SANTOS, 2009; GONÇALVES, 2007; SCHUCK, 2002; ANTONACCI e TOMASSI, 2001), melhor qualidade das uvas ao final do processo produtivo (PEDRO JÚNIOR et al., 2011; DETONI et al., 2007; GONÇALVES, 2007; SCHUCK, 2002; ANTONACCI; TOMASSI, 2001) e valorização comercial do produto pela possibilidade de obtenção de colheitas na entressafra (DETONI et al., 2007).

Apesar desses aspectos positivos, é importante que o produtor conheça o máximo possível as características do material a ser utilizado como cobertura e sua influência no microclima e na cultura. De acordo com Cardoso *et al.* (2008), a caracterização e a quantificação detalhada das alterações micrometeorológicas causadas pelas coberturas plásticas em vinhedos é de extrema importância, especialmente em relação à disponibilidade de radiação solar, à temperatura e umidade do ar, e à velocidade do vento junto ao dossel, além de aspectos referentes à modificação da distribuição e da frequência de chuvas (JONES; GOODRICH, 2008) e da condição hídrica das plantas (PEZZOPANE et al., 2004).

Os produtores da região Noroeste Paulista ainda não utilizam coberturas plásticas de polietileno ou polipropileno como uma alternativa para minimizar adversidades climáticas, o que talvez se deva ao alto custo inicial de investimento, à reduzida durabilidade de aproximadamente quatro anos do material e pelo fato da colheita ser realizada normalmente em épocas mais secas. Assim, os produtores da região não realizam investimentos na compra desse material. Além disso, segundo Santos et al. (2004), existem poucos trabalhos referentes ao cultivo de videiras sob cobertura plástica na região que evidenciem seus efeitos diretos no microclima e indiretos na produção e qualidade das uvas produzidas. No entanto, o uso de coberturas plásticas no cultivo de videiras encontra-se em plena expansão nas regiões Nordeste e Sul do Brasil, sendo usada principalmente em uva fina de mesa (MOTA, 2007), mostrando resultados extremamente satisfatórios.

Na região noroeste do estado de São Paulo é comum a cobertura total do vinhedo com telas de coloração preta (18% de sombreamento), no sistema de condução latada, para reduzir parcialmente a intensidade dos raios solares, além de proteger os vinhedos contra a ocorrência de granizo e o ataque de pássaros e morcegos (CONCEIÇÃO, 2009; LEÃO; MAIA, 1998). A durabilidade prescrita pelos fabricantes é de 8 anos (TERRA et al., 1993). Diante disso, objetiva-se com este trabalho comparar o efeito da tela plástica de coloração preta (18% de sombreamento) e da cobertura plástica de polipropileno trançado nas condições micrometeorológicas de videiras de cultivar ‘BRS Morena’, cultivadas em sistema de latada, no município de Jales, SP.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Descrição do local do experimento

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT) da Embrapa Uva e Vinho, em Jales, SP (Figura 3.1). O município de Jales localiza-se no noroeste do estado de São Paulo, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude de 20°16’08” S; longitude de 50°32’45” O; e a uma altitude de 478 m. O clima da região é tropical úmido, com período chuvoso no verão e seca moderada a intensa no inverno. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, denominado de clima de savanas. O solo predominante na área experimental é o Argissolo Vermelho-Amarelo (textura médio-arenosa).

Figura 3.1 – Foto aérea da Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT) da Embrapa Uva e Vinho (Jales/SP)

A Tabela 3.1 apresenta os dados climáticos médios da região de Jales, obtidos a partir do banco de dados da EVT/EMBRAPA (EMBRAPA, 2013). De acordo Vianello e Alves (2004), o clima da região de Jales apresenta temperatura média do mês mais frio acima de 18ºC, inverno seco com chuvas máximas no verão.

Tabela 3.1 – Médias mensais de temperatura máxima, média e mínima do ar (T), de umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluviométrica (P), para o período de 1995 a 2013, na estação meteorológica da Estação de Viticultura Tropical (EVT) da EMBRAPA Uva e Vinho, em Jales, SP

Mês	Temperatura do ar (°C)			UR (%)	Precipitação pluviométrica
	Média	Máxima	Mínima		
Janeiro	25,1	31,5	20,5	83,0	289,6
Fevereiro	25,5	32,0	20,3	82,0	196,7
Março	25,3	31,7	19,7	82,0	174,1
Abril	24,5	31,3	18,2	78,0	59,3
Maio	21,4	28,4	15,3	77,0	62,5
Junho	20,7	28,1	14,4	74,0	28,6
Julho	21,0	29,0	14,5	69,0	12,0
Agosto	22,8	31,3	15,9	63,0	18,5
Setembro	24,0	32,2	17,8	65,0	61,6
Outubro	25,2	32,8	19,5	71,0	89,9
Novembro	25,1	32,0	19,7	75,0	130,6
Dezembro	25,3	32,0	20,6	79,0	196,7
Total	-	-	-	-	1319,9
Médias	23,8	31,0	18,1	75,0	-
Máxima	25,5	32,8	20,6	83,0	289,6
Mínima	20,7	28,1	14,4	63,0	12,0

A Figura 3.2 apresenta o balanço hídrico climatológico normal da região de Jales, para uma capacidade de água disponível do solo (CAD) de 100 mm m^{-1} (CONCEIÇÃO et al., 1998). O maior déficit ocorre no mês de agosto, sendo próximo de 100 mm.

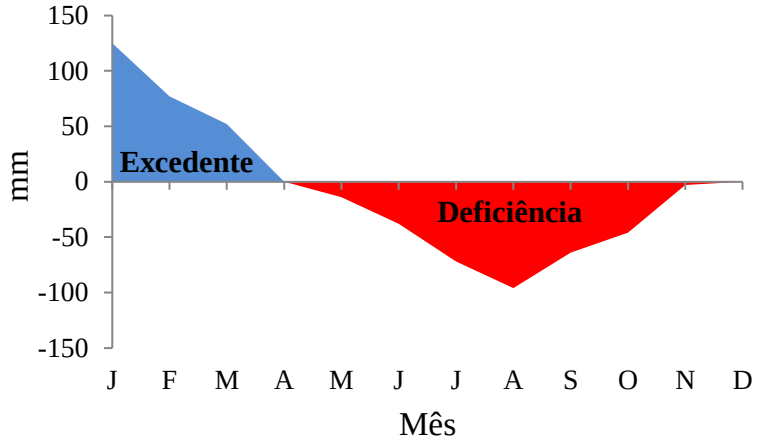

Figura 3.2 – Extrato do balanço hídrico climatológico normal de Jales, SP, para o período de 1995 a 2013, considerando-se uma CAD de 100 mm m^{-1}. Fonte: EVT - EMBRAPA Uva e Vinho

3.2.2 Instalação do experimento

Os experimentos foram realizados entre os meses de abril e agosto de 2012 e 2013, durante o período de produção das videiras, e foram compostos por três ruas de videiras cv 'BRS Morena' sob porta-enxerto IAC 572, conduzidas em sistema de latada, muito comum no Noroeste Paulista. Cada rua possuía 120 m de comprimento, com espaçamento de 3,0 m entre plantas, totalizando 40 plantas por rua. Entre ruas, o espaçamento foi de 2,5 m entre a primeira e segunda rua e de 5,0 m entre a segunda e a terceira rua. Assim, a área experimental totalizou 900 m². As ruas de plantio encontravam-se dispostas no sentido Norte-Sul, de modo que os raios solares atravessassem de maneira mais homogênea possível todas as videiras ao longo do ciclo.

Para a cobertura das videiras em cultivo protegido escolheu-se duas coberturas plásticas distintas: filme plástico de polipropileno trançado (PPT), sobre estrutura metálica em forma de arco com altura máxima de 3,5 m (Figura 3.3), e tela preta, com 18% de sombreamento (TP18%) (Figura 3.4), com altura de pé direito de 3,5 m.

Figura 3.3 – Videiras em sistema de latada cobertas com plástico de polipropileno trançado (PPT), na área experimental da EVT/EMBRAPA, em Jales, SP

Figura 3.4 – Videiras em sistema de latada cobertas com tela de sombreamento preta (18%) (TP18%), na área experimental da EVT/EMBRAPA, em Jales, SP

Cada uma das três ruas que compõem a área experimental foi coberta pelo filme plástico trançado até a metade do seu comprimento (60 m por rua). A outra metade das três ruas foi coberta pela tela de sombreamento preta. Portanto, sob cada cobertura haviam 60 plantas distribuídas em três ruas de plantio.

Para a irrigação foram empregados microaspersores Hadar 7110, da empresa NaanDanJain, com vazão nominal igual a 50 L h^{-1}, operando de forma invertida abaixo do dossel das plantas a cerca de 1,5 m do solo, sendo as mangueiras fixadas nos arames da latada. O espaçamento entre microaspersores foi de 5,0 m entre linhas e 6,0 m na linha de irrigação. A frequência de irrigação foi determinada de acordo com o balanço hídrico no solo, descrito por Conceição (2010). A chuva utilizada como variável de entrada no balanço hídrico da cultura foi coletada na estação meteorológica da EVT/EMBRAPA. Os cálculos necessários para a determinação do momento e do tempo de aplicação foram realizados utilizando-se o sistema de planilhas eletrônicas IRRIVITIS (CONCEIÇÃO, 2012).

3.2.3 Caracterização micrometeorológica

A caracterização micrometeorológica dos vinhedos sob as duas coberturas (PPT e TP18%) foi realizada nos períodos entre a poda de produção e a colheita, durante as safras de 2012 e 2013. Para tanto, foram instalados um conjunto de sensores meteorológicos automáticos em cada um dos ambientes. Os sensores de temperatura do ar (T, °C) e umidade relativa do ar (UR, %) (marca *Campbell Scientific*, modelo HPM35c) foram dispostos na altura dos cachos da videira, o que corresponde a uma distância aproximada de 1,5 m abaixo das coberturas plásticas. Para a medição de radiação solar global (Rg, W m^{-2}) (marca Kipp & Zonen, modelo CM3) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA, W m^{-2}) (marca Li-cor sensor qüântico modelo LI190SB-Quantum), os sensores foram dispostos sobre uma base de acrílico fixada logo acima do dossel, de modo a mensurar a energia radiante que foi transmitida pelas coberturas e quem chegavam às videiras. Os sensores de velocidade do vento (U, m s^{-1}) (marca *Campbell Scientific*, modelo 03002-L) foram instalados a 0,80 m acima do dossel de modo a se avaliar principalmente a influência das coberturas. O saldo de radiação solar (Sr, W m^{-2}) (marca Kipp & Zonen, modelo NR-lite) foi medido por um saldo-radiômetro instalado a 0,80 m acima do dossel, de modo a captar balanço de radiação entre as videiras e a cobertura. Os sensores para a medida da duração do período de molhamento (DPM, horas) foram do tipo cilíndrico (marca Weather Innovations) (Figura 3.5), os quais foram instalados no topo do dossel, já que vários autores não encontraram diferença estatística entre as médias de DPM obtidas na região do cacho e no topo do dossel do vinhedo (LULU et al., 2008; LOPES JÚNIOR et al., 2008; SENTELHAS et al., 2005). Esses sensores foram instalados com um ângulo 15º em relação à horizontal, seguindo as recomendações de Santos et al. (2008).

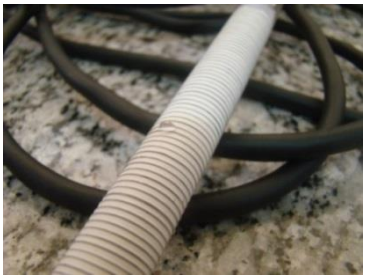

Figura 3.5 – Sensor cilíndrico para a medida da duração do período de molhamento foliar

Todos os sensores citados estavam conectados a um sistema de coleta automática de dados (marca *Campbell Scientific*, modelo CR23X), que coletava os dados a cada segundo, armazenando posteriormente as médias das leituras a cada 15 minutos, assim como médias

diárias e valores máximos e mínimos. A Figura 3.6 apresenta uma visão da área experimental onde os referidos sensores estavam instalados.

Figura 3.6 – Equipamentos instalados na área experimental para a coleta dos dados micrometeorológicos, sendo: (a) sensores de radiação solar global e duração do período do molhamento foliar; (b) sensores de saldo de radiação e velocidade e direção do vento; (c) sensores de temperatura e umidade relativa do ar e caixa contendo o sistema de aquisição de dados modelo CR23X (*Campbell Sci*)

Além dos equipamentos citados anteriormente, uma estação meteorológica automática (Figura 3.7), instalada a menos de 100 m da área experimental, fornecia os dados meteorológicos da condição externa (EMA), assim como os dados de precipitação pluviométrica.

Figura 3.7 – Estação meteorológica automática instalada na EVT/EMBRAPA, em Jales, SP

3.2.4 Análise dos dados

Os dados médios diários das variáveis micrometeorológicas de cada ambiente foram pareados e submetidos à análise de variância de dados não transformados. Para cada safra separadamente, compararam-se as médias pelo teste não paramétrico de Kruskal Wallis (ZAR, 2009), seguido do teste de Tukey, em nível de 5% e 1% de probabilidade.

As comparações entre os dados meteorológicos medidos na estação meteorológica automática (EMA) e no interior de cada ambiente protegido (PPT e TP18%) foram feitas utilizando-se regressões lineares, sendo a linha de tendência forçada a passar pela origem. As regressões foram submetidas ao Teste F para avaliar a sua significância, de acordo com Zar (2009).

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Radiação solar global

A Tabela 3.2 apresenta os valores médios de radiação solar global diária (Rg, MJ m^{-2} dia^{-1}) incidente no dossel das videiras sob as coberturas com PPT e TP18% e o valor obtido na estação meteorológica (EMA) da área experimental, durante as safras de 2012 e de 2013.

Tabela 3.2 - Valores médios de radiação solar global (Rg) incidente sob cada um dos ambientes estudados, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; EMA = estação meteorológica automática

	Rg (MJ $m^{-2}dia^{-1}$)		
Safras	PPT	TP18%	EMA
2012	9,68 c	10,62 b	11,74 a
2013	9,91 c	13,38 b	14,74 a

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Percebe-se que as médias de radiação solar dos três ambientes mostraram diferenças estatisticamente significativas a 5% de probabilidade. A radiação solar transmitida ao interior dos dois ambientes cobertos foi inferior ao obtido a céu aberto, em função da atenuação promovida pela reflexão e absorção das coberturas de PPT e TP18%. Sob o PPT, as diferenças em relação ao ambiente externo foram de 2,06 e 4,83 MJ $m^{-2}dia^{-1}$, respectivamente para as safras de 2012 e de 2013. Em Jundiaí (SP), Santos et al. (2004) observaram resultados

similares a estes, sob túneis de polietileno. No mesmo município, Pedro Júnior et al. (2013 observaram diferenças da ordem de 1,5 MJ $m^{-2}dia^{-1}$ entre a radiação solar externa e sob ambiente coberto durante a safra de inverno e diferenças superiores a 2,7 MJ $m^{-2}dia^{-1}$, em média, na safra de verão.

Por sua vez, sob TP18%, as diferenças em relação à radiação solar global média a céu aberto foram de 1,12 e 1,36 MJ $m^{-2}dia^{-1}$, respectivamente para as safras de 2012 e 2013. Em Jundiaí (SP), Gonçalves (2007) verificou diferenças superiores em vinhedos cultivados a pleno sol e sob telas com 30 e 70% de sombreamento, o que era de se esperar em função da maior porcentagem de sombreamento das malhas. Estudando o cultivo de gérbera sob tela preta com 50% de sombreamento, Andrade Júnior et al. (2011) observaram diferença da ordem de 12,81 MJ $m^{-2}dia^{-1}$ entre o ambiente protegido e a céu aberto.

Comparando-se os dois ambientes cobertos, nota-se que o sob PPT apresentou uma média de radiação solar 8,85 e 25,93% inferior ao coberto com TP18%, respectivamente as safras de 2012 e 2013. Isso ocorreu, pois a TP18% permitiu uma maior entrada dos raios solares ao interior do ambiente, em função das aberturas da malha. No entanto, além disto, percebe-se também que na safra de 2013, a diferença entre a radiação solar transmitida ao interior dos dois ambientes foi bem mais pronunciada, o que pode ser explicado por meio dos valores apresentados na Tabela 3.3, a qual apresenta os valores médios de transmissividade da radiação solar para o interior de cada ambiente coberto, para as duas safras estudadas.

Tabela 3.3 - Transmissividade média (%) da radiação solar para o interior de cada ambiente protegido, para as duas safras estudadas, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta 18% de sombreamento

	Transmissividade (%)	
Safra	PPT	TP18%
2012	82,38	90,38
2013	67,30	90,84

No ambiente sob o PPT houve uma atenuação da radiação solar incidente no topo da cobertura plástica de 17,62% na safra de 2012 e de 32,70% na safra de 2013. Estes valores estão coerentes com a afirmação de Cardoso et al. (2008), de que a radiação solar disponível às videiras é reduzida pela cobertura plástica em cerca de 15 a 30% em relação à radiação externa. Em vinhedo sob cobertura plástica em Jundiaí, SP, Lulu e Pedro Júnior (2006) observaram uma atenuação média de 26,9% da radiação solar incidente. Ferreira et al. (2004) e Santos et al. (2004), também em Jundiaí, com vinhedos de ‘Cabernet Sauvignon’ cobertos

com polietileno de baixa densidade aditivado com anti-ultravioleta (espessura de 150 μm), observaram uma redução de 14,6% na radiação solar no interior do ambiente protegido. Na Itália, Rana et al. (2004), em videiras cobertas com plástico transparente de 200 μm de espessura, obtiveram valores bem próximos, da ordem de 14%.

Sob a TP18% houve uma atenuação média da radiação solar que chegou ao dossel das videiras de 9,62 e 9,16%, respectivamente nas safras de 2012 e 2013. Valores bem superiores a estes foram encontrados na literatura. No município de Jales, SP, Conceição (2009) observou, em videiras cobertas com tela de mesmas características, uma atenuação da radiação solar de 20% em relação à radiação solar incidente observada na estação meteorológica. Em Jundiaí, SP, Gonçalves (2007) em experimento com videira 'Niagara Rosada', observou atenuação de 42 e 60% pela utilização de tela plástica com 30 e 70% de sombreamento, respectivamente, em relação ao tratamento a pleno sol. Para Andrade Júnior et al. (2011), a radiação solar interna foi atenuada em 58% em comparação à radiação solar externa, utilizando tela preta com 50% de sombreamento.

A significativa diferença de transmissividade da radiação solar sob o PPT de um ano para o outro pode ser justificada em função da polimerização e degradação natural da cobertura plástica e, principalmente, pela deposição de partículas de poeira e fuligem ao longo do tempo. Esses fatores fizeram com que a transmissividade da cobertura plástica fosse alterada variando, em média, de 82,38% em 2012 para 67,30% em 2013. De acordo com Taiz e Zeiger (2004), o comprimento de onda da radiação solar na faixa do ultravioleta (UV) é responsável pela degradação das coberturas, já que essas são projetadas para absorver o máximo de UV possível. Chavarria et al. (2009) observaram, em cultivo protegido de videiras 'Moscato Giallo', que a cobertura plástica utilizada interceptou um percentual de 56% de radiação UV. Vários autores também observaram esse efeito de redução da capacidade de transmissividade das coberturas plásticas ao longo do tempo de uso. Frisina (1999) afirmou que em filmes plásticos transparentes novos a transmissividade média situa-se entre 80 e 90% e que para tempos maiores de uso essa transmissividade pode cair para a faixa de 65 a 80%. O mesmo autor observou uma redução de 20,4% na transmissividade de um filme plástico de polietileno de baixa densidade após seis meses de condução do experimento. Em Piracicaba, SP, Guiselini et al. (2010) verificaram que, ao longo de dois ciclos de cultivo de gérbera, houve significativa redução da transmissividade de 6,4% em ambiente protegido com tela termo-refletora disposta externamente e de 4% com tela disposta internamente, devido à deposição de poeira no decorrer do tempo, já que a tela possibilita uma maior retenção de partículas de poeira e fuligem.

A Tabela 3.4 apresenta os valores mínimos e máximos de radiação solar global diária, obtidos ao longo das duas safras em cada um dos ambientes estudados. Nota-se que sob o PPT a radiação solar variou de 1,26 a 15,95 MJ m^{-2} dia^{-1} na safra de 2012 e de 2,18 a 12,83 MJ $m^{-2}dia^{-1}$ na safra de 2013, no período compreendido entre abril e agosto. Assim, neste ambiente, as amplitudes de radiação solar média diária foram da ordem de 14,69 e 10,65 MJ m^{-2} dia^{-1} para as safras de 2012 e 2013, respectivamente. Na região de Jundiaí, SP, Ferreira (2003) observou valores médios de radiação solar que variaram de 5,0 a 26,3 MJ $m^{-2}dia^{-1}$ sob cultivo protegido de 'Cabernet Sauvignon' com arco de polietileno. As médias obtidas pelo autor alcançaram um valor bem superior em relação à média obtida no presente trabalho, por terem sido obtidas entre a primavera e o verão, época em que há maior disponibilidade de radiação solar.

Tabela 3.4 – Variação da radiação solar global (Rg, MJ $m^{-2}dia^{-1}$) em cada um dos ambientes estudados, ao longo das safras de 2012 e 2013, sendo: PPT= plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

	Rg (MJ m^{-2} dia^{-1})					
Safras	PPT		TP18%		EMA	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
2012	1,26	15,95	1,78	16,61	2,44	18,49
2013	2,18	12,83	2,80	16,98	3,26	18,94

Ainda na Tabela 3.4, é possível verificar que a amplitude de radiação solar sob o PPT foi 27,5% menor na safra de 2013 em comparação à safra de 2012. Estes resultados estão de acordo com o que foi exposto anteriormente a respeito do envelhecimento do plástico e deposição de partículas de poeira, ao longo do tempo. Na safra de 2013, uma menor quantidade de radiação solar chegou ao interior do PPT, em função da alteração da transmissividade da cobertura plástica, fazendo com que os valores máximos de radiação solar diária fossem menores do que na safra anterior. Sob a TP18%, a radiação solar diária variou de 1,78 a 16,61 MJ $m^{-2}dia^{-1}$ na safra de 2012 e de 2,80 a 16,98 MJ $m^{-2}dia^{-1}$ na safra de 2013, resultando em amplitudes de, respectivamente, 14,83 e 14,18 MJ $m^{-2}dia^{-1}$ para as safras de 2012 e 2013. Nota-se que na safra de 2012 os valores de amplitude entre os ambientes sob o PPT e a TP18% foram bem próximos. Já na safra de 2013, a amplitude de radiação solar global diária sob a TP18% foi 24,9% superior em relação ao ambiente sob o PPT.

A Figura 3.8 mostra a variação da radiação solar global nos três ambientes ao longo de cada uma das safras. Em todos os dias, a radiação solar no interior do ambiente coberto com a

TP18% foi superior àquela observada sob o PPT. Essa diferença é mais pronunciada ao longo da safra de 2013, em função do envelhecimento da cobertura plástica e da maior disponibilidade de radiação solar nesse ano, como já comentado.

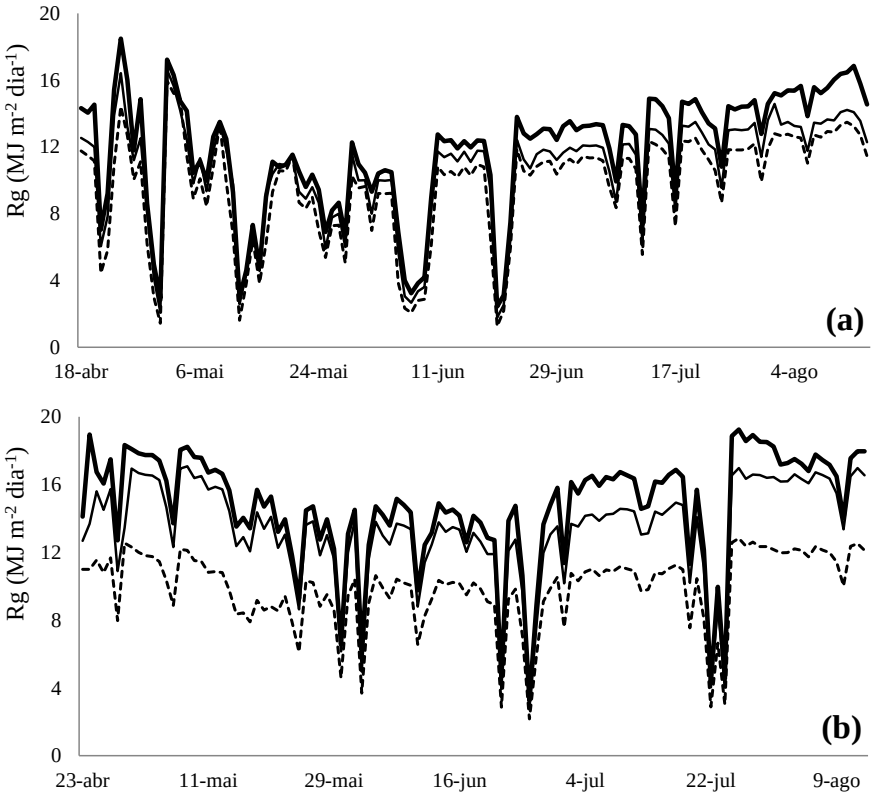

Figura 3.8 - Radiação solar global (Rg) ao longo das safras de cultivo da videira realizadas em 2012 (a) e 2013 (b) nos ambientes: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento e EMA = estação meteorológica automática

A Figura 3.9 apresenta a relação entre a radiação solar global diária observada nos diferentes ambientes protegidos (PPT e TP18%) e a observada no ambiente externo (EMA), durante as duas safras de cultivo da videira. Observa-se que os valores dos coeficientes angulares das equações são muito parecidos com os valores médios de transmissividade apresentados na Tabela 3.3, mostrando que sob a TP18% esta foi sempre superior e que ao longo da safra de 2013 houve redução dos valores da transmissividade do PPT.

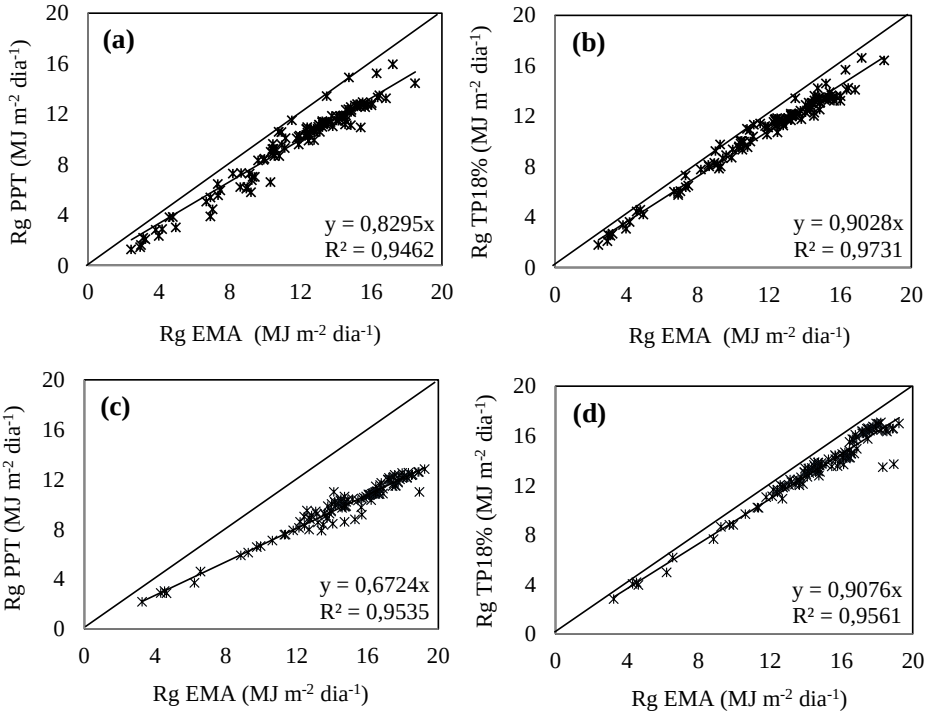

Figura 3.9 – Relações entre a radiação solar global observada nos ambientes PPT e EMA (a) e nos ambientes TP18% e EMA (b), ao longo da safra de 2012, e nos ambientes PPT e EMA (c) e nos ambientes TP18% e EMA (d), durante a safra de 2013. PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

Em todos os gráficos, os coeficientes de determinação foram elevados ($R^2 > 0,94$), mostrando a forte relação de proporção entre a variação da radiação solar a céu aberto e sob as coberturas. Outros autores também verificaram a elevada relação entre essas variáveis. Guiselini et al. (2010) obtiveram coeficientes de determinação superiores a 0,89 entre a radiação solar em ambientes protegidos cobertos com polietileno e tela termo-refletora disposta interna e externamente e a radiação solar no ambiente externo. Gonçalves (2007), avaliando ambientes cobertos com telas pretas de diferentes níveis de sombreamento, também observou uma alta correlação entre os valores de radiação solar global sob as telas plásticas e a céu aberto, com os valores de coeficientes de determinação ficando próximos de 1.

A Figura 3.10 apresenta a variação da radiação solar global média, a cada 15 min, em dois dias característicos, sendo um de céu limpo e outro de céu nublado. A mesma tendência observada para os dados diários foi constatada nos dados instantâneos, porém com uma menor transmissividade da radiação solar nos horários entre as 10 e 15 h. Nessa mesma faixa de horário também é possível observar as maiores diferenças nos valores de radiação solar entre os ambientes protegidos, principalmente em dias de céu limpo. No município de Jales, SP, em videiras cobertas com tela preta com 18% de sombreamento, Conceição (2009) também

verificou que as diferenças entre a radiação solar em ambiente coberto e a céu aberto foram maiores no meio do dia, o que de acordo com esse autor também foi observado por Möller e Assouline (2007).

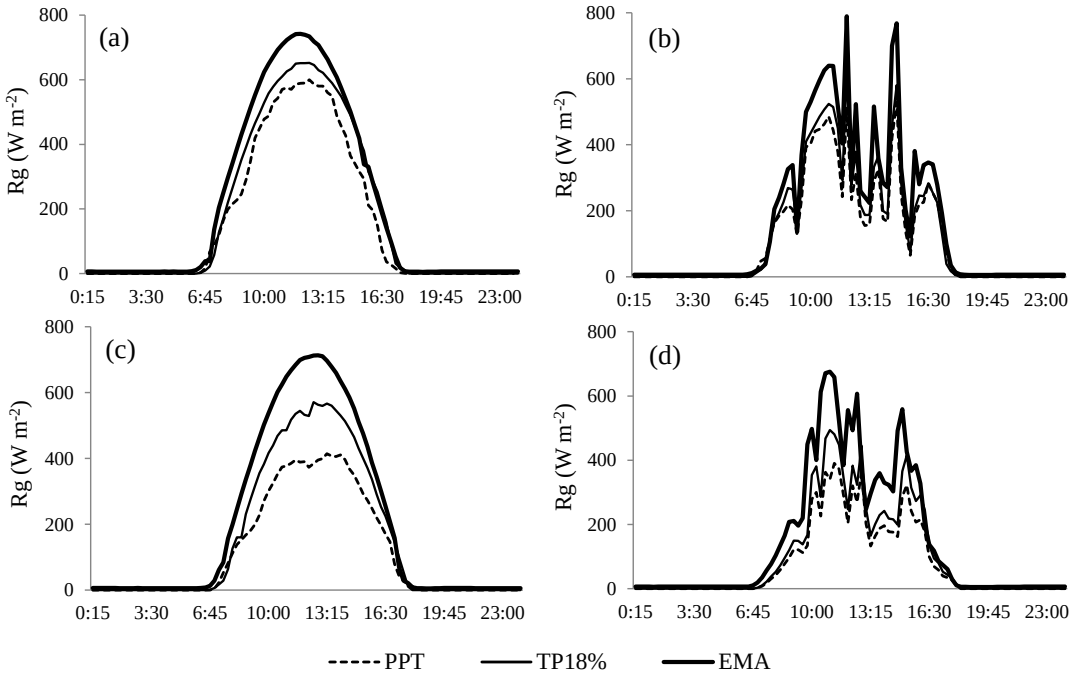

Figura 3.10 – Variação da radiação solar global (Rg, W m^{-2}) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 24/04 na safra de 2012 (a) e 03/05 na safra de 2013 (c) e em um dia de céu nublado: 19/04 na safra de 2012 (b) e 28/04 na safra de 2013 (d), sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento e EMA = estação meteorológica automática

Nos dias de céu nublado, nota-se que a diferença de radiação solar entre os ambientes cobertos e o ambiente externo é menos pronunciada. Para Santos et al. (2004), este fato ocorre em decorrência do aumento da radiação difusa dentro do ambiente protegido. Os autores afirmam que, para os dias ou horas do dia em que o céu se encontra nublado, a radiação difusa ganha maior proporção no espectro da radiação solar. De acordo com Radin (2002), no início da manhã e no final da tarde praticamente todos os raios solares que penetram no interior do ambiente protegido são difusos. Além disso, em dias de céu nublado a intensidade da radiação solar incidente é menor, reduzindo também as diferenças de radiação solar entre os diferentes ambientes protegidos.

Em todos os gráficos da Figura 3.10 é possível perceber que no início da manhã e no final da tarde, as diferenças de radiação solar entre os três ambientes estudados ficaram bem pequenas. Este fenômeno ocorre, pois nesse período os raios solares incidem com ângulos zenitais cada vez mais próximos de 0°. Como não havia nenhum tipo de cobertura lateral nos

ambientes, os raios solares penetraram diretamente ao interior dos ambientes cobertos, quase com a mesma intensidade do que na EMA, fazendo com que os valores de radiação solar nestes períodos fossem bem similares entre os diferentes ambientes.

Na Tabela 3.5 são apresentados os valores máximos de radiação solar global obtidos para cada um dos ambientes nos dias de céu limpo e céu nublado apresentados na Figura 3.10. Nas safras avaliadas, o valor máximo de radiação solar tanto nos ambientes cobertos (PPT e TP18%) quanto a céu aberto (EMA) foi maior em dias de céu limpo do que em dias nublados. Esses resultados estão de acordo com a afirmação feita por Santos et al. (2004) de que nos períodos em que o céu está limpo, a radiação direta é a maior parte do espectro incidente e, assim, a radiação solar incidente a céu aberto tende a ser maior.

Tabela 3.5 - Radiação solar global máxima (Rg) obtida sob cada tipo de cobertura em dias de céu limpo (24/04/12 e 03/05/13) e em dias de céu nublado (19/04/12 e 28/04/13), e a transmissividade média da radiação solar medida ao longo do dia, em cada um dos ambientes: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta c om 18% de sombreamento; EMA = estação meteorológica

Safras	Condição	Rg máximo (W m^{-2})			Transmissividade (%)	
		PPT	TP18%	EMA	PPT	TP18%
2012	Céu limpo	600,0	652,1	742,0	74,1	87,1
	Céu nublado	528,5	618,1	789,0	69,3	76,7
2013	Céu limpo	414,1	570,7	713,0	57,1	77,4
	Céu nublado	494,2	554,0	675,2	32,9	69,1

Com relação à transmissividade também foi observado a mesma variação, ou seja, maiores valores em dias de céu limpo do que em dias com nebulosidade. Sob o PPT, para dias de céu limpo, a porcentagem de radiação solar transmitida ao interior do ambiente protegido foi de 74,1 e 57,1%, respectivamente para as safras de 2012 e 2013. Valores semelhantes foram obtidos em outros estudos, como o de Ferreira (2003), que observou transmissividade da radiação solar por coberturas plásticas da ordem de 68%. Camacho et al. (1995), em Pelotas (RS), com o mesmo tipo de material observaram valores próximos de 65% de transmissividade para a radiação solar em dias de céu limpo. Já em dias de céu nublado, a transmissividade do PPT à radiação solar foi menor, sendo em média de 69,3 e 32,9%, respectivamente para as safras de 2012 e 2013, o que diferiu dos valores obtidos por Ferreira (2003), que observou uma transmissividade da ordem de 91%, enquanto que Camacho et al. (1995) encontraram valores de transmissividade de 89%. Para o ambiente coberto com

TP18%, em dias de céu limpo também foi observada uma transmissividade média superior ao valor referente à condição de céu nublado.

3.3.2 Radiação fotossinteticamente ativa

A Tabela 3.6 apresenta os dados médios de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) obtidos nos dois ambientes protegidos. É possível notar que sob o PPT a RFA apresentou valores médios 29,6 e 18,9% inferiores aos observados sob a TP18%, respectivamente nas safras de 2012 e 2013. Os valores de RFA média nos dois ambientes protegidos diferiram estatisticamente ($P < 0,05$). O motivo para isso são os mesmos considerados para o caso da Rg, ou seja, o fato da tela de sombreamento permitir uma maior penetração de radiação solar direta no interior do ambiente através das aberturas da malha.

Tabela 3.6 – Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) média ao longo das duas safras cultivo da videira nos ambientes estudados, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e suas respectivas proporções em relação à radiação solar transmitida ao interior dos ambientes cobertos (RFA/Rg)

	RFA (MJ $m^{-2}dia^{-1}$)		RFA/Rg	
Safras	PPT	TP18%	PPT	TP18%
2012	2,87 b	4,08 a	0,30	0,38
2013	2,92 b	3,60 a	0,29	0,27

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

Por não haver sensor de RFA na estação meteorológica automática que representa o ambiente a pleno sol (EMA), não se pôde definir a transmissividade média dessa variável meteorológica para cada um dos ambientes cobertos. Porém, é possível se ter uma ideia disso de acordo com dados da literatura em experimentos semelhantes, com diferentes tipos de cobertura no cultivo da videira. Reisser Júnior (2002) observou transmissividade média diária da ordem de 70% para a RFA em ambientes cobertos com polietileno de baixa densidade (PEBD). O mesmo valor foi obtido por Mota et al. (2008), em Flores da Cunha, RS, em vinhedos cobertos com polipropileno anti-UV. Ainda em Flores da Cunha, em vinhedos cobertos com PEBD, Cardoso et al. (2008) observaram transmissividade da RFA da ordem de 62 a 75%. Chavarria et al. (2009), também estudando vinhedos cultivados sob cobertura plástica na Serra Gaúcha, verificaram que a transmissividade de RFA ao nível do dossel foi de 62%. Em Bento Gonçalves, RS, Comiran et al. (2012) verificaram que a cobertura plástica

provocou uma transmissividade da RFA incidente sobre o dossel coberto da ordem de 66%. Na Itália, Rana et al. (2004) também observaram transmissividade de RFA para o dossel vegetativo de 68% em vinhedos cobertos por plástico impermeável e translúcido. Percebe-se, assim, que os valores de transmissividade de RFA em coberturas plásticas mostraram uma atenuação da RFA da ordem de 20 a 40%.

No entanto, alguns trabalhos revelaram valores diferentes. Em vinhedo de 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca* L.) em Caxias do Sul (RS), Venturin e Santos (2004) relataram transmissividade de até 50% da RFA em videiras cobertas com plástico transparente de 200 μm de espessura. Holcman e Sentelhas (2012) verificaram que o ambiente coberto com filme plástico de PEBD permitiu transmissividade da RFA de 43%, enquanto que Ferreira et al. (2004) encontraram valores de até 85% de transmissividade da RFA em ambiente coberto com arcos de filme de polietileno. Isso mostra que existem diversos fatores que devem ser considerados quando se avalia a transmissividade de coberturas plásticas em ambientes protegidos (SENTELHAS et al., 1997; REIS; CARRIJO, 1999; CUNHA; ESCOBEDO, 2003; CHAVARRIA; SANTOS, 2009; CARDOSO et al., 2010).

Também não foi possível quantificar o efeito do envelhecimento do plástico na redução da transmissividade de RFA ao interior dos ambientes cobertos, ao longo dos experimentos. No entanto, vários trabalhos já realizados confirmaram que a transmissividade da RFA também sofre um decréscimo ao longo do tempo de uso das coberturas plásticas. Chavarria et al. (2009), estudando vinhedos cultivados sob cobertura plástica na Serra Gaúcha, constataram uma atenuação da RFA pela cobertura plástica da ordem de 33% no primeiro e de 43% no segundo ciclo de cultivo. Venturin e Santos (2004), em videiras de 'Niagara Rosada' cobertas com plástico transparente de 200 μm de espessura, localizado em Caxias do Sul, RS, verificaram que as maiores reduções de RFA foram alcançadas em plásticos com quatro anos de uso.

A Tabela 3.6 apresenta também a relação entre a RFA e a Rg (RFA/Rg) no interior de cada ambiente. No ambiente coberto pelo PPT, RFA/Rg médio foi de 0,30 e de 0,29, respectivamente nas safras de 2012 e 2013, revelando pouca variação. Por outro lado, no ambiente coberto pela TP18% essa razão foi de 0,38 na safra de 2012 e de 0,27 na safra de 2013. Valores semelhantes foram encontrados por Steidle Neto et al. (2008), estudando a variação da transmissividade à radiação solar pelo filme plástico de polietileno transparente, em Viçosa, MG. Esses autores obtiveram um valor médio de RFA/Rg de 0,36 . Já Guiselini (2002), em ambiente coberto por plástico leitoso, RFA/Rg foi da ordem de 0,51, muito

próximo do valor obtido em Pelotas (RS), por Assis e Mendez (1989), que foi de 0,47. Já Cardoso et al. (2008), na região Sul do Brasil, encontraram RFA/Rg igual a 0,43.

Comparando-se a proporção de RFA/Rg nos dois ambientes cobertos percebe-se que na safra de 2012 houve um incremento de radiação fotossinteticamente ativa sob a TP18% em relação ao PPT, sendo esse da ordem de 26,6%. Já no período referente à safra de 2013, as proporções de RFA/Rg nos dois ambientes protegidos foram muito semelhantes. O PPT mesmo sofrendo degradação e modificações na sua estrutura física em função da radiação solar e deposição de poeira, não teve suas características de transmissividade à RFA alteradas.

Por não se ter conhecimento da RFA a céu aberto, não foi possível aferir se houve um incremento ou não na proporção de RFA/Rg incidente no interior dos ambientes protegidos. De acordo com Kittas et al. (1999), o uso de plásticos, inclusive de tela preta, não altera RFA/Rg em relação a condição externa. Essa afirmação é contrastada pelos resultados obtidos por outros autores, como Guiselini et al. (2004), que observaram um aumento da RFA/Rg sob tela preta em relação à essa proporção no ambiente externo. Holcman e Sentelhas (2012) observaram que no ambiente externo RFA/Rg foi de aproximadamente 0,50, enquanto que no tratamento sob cobertura plástica de polietileno de baixa densidade, tal relação caiu para 0,34. A explicação para tais diferenças novamente se baseia em diversos fatores que condicionam a transmissividade dos materiais de cobertura, principalmente sua composição química (SEEMAN, 1979; ROBLEDO; MARTIN, 1981; SENTELHAS et al., 1998; CUNHA; ESCOBEDO, 2003; CHAVARRIA; SANTOS, 2009).

Na Figura 3.11 visualiza-se a variação da RFA diária nos dois ambientes protegidos ao longo de cada uma das safras. Seguindo a mesma distribuição da Rg, apresentada na Figura 3.8, a RFA medida sob a TP18% foi, em todos os dias do experimento, maior que àquela observada sob o PPT. Observa-se que os valores médios de RFA sofreram uma pequena redução a partir do mês de maio, provavelmente em função da nebulosidade, e voltaram a aumentar a partir de meados do mês de julho, As variações na disponibilidade de Rg e, consequentemente, de RFA estão diretamente correlacionadas à época do ano, definida pela declinação solar e pela latitude local, às condições de turbidez atmosférica, além de variar de acordo a existência ou não de algum tipo de cobertura. Entre os meses de abril e agosto, a RFA diária sob o PPT variou de 0,48 a 4,35 MJ m^{-2} dia^{-1} em 2012 e de 0,45 a 4,66 MJ m^{-2} dia^{-1} em 2013. Já sob a TP18% essa variação foi de 0,68 a 6,47 MJ m^{-2} dia^{-1} em 2012 e de 0,67 a 5,40 MJ m^{-2} dia^{-1} em 2013. Cardoso et al. (2008), na região Sul do país, observaram que a RFA variou de 4,9 MJ $m^{-2}dia^{-1}$ (outubro) a 9,7 MJ $m^{-2}dia^{-1}$ (novembro e dezembro), em videiras sob cobertura plástica tipo ráfia (160 µm), valores médios bem superiores aos

obtidos no presente trabalho, em função do efeito da época do ano na disponibilidade da radiação solar.

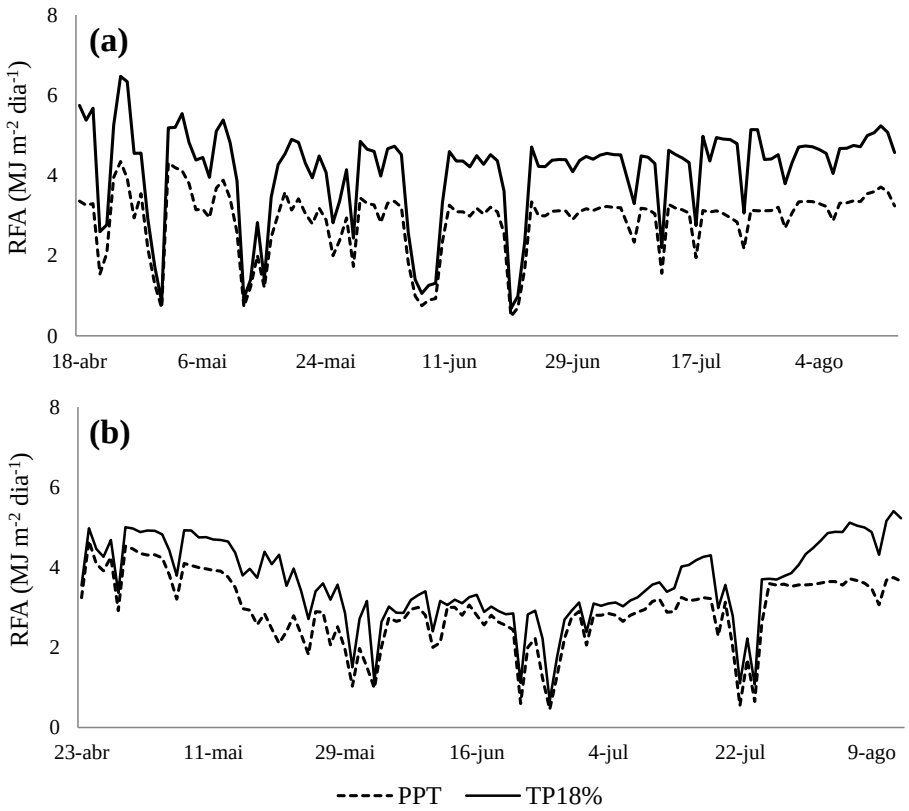

Figura 3.11 - Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) ao longo das safras de cultivo da videira realizadas em 2012 (a) e 2013 (b) nos dois ambientes protegidos, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento

A Figura 3.12 apresenta de outra forma a relação entre RFA e Rg nos ambientes protegidos, por meio dos coeficientes angulares obtidos a partir de equações de regressão, os quais são os valores de RFA/Rg apresentados na Tabela 3.6. Diferentemente da radiação solar global (Figura 3.9), os coeficientes de determinação dos gráficos de radiação fotossinteticamente ativa não foram tão elevados, oscilando entre 0,74 e 0,86. Isso mostra que houve interferência física da estrutura das coberturas nos valores de RFA, fazendo com que ocorressem variações em RFA/Rg ao longo dos experimentos. Outro fator que influenciou a variação de RFA/Rg entre os nãos foram as condições do tempo, já que a nebulosidade influencia diretamente a proporção RFA/Rg (PEREIRA et al., 2002). Pandorfi (2006) constatou o efeito da nebulosidade no incremento da razão RFA/Rg, utilizando a tela termo-refletora disposta externamente à cobertura de polietileno do ambiente protegido. O autor observou ainda que em dias de céu limpo a transmissividade para a RFA foi, em média, de

0,23, ao passo que em dias de céu nublado esse valor subiu para 0,27, ou seja, um incremento de 17,4%.

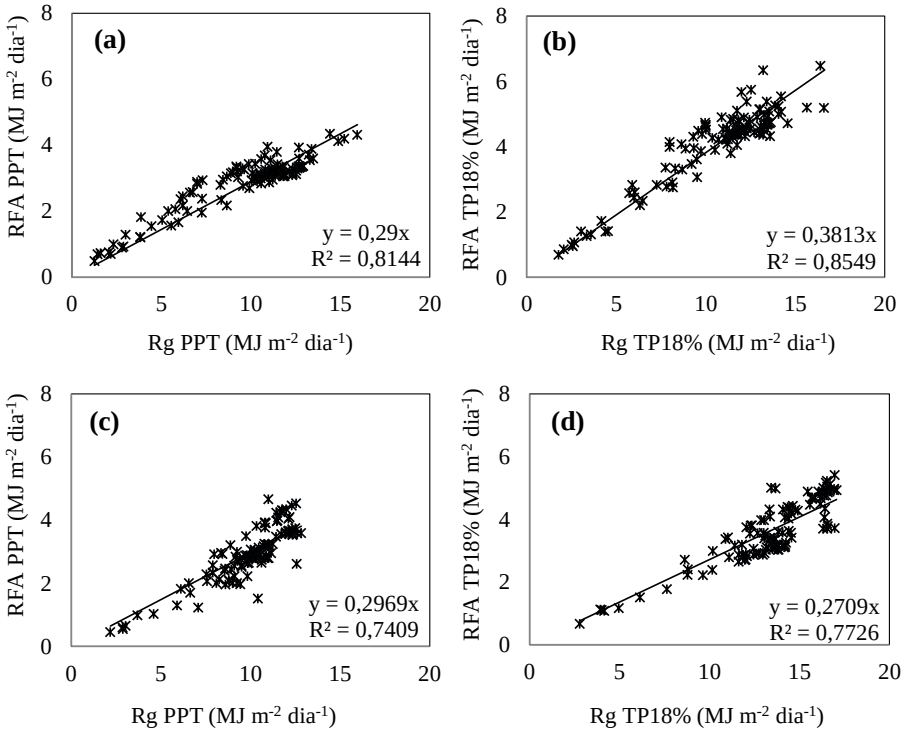

Figura 3.12 – Relações entre a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e a radiação solar global (Rg) nos ambientes PPT e TP18% na safra de 2012 (a, b) e na safra de 2013 (c, d), sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento

A Figura 3.13 apresenta a variação da RFA a cada 15 min em dois dias característicos, sendo um de céu limpo e outro de céu nublado. Não foi possível se comparar os resultados sob as coberturas com o observado externamente, mas provavelmente a variação dessa variável no interior dos ambientes cobertos e no ambiente externo, ao longo do experimento, foi semelhante ao apresentado na Figura 3.10, referente à Rg. Na região de Petrolina (PE), em cultivo em da videira ‘Superior Seedless’ em sistema Y sob cobertura plástica, Lima Filho et al. (2005) observaram o mesmo fato. Os autores afirmaram que a cobertura plástica promoveu uma transmissividade da RFA da ordem de 60%, 75% e 52%, respectivamente, no início, meio e final do dia. Além disso, a Figura 3.13 revela que as maiores diferenças nos valores diários de RFA entre os ambientes protegidos ocorreram entre 10 e 15h.

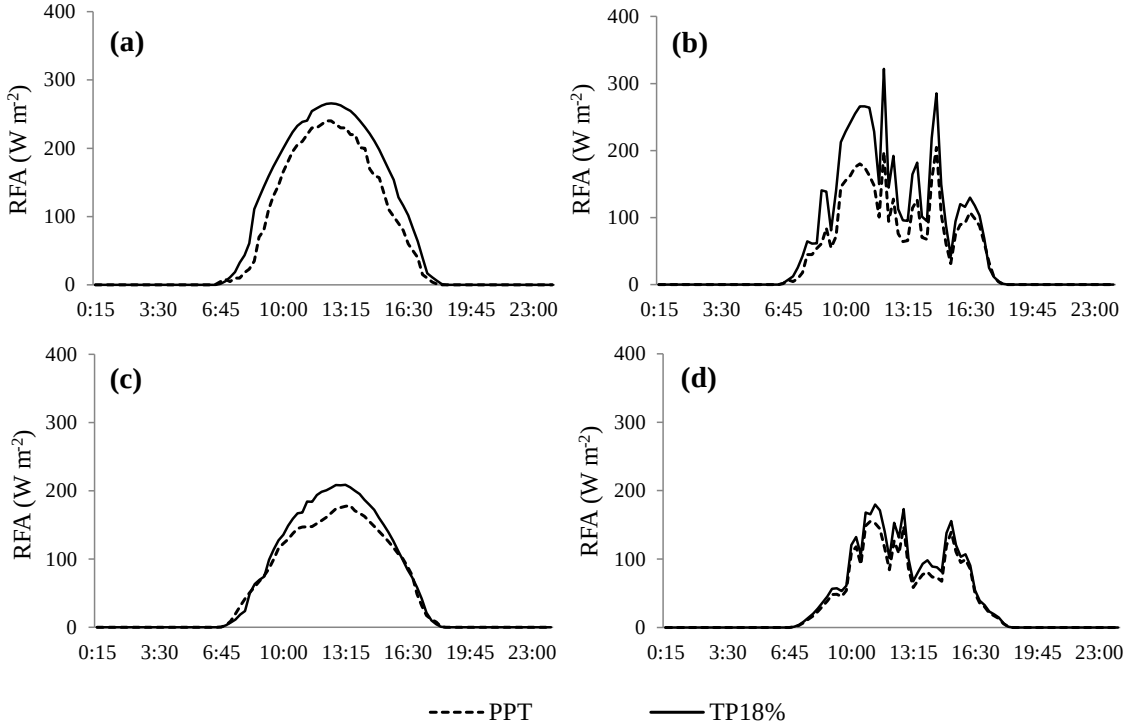

Figura 3.13 – Variação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) a cada 15 minutos em dias de céu limpo: 24/04 na safra de 2012 (a) e 03/05 na safra de 2013 (c) e em dias de céu nublado: 19/04 na safra de 2012 (b) e 28/04 na safra de 2013 (d), sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento

3.3.3 Saldo de radiação

A Tabela 3.7 apresenta os valores médios de saldo de radiação diário (Sr) obtidos nos dois ambientes protegidos (PPT e TP18%), durante as safras de 2012 e 2013. O Sr diário no interior do ambiente com TP18% foi significativamente maior que o valor obtido sob o PPT. Em termos numéricos, essa diferença foi de 68,9 e 31,6%, respectivamente nas safras de 2012 e 2013. Essa diferença foi devido ao fato da tela preta ter permitido uma maior entrada de Rg no interior desse ambiente, o que fez com que o saldo do balanço de radiação (ondas curtas e longas) neste ambiente também fosse maior. Pode se afirmar que uma quantidade maior de energia estava disponível no dossel das videiras cobertas com a TP18%. Em função da TP18% ter permitido uma maior entrada dos raios solares ao interior do ambiente, maior foram os valores médios de Sr diário e, consequentemente, maior foi Sr diário/Rg em comparação ao ambiente sob o PPT, o que ocorreu na safra de 2012. Na safra de 2013, os valores de Sr diário/Rg nos dois ambientes protegidos foram muito semelhantes. Provavelmente, isso ocorreu pelo fato de que no segundo ciclo de cultivo (safra de 2013), o PPT estava mais envelhecido, alterando as características de transmissão, reflexão e absorção

da cobertura. Assim, apesar das intensidades da Rg e do Sr diário terem sido mais elevadas sob a TP18%, a relação entre essas duas variáveis (Sr diário/Rg) foi praticamente igual.

Tabela 3.7 - Saldo de radiação diário (Sr diário) e razão entre Sr diário e a radiação solar global (Sr diário/Rg) nos ambientes protegidos ao longo das safras de 2012 e 2013, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento

Safras	Sr diário (MJ $m^{-2}dia^{-1}$)		Sr diário/Rg	
	PPT	TP18%	PPT	TP18%
2012	3,28 b	5,54 a	0,34	0,52
2013	4,34 b	5,71 a	0,44	0,43

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

O Sr não foi mensurado no ambiente externo, não sendo possível se avaliar o efeito das coberturas na razão Sr diário/Rg. Apesar disso, resultados da literatura permitem inferir que essa razão varia em relação à condição externa, como observado em cultivo de uva 'Itália' por Azevedo et al. (1997) e Teixeira et al. (1997), que obtiveram valores de Sr diário/Rg a céu aberto da ordem de 57 a 71%, variando com o estádio fenológico da cultura e da umidade do solo. Baseando-se nos resultados obtidos por estes autores, pode-se deduzir que a cobertura plástica altera em parte a relação entre essas variáveis micrometeorológicas, causando um decréscimo de saldo de radiação no interior dos ambientes protegidos.

Na Tabela 3.8 são apresentados os valores médios de Sr obtidos durante o período diurno nos dois ambientes protegidos (PPT e TP18%), durante as safras de 2012 e 2013. O saldo de radiação diurno seguiu a mesma tendência do saldo de radiação diário, porém, com diferenças mais pronunciadas entre os dois ambientes. Sob a TP18%, o Sr diurno foi 83,9 e 48,3% superior ao observado no ambiente coberto com o PPT. Quanto à razão Sr diurno/Rg, nas duas safras, sob TP18% os valores foram superiores aos verificados sob PPT, porém com diferenças menores entre os ambientes cobertos na safra de 2013.

Tabela 3.8 - Saldo de radiação diurno (Sr diurno) e razão entre Sr diurno e a radiação solar global (Sr diurno/Rg) nos ambientes protegidos ao longo das safras de 2012 e 2013, sendo: PPT= plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento

Safras	Sr diurno (MJ $m^{-2}dia^{-1}$)		Sr diurno/Rg	
	PPT	TP18%	PPT	TP18%
2012	4,04 b	7,42 a	0,42	0,70
2013	4,99 b	7,40 a	0,50	0,55

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

A Tabela 3.9 apresenta os valores médios de Sr noturno obtidos nos dois ambientes protegidos (PPT e TP18%), durante os períodos noturnos das safras de 2012 e 2013. Nota-se que os valores médios de saldo de radiação foram bem mais negativos no ambiente com TP18% do que com o PPT. Como citado anteriormente, as aberturas da tela preta permitiram que uma maior densidade de fluxo dos raios solares penetrasse no interior do ambiente coberto com a TP18%. Da mesma forma, neste ambiente, uma maior quantidade de radiação de ondas longas foi emitida pelo dossel e pela superfície do solo, sendo transmitida para o ambiente externo através das aberturas da TP18%.

Tabela 3.9 - Saldo de radiação noturno (Sr noturno) e razão entre Sr noturno e a radiação solar global (Sr noturno/Rg) nos ambientes protegidos ao longo das safras de 2012 e 2013, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento

Safras	Sr noturno (MJ $m^{-2}dia^{-1}$)		Sr noturno/Rg	
	PPT	TP18%	PPT	TP18%
2012	-0,75 a	-1,88 b	-0,08	-0,18
2013	-0,65 a	-1,69 b	-0,07	-0,13

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Já a cobertura de PPT possui uma capacidade maior de retenção da radiação de ondas longas emitida pela superfície, resultado em Sr menos negativo (Tabela 3.9). Outro fato que contribui para que o Sr seja menos negativo no ambiente coberto com o PPT é a condensação de vapor d'água sob a face interna da cobertura plástica (ROBLEDO; MARTIN, 1981), contribuindo para a interceptação de radiação de ondas longas, reduzindo a transmissividade para esses comprimentos de onda (TANAKA; GENTA, 1982; MARTINS et al., 1999). Isso pode ser verificado pelas médias de Sr noturno sob a TP18% apresentadas na Tabela 3.9, que foram, aproximadamente, 2,5 vezes menores do que as observadas sob o PPT.

A Figura 3.14 mostra a variação do Sr médio (diário, diurno e noturno) nos dois ambientes cobertos, ao longo da safra de 2012. Seguindo a mesma distribuição da Rg e da RFA, apresentadas nas Figuras 3.8 e 3.11, o Sr no ambiente coberto com TP18% foi, em todos os dias, superior àquele obtido no ambiente sob o PPT.

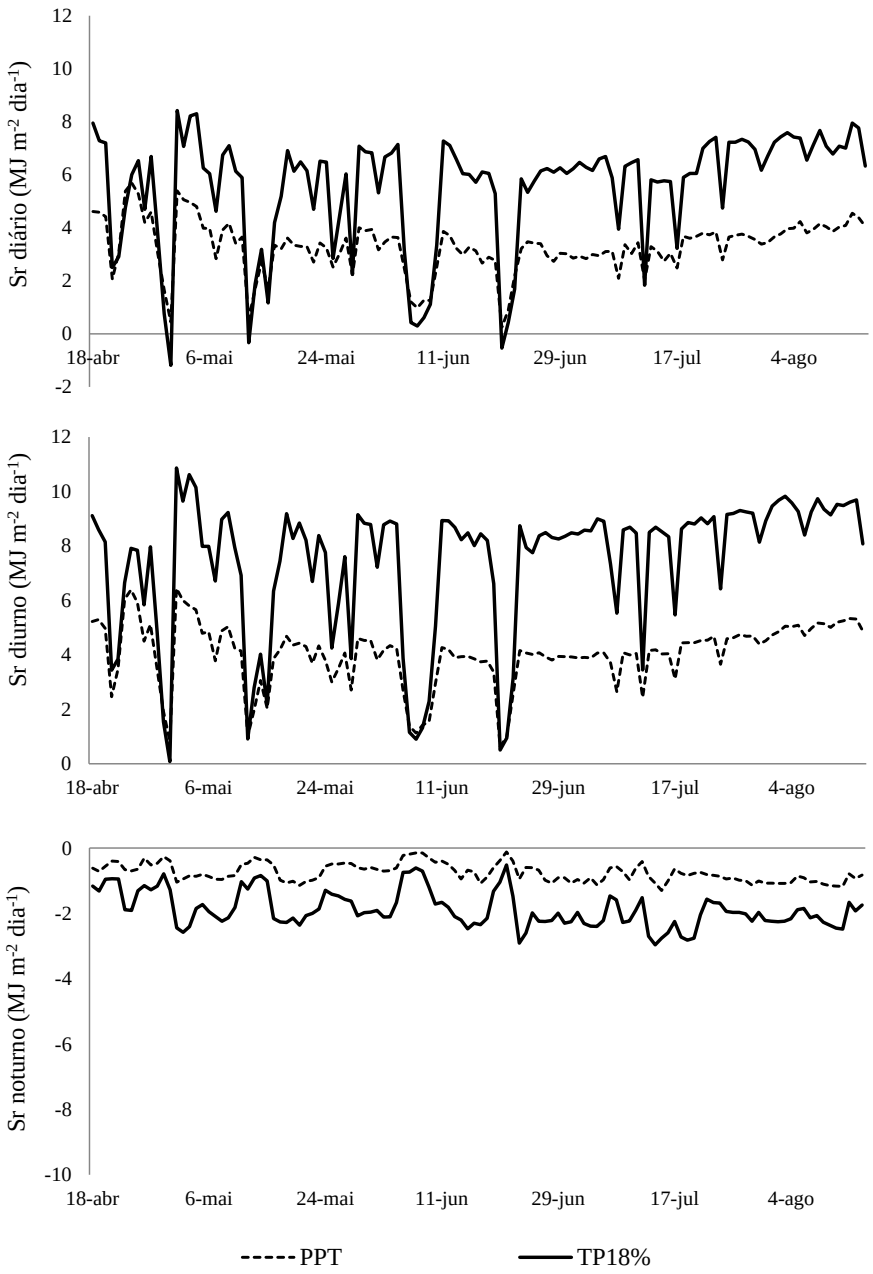

Figura 3.14 – Saldo de radiação diário, diurno e noturno (Sr) ao longo da safra de 2012, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento

Tratando-se dos valores de saldo de radiação noturno, nota-se que no ambiente coberto com TP18% os valores foram mais negativos do que no ambiente coberto com PPT, em todos os dias avaliados. Como foi comentado anteriormente, da mesma forma que chegou mais radiação no ambiente sob a TP18%, mais energia na forma de ondas longas foi perdida para o ambiente externo. Já o PPT promoveu certa barreira à perda de ondas longas, gerando valores de saldo de radiação menos negativos em comparação ao ambiente sob a TP18%.

A Figura 3.15 apresenta a variação do saldo de radiação médio (diário, diurno e noturno) nos dois ambientes protegidos, ao longo da safra de 2013. Nota-se que os saldos de

radiação diário e diurno seguem os mesmos padrões da Figura 3.14, sendo o do ambiente sob a TP18% sempre superior do que os obtidos sob o PPT.

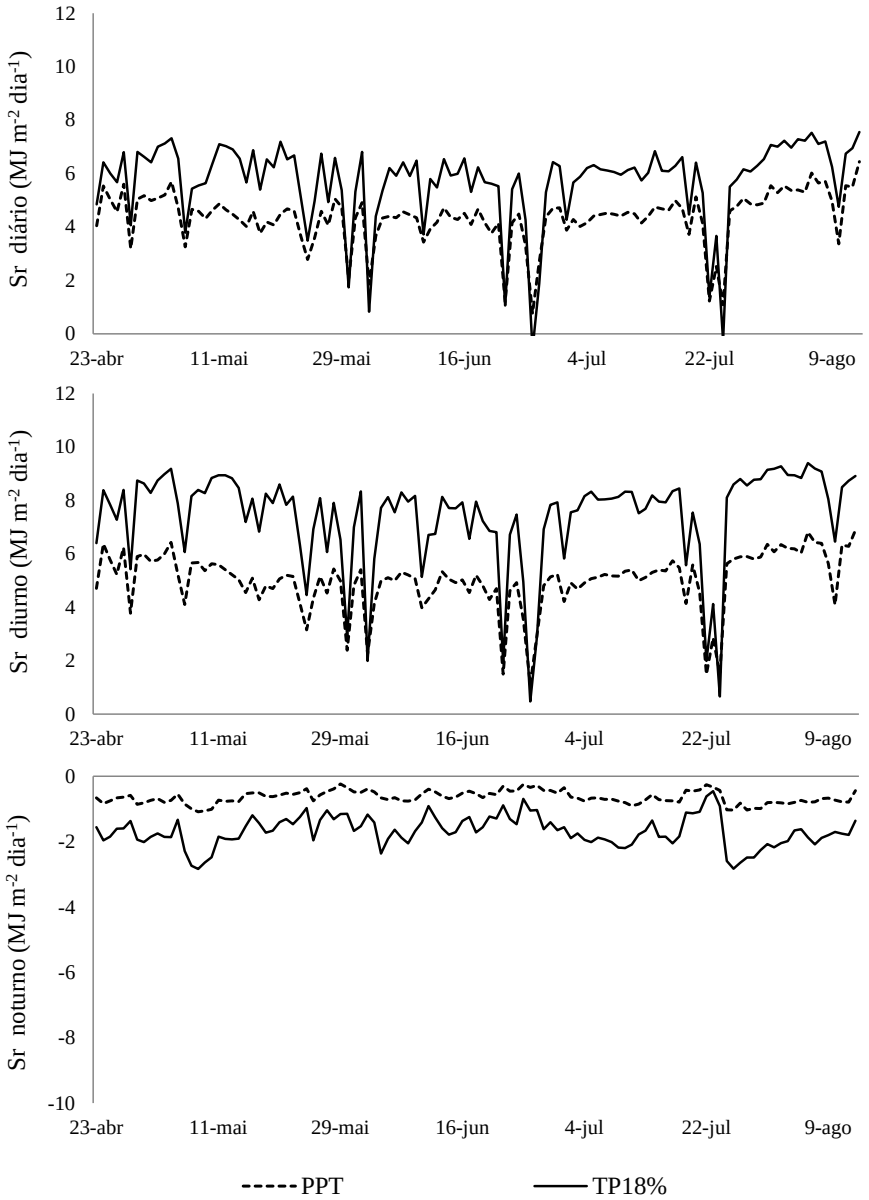

Figura 3.15 – Saldo de radiação diário, diurno e noturno (Sr) ao longo da safra de 2013, nos dois ambientes protegidos, sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento

Além disso, o Sr noturno no ambiente sob a TP18%, em todos os dias, foi mais negativo do que o saldo de radiação no interior do ambiente coberto com o PPT. Porém, é possível perceber pela Figura 3.15, que as diferenças entre os dois ambientes cobertos foram menores na safra de 2013. Isso pode ser explicado pelo envelhecimento do PPT ao longo do tempo. A polimerização do plástico e a deposição de partículas sobre este pode ter feito com

que a cobertura aprisionasse uma maior quantidade de ondas curtas e ondas longas em seu interior, chegando assim, mais próximo aos valores de Sr do ambiente coberto pela TP18%.

A Figura 3.16 apresenta a relação entre o Sr médio (diário, diurno e noturno) e a Rg em cada um dos ambientes protegidos, ao longo da safra de 2012. Observando-se as Figuras 3.16a e 3.16b é possível constatar que o Sr no ambiente coberto com o PPT é inferior ao observado no ambiente coberto com TP18%.

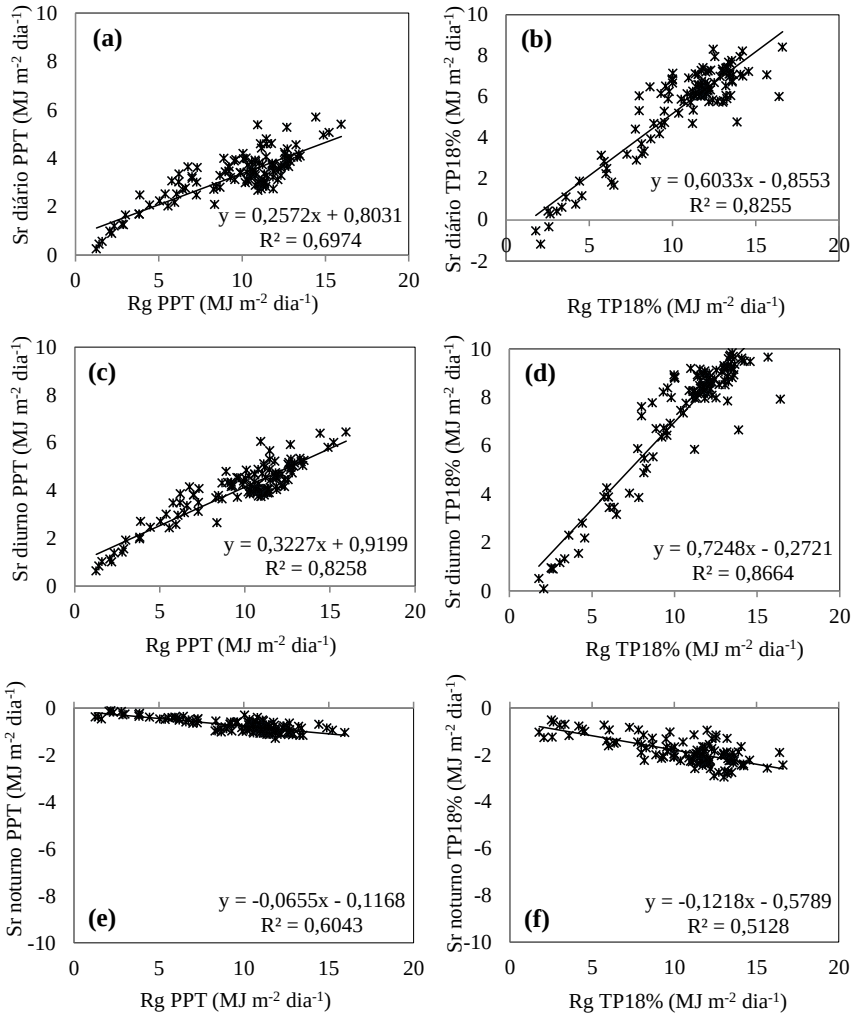

Figura 3.16 – Relações entre o saldo de radiação diário, diurno e noturno (Sr) e a radiação solar global (Rg) sob o plástico de polietileno trançado - PPT (a, c, e) e sob a tela preta com 18% de sombreamento – TP18% (b, d, f) durante a safra de 2012

No caso do saldo de radiação positivo (Figuras 3.16c e 3.16d), a relação obtida é a mesma, porém, com coeficientes de determinação mais elevados ($R^2 > 0,83$), revelando uma melhor correlação da Rg com o Sr positivo, já que nesta situação Sr é em grande parte controlado pela magnitude de Rg. Para os gráficos referentes ao Sr negativo (Figuras 3.16e e 3.16f), mesmo com valores baixos de R^2 ($R^2 > 0,52$), é possível se verificar a tendência dos

valores diários de Sr negativo ser menor quanto maior o valor de Rg. Isso está associado ao fato de que em dias de céu limpo tem-se maior Rg, mas também maior emissão de ondas longas pela superfície, fazendo com que o Sr seja mais negativo. O ambiente coberto com TP18% apresentou os valores de Sr mais negativos, já que a abertura da tela permitiu um maior transmissividade da radiação de ondas longas para a atmosfera.

A Figura 3.17 apresenta a relação entre o Sr médio (diário, diurno e noturno) e a Rg de cada um dos ambientes protegidos na safra de 2013.

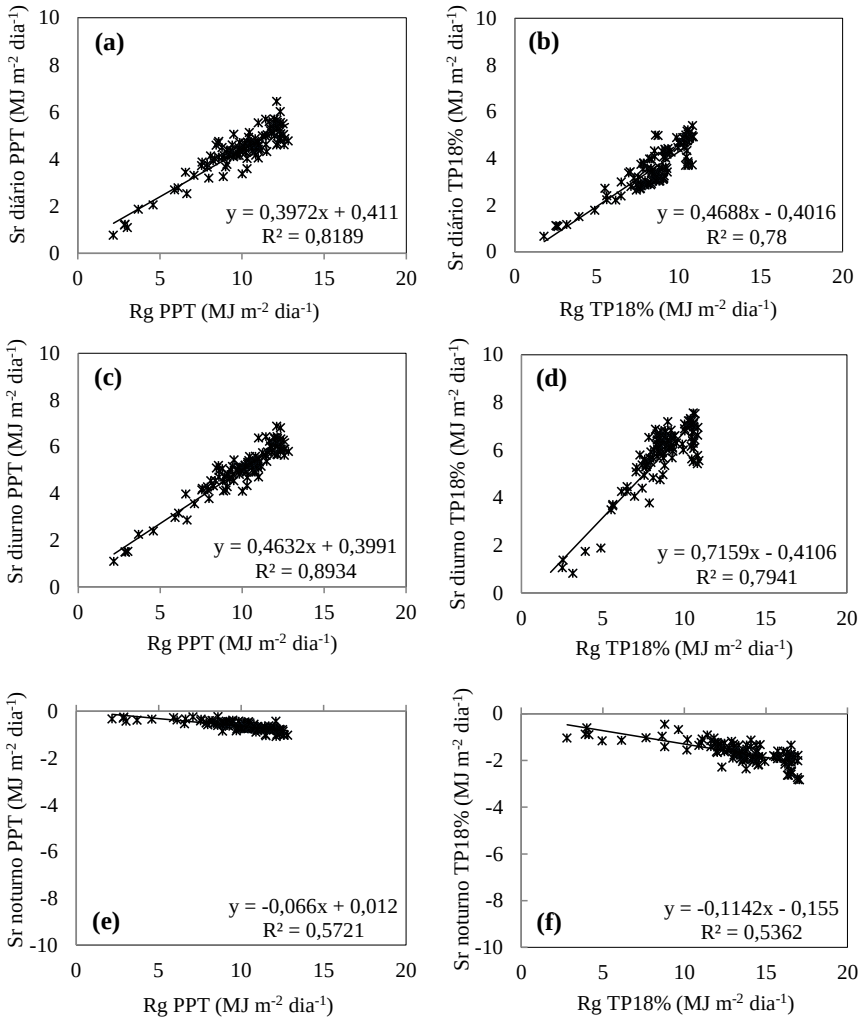

Figura 3.17 – Relações entre o saldo de radiação diário, diurno e noturno (Sr) e a radiação solar global (Rg) sob o plástico de polipropileno trançado - PPT (a, c, e) e sob a tela preta com 18% de sombreamento – TP18% (b, d, f) na safra de 2013

O padrão dessas relações foi muito semelhante ao observado para a safra de 2012, havendo algumas mudanças em razão das alterações das características óticas das coberturas, especialmente do PPT.

As equações geradas pelos gráficos de correlação expostos nas Figuras 3.16 e 3.17 permitem se estimar o Sr com base na medida da Rg. No entanto, para que isso possa ser feito com segurança, o valor de R^2 deve ser o maior possível. Quanto maior o valor de R^2, mais próxima será a estimativa da variável com o valor real da mesma. Segundo Cunha et al. (1993), coeficientes de determinação acima de 0,9 são comuns quando se relaciona o Sr e a Rg. Em Jundiaí (SP), Pezzopane e Pedro Júnior (2003) determinaram a relação entre o Sr e a Rg para um vinhedo de 'Niagara Rosada' conduzida em espaldeira e obtiveram um R^2 de 0,96. Na região de Petrolina (PE), este mesmo valor de coeficiente de determinação foi constatado por Azevedo et al. (1997), em cultivo de 'Itália' conduzida eme sistema de latada.

A Figura 3.18 apresenta a variação do Sr, a cada 15 min, em dois dias característicos, sendo um dia de céu limpo e outro de céu nublado. Assim como foi verificado para as variáveis Rg e RFA, as maiores diferenças ocorreram entre 10 e 15 h.

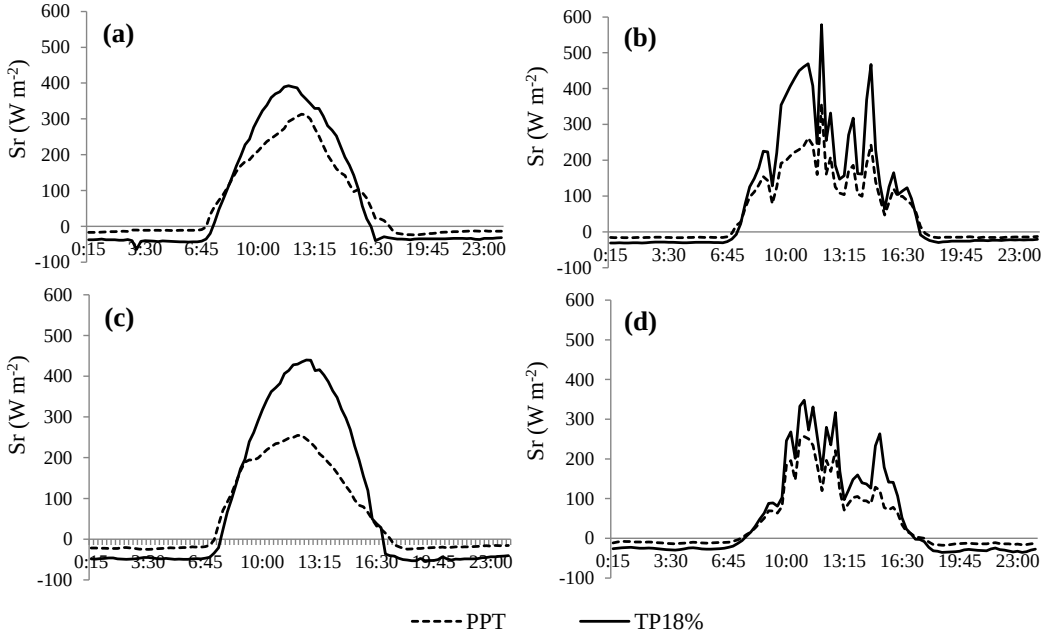

Figura 3.18 – Variação do saldo de radiação (Sr) a cada 15 min em dias de céu limpo: 24/04/2012 (a) e 10/05/2013 (c), e em dias de céu nublado: 19/04/2012 (b) e 28/04/2013 (d), sob os diferentes ambientes protegidos: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento

Percebe-se, em todos os gráficos, que tanto em dias de céu limpo quanto em dias de céu nublado o Sr no ambiente coberto pelo PPT foi superior ao do ambiente coberto pela TP18% entre o início da noite até o final da madrugada, o que se deveu à maior perda de ondas longas permitida pela TP18%. No entanto, o oposto foi observado durante o período

diurno, em razão de haver uma maior incidência de radiação solar sob a TP18%, resultando em maior Rg e, consequentemente, em maior Sr.

3.3.4 Temperatura do ar

Na Tabela 3.10 são apresentados os valores médios de temperatura do ar (T média) obtidos nos dois ambientes protegidos (PPT e TP18%) e no ambiente externo (EMA). Nas duas safras (2012 e 2013), as temperaturas no interior dos dois ambientes protegidos foram ligeiramente inferiores à temperatura do ar observada a céu aberto, porém esses não diferiram estatisticamente entre si ($P < 0,05$). As diferenças de temperatura foram pequenas, pois não havia cobertura lateral do vinhedo, havendo a passagem de grande parte do ar quente gerado no interior dos ambientes para o ambiente externo. Em ambientes cobertos com telas de sombreamento, Leite et al. (2002) e Unemoto et al. (2010) verificaram valores médios de temperatura do ar menores do que as obtidas a céu aberto, sendo essas diferenças da ordem de 1,0 a 1,5ºC, as quais são superiores às obtidas no presente estudo.

Tabela 3.10 - Temperatura média do ar (T média) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

Safras	T média (°C)			ΔT (°C)	
	PPT	TP18%	EMA	Δ (EMA - PPT)	Δ (EMA - TP18%)
2012	21,0 a	21,2 a	21,3 a	0,3	0,1
2013	21,3 a	21,4 a	21,7 a	0,4	0,3

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Outros autores, no entanto, obtiveram resultados opostos ao constatarem que em ambientes protegidos a temperatura média do ar é superior à observada a céu aberto. Holcman e Sentelhas (2012), em cultivo de bromélias sob tela preta com 70% de sombreamento, e Comiran et al. (2012), em vinhedos de 'Niágara Rosada' cobertos com plástico de polietileno observaram que a temperatura média do ar no interior dos ambientes estudados foi 0,9 °C maior do que na condição externa. Em experimento conduzido em Teresina, PI, em ambiente protegido coberto com tela preta com 50% de sombreamento, Andrade Júnior et al. (2011) verificaram acréscimo médio de 1,6 °C na temperatura no interior do ambiente protegido. Para Boueri e Lunardi (2006), a temperatura do ar foi, em média, 3,3 °C superior em relação ao céu aberto. Guiselini (2002), estudando diferentes coberturas plásticas, obteve

temperaturas sob o plástico leitoso, em média, 6 °C maior do que o ambiente externo. Percebe-se, assim, que os valores da diferença entre a temperatura externa e a observada em ambientes protegidos são muito variáveis, dependendo essa variação de vários aspectos relacionados ao clima do local do estudo e às características estruturais dos ambientes protegidos, como tipo de cobertura, altura do pé direito, material usado nas paredes laterais, entre outros.

Na Tabela 3.11 são apresentados os valores de temperatura máxima do ar (T máxima) obtidos nos dois ambientes protegidos e no ambiente externo. Percebe-se que na safra de 2012, os dois ambientes estudados apresentaram valores médios semelhantes entre si e não diferiram estatisticamente em relação à temperatura máxima a céu aberto (EMA). As diferenças chegaram a um valor máximo de 1,0 °C, pois sendo as laterais abertas isso permitiu com que não houvesse aprisionamento de calor sensível, devido às trocas com o ambiente externo. Resultados semelhantes foram obtidos por Ferreira et al. (2004) em vinhedo de 'Cabernet Sauvignon' cobertos com filmes plásticos na região de Jundiaí, SP. Neste caso, os autores observaram diferenças na temperatura máxima da ordem de 1,3ºC.

Tabela 3.11 - Temperatura máxima do ar (T máxima) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

Safras	T máxima (°C)			ΔT (°C)	
	PPT	TP18%	EMA	Δ (EMA - PPT)	Δ (EMA - TP18%)
2012	28,9 a	29,2 a	28,2 a	-0,7	-1,0
2013	29,6 a	29,8 a	29,2 a	-0,4	-0,6

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Outros autores constataram diferenças superiores de temperatura máxima do ar entre ambientes cobertos e a pleno sol. Em Flores da Cunha, RS, Chavarria et al. (2009), em vinhedos de 'Moscato Giallo' conduzidos sob cobertura plástica relataram temperaturas máximas do ar de 1 a 3 °C superiores à condição externa. Para Pedro Júnior et al. (2013), em experimento com cobertura plástica no sistema de condução de videiras em Y, as temperaturas máximas na altura dos cachos foram mais elevadas que no ambiente externo em 2,9 °C (safra de inverno) e 2,6 °C (safra de verão). Cardoso *et. al* (2008) verificaram, nas mesmas condições, um acréscimo médio de 3,4 °C nas temperaturas máximas em relação ao ambiente externo. Em Jundiaí, SP, Santos et al. (2004) verificaram que os valores de

temperatura máxima do ar em vinhedos sob coberturas plásticas de polietileno foram superiores aos valores obtidos externamente, em média, 4,4ºC.

Na safra de 2013, as médias dos três ambientes foram semelhantes entre si (Tabela 3.11). Resultados similares foram encontrados por Lulu e Pedro Júnior (2006), em vinhedos de 'Romana' (A1105), na região de Jundiaí, SP, cultivados sob cobertura plástica. Em ambientes cobertos com tela de sombreamento, como no caso do ambiente sob a TP18%, a troca de calor sensível entre os ambientes é facilitada, o que faz com que não haja diferenças significativas entre a temperatura máxima do ar nestes ambientes e a céu aberto. Conceição (2009), no município de Jales, avaliando o microclima em videiras cultivadas sob tela de sombreamento preta, também constatou que as temperaturas máximas no interior do vinhedo não diferiram dos valores registrados na estação meteorológica. Gonçalves (2007), em Jundiaí, avaliando o cultivo de videiras de 'Niagara rosada' cobertas com tela de sombreamento, também verificou que praticamente não houve diferenças entre as temperaturas máximas internas e externas, com a diferença não passando de 0,6 °C, mesmo para a tela preta com sombreamento de 70%. Rana et al. (2004), no entanto, já observaram diferenças um pouco maiores, da ordem de 1,2ºC.

Na Tabela 3.12 são apresentados os valores médios de temperatura mínima do ar (T mínima) obtidos nos dois ambientes protegidos e no ambiente externo, sendo que não foram significativamente diferentes. De maneira semelhante, sob plástico transparente (160µm) em arcos descontínuos, Comiran et al. (2012) verificaram que a temperatura mínima do ar diária foi semelhante entre os ambientes cobertos e a condição externa com uma diferença média de 0,1 °C. Em Jundiaí, SP, Lulu et al. (2005) também constataram que as temperaturas mínimas não diferiram em vinhedos de 'Romana' A1105 conduzidos sob cobertura plástica e a céu aberto. Resultados semelhantes também foram obtidos em vinhedos de 'Niágara rosada' por Lopes Júnior et al. (2008) e Pedro Júnior et al. (2013), também na região de Jundiaí.

Tabela 3.12 - Temperatura mínima do ar (T mínima) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; EMA = estação meteorológica automática

Safras	T mínima (°C)			ΔT (°C)	
	PPT	TP18%	EMA	Δ (EMA - PPT)	Δ (EMA - TP18%)
2012	15,4 a	15,3 a	15,8 a	0,4	0,5
2013	15,4 a	15,2 a	15,4 a	0,0	0,2

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Nota-se que as diferenças de temperatura mínima do ar entre os dois ambientes protegidos foram muito pequenas e ambos obtiveram médias próximas ao ambiente externo. Ou seja, é possível constatar que apesar dos valores de radiação solar e, consequentemente dos valores de saldo de radiação, ter sido bem superiores sob a TP18% em relação ao ambiente coberto pelo PPT, esse fato não se traduziu em maior temperatura mínima do ar, o que pode ser explicado pela boa circulação do ar que havia nos dois ambientes cobertos. As laterais não apresentavam nenhum tipo de material instalado, o que permitia a livre troca de calor entre ambientes cobertos e o ar a céu aberto, resultando em menor acúmulo de calor sensível próximo aos sensores. As Figuras 3.19 e 3.20 apresentam a variação diária da temperatura média, máxima e mínima do ar ao longo, respectivamente, das safras de 2012 e 2013. Como comentado anteriormente, as diferenças entre as temperaturas do ar obtidas nos diferentes ambientes foram muito pequenas.

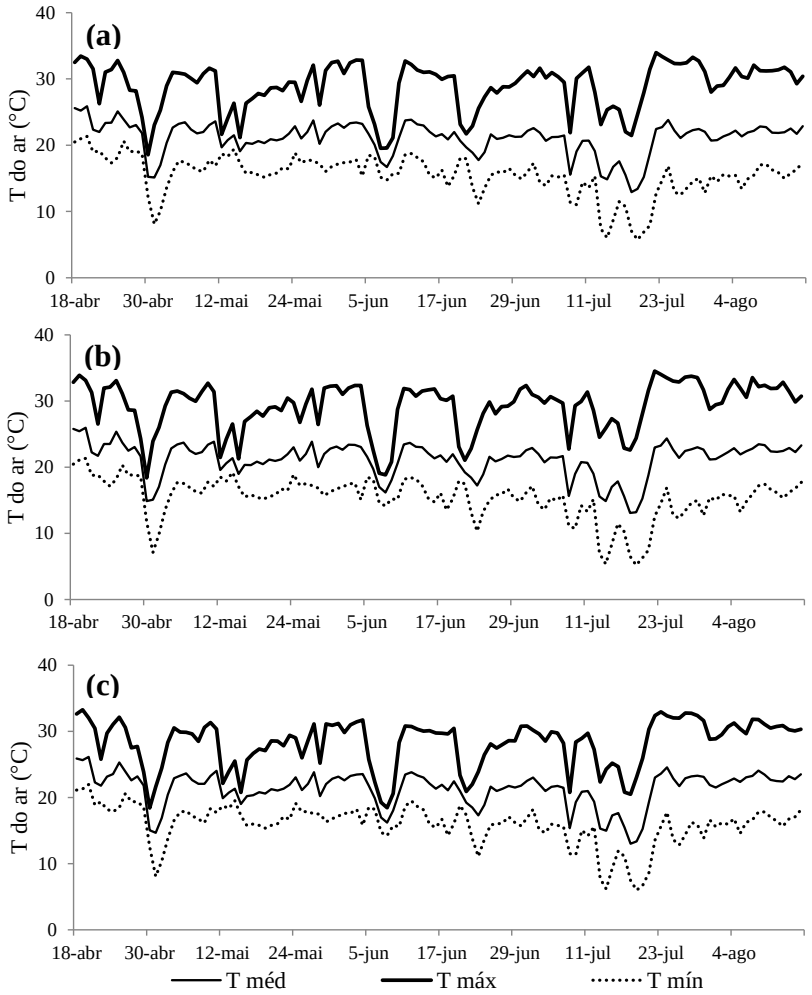

Figura 3.19 - Temperatura média, máxima e mínima do ar observadas ao longo da safra de 2012 nos três ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado (a); TP18% = tela preta com 18% de sombreamento (b) e EMA = estação meteorológica automática (c)

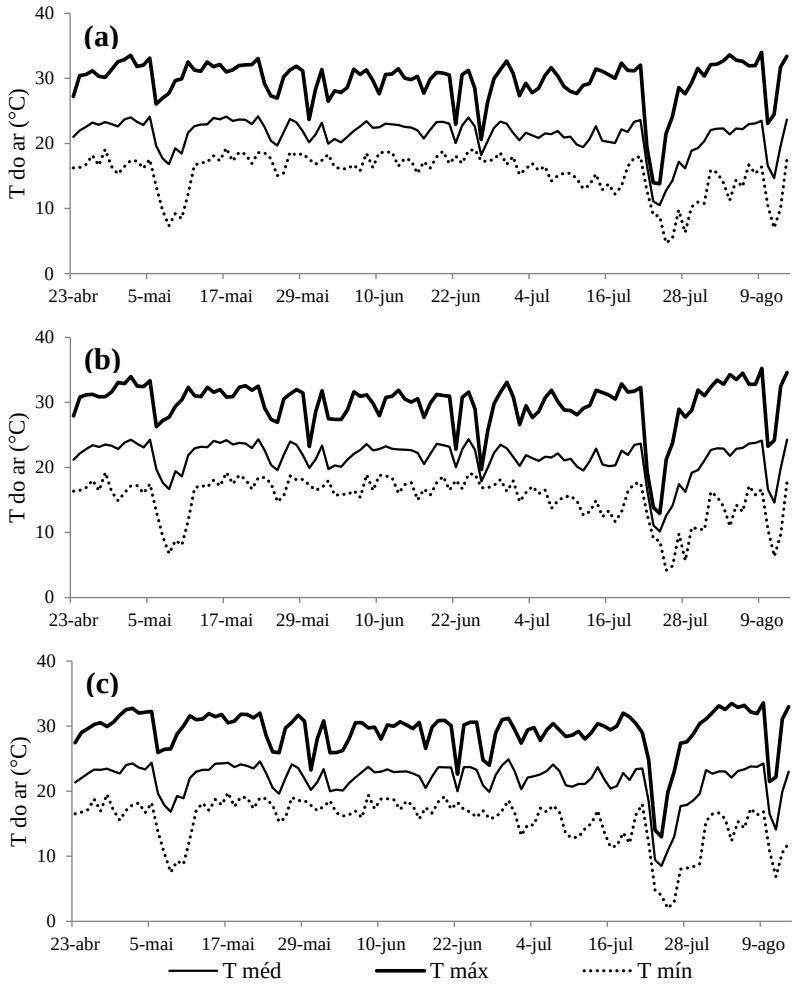

Figura 3.20 - Temperatura média, máxima e mínima do ar observadas ao longo da safra de 2013 nos três ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado (a); TP18% = tela preta com 18% de sombreamento (b) e EMA = estação meteorológica automática (c)

Na Figura 3.21 estão expostas as relações entre os valores diários de temperatura média, máxima e mínima observadas nos dois ambientes protegidos (PPT e TP18%) e no ambiente externo (EMA) durante a safra de 2012. Verifica-se que os valores dos coeficientes de determinação foram elevados, variando de 0,97 a 0,99, e os coeficientes angulares das retas foram muito próximos de um (entre 0,967 e 1,0353). Tais características revelam a grande similaridade entre os valores de temperatura do ar dos ambientes cobertos e a céu aberto, com valores internos, no máximo, 3,5% superiores aos externos. Pandorfi (2006) analisando os coeficientes angulares das relações entre as temperaturas observadas no ambiente externo e no ambiente protegido com tela termo-refletora instalada internamente encontrou acréscimos na temperatura da ordem de 7%.

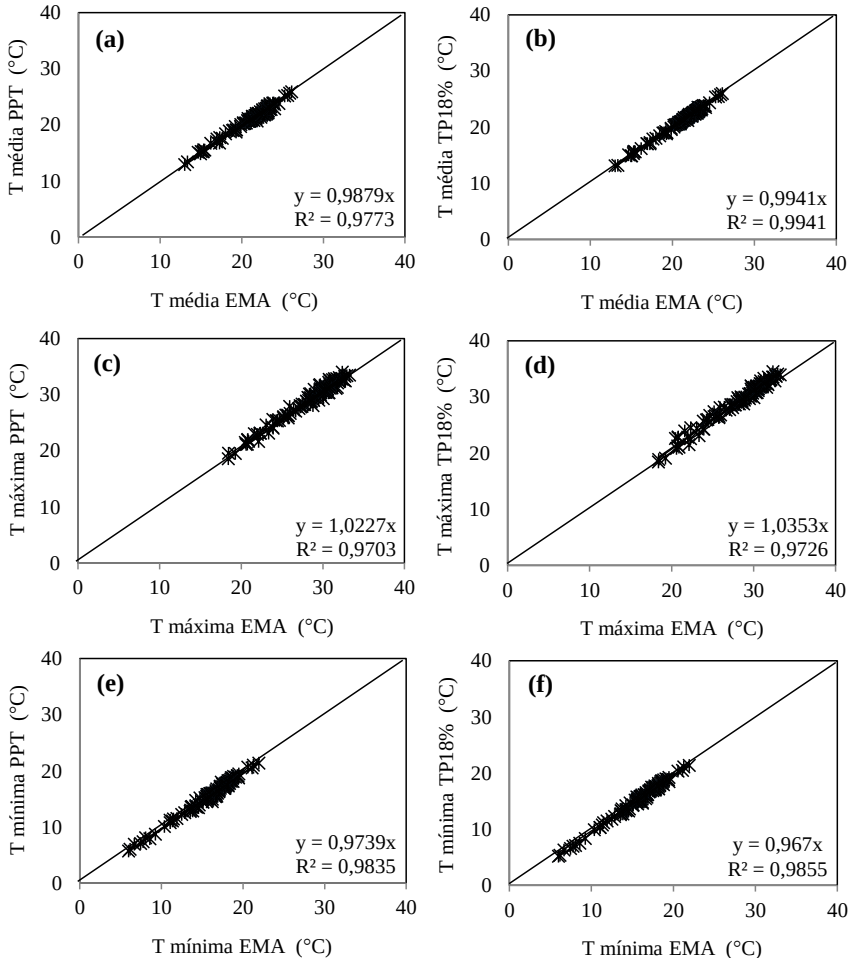

Figura 3.21 – Relações entre a temperatura média, máxima e mínima do ar observadas nos ambientes PPT e EMA (a, c, e) e nos ambientes TP18% e EMA (b, d, f), ao longo da safra de 2012. PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

A Figura 3.22 apresenta a relação entre os valores diários de temperatura média, máxima e mínima observadas nos dois ambientes protegidos (PPT e TP18%) e no ambiente externo (EMA), durante a safra de 2013. Verifica-se que, para temperatura média e máxima, os valores dos coeficientes de determinação (R^2) variaram de 0,91 a 0,93 e os coeficientes angulares de 0,98 a 1,02. Esses valores revelam, assim como ocorreu na Figura 3.21, que houve grande semelhança entre as variáveis e que a temperatura máxima do ar no interior dos ambientes protegidos foi, em média, 2% superior à condição externa, resultados semelhantes aos encontrados por Chavarria et al. (2009), que também obtiveram pequenas diferenças, da ordem de 1%.

Para a temperatura mínima (Figuras 3.22e e 3.22f) os coeficientes de determinação foram menores na safra de 2013, da ordem de 0,80, mostrando uma maior dispersão dos dados. Isso ocorreu pelo fato de 2013 ter sido um ano em que houve uma maior frequência de

entradas de sistemas polares, fazendo com que as temperaturas chegassem a menos de 5ºC em quatro eventos, sendo que nos ambientes protegidos foram um pouco mais elevadas, mostrando que em situações extremas as coberturas permitem uma maior conservação de calor no ambiente.

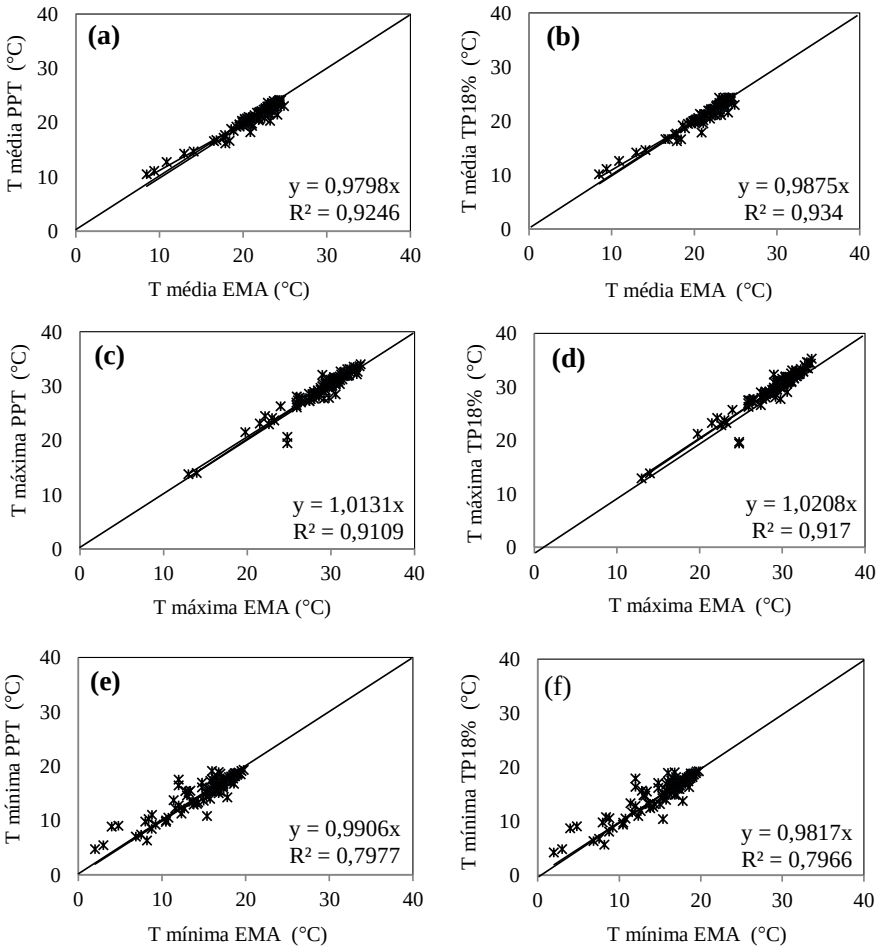

Figura 3.22 – Relações entre a temperatura média, máxima e mínima do ar observadas nos ambientes PPT e EMA (a, c, e) e nos ambientes TP18% e EMA (b, d, f), ao longo da safra de 2013. PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

A variação da temperatura do ar, nos três ambientes estudados, ao longo de um dia de céu limpo e um dia nublado nos anos de 2012 e 2013 é apresentada na Figura 3.23. Percebe-se que a variação da temperatura do ar nos três ambientes estudados é muito similar, independente da condição do tempo. Entre as 10 e 15 h foram constatadas as maiores temperaturas do ar, acompanhando o acréscimo na intensidade da radiação solar, apresentado na Figura 3.10. Nesse intervalo ocorreram as maiores diferenças entre a temperatura do ar dos diferentes ambientes estudados. Ferreira (2003), de maneira bastante similar, verificou que as

maiores diferenças foram observadas nos horários de temperatura do ar mais elevadas, entre 12 e 16 h.

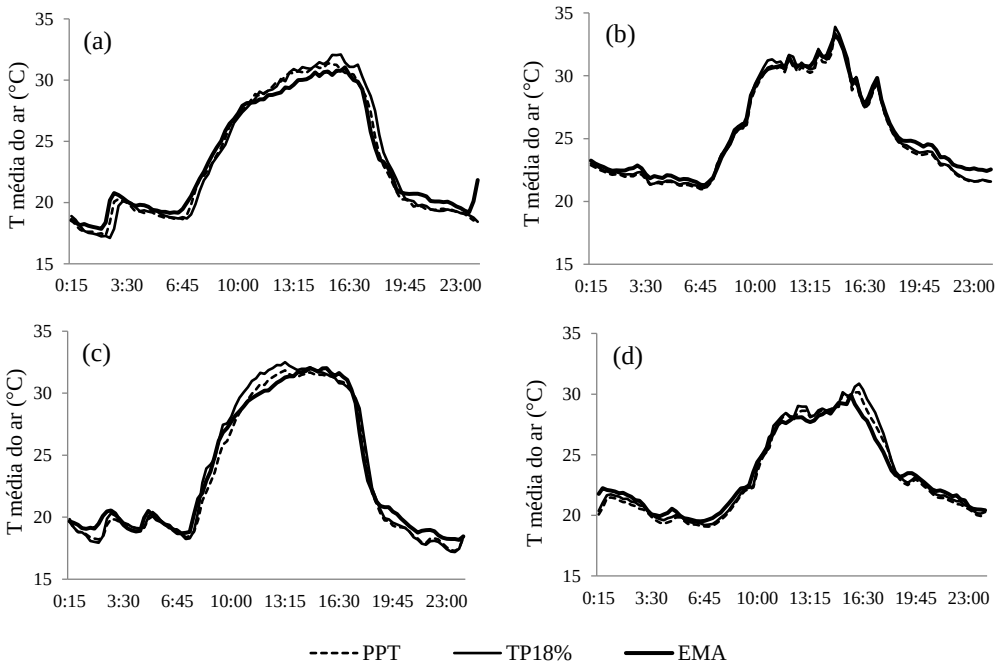

Figura 3.23 – Variação da temperatura média do ar (T média do ar, °C) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 24/04 na safra de 2012 (a) e 03/05 na safra de 2013 (c) e em um dia de céu nublado: 19/04 na safra de 2012 (b) e 28/04 na safra de 2013 (d), sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

Durante o período noturno, a temperatura do ar nos três ambientes também variou muito pouco. Cardoso et al. (2008), em experimentos com videiras na Serra Gaúcha , também relataram que os maiores efeitos da cobertura plástica sobre o aumento da temperatura do ar ocorreram no período diurno, tendo assim mais efeito nas alterações das temperaturas máximas do que nas mínimas. Pandorfi (2006), em cultivo protegido de gérbera, também observou que a temperatura mínima do ar nos ambientes protegidos não diferiram da temperatura externa.

Nas Figuras 3.23a e 3.23c, referentes aos dias de céu limpo, nota-se que nos horários mais quentes do dia, a temperatura do ar no interior dos ambientes protegidos foi ligeiramente superior à temperatura do ar obtida na EMA, o que também foi observado por Comiran et al. (2012) para videiras cultivadas sob coberturas plásticas. No final da tarde e no início da noite as temperaturas dos três ambientes ficaram muito próximas, havendo, no entanto, momentos

em que a temperatura externa se tornou superior à temperatura sob as coberturas plásticas, fato também observado por Lima Filho et al. (2005).

Em dias nublados (Figuras 3.23b e 3.23d), a oscilação da temperatura do ar não seguiu um padrão, pois, em parte, a variação térmica depende da quantidade e disposição das nuvens. Além disso, a amplitude térmica nos dias de céu nublado foi menor, acompanhando a menor disponibilidade de radiação solar durante o dia e a menor perda radiativa durante a noite, o que está de acordo com os resultados apresentados por Pandorfi (2006), que observaram que em dias nublados a temperatura do ar nos ambientes protegidos permaneceram sempre próximas à temperatura exterior.

3.3.5 Umidade relativa do ar

A Tabela 3.13 apresenta os valores de umidade relativa do ar (UR) obtidos em cada um dos ambientes estudados, ao longo das safras de 2012 e 2013. Os maiores valores de UR média foram observados sob o PPT. Este fato era de se esperar, pois a cobertura plástica funciona como uma barreira física, impedindo parcialmente a saída do vapor d'água para o ambiente externo. Schiedeck (1996), em vinhedos de 'Niagara Rosada' cultivados sob cobertura plástica em Bento Gonçalves, RS, também encontrou valores de UR superiores ao ambiente externo. No entanto, nota-se que esta diferença é muito pequena em função da abertura nas laterais permitindo a livre troca do vapor d'água produzido no ambiente protegido com o ambiente externo, e vice-versa. Para Conceição (2009), que também obteve pequena variação dos valores de UR no interior do vinhedo protegido, a pequena diferença entre a UR interna e a externa deve-se, principalmente, à reduzida dimensão da área avaliada, o que facilitou as trocas com o ambiente externo.

Tabela 3.13 – Umidade relativa média do ar (UR média) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; EMA = estação meteorológica automática

Safras	UR média (%)			ΔUR (%)	
	PPT	TP18%	EMA	Δ (EMA - PPT)	Δ (EMA - TP18%)
2012	74,9 a	72,2 b	73,7 a	-1,2	1,5
2013	75,3 a	73,7 b	72,9 b	-2,4	-0,8

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si (P<0,05)

Diversos autores, em experimentos similares ao do presente trabalho, também não observaram diferenças elevadas entre a UR média de ambientes sob coberturas plásticas e a

céu aberto (BURIOL et al., 2000; FERREIRA et al., 2004; LULU et al., 2005; GONÇALVES, 2007; CARDOSO et al., 2008; CHAVARRIA et al., 2009; PEDRO JÚNIOR et al., 2011). No ambiente coberto com a TP18%, a UR média foi inferior à UR externa na safra de 2012, sendo essa diferença, no entanto, de apenas 1,5%. Na literatura é possível encontrar vários trabalhos nos quais foi constatado que em ambientes protegidos a UR é inferior aos valores obtidos em condição externa (ANDRADE JÚNIOR et al. 2011; BOUERI; LUNARDO, 2006). Em ambiente coberto com tela de sombreamento preta 50%, Andrade Júnior et al. (2011) verificaram que a UR no interior do ambiente protegido foi, em média, 3,2% inferior ao ambiente externo. No cultivo de cravo em ambiente protegido, Boueri e Lunardi (2006) observaram diferenças de 7%, sendo a UR interna inferior à verificada no ambiente externo. Na safra de 2013, os valores de UR sob TP18% e na EMA foram considerados estatisticamente iguais. Resultados semelhantes foram obtidos por Conceição e Marin (2009) em videiras de cv 'BRS Morena' cultivadas sob tela preta (18% de sombreamento).

Na Tabela 3.14 são apresentados os valores de UR máxima obtidos em cada um dos ambientes estudados. Neste caso, da mesma forma como foi relatado para a UR média, os valores máximos sob a cobertura plástica (PPT) foram superiores aos valores observados sob a TP18% e na EMA. De maneira similar, Buriol et al. (2000), em trabalhos realizados em Santa Maria (RS) com estufas plásticas cobertas com polietileno, observaram que os valores mais elevados de UR ocorreram no interior do ambiente protegido, ficando em torno de 92%. Entretanto, diferenças não significativas entre a UR máxima do ar entre os ambientes protegidos e a céu aberto foram obtidas também por Ferreira (2003), o qual obteve diferença média entre os ambientes para a UR máxima de apenas 0,1%. Por sua vez, em videiras cultivadas sob tela de sombreamento preta, Conceição (2009) relatou valores diários de UR máxima, em média, 2% inferiores em comparação ao valor obtido externamente.

Tabela 3.14 – Umidade relativa máxima do ar (UR máxima) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

Safras	UR máxima (%)			ΔUR (%)	
	PPT	TP18%	EMA	Δ (EMA - PPT)	Δ (EMA - TP18%)
2012	95,6 a	93,4 b	93,5 b	-2,1	0,1
2013	96,8 a	94,9 b	95,2 b	-1,6	0,3

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

A Tabela 3.15 apresenta os valores de UR mínima obtidos em cada um dos ambientes estudados, ao longo das safras de 2012 e 2013. Verifica-se que, na safra de 2012, a UR mínima no ambiente sob a TP18% foi inferior aos valores observados sob o PPT e na EMA, sendo essa diferença significativa. Isto pode ser explicado pelo fato da UR estar relacionada à variação da temperatura do ar. No ambiente coberto com a TP18%, as temperaturas máximas foram ligeiramente maiores do que nos demais ambientes, portanto, era de se esperar que menores valores de UR mínima ocorressem. Andrade Júnior et al. (2011) também constataram tal situação, sendo que nos picos de temperatura de 40 °C ocorreram os valores mais críticos de UR, da ordem de 10 a 20%. Em videiras cultivadas sob tela de sombreamento preta, Conceição (2009) verificaram que os valores diários da UR mínima no interior do vinhedo foram, em média, 1% inferiores aos da estação meteorológica. No ambiente sob o PPT não houve diferença significativa da UR mínima em relação à EMA.

Tabela 3.15 - Umidade relativa mínima do ar (UR mínima) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

Safras	UR mínima (%)			ΔUR (%)	
	PPT	TP18%	EMA	Δ (EMA - PPT)	Δ (EMA - TP18%)
2012	45,8 a	42,8 b	47,5 a	1,7	4,7
2013	44,3 a	43,2 a	44,6 a	0,3	1,4

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Na Figura 3.24 é apresenta a variação diária da umidade relativa do ar (média, máxima e mínima) ao longo da safra de 2012. Nota-se que os valores diários de UR são muito próximos nos três ambientes estudados. Na maioria dos dias, a UR a céu aberto foi superior aos valores encontrados nos ambientes cobertos. No entanto, na segunda metade do período experimental, essa situação se inverteu, para a UR média e máxima. Ou seja, a UR sob as coberturas ficou maior do que na condição externa. Isso pode ser justificado pelo fato de que nesse período do ciclo, a quantidade e tamanho das folhas da videira eram bem maiores, chegando a causar a alteração do microclima próximo ao dossel.

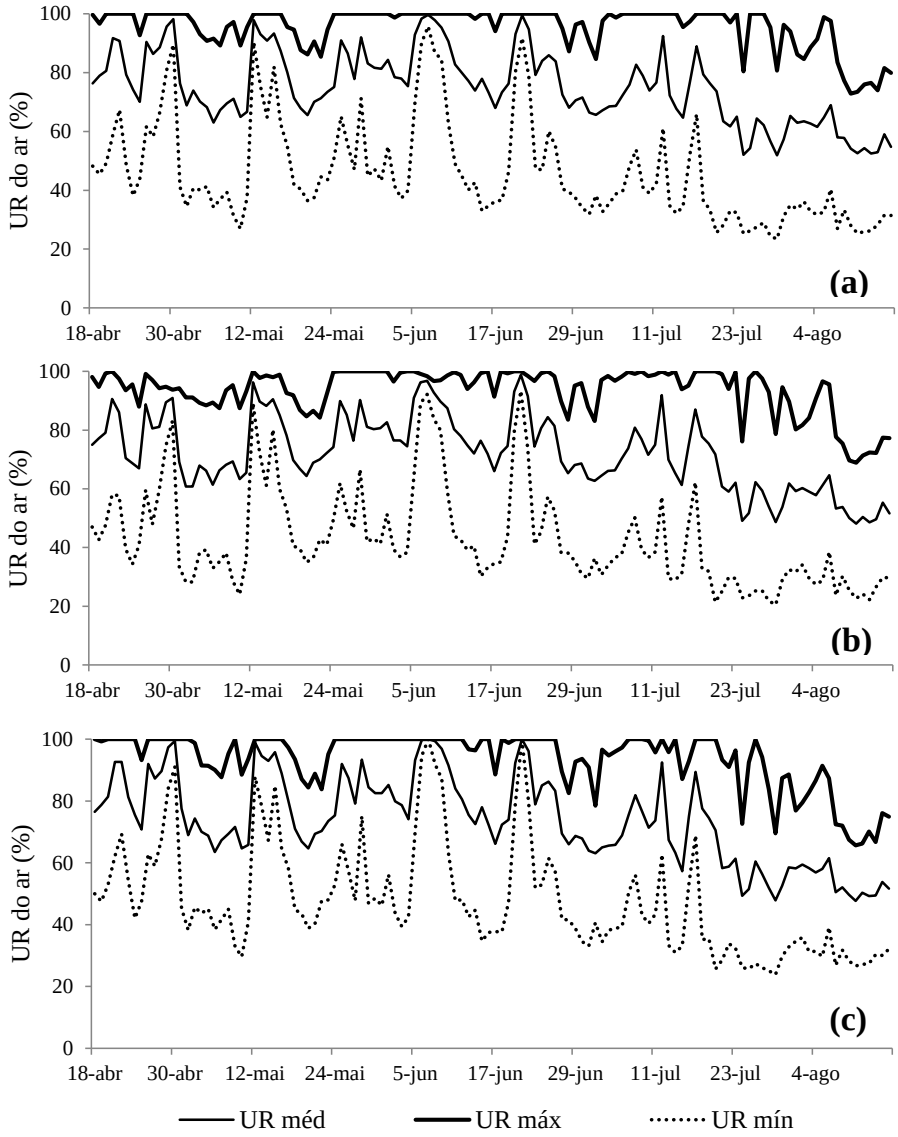

Figura 3.24 - Umidade relativa média, máxima e mínima do ar observadas ao longo da safra de 2012 nos três ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado (a); TP18% = tela preta com 18% de sombreamento (b); e EMA = estação meteorológica automática (c)

Na Figura 3.25 é apresentada a variação diária da UR (média, máxima e mínima) ao longo da safra de 2013. Neste período, como pode se observar também na Tabela 3.14, a UR média diária no ambiente sob o PPT foi superior aos valores obtidos tanto sob a TP18% quanto externamente, na maioria dos dias avaliados.

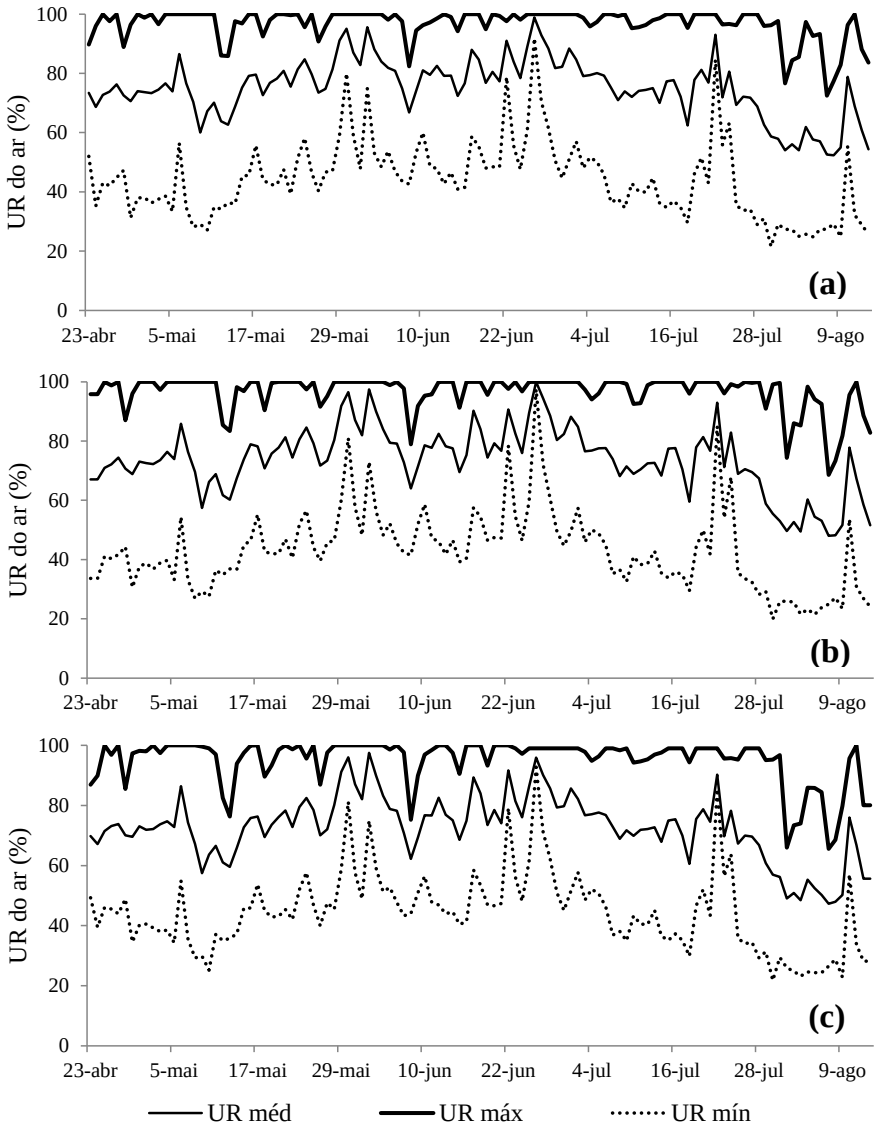

Figura 3.25 - Umidade relativa média, máxima e mínima do ar observadas ao longo da safra de 2013 nos três ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento e EMA = estação meteorológica automática

Já para a UR máxima e mínima, os valores observados nos três ambientes foram muito próximos. Nas Figuras 3.24 e 3.25 é possível perceber que a UR mínima foi a que apresentou as maiores variações nos valores diários. De forma geral, a UR tanto para os ambientes protegidos como para a EMA apresentou um intervalo de variação bastante similar, de valores mínimos próximos a 20% a valores máximos de 100%. Variação de tal magnitude ocorreu devido ao fato de que durante as épocas de avaliação houve uma alternância de períodos chuvosos e de períodos mais secos, possibilitando a grande flutuação dos valores de umidade relativa ao longo das safras nos dois anos.

As Figuras 3.26 e 3.27 apresentam a relação entre os valores diários de UR obtidos nos dois ambientes protegidos (PPT e TP18%) e no ambiente externo (EMA), nas safras de 2012 e 2013, respectivamente. Verifica-se que os valores dos coeficientes de determinação foram elevados ($R^2 > 0,94$) e os coeficientes angulares foram próximos de 1 para as relações para as UR sob os ambientes cobertos (PPT e TP18%) e a UR externa (EMA). Isso demonstra que os valores de UR do ar obtidos nos ambientes cobertos foram muito similares aos valores obtidos na EMA.

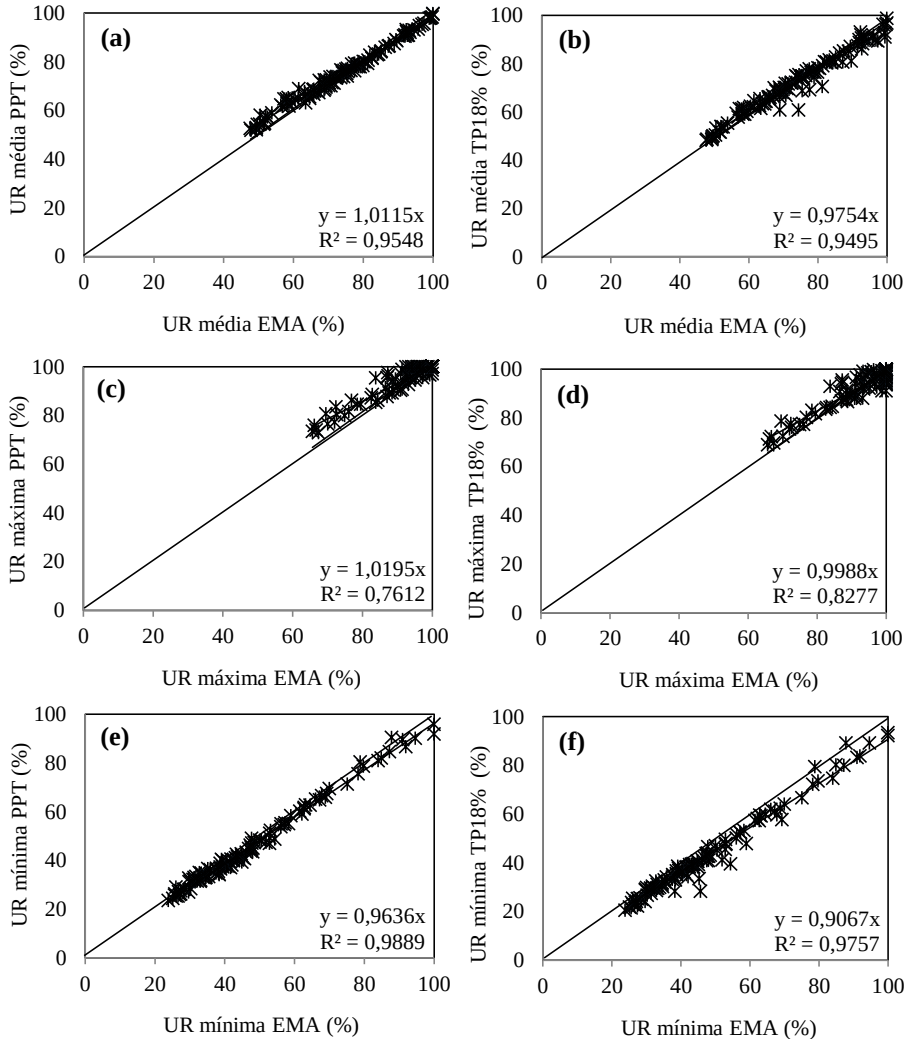

Figura 3.26 – Relações entre a umidade relativa média, máxima e mínima do ar observadas nos ambientes PPT e EMA (a, c, e) e nos ambientes TP18% e EMA (b, d, f), ao longo da safra de 2012. PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

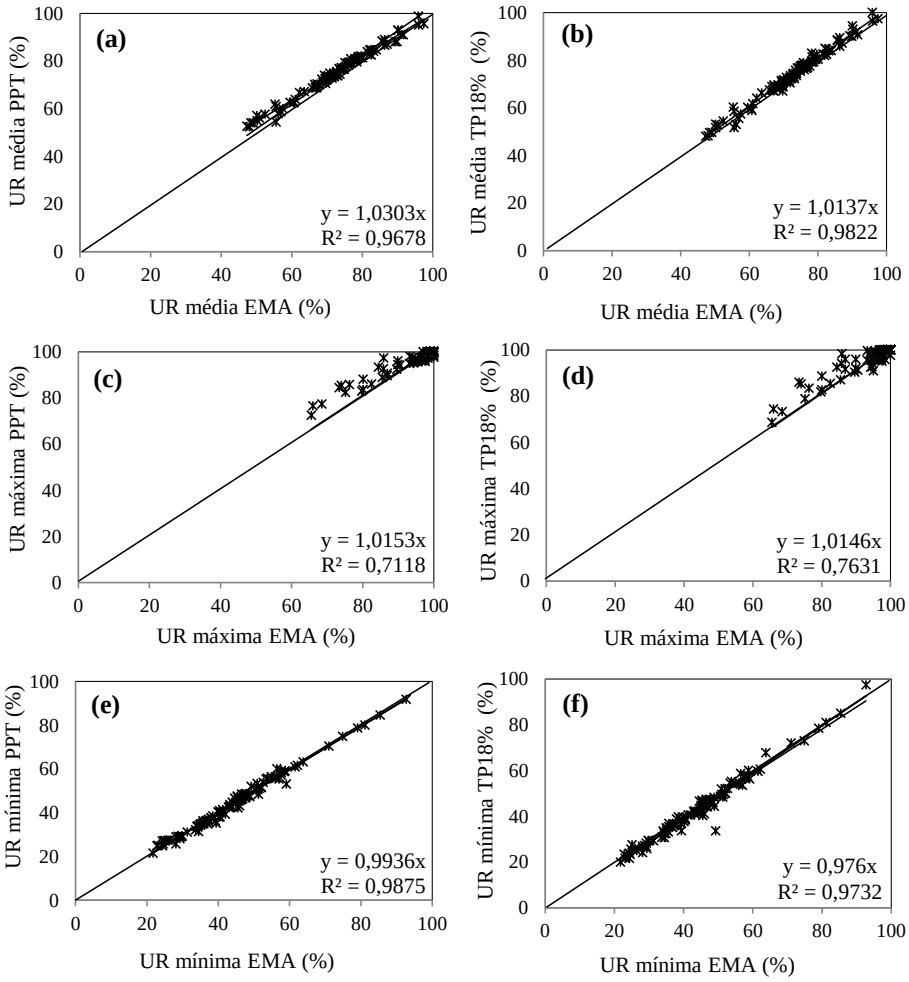

Figura 3.27 – Relações entre a umidade relativa média, máxima e mínima do ar observadas nos ambientes PPT e EMA (a, c, e) e nos ambientes TP18% e EMA (b, d, f), ao longo da safra de 2013. PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

A Figura 3.28 apresenta a variação da UR nos três ambientes estudados, ao longo de dias de céu limpo e díade céu nublado, nas safras de 2012 e 2013. Percebe-se nitidamente em todos os gráficos que os menores valores de UR acompanham os aumentos da temperatura do ar (Figura 3.23), por serem variáveis inversamente proporcionais. Na safra de 2012, para o dia de céu limpo (Figura 3.28a), os valores de UR nos ambientes protegidos foram, na maior parte do tempo, inferiores à UR externa. Utilizando cobertura plástica em videiras, Cardoso et al. (2008) também verificaram, em períodos diurnos, menores valores de UR no ambiente protegido em relação ao ambiente externo. Lulu et al. (2005) constatou que, principalmente no período das 8 às 14 horas, a UR sob a cobertura plástica tendeu a ser ligeiramente inferior à do ambiente externo.

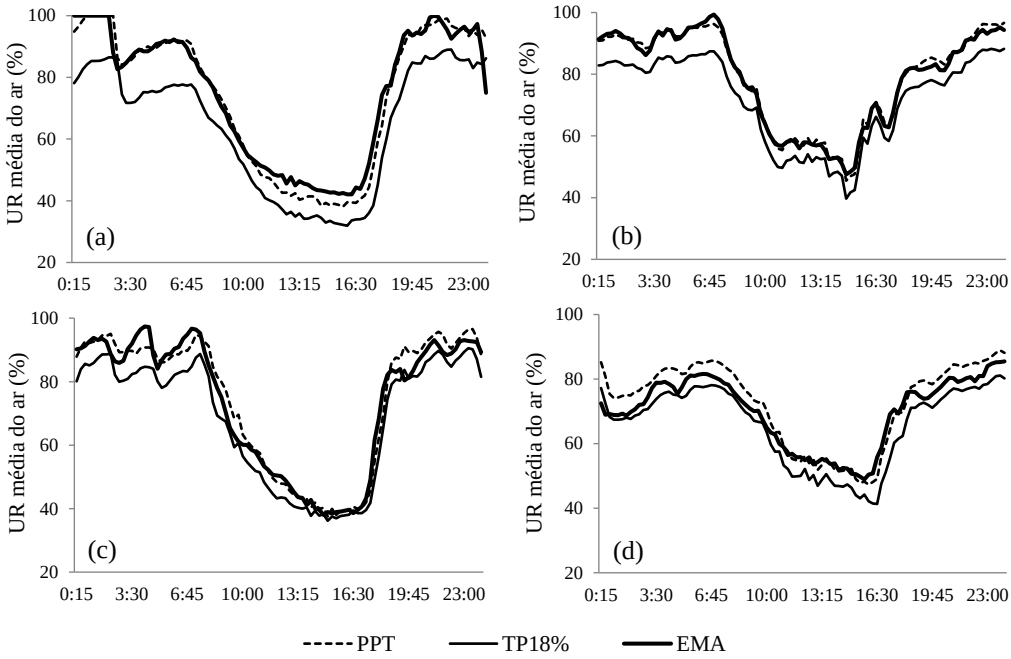

Figura 3.28 – Variação da umidade relativa média do ar (UR média do ar, %) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 24/04 na safra de 2012 (a) e 03/05 na safra de 2013 (c) e em um dia de céu nublado: 19/04 na safra de 2012 (b) e 28/04 na safra de 2013 (d), sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

No período entre o início da tarde e o começo da manhã, a UR sob o PPT apresentou-se igual ou superior aos demais ambientes estudados. De acordo com Buriol et al. (2000), a retenção de uma maior concentração de vapor d'água pelo ambiente protegido ocorre principalmente ao final da tarde, horário no qual a temperatura do ar diminui e a umidade relativa do ar aumenta, podendo chegar a 100%. No período noturno, em função da pequena permeabilidade da cobertura plástica à água e menor taxa de renovação do ar no ambiente, a UR nos ambientes protegidos tende a ser igual ou maior do que na condição externa. Farias et al. (1992) encontraram, em estudos sobre a variação dos elementos meteorológicos no interior de ambientes com cobertura plástica, valores de UR máxima mais elevados no período noturno em relação ao meio externo, em razão da maior concentração de vapor de água no interior do ambiente e de valores de temperatura próximos da condição externa. Resultados diferentes foram obtidos por Lulu et al. (2005), em vinhedos cultivados na região de Jundiaí, SP, que relatou que a UR sob a cobertura plástica tendeu a ser ligeiramente superior à do ambiente externo no período noturno e no final da tarde.

Na Figura 3.28d, referente ao dia nublado da safra de 2013, a UR no ambiente coberto com o PPT se apresentou bem maior do que a condição externa na maior parte do dia, só

ficando inferior nos períodos mais quentes do dia. Lulu et al. (2005) também relataram que a UR sob a cobertura plástica foi superior à do ambiente externo em dias nublados e chuvosos. Resultados opostos foram obtidos por Folegatti et al. (1997), que constataram que nos dias com umidade relativa do ar alta, os valores internos foram inferiores. Entretanto, Buriol et al. (2000) observaram que em dia de céu nublado a UR teve valores bastante próximos no período noturno, enquanto que no período diurno os valores internos e externos variaram mais.

3.3.6 Velocidade do vento

A Tabela 3.16 apresenta os valores médios de velocidade do vento (U) obtidos em cada um dos três ambientes estudados, ao longo das safras de 2012 e 2013. É possível verificar que as velocidades médias do vento nos três ambientes diferiram entre si. A presença das coberturas nos dois ambientes associadas ao dossel das videiras reduziu a velocidade do vento no interior dos vinhedos.

Tabela 3.16 – Velocidade média do vento (U média) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; EMA = estação meteorológica automática

Safras	U média ($m\ s^{-1}$)		
	PPT	TP18%	EMA
2012	0,259 c	0,563 b	0,947 a
2013	0,219 c	0,579 b	0,936 a

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

A atenuação da velocidade do vento provocada pelo PPT foi de 72,65 e 76,60%, respectivamente para as safras de 2012 e 2013. Valor muito próximo foi relatado por Boueri e Lunardi (2006), em cultivo protegido de cravo. Os autores obtiveram médias diárias de velocidade do vento a 2 m de altura em ambiente protegido de 0,41 m s^{-1}, enquanto que no ambiente externo a média foi de 1,67 m s^{-1}, ou seja, uma atenuação de 75,45%. Cardoso et al. (2008) relataram velocidade média do vento a céu aberto de 0,91 ms^{-1} e de 0,09 ms^{-1} sob cobertura plástica, o que representa uma redução da velocidade do vento pela cobertura plástica da ordem de 88%, valor este um pouco superior em relação ao obtido no presente trabalho.

Sob a TP18%, a atenuação da velocidade do vento foi menor, da ordem de 40,55 e 38,14%, respectivamente para as safras de 2012 e 2013. Essa menor redução da velocidade do vento se deveu às aberturas da malha que constitui a tela plástica, permitiu que o vento a atravessasse. Em Jales, SP, Conceição (2009) verificou uma atenuação de 19% da velocidade do vento em videiras cultivadas sob a tela preta quando comparado ao valor médio obtido a céu aberto, valor este inferiores aos obtidos no presente trabalho, com o mesmo tipo de cobertura. Por outro lado, Andrade Júnior et al. (2011), em ambiente coberto com tela de sombreamento preta 50%, relataram atenuação da velocidade do vento da ordem de 95,33%.

Na Figura 3.29 é apresentada a variação diária da velocidade média do vento ao longo das safras de 2012 e 2013. É possível verificar, na maior parte do tempo, que a velocidade do vento a céu aberto foi superior àquelas observadas nos ambientes cobertos. Os menores valores foram obtidos sob o PPT, já que o plástico exerce uma barreira física ao vento mais efetiva do que as telas de sombreamento.

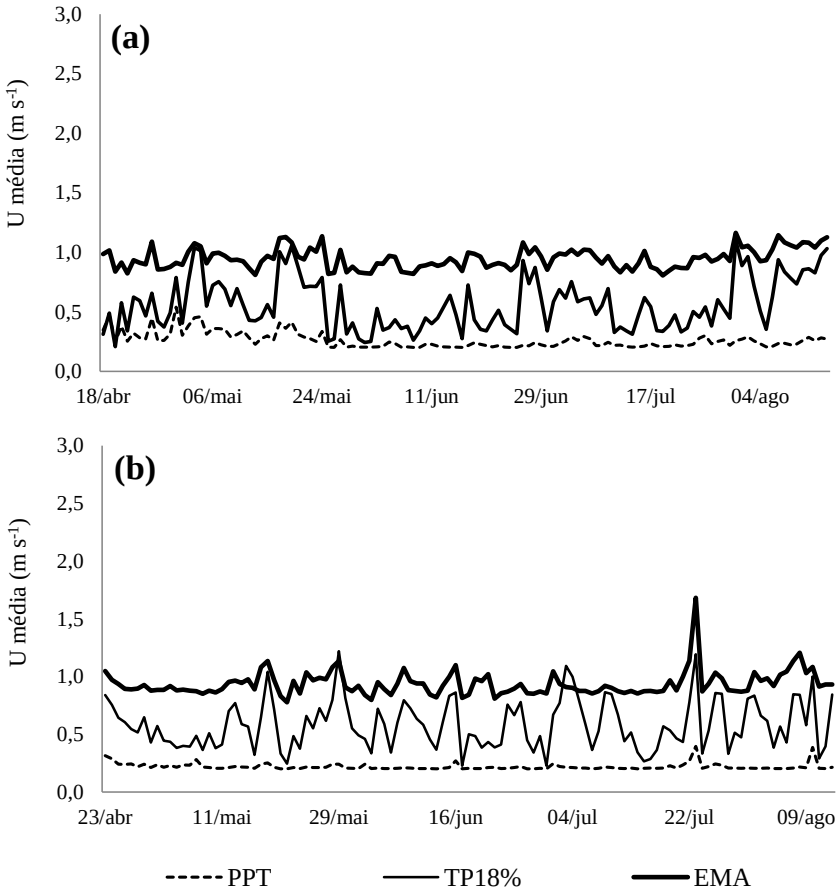

Figura 3.29 – Velocidade média do vento (U média) observadas ao longo das safras de 2012 (a) e 2013 (b) nos três ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

Na Figura 3.30 são apresentadas as relações entre os valores diários de velocidade média do vento obtida nos dois ambientes protegidos e no ambiente externo, durante as safras de 2012 e 2013. Verifica-se que os coeficientes de determinação foram muito baixos, entre 0,20 e 0,40, para o ambiente coberto com o PPT, e apenas razoáveis, entre 0,42 e 0,76, para o ambiente coberto com a TP18%. Essa baixa correlação entre os dados interno e externos era de se esperar já que tanto as coberturas como as próprias videiras exercem efeito sobre a velocidade do vento, reduzindo-a em proporções bastante variáveis. Em videiras cultivadas sob tela de sombreamento preta, Conceição (2009) verificaram que a velocidade média diária do vento dentro do vinhedo apresentou uma correlação muito baixa com a velocidade externa, com um valor de R^2 muito pequeno, da ordem de 0,01.

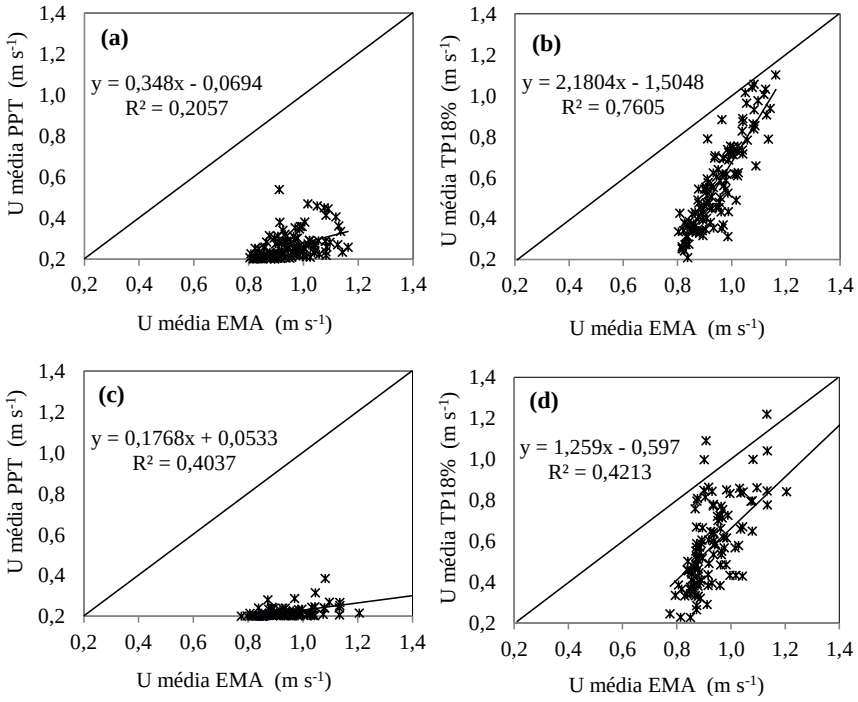

Figura 3.30 – Relações entre a velocidade média ar observadas nos ambientes PPT e EMA (a, c) e nos ambientes TP18% e EMA (b, d) ao longo das safras de 2012 e 2013, respectivamente. PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

A Figura 3.31 apresenta a variação diária da velocidade do vento nos três ambientes estudados, ao longo de um dia de céu limpo e um dia nublado, durante as duas safras em 2012 e 2013. Na maior parte do tempo, a velocidade do vento a céu aberto (EMA) foi maior do que a observada nos ambientes protegidos. No entanto, como pode se observar nas Figuras 3.31a e 3.31c, há alguns momentos do dia em que a velocidade do vento sob as coberturas se

aproximam muito ou até mesmo superam a observada na condição externa. Provavelmente, isso se deva a eventuais rajadas de vento.

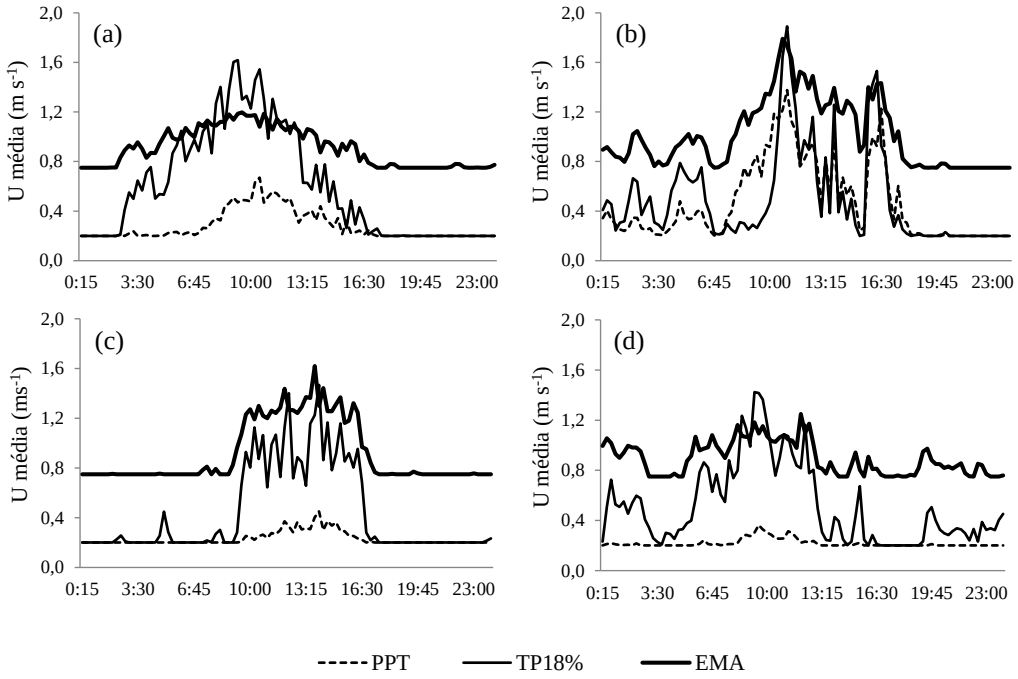

Figura 3.31 – Variação da velocidade média do vento (U média) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 24/04 na safra de 2012 (a) e 03/05 na safra de 2013 (c) e em um dia de céu nublado: 19/04 na safra de 2012 (b) e 28/04 na safra de 2013 (d), sendo: PPT = plástico de polipropileno trançado; TP18% = tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

3.3.7 Duração do período de molhamento

A Tabela 3.17 apresenta os dados médios de duração do período de molhamento (DPM) obtidos em cada um dos dois ambientes cobertos, nas safras de 2012 e 2013. Percebe-se que, no primeiro ano, os valores de DPM nos dois ambientes foram muito semelhantes entre si. No entanto, na safra de 2013, os mesmos diferiram entre si. Neste caso, a DPM sob o PPT foi 50% maior do que a observada sob a TP18%. Tal fenômeno pode ser justificado com base em três variáveis meteorológicas, sendo elas, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento e a radiação solar. Como foi constatado na Tabela 3.14, o ambiente coberto com PPT apresentou maior UR máxima do que o ambiente sob a TP18%. De acordo com Farias et al. (1993) e Schiedeck et al. (1997), há um acréscimo na concentração ou pressão de vapor d'água em ambientes protegidos. No presente estudo, tal fato ocorreu, pois a cobertura plástica funcionou como uma barreira física à saída de parte do vapor d'água, que ficou parcialmente retido no ambiente protegido. Esse vapor d'água teve origem nos processos de

transpiração das plantas, evaporação da água do solo, nebulização da água durante a irrigação por microaspersão e nos momentos em que foram aplicados defensivos químicos. Como mencionado por Lima Filho et al. (2005), a umidade do solo é maior no ambiente protegido o que leva a uma maior quantidade de água disponível no sistema. Os resultados apresentados contrariam as afirmações de alguns autores de que a utilização da cobertura plástica impermeável sobre as linhas de cultivo propicia alterações no microclima da videira, diminuindo a água livre sobre folhas e cachos (FERREIRA et al., 2004; CARDOSO et al., 2008).

Tabela 3.17 – Duração do período de molhamento foliar (DPM) ao longo das duas safras de cultivo da videira, em cada um dos ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento

Safras	DPM (horas dia^{-1})	
	PPT	TP18%
2012	7,3 a	7,0 a
2013	11,1 a	7,4 b

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

A maior DPM sob o PPT ocorreu também em virtude da redução da velocidade do vento e da menor radiação solar transmitida ao interior do ambiente. De acordo com Cardoso et al. (2008), tais alterações causam a inibição de parte do processo convectivo originário do saldo de radiação positivo, causando a retenção parcial do vapor d'água no interior do ambiente protegido, contribuindo para uma diminuição do déficit de pressão de vapor entre a camada limítrofe das folhas e a câmara subestomática, favorecendo o aumento do potencial de água e a abertura estomática. Santos et al. (2004) também constataram os mesmo fatos, relatando que sob cobertura plástica ocorreram valores extremos para algumas variáveis meteorológicas como, por exemplo, temperatura do ar e uma persistência maior do vapor d'água nesse ambiente. Os autores também observaram a atenuação da velocidade do vento, tudo levando a uma maior possibilidade de elevados níveis de condensação sob coberturas plásticas. Nas Figuras 3.32 e 3.33, é possível verificar que houve molhamento foliar sob a cobertura com PPT independentemente da ocorrência de chuvas. Portanto, pode-se deduzir que o molhamento foliar é influenciado diretamente pela variação da umidade relativa do ar e não necessariamente em função da água das chuvas, já que mesmo em dias chuvosos, com a cobertura plástica impedindo a entrada da água da chuva no interior do ambiente protegido, houve molhamento foliar. Tal fato ocorreu, pois a chuva provoca alterações

micrometeorológicas causando acréscimos significativos na umidade relativa do ar, aumentando as possibilidades de formação de orvalho na superfície das plantas.

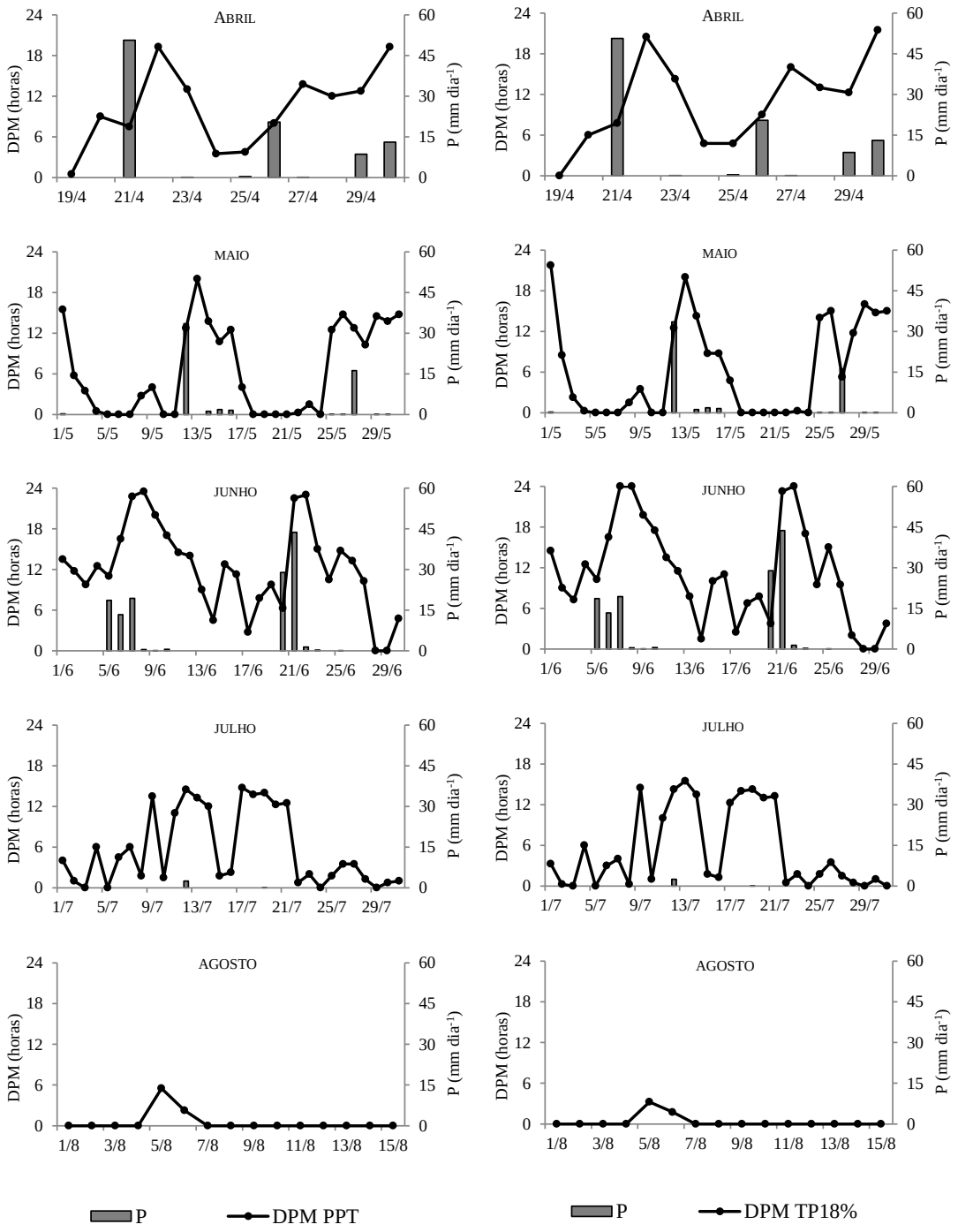

Figura 3.32 – Variação diária da duração do período de molhamento foliar (DPM) e da precipitação pluvial (P) ao longo da safra de 2012 nos ambientes cobertos com o plástico de polipropileno trançado (PPT) e com a tela preta com 18% de sombreamento (TP18%)

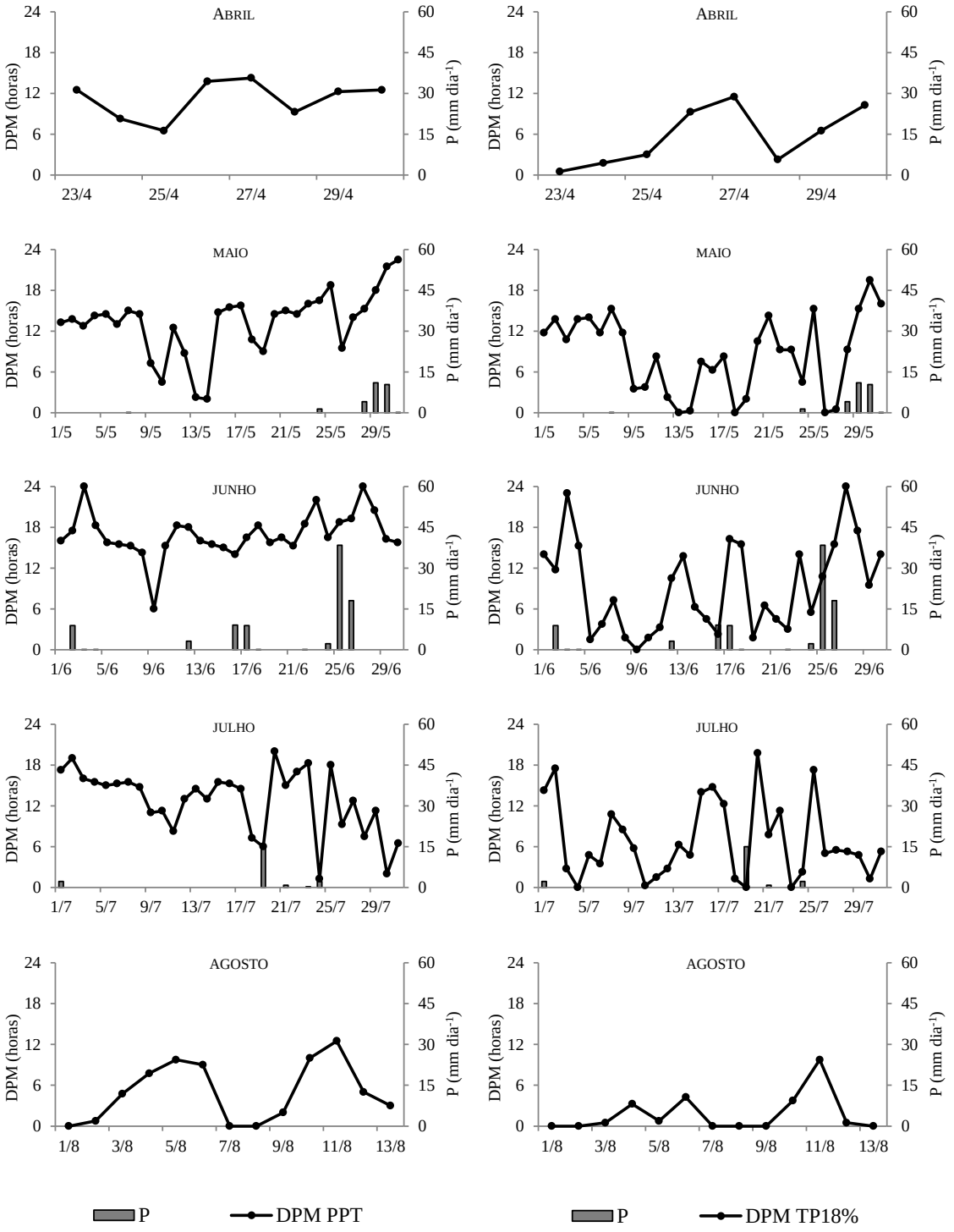

Figura 3.33 – Variação diária da duração do período de molhamento foliar (DPM) e da precipitação pluvial (P) ao longo da safra de 2013 nos ambientes cobertos com o plástico de polipropileno trançado (PPT) e com a tela preta com 18% de sombreamento (TP18%)

Na Figura 3.34, é apresentada a variação diária da DPM nos dois ambientes protegidos ao longo das safras de 2012 e 2013. Da mesma forma como foi exposto na Tabela 3.18, verifica-se que na safra de 2013, a DPM sob o PPT foi maior do que sob a TP18%. Não foi

possível se comparar com os dados de DPM observadas sob as coberturas com a que ocorreu externamente, pois não foi instalado nenhum sensor em vinhedos conduzidos a céu aberto.

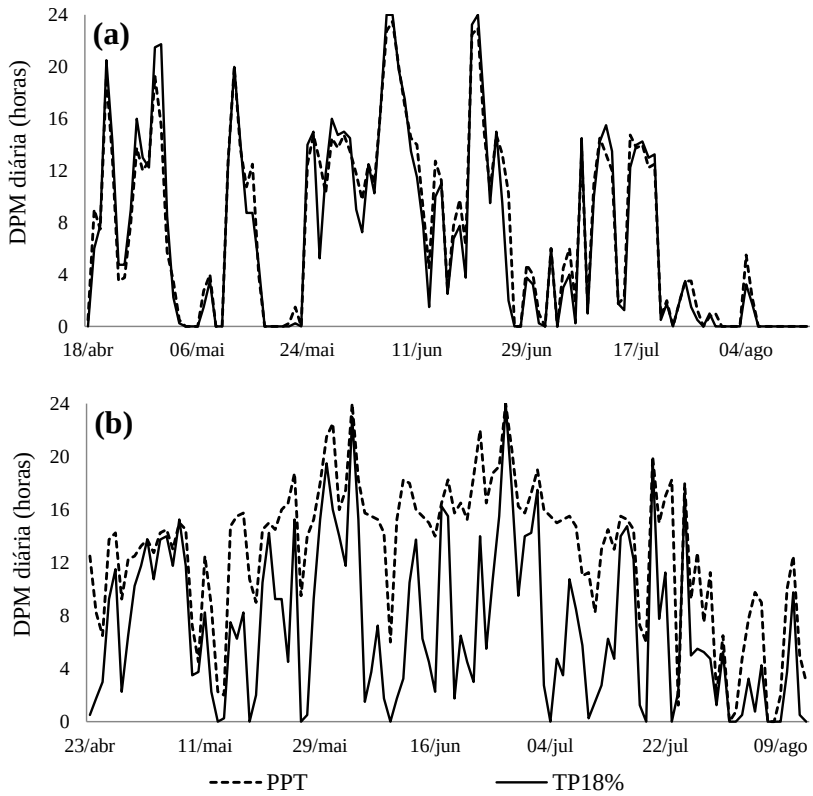

Figura 3.34 – Duração do período de molhamento foliar (DPM diária) observada ao longo das safras de 2012 (a) e 2013 (b) nos dois ambientes estudados: PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento

A Figura 3.35 apresenta a relação entre a DPM medida nos ambientes protegidos e aquela estimada com base no número de horas com a UR > 90% (NHUR>90%). De acordo com as Figuras 3.35a, 3.35b e 3.35d, percebe-se que há um alto grau de proporcionalidade entre os valores medidos e estimados, com o coeficiente de determinação entre 0,83 e 0,95, sendo a única exceção o ambiente sob o PPT na safra de 2013. Na Figura 3.35c, percebe-se que a DPM calculada com base no método (NHUR>90%) subestimou a DPM medida, ou seja, ocorreu DPM em períodos nos quais a UR foi inferior a 90%. Isto pode ser explicado em função da redução da velocidade do vento e maior pressão de vapor d'água impostas pela cobertura plástica (PPT), aliado à menor intensidade da radiação solar sob PPT. Tais fatos ocorrendo simultaneamente resultaram na diminuição parcial do processo convectivo no ambiente protegido, reduzindo a renovação do ar com o ambiente externo e fazendo com que

a água livre depositada sobre as folhas de videiras demorassem mais tempo para secar, sob PPT.

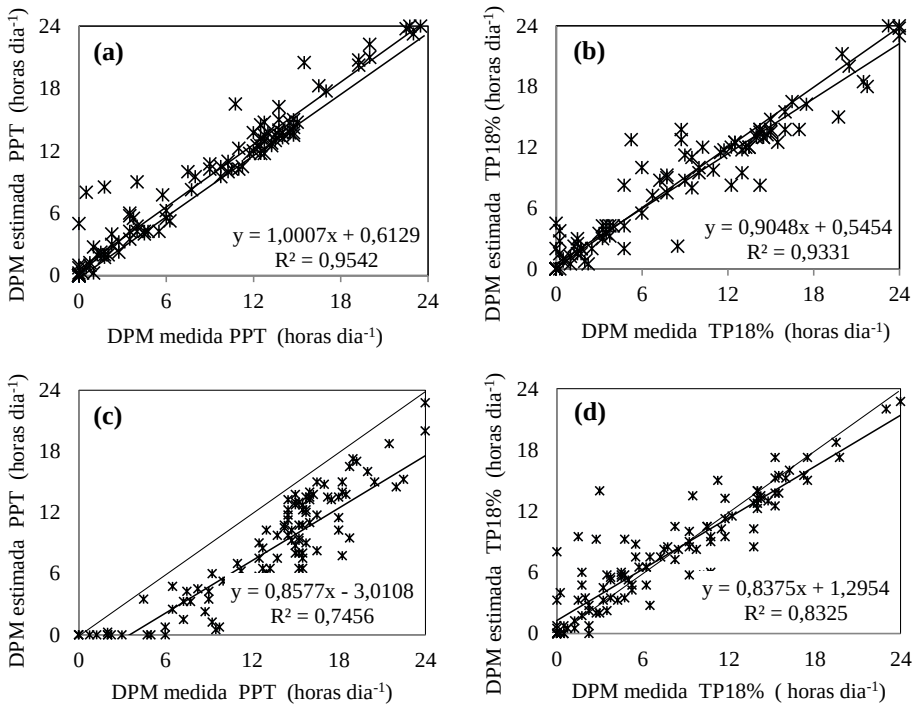

Figura 3.35 – Relações entre os valores de DPM medidos e estimados (horas dia^{-1}) nos ambientes PPT e TP18% ao longo das safras de 2012 (a, b) e de 2013 (c, d). PPT = plástico de polipropileno trançado e TP18% = tela preta com 18% de sombreamento

3.4 Conclusões

A partir dos resultados apresentado conclui-se que:

a) A cobertura plástica de polipropileno trançado promoveu a maior atenuação da radiação solar global e da radiação fotossinteticamente ativa sobre o dossel da videira em comparação ao ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento e a céu aberto;

b) O envelhecimento do plástico de polipropileno trançado, ao longo das safras, alterou as características da cobertura plástica, reduzindo a sua capacidade de transmissividade da radiação solar em 18,3%;

c) O ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento apresentou saldo de radiação médio e diurno superiores e saldo de radiação noturno inferior do que sob a cobertura plástica de polipropileno trançado;

d) A temperatura do ar média, máxima e mínima nos dois ambientes protegidos não diferiram entre si e em relação à condição externa;

e) A cobertura plástica funcionou como uma barreira física, impedindo parcialmente a saída do vapor d'água para o ambiente externo, resultando, dessa forma, em umidade relativa média e máxima do ar superiores às observadas sob a tela preta e a céu aberto;

f) A cobertura plástica de polipropileno trançado promoveu maior redução da velocidade média do vento;

g) Na safra de 2012, os valores de duração do período de molhamento nos ambientes protegidos foram semelhantes entre si. No entanto, na safra de 2013, a duração do período de molhamento sob a cobertura plástica de polipropileno foi maior do que a observada sob a tela preta, apesar de impedir a entrada da água das chuvas.

Referências

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; DAMASCENO, L.M.O.; DIAS, N.S.; GHEY, H.R.; GUISELINI, C. Climate variations in greenhouse cultivated with gerbera and relationship with external conditions. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 5, p. 857-867, 2011.

ANTONACCI, D. Comportamento produttivo di nove cultivar di uve da tavola coltivata in ambiente protetto. **Vignevini**, Roma, v. 20, n. 1/2, p. 53-62, 1993.

ANTONACCI, D.; TOMASI, D. Limiti della forzatura sotto plástica delle uve da tavola in un mercato globalizzato. **Frutticoltura**, Bologna, v. 12, p. 8-12, 2001.

ASSIS, F.N. de; MENDEZ, M.E.G. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 797-800, 1989.

AZEVEDO, P.V.; TEIXEIRA, A.H.C.; SILVA, B.B.; SOARES, J.M.; SARAIVA, F.A.M. Avaliação da reflectância e do saldo de radiação sobre um cultivo de videira européia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 1-7, 1997.

BACK, A.J.; DELLA BRUNA, E.; DALBÓ, M.A. Mudanças climáticas e a produção de uva no Vale do Rio do Peixe – SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 159-169, 2013.

BERTAMINI, M.; NEDUNCHEZHIAN, N. Photosynthetic responses for *Vitis vinifera* plants grown at different photon flux densities under field conditions. **Biologia Plantarum**, Praga, v. 48, n. 1, p. 149-152, 2004.

BOUERI, M.A.; LUNARDI, D.M.C. Avaliação de elementos agrometeorólogicos no cultivo do cravo-de-defunto (Tagetes sp.) em ambiente protegido e a campo. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 45-54, 2006.

BURIOL, G.A.; RIGHI, E.Z.; SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B.; ESTEFANEL, V. Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, p. 11-18, 2000.

BURKHARDT, J.; KAISER, H.; GOLDBACH, H.; KAPPEN, L. Measurements of electrical leaf surface conductance reveal recondensation of transpired water vapour on leaf surfaces. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 22, p. 189-196, 1999.

CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; STRINGHETA, P.C.; MOREIRA, G.R.; CARDOSO, A. A. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 255-259, 2005.

CAMACHO, M.J.; ASSIS, F.N.; MARTINS, S.R.; MENDEZ, M.E.G. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 19-24, 1995.

CARDOSO, L.S.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G.A.B.; DALMAGO, G.A.; SANTOS, H.P.; MANDELLI, F. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 441-447, 2008.

_____. Padrões de interceptação de radiação solar em vinhedos com e sem cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, p. 161-171, 2010.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. Manejo de videiras sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1917-1924, 2009.

CHAVARRIA, G.; CARDOSO, L.S.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, H.P.; MANDELLI, F.; MARODIN, G.A.B. Microclimas de vinhedos sob cobertura plástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2029-2034, 2009.

CHAVARRIA, G., SANTOS, H.P.; SÔNEGO, O.R.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 477-482, 2007.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P.; ZANUS, M.C.; MARODIN, G.A.B.; CHALAÇA, M.Z.; ZORZAN, C. Maturação de uvas 'Moscato Giallo' sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 151-160, 2010.

COLOMBO, L.A.; ASSIS, A.M.; SATO, A.J.; TESSMANN, D.J.; GENTA, W.; ROBERTO, S.R. Produção fora de época da videira 'BRS Clara' sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 212-218, 2011.

COMIRAN, F.; BERGAMASCHI, H.; HECKLER, B.M.M.; SANTOS, H.P.dos; ALBA, D.; SARETTA, E. Microclima e produção de videiras 'Niágara rosada' em cultivo orgânico sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 152-159, 2012.

_____. **Microclima em vinhedo coberto com tela plástica.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. 6 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 98).

_____. **Balanço hídrico em fruteiras.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 12 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 102).

_____. **Irrivitis:** planilha para manejo da irrigação em videiras. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. 9 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 119).

CONCEIÇÃO, M.A.F.; MARIN, F.R. Condições microclimáticas em um parreiral irrigado coberto com tela plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 423-431, 2009.

CONCEIÇÃO, M.A.F.; MAIA, J.D.G.; MANDARINI NETO, J. **Informações para a irrigação da videira na região de Jales, SP.** Bento Gonçalves: Embrapa, CNPUV, 1998. 8 p. (Embrapa. CNPUV. Comunicado Técnico, 30).

CUNHA, A.R.; ESCOBEDO, J.F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, p. 15-27, 2003.

CUNHA, G.R.; PAULA, J.R.F.; BERGAMASCHI, H.; SAIBRO, J.C.; BERLATO, M.A. Balanço de radiação em alfafa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, p. 1-10, 1993.

DETONI, A.M.; CLEMENTE, E.; FORNARI, C. Produtividade e qualidade da uva 'Cabernet sauvignon' produzida sob cobertura de plástico em cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 530-534, 2007.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Consulta na base de dados meteorológicos de Jales, SP:** Estação Experimental de Viticultura Tropical. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/prodserv/meteorologia/jales-climaticos.html> Acesso em: 21 nov. 2013

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R.; BERLATO, M.A.; OLIVEIRA, A.C.B. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 51-62, 1992.

_____ Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, p. 51-62. 1993.

FERREIRA, M.A. **Influência da modificação parcial do ambiente por cobertura plástica, no microclima e em parâmetros fitotécnicos de vinhedo de 'Cabernet Sauvignon'.** 2003. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2003.

FERREIRA, M.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; SANTOS, A.O.; HERNANDES, J.L. Modificação parcial do ambiente de cultivo da videira 'Cabernet Sauvignon' sobre diferentes porta-enxertos: efeito sobre a produção e o teor de sólidos solúveis. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 439-445, 2004.

FOLEGATTI, M.V.; SCATOLINI, M.E.; PAZ, V.P.S.; PEREIRA, A.R; FRIZZONE, J.A. Efeitos da cobertura plástica sobre os elementos meteorológicos e evapotranspiração da cultura do crisântemo em estufa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 155-163, 1997.

FRISINA, V.A. **Modelagem das radiações global, difusa e fotossinteticamente ativa em ambientes protegidos e suas relações com o crescimento e produtividade da cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 2002. 177 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômica, Universidade Estadual de Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2002.

GENTA, W.; TESSMANN, D.J.; ROBERTO, S.R.; VIDA, J.B.; COLOMBO, L.A.; SCAPIN, C.R.; RICCE, W.S.; CLOVIS, L.R. Manejo de míldio no cultivo protegido de videira de mesa 'BRS Clara'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1388-1395, 2010.

GONÇALVES, A.L. **Efeito do sombreamento artificial contínuo no microclima, crescimento e produção da videira 'Niagara Rosada'**. 2007. 62 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2007.

GUISELINI, C. **Microclima e produção de gérbera em ambientes protegidos com diferentes tipos de cobertura.** 2002. 53 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

GUISELINI, C.; SENTELHAS, P.C.; OLIVEIRA, R.C. de. Uso de malhas de sombreamento em ambiente protegido II: Efeito na radiação solar global e fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 19-26, 2004.

GUISELINI, C.; SENTELHAS, P.C.; PANDORFI, H.; HOLCMAN, E. Manejo da cobertura de ambientes protegidos: radiação solar e seus efeitos na produção da gérbera. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 6, p. 645-652, 2010.

HOLCMAN, E.; SENTELHAS, P.C. Microclimate under different shading screens in greenhouses cultivated with bromeliads. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 858-863, 2012.

JONES, G.V.; GOODRICH, G.B. Influence of climate variability on wine regions in the western USA and on wine quality in the Napa Valley. **Climate Research**, Elmendorf, v. 35, n. 3, p. 241-254, 2008.

KITTAS, C.; BAILLE, A.; GIAGLARAS, P. Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouse. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 73, p .341-351, 1999.

KUHN, G.B. **Uva para processamento:** produção, aspectos técnicos. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 134 p.

LAMAS JUNIOR, G. L. C. **Ecofisiologia e fitotecnia do cultivo protegido de videira cv. Moscatto Giallo (*Vitis vinifera* L.).** 2008. 136 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LEÃO, P.C.S.; MAIA, J.D.G. Aspectos culturais em viticultura tropical uvas de mesa. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 34-39, 1998.

LEITE, G.B.; PETRI, J. L.; MONDARDO, M. Efeito da tela antigranizo em algumas características dos frutos de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v. 24, p. 714-716, 2002.

LIMA FILHO, J.M.P.; SOARES, J.M.; NASCIMENTO, T.; MOURA, M.S.B. Comportamento ecofisiológico da videira *Superior Seedless* em cultivo protegido, sob condições semi-áridas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLOGIA VEGETAL, 10.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE FISIOLOGIA VEGETAL, 12., 2005, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2005. 1 CD-ROM.

LOPES JUNIOR, A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ROLIM, G.S.; BARDIN, L. Microclima do dossel do vinhedo em comparação à região do cacho para uva "Niagara Rosada". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008. Vitória. **Anais…** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. p. 72-77.

LULU, J.; PEDRO JÚNIOR, M.J. Microclima de vinhedos cultivados sob cobertura plástica e a céu aberto. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 14, p. 106-115, 2006.

LULU, J.; CASTRO, J.V.; PEDRO JÚNIOR, M.J. Efeito do microclima na qualidade da uva de mesa 'Romana' (A1105) cultivada sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 422-425, 2005.

LULU, J.; SENTELHAS, P.C.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; PEZZOPANE, J.R.M.; BLAIN, G.C. Spatial variability of leaf wetness duration in a 'Niagara Rosada' vineyard. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 104-114, 2008.

MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S.; ASSIS, F.N.; MENDEZ, M.E.G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 15-23, 1999.

MELO, A.M.T. **Análise genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão.** 1997. 112 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

MÖLLER, M.; ASSOULINE, S. Effects of a shading screen on microclimate and crop water requirements. **Irrigation Science**, New York, v. 25, p. 171-181, 2007.

MOTA, C.S.; AMARANTE, C.V.T.; SANTOS, H.P.; ZANARDI, O.Z. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras 'Cabernet Sauvignon' cultivadas sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 148-153, 2008.

MOTA, C.S. **Ecofisiologia de videiras 'Cabernet Sauvignon' em sistema de cultivo protegido.** 2007. 45 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2007.

NOVELLO, V.; PALMA, L. Growing grapes under cover. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 785, n. 1, p. 353-362, 2008.

PANDORFI, C.G. **Manejo de cobertura de ambientes protegidos: alterações micrometeorológicas e efeitos na produção e na qualidade de gérbera**. 2006. 95 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; HERNANDES, J.L.; ROLIM, G.S. Sistema de condução em Y com e sem cobertura plástica: efeitos no microclima, produção, qualidade do cacho e ocorrência de doenças fúngicas na videira 'Niagara Rosada'. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 228-233, 2011.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; HERNANDES, J.L.; BLAIN, G.C.; ROLIM, G.S. Microclima em vinhedos de 'Niagara Rosada' em diferentes sistemas de condução durante safras de inverno e de verão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 151-158, 2013.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.
PEZZOPANE, J.R.M.; PEDRO JUNIOR, M.J. Balanço de energia em vinhedo de "Niagara Rosada". **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 01, p. 155-161, 2003.

PEZZOPANE, J.E.M.; OLIVEIRA, P.C.; REIS, E.F.; LIMA, J.S.S. Alterações microclimáticas causadas pelo uso de tela plástica, **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 9-15, 2004.

PIRES, E.J.P.; MARTINS, F.P. Técnicas de cultivo. In: POMMER, C.V.P. (Ed.). **Uva:** tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 351-403.

RANA, G.; KATERJI, N.; INTRONA, M.; HAMMAMI, A. Microclimate and plant water relationship of the "overhead" table grape vineyard managed with three different covering techniques. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 102, p. 105-120, 2004.

RADIN, B. **Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pelo tomateiro cultivado em diferentes ambientes.** 2002. 140 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

REIS, N.V.B.; CARRIJO, O.A. Estufa, material de cobertura e cortinamento - durabilidade e transparência à radiação solar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis, SC. **Anais**... Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. CD-ROM.

REISSER JÚNIOR, C. **Alterações físicas em ambientes de estufa plástica e seus efeitos sobre as condições hídricas e o crescimento do tomateiro**. 2002. 160 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

ROBLEDO, F.P.; MARTIN, L.V. **Applicación de los plásticos en la agricultura.** Madrid: Mundi-Prensa, 1981. 552 p.

SANTOS, A.O.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; FERREIRA, M.A.; HERNANDEZ, J.L. Ecophysiology and yield performance of grape *Cabernet sauvignon* cultivated under different exposures. **Acta Scientiarum. Agronomy,** Maringá, v. 26, n. 3, p. 263-271, 2004.

SANTOS, E.A.; SENTELHAS, P.C.; GILLESPIE, T.J.; LULU, J. Performance of cylindrical leaf wetness duration sensors in a tropical climate condition. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, p. 1-9, 2008.

SCHIEDECK, G. **Ecofisiologia da videira e qualidade da uva Niágara Rosada conduzida sob estufa plástica.** 1996. 111 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

SCHIEDECK, G.; MIELE, A.; BARRADAS, C.I.N.; MANDELLI, F. Fenologia da videira Niágara Rosada cultivada em estufa e a céu aberto. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 199-206, 1997.

SCHUCK, E. Efeitos da plasticultura na melhoria da qualidade de frutas de clima temperado. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5., 2002, Friburgo. **Anais...** Friburgo: EPAGRI, 2002, p. 203-213.

SEEMAN, J. Greenhouses climate. In: SEEMAN, J.; CHIRKORV, Y.I.; LOMAS, J.; PRIMAULT, B. **Agrometerology.** New York: Springer-Verlag, 1979. p. 167-178.

SENTELHAS, P.C.; ANGELOCCI, L.R.; VILLA NOVA, N.A. Efeitos de diferentes tipos de cobertura, mini estufas na atenuação da radiação solar e da luminosidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p. 480-484.

SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R. **Meteorologia agrícola.** Piracicaba: ESALQ, Departamento de Física e Meteorologia, 1998. 131 p.

SENTELHAS, P.C.; GILLESPIE, T.J.; BATZER, J.C.; GLEASON, M.L.; MONTEIRO, J.E.B.A.; PEZZOPANE, J.R.M.; PEDRO JÚNIOR, M.J. Spatial variability of leaf wetness duration in different crop canopies. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 49, p. 363-370, 2005.

SLATER, L.E. Conocimiento del clima y el problema alimentário mundial. In: SIMPOSIO INTERAMERICANO SOBRE MODELOS Y SISTEMAS DE INFORMACIONS AGROCLIMÁTICA, 1., 1983, Caracas. **Anais...** Caracas: IAP; BID, 1983. p. 59-86.

STEIDLE NETO, A.J.; ZOLNIER, S.; MAROUELLI, W.A.; CARRIJO, O.A. Razão entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global no cultivo do tomateiro em casa-de-vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 626–631, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TANAKA, M.; GENTA, H. **Control del médio ambiente bajo invernadero y túnel plástico.** Salto: Estación Experimental de Citricultura, 1982. 61 p.

TEIXEIRA, A.H.C.; LIMA FILHO, J.M.P. Relações entre o índice de área foliar e a radiação solar na cultura da videira. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 143-146, 1997.

TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P. e NOGUEIRA, N.A.M. **Tecnologia para produção de uva Itália na região noroeste do Estado de São Paulo.** Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1993. 51 p. (CATI. Documento técnico, 97).

UNEMOTO, L.K.; FARIA, R.T.; ASSIS, A.M.; DESTRO, D. The vegetative development of *Sinningia leucotricha* Hoehne (Moore) under different levels of shading. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 53, n. 1, p. 47-53, 2010.

VENTURIN, M.; SANTOS, H.P. Caracterização microclimática e respostas fisiológicas de uvas de mesa (*Vitis labrusca* e *Vitis vinifera*) cultivadas em ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. 1 CD-ROM.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações.** Viçosa: UFV, 2004. 449 p.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. Englewood Clifss: Ed. Prentice Hall. 2009. 960 p.

4 SISTEMAS DE ALERTA FITOSSANITÁRIO PARA O CONTROLE DO MÍLDIO EM VINHEDOS DE 'BRS MORENA' CONDUZIDOS SOB COBERTURAS PLÁSTICAS NO NOROESTE PAULISTA

Resumo

Devido ao intenso controle químico realizado na viticultura do Noroeste Paulista, pesquisas para o aperfeiçoamento de estratégias de manejo das doenças da videira, como o míldio (*Plasmopara viticola*), são de extrema importância para tornar tal cultivo mais sustentável na região. Deste modo, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de sistemas de alerta fitossanitário no controle do míldio em videiras cultivadas sob cobertura plástica de polipropileno trançado, com espessura de 260 µm, de tela preta, com 18% de sombreamento, na região noroeste do estado de São Paulo. O experimento foi realizado na Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT) da Embrapa Uva e Vinho, localizada no município de Jales, SP, durante os anos de 2012 e 2013. Foram conduzidas três ruas de 120 m de videiras, cultivar apirênica 'BRS Morena', em espaçamento de 3,0 m entre plantas. Metade do vinhedo foi coberto com filme plástico de polipropileno trançado sobre estrutura metálica em forma de arco (PPT) e a outra metade com tela preta, com 18% de sombreamento (TP18%). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados compostos por cinco tratamentos, com seis repetições por ambiente coberto. Os tratamentos foram determinados a partir de diferentes manejos de controle do míldio da videira: *TE* - Testemunha (sem controle fitossanitário para o míldio); *CA* - Controle convencional (calendário); *BA* - Alerta fitossanitário denominado 'Regra 3-10' (BALDACCI et al., 1947); *MA25* - Alerta fitossanitário com eficiência de infecção baixa - $i_0 > 25\%$ (MADDEN et al., 2000); e *MA75* - Alerta fitossanitário com eficiência de infecção alta – $i_0 > 75\%$ (MADDEN et al., 2000). Os resultados relativos à safra de 2012 mostraram que sob o PPT, os tratamentos baseados nos alertas fitossanitários (*BA*, *MA25* e *MA75*) revelaram níveis baixos de severidade do míldio da videira, semelhantes aos verificados no tratamento com base no calendário (*CA*). Sob a TP18%, os tratamentos baseados nos alertas fitossanitários indicaram um número de pulverizações similar aos realizados sob o PPT, porém foram menos eficientes em relação ao tratamento calendário. Em 2013 não foram observados sintomas da doença no campo, provavelmente em função da não ocorrência de chuvas nos períodos em que a videira se encontrava em fases fenológicas mais susceptíveis ao míldio. Houve uma significativa redução no número de pulverizações entre o tratamento *CA* e os tratamentos *BA*, *MA25* e *MA75*, sendo da ordem de 60 a 75% na safra de 2012 e de 65 a 83% na safra de 2013. Nas duas safras avaliadas, os sistemas de alerta fitossanitário *MA25* e *MA75* indicaram uma frequência de pulverizações muito semelhante entre si. Conclui-se que o cultivo sob cobertura plástica, aliado à adoção de sistemas de alertas fitossanitários, resultou em excelentes níveis de controle do míldio da videira, com redução considerável na frequência de aplicações de fungicida. No entanto, mais pesquisas devem ser realizadas a respeito da ação, persistência, dosagens e frequência de aplicação dos fungicidas sob coberturas plásticas.

Palavras-chave: Cultivo protegido; Viticultura; Microclima; Míldio da videira; Sistemas de tomada de decisão

Abstract

Due to intense chemical control used in the viticulture in Northwestern São Paulo, studies for developing vine diseases management strategies, such as downy mildew

(*Plasmopara viticola*), are of high priority in order to make the production of this crop more sustainable in this region. Thus, the objective of this study was to evaluate the efficacy of warning systems for managing downy mildew in vineyards cultivated under polypropylene braid plastic covering, with 260 µm thickness, and under black screen, with 18% of shading, in the northwest region of São Paulo State, Brazil. The experiment was carried out at the EMBRAPA - Tropical Viticulture Experimental Station of (EVT/Embrapa Uva e Vinho), located in Jales, SP, Brazil. Three rows of 120 m of the seedless grape cultivar 'BRS Morena', spaced with 3.0 m between plants were conducted during 2012 and 2013 growing seasons. Half of the vineyard was covered with braided polypropylene plastic film installed over a metallic arc-shaped structure (PPT) and the other half with black screen, with 18% of shading (TP18%). The experimental design was randomized blocks composed of five treatments, with six repetitions per covered environment. The treatments were defined by the different grapevine downy mildew management : (*TE*) Control (no sprays against downy mildew); (*CA*) Conventional control (calendar); (*BA*) Warning system 'Rule 3-10' (BALDACCI et al., 1947); (*MA25*) Warning system with low-infection efficiency - $i_0 > 25\%$ (MADDEN et al., 2000); and (*MA75*) Warning system with high infection efficiency – $i_0 > 75\%$ (MADDEN et al., 2000). According to the results, regarding 2012 growing season, treatments based on warning systems (*BA*, *MA25* and *MA75*) revealed low levels of severity of grapevine downy mildew symptoms under PPT, similar to those observed in the treatment based on a spray calendar (*CA*). Under TP18%, the number of sprays in the treatments based on warning systems was similar to those obtained under the PPT, but less efficient in relation to the calendar treatment. In 2013 growing season, the disease was not observed, probably due to non-occurrence of rainfall events during the vine phenological stages more susceptible to mildew. There was a significant reduction in the number of sprays between the *CA* and *BA*, *MA25* and *MA75* treatments, being such reduction of about 60 to 75% in 2012 and between 65 and 83% in 2013. In the two growing seasons evaluated, the warning systems *MA25* and *MA75* indicated a fungicide application frequency very similar among them. The association of cultivation under plastic cover and the use of disease warning systems resulted in excellent levels of *Plasmopara viticola* control in vineyards in the Northwest region of São Paulo state, with considerable reduction in the number of sprays. However, more researches should be conducted to evaluate the action, persistence, dosages and frequency of fungicides application under plastic covers.

Keywords: Plastic covering; Viticulture; Microclimate; Downy mildew; Warning system

4.1 Introdução

Assim como nas demais regiões produtoras de uva do estado de São Paulo, o Noroeste Paulista possui condições ambientais bem propícias à ocorrência frequente de doenças durante todo o ciclo da cultura, de modo que a viticultura nessa região costuma exigir um intensivo programa de aplicações preventivas de defensivos para a garantia de alta produtividade e qualidade visual dos frutos (COSTA et al., 2008), principalmente quando se trata de uvas finas (*Vitis vinifera*). Além disso, de acordo com Costa et al. (2010), 79% dos viticultores entrevistados no município de Jales não realizam monitoramento de doenças, e consideram

que o tratamento tem que ser preventivo para evitar a perda de produção ou a obtenção de frutos de baixa qualidade. Para Chavarria et al. (2009a), é muito frequente que os viticultores realizem um número excessivo de pulverizações, sem a real necessidade destas. Estudando o perfil dos viticultores de Jales, Costa et al. (2010) afirmaram que neste município chegam a ser realizadas de 101 a 150 pulverizações por ciclo de produção, que se trata de um número alarmante. Para Batista et al. (2008), a intensa frequência do controle químico no cultivo da uva se dá em grande parte por causa do míldio da videira (*Plasmopara viticola*) devido à sua natureza destrutiva, onerando os custos de produção e aumentando os riscos de contaminação humana e ambiental. Portanto, a realização de pesquisas para o aperfeiçoamento de estratégias de combate dessa doença é de extrema necessidade.

Para Agrios (2005), as estratégias de manejo que tem como princípio a regulação do ambiente podem reduzir a ocorrência de doenças, por impedir a formação de microclima favorável. Para tanto, o cultivo protegido tem se mostrado uma alternativa viável, reduzindo a ocorrência e severidade do míldio da videira e, consequentemente, reduzindo o número de aplicações de fungicidas, principalmente em regiões ou períodos de elevado índice pluviométrico. De acordo com Grigoletti Júnior e Sônego (1993), nessas condições destaca-se a possibilidade de restrição da água livre sobre as folhas e frutos, que é o principal fator primário para desencadear o início das infecções fúngicas na videira. Para Pires e Martins (2003), o cultivo protegido em viticultura tem como objetivo, além de restringir o contato da videira com a água da chuva, evitar os efeitos danosos de granizo, ventos e ataque de pássaros. No Brasil, diversos trabalhos têm revelado o efeito benéfico da cobertura plástica na diminuição da ocorrência de doenças fúngicas na videira (PEDRO JÚNIOR et al., 2011; GENTA et al., 2010; BATISTA et al., 2008; DETONI et al., 2007; CHAVARRIA et al., 2007; SANTOS, 2005; SCHUCK, 2002; PEDRO JÚNIOR et al., 1998) e na redução da frequência de aplicação de fungicidas (PEDRO JÚNIOR et al., 2011; CHAVARRIA et al., 2007; SANTOS, 2005; SCHUCK, 2002; GRIGOLETTI JÚNIOR; SÔNEGO, 1993).

Os alertas fitossanitários também têm contribuído para a redução da frequência de pulverizações com fungicidas na viticultura visando racionalizar o uso de fungicidas (CZERMAINSKI; SÔNEGO, 2004; BARDIN et al., 2010). Por se tratarem de ferramentas de suporte à decisão para auxiliar os agricultores a determinar o melhor momento da aplicação das medidas de controle às doenças de plantas (GLEASON et al., 2008), através do monitoramento do risco de epidemias no campo baseados em algoritmos matemáticos (MADDEN et al., 2000; LLORENTE et al., 2000; GLEASON, 2001), é possível limitar as chances do desenvolvimento de resistência aos produtos químicos pelos patógenos (GOZZINI

et al., 1995), reduzindo os custos de produção e o tempo gasto com as pulverizações não realizadas (BARDIN et al., 2010; GILLESPIE; SENTELHAS, 2008).

São muitos os sistemas de alerta elaborados para o míldio da videira, dentre eles: na França, os modelos 'EPI' (Ètat Potentiel d'Infection) (STRIZYK, 1983) e 'MILVIT' (MUCKENSTURM, 1995); na Itália os modelos 'PLASMO' (Plasmopara Risk Oppenheim) (ROSA et al., 1993; ORLANDINI et al., 1993), Gozzini et al. (1995), e o modelo mecanístico 'UCSC' (Università Cattolica del Sacro Cuore) (ROSSI et al., 2005); na Alemanha o modelo 'SIMPO' (HILL, 1990; 2000); na Suíça (BLAISE; GESSLER, 1990; SIEGFRIED et al., 1992); nos Estados Unidos o modelo DMCast (Downy Mildew foreCast) (PARK et al., 1997; SEEM et al., 1992; KENNELLY et al., 2002), o modelo CIMIS (SNYDER et al., 1983) e Lalancette *et al*. (1988a; 1998b); na Austrália (MAGAREY et al., 1991; WACHTEL; MAGAREY, 1997); e no Brasil, o modelo de Pedro Júnior et al. (1999) baseado nos totais pluviométricos para previsão de épocas de aplicação de fungicida visando ao controle do míldio, além de antracnose e mancha-das-folhas.

Com o intuito de se determinar os períodos de risco nos quais a epidemia tem a possibilidade de se instalar e o melhor momento para as aplicações de fungicidas, todos esses modelos foram elaborados com base nas condições climáticas específicas de cada local. Os sistemas de alerta fitossanitário se baseiam em variáveis meteorológicas como dados de entrada (GLEASON et al., 2008; CZERMAINSKI; SÔNEGO, 2004). A maioria dos sistemas de alerta fitossanitário indica a necessidade de pulverizações em função da favorabilidade das condições meteorológicas para ocorrência e proliferação das doenças fúngicas (BARDIN et al., 2010). A temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a precipitação pluvial e a duração do molhamento foliar são as variáveis mais utilizadas nos sistemas de alerta fitossanitário (GISI, 2002; GLEASON et al., 2008) Portanto, os alertas fitossanitários representam umas das alternativas mais recomendadas atualmente para se alcançar uma produção mais sustentável e eficiente, trazendo benefícios econômicos, ambientais e sociais. A grande maioria dos alertas se baseia em dados pluviométricos (BARDIN et al., 2010), devido à simplicidade e facilidade de medição e importância no desenvolvimento de doenças fúngicas da parte aérea (PEDRO JÚNIOR et al., 1999).

O modelo de Baldacci (1947), denominado 'Regra 3-10', é um exemplo de alerta fitossanitário que utiliza como entrada dados pluviométricos. Muito utilizado na Europa por ter sido elaborado no norte da Itália, representa um método de estimativa de risco do início das infecções, ou seja, infecções primárias de *P. viticola*, permitindo que se determine quando os oósporos estão maduros (AGUIAR et al., 2001). Essa regra baseia-se na ocorrência

simultânea das seguintes condições: (i) temperatura igual ou superior a 10 °C; (ii) brotos da videira de pelo menos 10 cm de comprimento; (iii) um mínimo de 10 mm de chuva em 24 - 48 h (BALDACCI, 1947). As pesquisas sugerem que as videiras não são suscetíveis ao *P. viticola* antes que atinjam o estágio de 5-6 folhas expandidas (cerca de 10 cm de comprimento do broto) (BALDACCI, 1947; PARK et al., 1997). Este método continua a ser utilizado em toda a Itália por ser simples e amplamente difundido no país, embora muitas vezes este modelo tenha indicado riscos de infecções que efetivamente não ocorreram (VERCESI, 1995; SERRA; BORGO, 1995; VERCESI et al., 1999).

Além da chuva, outra variável muito utilizada como dado de entrada de vários sistemas de alerta fitossanitário é a duração do período de molhamento foliar (DPM) (HUBER; GILLESPIE, 1992; KIM et al., 2002, 2004), pois a presença de um filme de água nas folhas, originada a partir do orvalho, da chuva, umidade relativa do ar ou irrigação, unido às condições meteorológicas apropriadas, favorecem o desenvolvimento dos patógenos e o surgimento de epidemias (HAAS; ROTEM, 1976; SCHUH, 1993; CICOGNA et al., 2005). DPM elevada associada à alta concentração de inóculo do patógeno são de grande importância para a esporulação fúngica e para os danos subsequentes (GUYOT et al., 2005). Muitos sistemas de alerta fitossanitários se baseiam em dados de DPM aliados a informações referentes à temperatura do ar durante o período de molhamento para avaliar o risco de infecção da videira (HUBER; GILLESPIE, 1992), por ser a interação entre essas duas variáveis considerada fator fundamental para o processo de infecção por doenças fúngicas (LALANCETTE et al., 1987). Lalancette et al. (1988a) elaboraram modelos que permitem descrever quantitativamente a eficiência de infecção (número de lesões/zoósporo) como função da temperatura do ar e da DPM, em uvas americanas no estado de Ohio (EUA). Em um outro trabalho, os mesmos autores criaram um modelo similar, porém para a descrição da influência dessas mesmas variáveis no processo de esporulação (LALANCETTE et al., 1988b). Alguns anos depois, Madden et al. (2000) propôs um sistema de alerta fitossanitário baseado no modelo de ‘Eficiência de Infecção’ (*i*) elaborado por Lalancette (1998a, 1998b), porém a relação precisa entre fatores ambientais e o ciclo epidemiológico depende da espécie de videira estudada (MADDEN et al., 2000).

Apesar dos benefícios descritos a respeito do uso de alertas fitossanitários, muitas pesquisas devem ser realizadas ainda, principalmente a respeito da influência dos variáveis microclimáticas nos processos vitais do patógeno, em condições de campo. Para Magarey et al. (2002), a maioria dos sistemas de alerta elaborados não passaram pela fase de validação dos modelos em condições reais de cultivo. De acordo com Caffi et al. (2007), as variações

anuais das condições climáticas que influenciam o desenvolvimento da doença, muitas vezes resultam em surtos de doenças inesperadas ou em epidemias esperadas que na verdade não ocorrem, de forma que a programação de aplicação de fungicidas necessita de aprimoramentos. Além disso, pouco se sabe a respeito da eficiência desses sistemas de alerta no controle do míldio da videira sob coberturas plásticas. Desse modo, o presente estudo teve por objetivo avaliar a eficiência da utilização das técnicas de cultivo protegido e do sistema de alerta fitossanitário escolhido, para o controle do míldio da videira 'BRS Morena' cultivada a céu aberto em dois tipos de ambiente protegido, sendo um deles com filme plástico de polipropileno trançado e outro com tela preta com 18% de sombreamento, na região de Jales, SP, assim como avaliar seus efeitos na produtividade e na qualidade das uvas.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Descrição do local do experimento

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT) da Embrapa Uva e Vinho, em Jales, SP (Figura 4.1). O município de Jales localiza-se no noroeste do estado de São Paulo, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude de 20°16'08" S; longitude de 50°32'45" O; e a uma altitude de 478 m. O clima da região é tropical úmido, com verão chuvoso e seca moderada a intensa no inverno. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, denominado de clima de savanas. O solo predominante na área experimental é o Argissolo Vermelho-Amarelo (textura médio-arenosa).

Figura 4.1 – Foto aérea da Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT) da Embrapa Uva e Vinho, em Jales, SP

A Tabela 4.1 apresenta os dados climáticos médios da região de Jales, obtidos a partir do banco de dados da EVT/EMBRAPA (EMBRAPA UVA E VINHO, 2013). As

temperaturas médias anuais são sempre maiores do que 20ºC, enquanto que as máximas médias mensais oscilam entre 28 e 33ºC e as mínimas entre 14 e 21ºC. A umidade relativa média oscila entre 83% no verão e 63% no inverno. As chuvas médias mensais são bastante variáveis, chegando a quase 290 mm em janeiro e não passando dos 12 mm em julho.

Tabela 4.1 – Médias mensais de temperatura máxima, média e mínima do ar (T), de umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluviométrica (P), para o período de 1995 a 2013, na estação meteorológica da Estação de Viticultura Tropical (EVT) da EMBRAPA Uva e Vinho, em Jales, SP

Mês	Temperatura do ar (°C)			UR (%)	Precipitação pluviométrica
	Média	Máxima	Mínima		
Janeiro	25,1	31,5	20,5	83,0	289,6
Fevereiro	25,5	32,0	20,3	82,0	196,7
Março	25,3	31,7	19,7	82,0	174,1
Abril	24,5	31,3	18,2	78,0	59,3
Maio	21,4	28,4	15,3	77,0	62,5
Junho	20,7	28,1	14,4	74,0	28,6
Julho	21,0	29,0	14,5	69,0	12,0
Agosto	22,8	31,3	15,9	63,0	18,5
Setembro	24,0	32,2	17,8	65,0	61,6
Outubro	25,2	32,8	19,5	71,0	89,9
Novembro	25,1	32,0	19,7	75,0	130,6
Dezembro	25,3	32,0	20,6	79,0	196,7
Total	-	-	-	-	1319,9
Médias	23,8	31,0	18,1	75,0	-
Máxima	25,5	32,8	20,6	83,0	289,6
Mínima	20,7	28,1	14,4	63,0	12,0

A Figura 4.2 apresenta o balanço hídrico climatológico normal da região de Jales, para uma capacidade de água disponível do solo (CAD) de 100 mm m^{-1} (CONCEIÇÃO et al., 1998) O maior déficit ocorre no mês de agosto, sendo próximo de 100 mm.

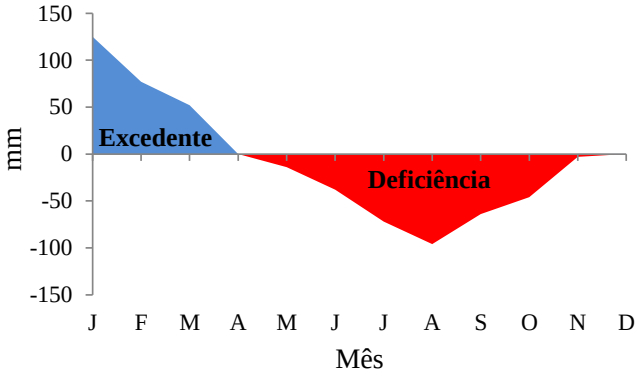

Figura 4.2 – Extrato do balanço hídrico climatológico normal de Jales, SP, para o período de 1995 a 2013, considerando-se uma CAD de 100 mm m^{-1}. Fonte: EVT - EMBRAPA Uva e Vinho

4.2.2 Instalação do experimento

Os experimentos foram realizados entre os meses de abril e agosto de 2012 e de 2013, durante o período de produção das videiras, e foram compostos por três ruas de videiras cv 'BRS Morena' sob porta-enxerto IAC 572, conduzidas em sistema de latada, amplamente empregado na região de Jales. Cada rua possuía 120 m de comprimento, com espaçamento de 3,0 m entre plantas, totalizando 40 plantas por rua. Entre ruas, o espaçamento foi de 2,5 m entre a primeira e segunda rua e de 5,0 m entre a segunda e a terceira rua. Assim, a área experimental totalizou 900 m². As ruas de plantio encontravam-se dispostas no sentido Norte-Sul, o que permitiu a exposição uniforme das videiras à radiação solar ao longo dos ciclos.

Para a cobertura das videiras em cultivo protegido escolheu-se duas coberturas distintas, sendo uma delas o filme plástico de polipropileno trançado (PPT), sobre estrutura metálica em forma de arco com altura máxima de 3,5 m (Figura 4.3), e a outra a tela preta com 18% de sombreamento (TP18%) (Figura 4.4), com altura de pé direito de 3,5 m.

Figura 4.3 – Videiras em sistema de latada cobertas com plástico de polipropileno trançado (PPT), na área experimental da EVT/EMBRAPA, em Jales, SP

Figura 4.4 – Videiras em sistema de latada cobertas com tela preta com sombreamento de 18% (TP18%), na área experimental da EVT/EMBRAPA, em Jales, SP

4.2.3 Delineamento experimental

Cada uma das três ruas que compõem a área experimental foi coberta pelo filme plástico trançado até a metade do seu comprimento (60 m por rua, totalizando 180 m no total sob a PPT). A outra metade das três ruas foi coberta pela tela preta com 18% de sombreamento (TP18%). Portanto, sob cada uma das coberturas estudadas haviam 60 plantas distribuídas em três ruas de plantio. Em cada ambiente protegido (PPT e TP18%), havia seis repetições de cada um dos cinco tratamentos, relativos aos diferentes manejos para o controle do míldio, conforme ilustrado na Figura 4.5 e descrito no item 4.2.4. Sendo assim, o delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com seis repetições por ambiente protegido. As plantas vizinhas às plantas úteis foram tratadas como bordaduras, isolando um tratamento do outro.

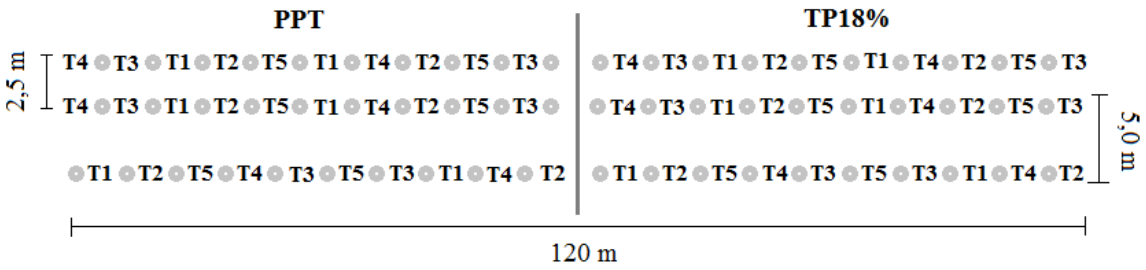

Figura 4.5 – Representação do delineamento experimental e da distribuição dos cinco tratamentos adotados

4.2.4 Descrição dos tratamentos utilizados

Os tratamentos foram determinados a partir de diferentes manejos para o controle do míldio da videira, com a aplicação do fungicida específico para a doença:

- (T1) *Testemunha - TE (sem controle fitossanitário)* - não houve aplicação de fungicidas ao longo do ciclo da videira, com o intuito de verificar o real potencial de doença na área.

- (T2) *Controle convencional - CA (calendário)* - foi aplicado o fungicida conforme calendário de aplicações de fungicidas convencional, que consiste normalmente em três aplicações semanais.

- (T3) *Controle com base no sistema denominado 'Regra 3-10' – BA (BALDACCI, 1947)* - apesar de haver ausência de precipitação sob os plásticos, durante o período chuvoso ocorrem

alterações significativas das condições microclimáticas, principalmente no que se refere ao aumento da umidade do ar. Essas alterações geram condições para que o orvalho ocorra com mais facilidade, favorecendo, assim, a ocorrência e dispersão do patógeno estudado. Por este motivo, este tratamento foi utilizado tanto no ambiente coberto com tela preta quanto no ambiente sob cobertura plástica, já que a superfície úmida do solo também aumenta a pressão de vapor d'água do ar sob a cobertura plástica. Esse sistema foi o primeiro modelo elaborado no Norte da Itália para estimar infecções primárias de *Plasmopara viticola* em uvas finas. É um modelo empírico e bastante simples, baseado na ocorrência simultânea de 3 condições que favorecem a ocorrência da doença: temperatura do ar superior ou igual a 10 °C; ramos com no mínimo 10 cm de comprimento; no mínimo 10 mm de chuva em até 48h. Após cada aplicação de fungicida, respeitou-se o período de ação do produto, para que se prosseguisse com o monitoramento.

- (T4) *Controle com base no sistema de alerta com eficiência de infecção moderado – MA25* - este sistema, proposto por Madden et al. (2000), se baseia no modelo de 'Eficiência de Infecção' (*i*), o qual foi originalmente elaborado para a ocorrência de míldio em uvas americanas na região de Ohio, nos Estados Unidos (LALANCETTE et al., 1988a, 1988b). O modelo estima a *i* com base em dados de temperatura (*T*) e duração do período de molhamento (DPM), pela equação:

$$i = k * (1+ e^{-\rho})^{1/(1-m)}$$

em que:

$k = -0{,}071 + 0{,}018*T - 0{,}0005*T^2$;

$\rho = -0{,}24*\text{DPM} + 0{,}070*\text{DPM}*T - 0{,}0021*\text{DPM}*T^2$; e

m = parâmetro de forma associado à curva de variância = 1,2.

De acordo com o modelo, para qualquer período de tempo determinado, *i* pode ser previsto, bem como as porcentagens de *i* relativas ao seu valor máximo, sob condições ambientais favoráveis (i_0). O valor de eficiência máxima de infecção (i_{max}) foi obtido a partir de uma representação tridimensional da eficiência de infecção, em função da temperatura do ar e da duração do período de molhamento, apresentada em Lalancette et al. (1988a).

O valor de i_0 é dado pela relação entre a eficiência de infecção (*i*) e a eficiência máxima de infecção (i_{max}), como segue:

$$i_0\ (\%) = (i / i_{max})*100$$

Períodos de infecção podem ocorrer durante o dia ou à noite. Se a DPM for interrompida por um ou mais períodos secos (cada um com duração < 4h), esses períodos devem ser somados para se obter o DPM total. O valor de i_0 é considerado baixo quando $i_0 \leq$ 25%, moderado quando 25% < i_0 < 50% ou alto se i_0 > 50%.

Madden et al. (2000) consideraram que a aplicação de fungicida seria recomendada se i_0 fosse considerado moderado ou alto, pelo menos 14 dias após a última pulverização, para uvas americanas. No presente estudo, para este tratamento, a aplicação de fungicidas ocorreu no momento em que foi constatado o limiar inferior do nível moderado de infecção, ou seja, i_0 = 25%. Para tal situação, aplicou-se fungicida de contato sempre que o valor de $i_0 \geq$ 25%. Este ajuste de tolerância ao míldio comparado ao trabalho de Madden et al. (2000) torna-se necessário pois a cultivar de uva apirênica 'BRS Morena' é bem mais susceptível ao míldio do que as videiras americanas. Após a pulverização, foi respeitado o intervalo de ação do produto, para que um novo monitotamento de i_0 fosse iniciado.

- (T5) *Controle com base no sistema de alerta com eficiência de infecção alta – MA75* - mesmo sistema proposto no (T4), porém considerando-se o nível alto de infecção (i_0 > 75%) para a recomendação das pulverizações do fungicida. Após a pulverização, foi respeitado o intervalo de ação do produto, para que um novo monitoramento de i_0 fosse realizado.

No início dos experimentos, tanto em 2012 quanto em 2013, foi realizada uma única aplicação do fungicida específico para o controle do míldio em todos os tratamentos (inclusive no *TE* – Testemunha), com o intuito de uniformizar a fonte de inóculo do *P. viticola* presente nas videiras avaliadas.

4.2.5 Descrição dos fungicidas utilizados nos tratamentos

Foi decidido utilizar somente um único fungicida para o controle do *Plasmopara viticola* em todos os tratamentos, ao longo de cada safra. Nenhum dos outros produtos aplicados no experimento continha componentes que pudessem controlar o míldio da videira. Assim, anulando o efeito da eficiência de diferentes fungicidas no controle do *Plasmopara viticola*, foi possível aferir com mais exatidão a eficiência ou não dos tratamentos no controle do míldio. Para as outras doenças que surgiram durante o experimento, o manejo de aplicação dos defensivos ocorreu de forma normal. Na Tabela 4.2 são apresentadas algumas das principais características dos produtos utilizados nas duas safras.

Tabela 4.2 – Descrição das características dos fungicidas utilizados nos tratamentos, ao longo de cada uma das safras de produção de uva 'BRS Morena'

	Safra 2012	Safra 2013
Nome comercial	Ridomil Gold MZ®	Cabrio Top®
Ingrediente ativo/ Grupo químico	Mancozebe (alquilenobis(ditiocarbamato)) + Metalaxil-M (acilalaninato)	Metiram (alquilenobis(ditiocarbamato)) + Piraclostrobina (estrobirulina)
Classificação toxicológica	III - Medianamente tóxico	III - Medianamente tóxico
Modo de ação	Sistêmico e de contato	Sistêmico
Formulação	Pó molhável	Granulado dispersível
Dose do produto comercial	250 g por 100 L de água	2 kg ha^{-1}
Volume de calda aplicada	800 a 1200 L ha^{-1}	500 a 1000 L ha^{-1}

Percebe-se que para cada safra foi utilizado um fungicida diferente. O produto utilizado na safra de 2012 (Ridomil Gold MZ®), de acordo com o fabricante, age especificamente para o controle do míldio. Para tornar o manejo das aplicações mais eficiente e racional, reduzindo a aplicação de outros fungicidas para o controle ou prevenção de doenças distintas, foi escolhido para a safra de 2013 o fungicida Cabrio Top. Além de controlar o *P. viticola*, este defensivo agrícola age sobre os patógenos *Uncinula necator* e *Phakopsora euvitis*, responsáveis pelo oídio e ferrugem da videira.

As pulverizações foram realizadas a partir do momento no qual os ramos mediam de 5 a 10 cm de comprimento até o início da maturação dos cachos, com o auxílio de um pulverizador costal manual de 20 L (Figura 4.6) associado a um bico tipo cone. Esta forma de aplicação foi escolhida por ser mais localizada e assim, pôde-se reduzir ao máximo o efeito de possíveis derivas entre uma planta e outra, minimizando as interferências nos tratamentos vizinhos.

Figura 4.6 – Aplicação do fungicida nas videiras com o auxílio de um pulverizador costal de 20 L com bico acoplado tipo cone

4.2.6 Cultivar utilizada no experimento

Para a condução do experimento foi escolhida a cultivar de uva apirênica ‘BRS Morena’ (*Vitis vinifera*) (Figura 4.7), bem adaptada ao cultivo nas regiões tropicais. Lançada em 2003 pelo programa de melhoramento da Embrapa Uva e Vinho, a cv ‘BRS Morena’ possui uma produtividade média de 20 a 25 toneladas por ha, e manejo de dois cachos por ramo, normalmente. A uva tem bagas com cor preta, bom equilíbrio entre açúcar e acidez, o que lhe confere ótimo sabor, com potencial de sólidos solúveis (°Brix) chegando a mais de 20. Também é destaque em qualidade pela textura firme e crocante da polpa. Destaca-se também por apresentar baixo taxa de rachamento de bagas (CAMARGO et al., 2003).

Figura 4.7 – Detalhe da videira apirênica ‘BRS Morena’, lançada em 2003 pelo programa de melhoramento da Embrapa Uva e Vinho para as condições tropicais brasileiras

A suscetibilidade às doenças desta cultivar é semelhante à das uvas finas de mesa, como 'Itália' e suas mutações. Dessa forma, dentre as doenças que podem comprometer a produção dessas cultivares em regiões tropicais, caso medidas adequadas de controle não sejam adotadas, destacam-se o míldio, o oídio, a antracnose, as podridões dos cachos e o cancro bacteriano. Além disso, outras doenças fúngicas como a requeima das folhas, a ferrugem e a botriodiplodiose, podem eventualmente ocorrer (EMBRAPA UVA E VINHO, 2005).

4.2.7 Avaliação fenológica

As avaliações fenológicas foram feitas diariamente, ao longo de todo o experimento (desde a poda longa até a colheita dos frutos) nas videiras cultivadas nos dois ambientes

protegidos. A determinação das fases fenológicas foi efetuada por meio da escala proposta por Lorenz et al. (1995), a qual é sub-dividida conforme apresentado na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Codificação e descrição dos estádios fenológicos de desenvolvimento da videira segundo a metodologia de Lorenz et al. (1995)

Macro-estádio	Micro-estádio
0 - Brotação	00 - Dormência: germas dormentes
	01 - Início do intumescimento das gemas
	03 - Fim do intumescimento das gemas
	05 - Gema algodão
	07 - Início da abertura das gemas: pontas verdes
	09 - Abertura das gemas: pontas verdes de brotos claramente visíveis
1 - Desenvolvimento das folhas	11 - Primeira folha expandida e afastada do ramo
	12 - Duas folhas expandidas
	13 - Três folhas expandidas
	14 - Quatro folhas expandidas
	15 - Cinco folhas expandidas
	16 - Seis folhas expandidas
	19 - Nove ou mais folhas expandidas
5 - Aparecimento das inflorescências	53 - Inflorescências claramente visíveis
	55 - Inflorescências se expandem, flores individuais comprimidas
	57 - Inflorescências inteiramente desenvolvidas, flores individuais separadas
6 - Floração	60 - As primeiras corolas se desprendem do receptáculo
	61 - Início da floração: 10% das corolas caídas
	63 - Pré-floração: 30% das corolas caídas
	65 - Plena floração: 50% das corolas caídas
	68 - 80% das corolas caídas
	69 - Fim da floração
7 - Desenvolvimento do fruto	71 - Início da formação do fruto: ovários começam a expandir-se
	73 - Bagas tamanho de grão "chumbinho"
	75 - Bagas tamanho de uma ervilha
	77 - Início do fechamento do cacho
	79 - Fim do fechamento do cacho
8 - Maturação dos frutos	81 - Início da maturação: bagas iniciam a coloração
	83 - Continuação da coloração das bagas
	85 - Bagas amolecem
	89 - Bagas estão maduras, em ponto de colheita

4.2.8 Manejo da irrigação

Considerando-se que o cultivo da videira se deu durante a estação seca, foi necessário o uso de irrigação. Para tanto, microaspersores Hadar 7110, da empresa NaanDanJain foram instalados de forma invertida abaixo do dossel das plantas a cerca de 1,5m do solo, sendo as

mangueiras fixadas nos arames da latada (Figura 4.8). O espaçamento entre os microaspersores foi de 5,0 m entre linhas e 6,0 m na linha de irrigação e a vazão nominal de 50 L h^{-1}. A presente forma de instalação do sistema de irrigação evitava que as gotículas de água aspergidas pelos microaspersores causassem molhamento das folhas e dos cachos, não tornando o microclima favorável ao desenvolvimento de doenças fúngicas, principalmente o míldio da videira.

Figura 4.8 – Disposição do sistema de irrigação das videiras, com a mangueira e o microaspersor na linha de plantio, de forma que a água da irrigação não atingisse as folhas e os cachos

4.2.9 Avaliação da incidência e severidade do míldio da videira

4.2.9.1 Elaboração da escala diagramática

Em uma etapa anterior às avaliações da severidade das videiras na área experimental de Jales, SP, elaborou-se uma escala diagramática para míldio especialmente para o presente trabalho. Para isso, a primeira etapa realizada foi a coleta no campo de algumas dezenas de folhas de videira com diferentes níveis de lesões causadas por *Plasmopara viticola*. Foi quantificada, para cada folha coletada, a porcentagem de área lesionada. Feito isto, foi montada a escala diagramática com oito níveis de severidade. De acordo com Spósito et al. (2004), após a elaboração as escalas diagramáticas devem ser testadas por diferentes indivíduos a fim de comprovar sua eficiência na estimativa da severidade. Assim, nos dias 30/05 e 09/06 de 2011, 25 avaliadores analisaram 37 fotos referentes às folhas de videira coletadas, quantificando a área lesionada das folhas, primeiramente sem o auxílio da escala e depois com o uso da escala de oito níveis de severidade elaborada (Figura 4.9).

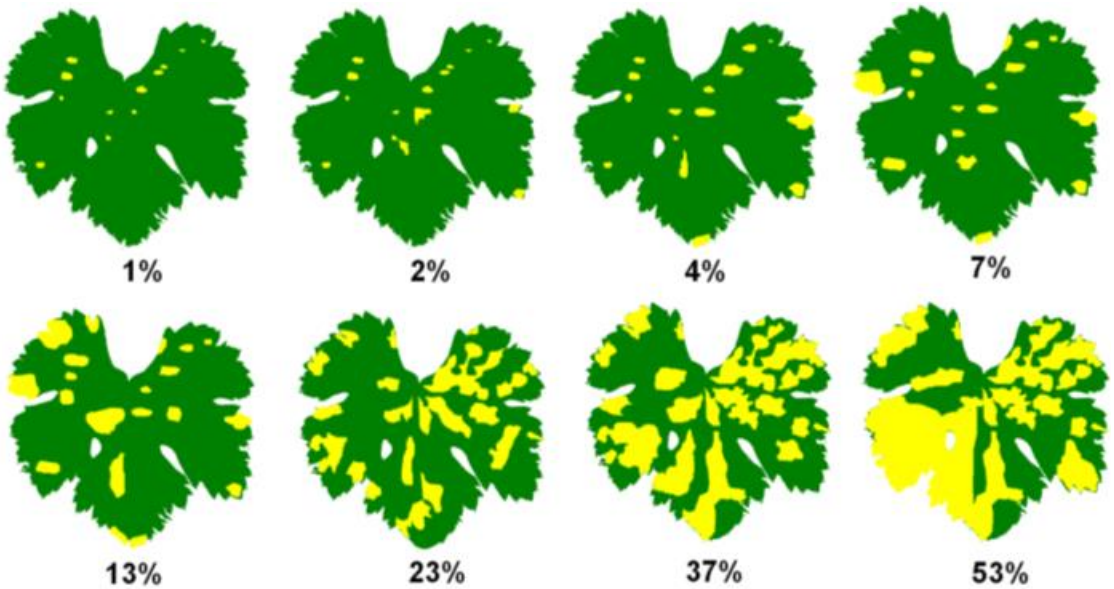

Figura 4.9 – Escala diagramática, com oito níveis de severidade, elaborada para a avaliação do míldio (*Plasmopara viticola*) em folhas de videira (cv 'BRS Morena')

Os resultados das avaliações sem e com o auxílio da escala diagramática foram comparados com os valores reais de porcentagem de área lesionada e verificou-se que o uso da escala tornou os valores estimados de área foliar com sintoma mais próximos aos valores reais das lesões. Desta forma, pode-se concluir que a escala diagramática elaborada para o míldio da videira auxiliou na visualização da porcentagem de folha atacada pela doença durante as avaliações dos 25 participantes. O uso da escala proporcionou a obtenção de resultados acurados, precisos e reproduzíveis, fatores esses que, segundo Spósito et al. (2004), são fundamentais para que os erros sejam minimizados durante a quantificação da doença. Desta forma, adotou-se a escala para as avaliações no campo ao longo do experimento. Além da boa qualidade de uma escala diagramática, as estimativas de severidade dependem da percepção visual e da experiência de cada indivíduo na avaliação de doenças, sendo que a precisão e a acurácia das estimativas de severidade variam de acordo com o avaliador (SPÓSITO et al., 2004). Por essa razão, a avaliação da severidade foi realizada por um único avaliador ao longo dos dois experimentos.

Assim, avaliou-se semanalmente a incidência e a severidade do míldio nas folhas de videiras a partir do momento no qual os ramos obtiveram comprimento superior a 10 cm até o início de maturação, totalizando aproximadamente 70 e 80 dias de avaliação nas safras de 2012 e 2013, respectivamente. Para a avaliação da incidência de míldio (%) em folhas de videira (cv 'BRS Morena'), foram selecionados quatro ramos por planta útil, ou seja, 24

ramos por tratamento em cada um dos ambientes estudados. A incidência média da doença foi obtida contabilizando-se o número de folhas que apresentaram sintomas em relação ao número total de folhas por ramo.

Para a avaliação da severidade de míldio (%) em folhas de videira, foram utilizados os mesmos ramos selecionados para a avaliação da incidência, ou seja, 24 ramos por tratamento em cada um dos ambientes estudados. Com o auxílio da escala diagramática (Figura 4.9), determinou-se a porcentagem da folha com sintomas, para cada uma das folhas do ramo avaliado. Posteriormente, calculou-se a média das porcentagens de sintomas de todas as folhas do ramo.

4.2.10 Avaliação micrometeorológica

A caracterização micrometeorológica dos vinhedos sob as duas coberturas (PPT e TP18%) foi realizada nos períodos entre a poda de produção e a colheita, durante as safras de 2012 e 2013. Para tanto, foram instalados um conjunto de sensores meteorológicos automáticos em cada um dos ambientes. Os sensores de temperatura do ar (T, °C) e umidade relativa do ar (UR, %) (marca *Campbell Scientific*, modelo HPM35c) foram dispostos na altura dos cachos da videira, o que corresponde a uma distância aproximada de 1,5 m abaixo das coberturas plásticas. Para a medição de radiação solar global (Rg, W m^{-2}) (marca Kipp & Zonen, modelo CM3) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA, W m^{-2}) (marca Li-cor sensor qüântico modelo LI190SB-Quantum), os sensores foram dispostos sobre uma base de acrílico fixada logo acima do dossel, de modo a mensurar a energia radiante que foi transmitida pelas coberturas e quem chegavam às videiras.

Os sensores de velocidade do vento (U, m s^{-1}) (marca *Campbell Scientific*, modelo 03002-L) foram instalados a 0,80 m acima do dossel de modo a se avaliar principalmente a influência das coberturas. O saldo de radiação solar (Sr, W m^{-2}) (marca Kipp & Zonen, modelo NR-lite) foi medido por um saldo-radiômetro instalado a 0,80 m acima do dossel, de modo a captar balanço de radiação entre as videiras e a cobertura. Os sensores para a medida da duração do período de molhamento (DPM, horas) foram os do tipo cilíndrico (marca Weather Innovations) (Figura 3.5), os quais foram instalados no topo do dossel, já que vários autores não encontraram diferença estatística entre as médias de DPM obtidas na região do cacho e no topo do dossel do vinhedo (LULU et al., 2008; LOPES JÚNIOR et al., 2008; SENTELHAS et al., 2005). Esses sensores foram instalados com um ângulo 15º em relação à horizontal, seguindo as recomendações de Santos et al. (2008).

Todos os sensores meteorológicos estavam conectados a um sistema de coleta automática de dados (marca *Campbell Scientific*, modelo CR23X), que coletava os dados a cada segundo, armazenando posteriormente as médias das leituras a cada 15 minutos, assim como médias diárias e valores máximos e mínimos. Além dos equipamentos citados acima, uma estação meteorológica automática, instalada a menos de 100 m da área experimental, fornecia os dados meteorológicos da condição externa (EMA), assim como os dados de precipitação pluviométrica.

4.2.11 Análise dos resultados

Os valores médios diários das variáveis micrometeorológicas dos três ambientes foram submetidos à análise de variância para dados pareados e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do programa SAS (versão 9.3), de acordo com Zar (2009). A interação entre as variáveis meteorológicas e a evolução do míldio da videira foi avaliada por meio do coeficiente de correlação de Pearson (r), ao nível de significância de 5% de probabilidade. Para tanto, foram consideradas as médias ou os valores acumulados das variáveis micrometeorológicas no período de sete dias anteriores a cada data de avaliação da severidade da doença. A partir dessas correlações, foram estabelecidas as principais variáveis condicionadoras da intensidade do míldio nas folhas da videira pulverizadas com base em cada um dos tratamentos adotados. Dessa forma, foram obtidas equações de estimativa da intensidade da doença em função dos dados microclimáticos observados nos dois ambientes protegidos (PPT e TP18%), por meio de regressões lineares simples e múltiplas.

Os resultados referentes ao nível de incidência e severidade do míldio nos ramos de videira em cada um dos tratamentos foram submetidos à análise da variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, empregando-se o programa SAS (versão 9.3), permitindo-se assim avaliar a eficiência dos diferentes tratamentos no controle do míldio da videira. Foi determinada também a área abaixo da curva de progresso da incidência e da severidade do míldio (AACPD) e as curvas de progresso da doença em função do tempo, calculadas pela expressão: $AACPD = \Sigma (yi+yi+1)/(ti +1 – ti)$, em que yi e yi+1 são os valores de severidade observados em duas avaliações consecutivas e ti é o intervalo entre as avaliações (CAMPBELL E MADDEN, 1990). Ao longo de todo o ciclo vegetativo/produtivo também foi registrado o número de aplicações dos fungicidas nos dois ambientes (PPT e TP18%), assim como os produtos utilizados, objetivando caracterizar os contrastes na

necessidade de controle fitossanitário. O número de graus de liberdade (GL) obtidos a partir da análise de cada ambiente separadamente é apresentado na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Graus de liberdade (GL) obtidos a partir da análise individual de cada ambiente

Fator de Variação	GL
Tratamento	4
Bloco	5
Resíduo	20
Total	29

A comparação entre ambientes não foi realizada, pois a análise não apresentaria resultados confiáveis, já que o valor do resíduo seria muito baixo como pode ser observado na Tabela 4.5. O valor ideal do 'Resíduo (a)' teria que ser no mínimo 10, no entanto, só chegou à metade desse valor. No entanto, para a comparação dos diferentes tratamentos em cada um dos ambientes isoladamente, como mostra a Tabela 4.4, gera resultados extremamente confiáveis, com valor de resíduo igual a 20.

Tabela 4.5 - Graus de liberdade (GL) obtidos a partir da análise conjunta dos ambientes

Fator de Variação	GL
Ambiente (A)	1
Bloco	5
Resíduo (a)	5
Trat (T)	4
T x A	4
Resíduo (b)	40
Total	59

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Avaliação da safra de 2012

A Tabela 4.6 apresenta os valores médios das variáveis micrometeorológicas obtidos sob os vinhedos cobertos com o PPT e a TP18% e na estação meteorológica da EVT/EMBRAPA (EMA), durante a safra de 2012. Em média, percebe-se que a temperatura do ar nos três ambientes foi muito semelhante. Isto pode ser explicado pelo fato de não haver cobertura lateral no vinhedo, permitindo a passagem de grande parte do ar quente gerado no interior dos ambientes para o ambiente externo. Quanto à umidade relativa do ar, comparando-se os dois ambientes cobertos, os maiores valores foram alcançados sob PPT,

pois o plástico atuou como uma barreira física que impediu parcialmente a saída do vapor d'água para o ambiente externo. Por este motivo, o mesmo ambiente apresentou valores de umidade relativa máxima do ar maiores do que no ambiente externo (EMA).

Tabela 4.6 - Temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), radiação solar global (Rg), radiação fotossinteticamente ativa (RFA), saldo de radiação (Sr), velocidade do vento (U) e duração do período de molhamento foliar (DPM), obtidos ao longo da safra de 2012, nas seguintes condições: PPT = ambiente sob filme plástico de polipropileno trançado; TP18% = ambiente sob tela preta com18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

Variáveis meteorológicas		Safra 2012					
		PPT		TP18%		EMA	
T média do ar	(°C)	21,04	a	21,16	a	21,28	a
T máxima do ar		28,89	a	29,24	a	28,22	b
T mínima do ar		15,41	a	15,27	a	15,84	a
UR média do ar	(%)	74,93	a	72,16	b	73,65	a
UR máxima do ar		95,64	a	93,44	b	93,52	b
UR mínima do ar		45,78	a	42,82	b	47,45	a
Rg média	(MJ $m^{-2}dia^{-1}$)	9,68	c	10,62	b	11,74	a
RFA média		2,87	b	4,08	a	-	
Sr médio		3,28	b	5,54	a	-	
Sr médio positivo		4,04	b	7,42	a	-	
Sr médio negativo		-0,75	a	-1,88	b	-	
U média	(m s^{-1})	0,26	c	0,56	b	0,95	a
DPM	(horas dia^{-1})	7,31	a	7,01	a	-	

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

As médias de radiação solar global (Rg), fotossinteticamente ativa (RFA) e do saldo de radiação (Sr) dos três ambientes mostraram diferenças estatisticamente significativas. A radiação solar transmitida ao interior dos dois ambientes cobertos foi inferior do que a obtida a céu aberto (EMA), em função da atenuação promovida pela reflexão e absorção da cobertura plástica de polipropileno trançado (PPT) e da tela preta (TP18%). Comparando-se os dois ambientes cobertos, a tela preta (TP18%) permitiu uma maior entrada dos raios solares ao interior do ambiente, em função das aberturas da malha (18% de sombreamento). Os sensores de RFA e Sr não foram instalados na estação meteorológica, portanto, não foi possível uma comparação dos valores obtidos sob os vinhedos cobertos com as médias da condição externa.

A presença das coberturas nos ambientes PPT e TP18% reduziu parcialmente a velocidade do vento (U) que atingiu o dossel da cultura. Assim, a U medida no ambiente externo foi superior às velocidades encontradas sob o PPT e o TP18%, sendo que as médias nos três ambientes diferiram estatisticamente.

Com relação à duração do período de molhamento (DPM), os dois ambientes cobertos (PPT e TP18%) apresentaram médias semelhantes entre si. Isto ocorreu porque a variação das condições microclimáticas nos dois ambientes foi muito similar, inclusive em dias chuvosos. Em dias com esta característica, Genta et al. (2010) verificaram que, na maioria das safras avaliadas, não ocorria redução drástica do número de horas diárias com molhamento foliar nas videiras cultivadas sob a cobertura plástica em relação às mesmas sob tela anti-granizo. Os autores constataram que tal fato está associado à ocorrência de respingos de chuva aliados a ventos fortes, comuns no verão, além da menor aeração no dossel vegetativo sob o plástico. Resultados opostos foram obtidos por Detoni et al. (2007), que relataram menor molhamento foliar sob a cobertura plástica. Por sua vez, Chavarria et al. (2009a) relataram a inexistência de água livre em videiras cultivadas de sob cultivo protegido em comparação à videiras cultivadas a céu aberto.

A Figura 4.10 apresenta a variação da precipitação pluvial diária (P diária), da temperatura média do ar (T média), da umidade relativa do ar média (UR média) e duração do período de molhamento foliar (DPM) ao longo do período referente à safra de 2012. Verifica-se que na primeira metade do experimento (20/04 a 20/06), a frequência de chuvas foi relativamente alta, principalmente nos meses de abril e junho, considerando-se que nesse período do ano tal fato não é muito comum, como apresentado na Tabela 4.1. Portanto, pode-se dizer que, em termos de regime de chuvas, foi um ano atípico. Percebe-se também que a umidade relativa do ar e, principalmente, a duração do período de molhamento foliar, variaram de acordo com a precipitação, sofrendo acréscimos nos dias chuvosos. Já a temperatura média do ar, com base nos dados médios diários, geralmente variou de forma contrária à umidade relativa do ar, por serem variáveis meteorológicas proporcionalmente opostas, ficando entre 15 e 25 °C.

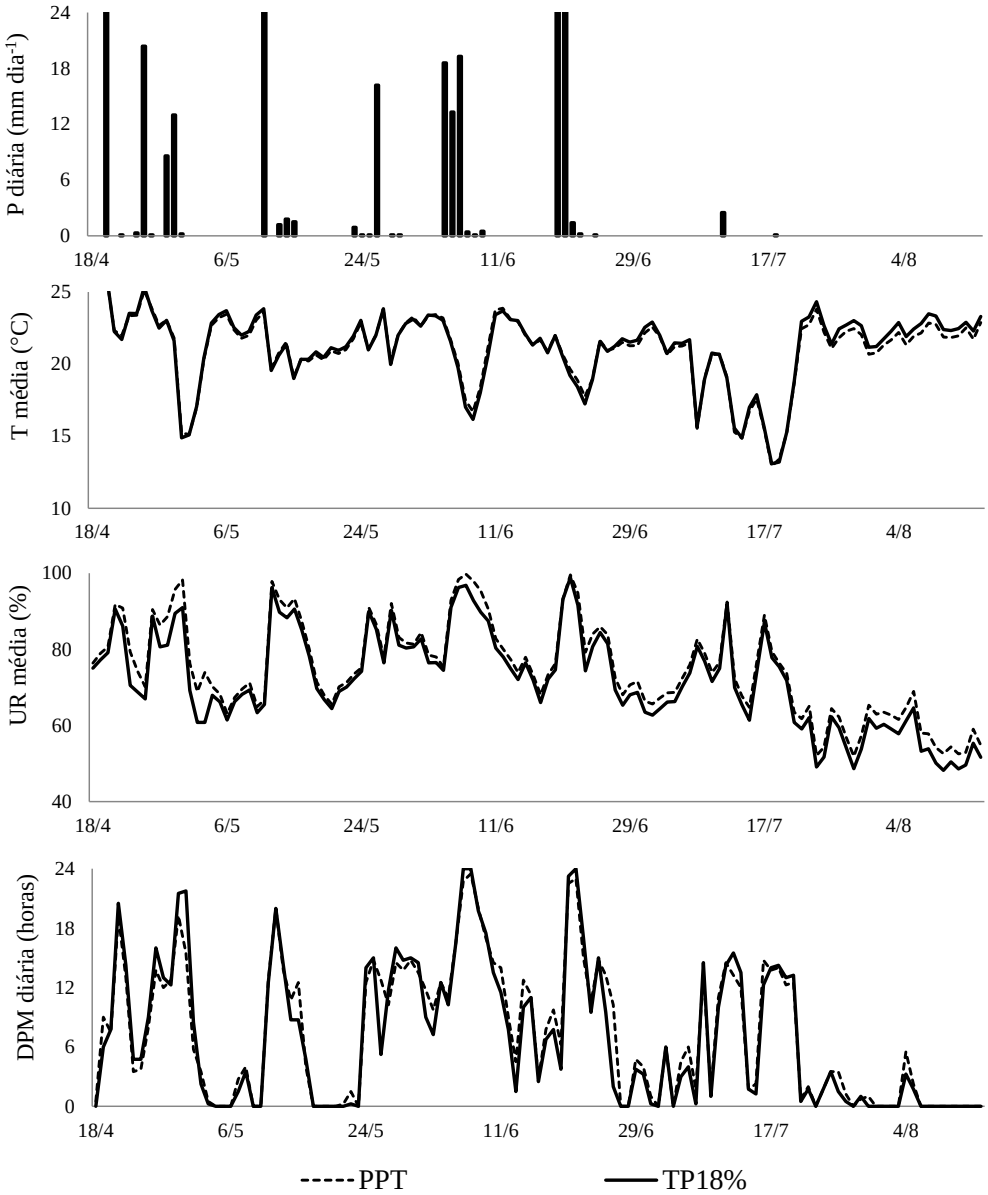

Figura 4.10 – Precipitação pluvial diária (P diária), temperatura média do ar (T média), umidade relativa média do ar (UR média) e duração do período de molhamento foliar diário (DPM diária) observadas ao longo da safra de 2012 nos ambientes protegidos: PPT = ambiente sob filme plástico de polipropileno trançado e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento

A Tabela 4.7 apresenta as datas relativas a cada um dos estádios fenológicos observados durante o ciclo de produção da videira cv 'BRS Morena'. Não ocorreram diferenças expressivas nos períodos de cada fase fenológica entre as videiras cultivadas sob PPT e sob TP18%, portanto a tabela a seguir refere-se à fenologia observada nas videiras cultivadas nos dois ambientes.

Tabela 4.7 – Evolução da fenologia da videira ‘BRS Morena’ na safra de 2012, de acordo com a descrição dos estádios fenológicos de desenvolvimento proposta por Lorenz et al. (1995), sendo: DAP = dia após a poda de produção

Macro-estádio	Micro-estádio	Data	DAP
0 - Brotação	0	23/abr	5
	1	26/abr	8
	3	28/abr	10
	5	30/abr	12
	7	02/mai	14
	9	04/mai	16
1 - Desenv/o das folhas	11	05/mai	17
	12	06/mai	18
	13	07/mai	19
	14	09/mai	21
	15	12/mai	24
	16	15/mai	27
	19	17/mai	29
5 - Apareci/o das inflorescências	53	19/mai	31
	55	22/mai	34
	57	25/mai	37
6 - Floração	60	27/mai	39
	61	29/mai	41
	63	02/jun	45
	65	04/jun	47
	68	06/jun	49
	69	10/jun	53
7 - Desenvolv/o dos frutos	71	14/jun	57
	73	21/jun	64
	75	24/jun	67
	77	05/jul	78
	79	16/jul	89
8 - Maturação dos frutos	81	25/jul	98
	83	03/ago	107
	85	15/ago	119
	89	21/ago	125

Cada fase fenológica possui um nível de susceptibilidade diferente ao patógeno causador do míldio da videira, principalmente em uvas finas (*Vitis vinifera*). As fases iniciais (brotação à floração) representam o período no qual a videira se encontra mais susceptível à infecção por *P. viticola*. Percebe-se, pela observação da Tabela 4.7 e da Figura 4.10, que o período chuvoso coincidiu em grande parte com as fases fenológicas mais susceptíveis da videira (23/04 a 10/06/2012). Além disso, de forma geral, ocorreram condições micrometeorológicas ideais para o estabelecimento e desenvolvimento do míldio nas videiras.

Tal fato pode ser comprovado pelas informações disponíveis na literatura, que definem como fatores primordiais para o estabelecimento deste patógeno no hospedeiro a temperatura do ar e água livre nas folhas. Segundo Júlio (2001), a germinação dos oósporos requer chuva superior a 10 mm e temperatura do ar maior que 10 °C. Em Amorim e Kuniyuki (1997), para a formação dos esporangióforos, o patógeno requer alta umidade relativa do ar, na faixa dos 95 a 100% e pelo menos 4 horas de escuro, preferencialmente com temperaturas entre 18 e 22ºC. Ao alcançar o dossel da videira, os esporângios de *P. viticola* necessitam da presença de um filme de água livre sobre as folhas, para liberarem os zoósporos, que se deslocam em direção aos estômatos e emitem os tubos germinativos (GAVA et al., 2004). Após esta etapa, ocorre efetivamente a infecção, que pode ocorrer sob uma ampla faixa de temperatura, da ordem de 5 a 30 °C (LALANCETTE et al., 1988a).

Dessa forma, levando-se em conta o estádio fenológico da videira, a susceptibilidade da cultivar ao patógeno, as condições micrometeorológicas favoráveis à germinação dos esporos do patógeno e o fato de que havia esporos do patógeno presente no campo e nas áreas vizinhas, é possível supor previamente que houve condição propícia para o estabelecimento do míldio nas videiras cultivadas sob PPT e sob TP18%. Condições ambientais restritivas como temperaturas muito altas ou baixa umidade relativa do ar por períodos muito extensos, ocorreram esporadicamente ao longo da safra. Para Angelotti et al. (2011), a severidade do míldio da videira, na cultivar Thompson, diminuiu à medida que a temperatura ultrapassou 30 °C, sendo observado menor severidade a 31,8 °C. No presente trabalho, temperaturas superiores a 30 °C ocorreram, porém somente por algumas horas nos períodos mais quentes do dia, provavelmente não interferindo na germinação dos oósporos e estabelecimento da doença nas videiras.

A Tabela 4.8 apresenta os valores médios de incidência do míldio (I, %) nos ramos da videira pulverizados com fungicida de acordo com cada um dos tratamentos. Nota-se que o PPT, mesmo tendo evitado o contato direto da chuva nas folhas da videira, não impediu que ocorresse infecção pelo patógeno *P. viticola*. O molhamento foliar oriundo do orvalho, alta umidade relativa e pressão de saturação de vapor d’água do ar, em dias chuvosos ou não, foram fatores suficientes para que o míldio encontrasse condições satisfatórias para o seu estabelecimento sob o PPT. De acordo com Genta et al.(2010), a severidade da doença no cultivo protegido apresenta alta correlação positiva com a duração do molhamento foliar ou número de horas diárias com umidade relativa do ar maior que 90%. Chavarria e Santos (2009) e Batista et al. (2008) relataram sintomas de míldio em videiras cultivadas sob cobertura plástica, mesmo havendo redução da água livre sobre folhas e frutos neste ambiente.

No presente estudo, não houve redução da DPM nas videiras sob o PPT, a qual foi estatisticamente semelhante ao ambiente coberto com a TP18%.

Tabela 4.8 – Incidência do míldio (I) nas folhas da videira 'BRS Morena' de acordo com cada um dos tratamentos, ao longo da safra de 2012: *TE* = testemunha; *CA* = calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento

Ambiente	Trat	I (%)	Ambiente	Trat	I (%)
PPT	*TE*	31,879 a	TP18%	*TE*	67,309 a
	CA	0,309 b		*CA*	22,034 c
	BA	1,360 b		*BA*	45,409 b
	MA25	0,463 b		*MA25*	46,857 b
	MA75	1,048 b		*MA75*	42,517 b

*As médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Apesar da similaridade entre os valores de DPM nos dois ambientes protegidos, como pôde ser verificado na Tabela 4.6, nota-se que a incidência do míldio nos ramos das videiras cultivadas sob PPT, em todos os tratamentos, foi bem inferior em comparação às plantas cultivadas sob TP18%. Genta et al. (2010) também observaram redução da severidade do míldio da videira cultivada sob cobertura plástica, mesmo não tendo ocorrido uma redução drástica do número de horas diárias com molhamento foliar sob a cobertura de plástico em relação à tela antigranizo. De maneira semelhante, Batista et al. (2008) verificaram que o uso da cobertura plástica proporcionou ganhos no controle da doença mesmo em condições favoráveis. No presente estudo, sabendo-se que o molhamento foliar foi semelhante nos dois ambientes (PPT e TP18%), a menor incidência do míldio sob o PPT deve estar associado à menor dispersão do patógeno, já que a chuvas e os respingos proporcionados por ela atuam como agente disseminador de esporos (FITT; MACARTNEY, 1989; BERGAMIM FILHO et al., 1995; AGRIOS, 1997; GAVA et al., 2004).

Além do efeito na dispersão do patógeno, o PPT funcionou como uma barreira física, evitando o contato direto da água da chuva com as folhas da videira, promovendo, assim, uma maior permanência do fungicida sobre as plantas. Pedro Júnior et al. (2011), Genta et al. (2010), Chavarria et al. (2007) e Detoni et al. (2007) também verificaram um maior efeito residual do fungicida por este motivo, e assim um aumento na eficiência do produto, promovendo um controle maior da doença nas videiras cultivadas nesse ambiente. Para Batista et al. (2008), outro fato positivo foi a redução da frequência de aplicação dos

fungicidas. Porém, apesar dos benefícios citados acima, o problema implícito a esta questão é o acúmulo residual dos fungicidas nas videiras sob cobertura plástica. Chavarria et al. (2007) constataram tal acúmulo comparando videiras cultivadas sob cultivo protegido e a céu aberto, concluindo que havia a necessidade de mais pesquisas a respeito desse tema e do efeito dos agroquímicos nas condições microclimáticas proporcionadas pelo cultivo protegido. Segundo Vida et al. (2004), existem alguns problemas ainda sem resposta para o cultivo protegido, incluindo a eficiência de agroquímicos, dosagens, intervalos de aplicação, fitotoxicidade, persistência e intervalo de segurança, os quais são essenciais para uma produção de qualidade, uma vez que estas informações só estão disponíveis para o cultivo convencional.

As aberturas da TP18% permitiram a passagem da água da chuva ao interior do ambiente. Tal fenômeno provavelmente causou a lavagem das folhas de videira, retirando boa parte do fungicida depositado sobre estas, fato também observado por Royle e Butler (1986). Além disso, existe a influência direta das gotas de chuva na dispersão dos esporangiósporos e zoósporos do patógeno (SPENCER, 1981; ROYLE; BUTLER, 1986; ROSA et al., 1993) e na lenta evaporação da água disposta sobre o dossel (ROYLE; BUTLER, 1986), favorecendo o processo de infecção. Czermainski e Sônego (2004) também verificaram a influência da ocorrência de chuvas na eficiência de tratamentos com fungicidas. Para Hance e Holly (1990), quanto menor o período entre a pulverização e as precipitações pluviais, menores serão as chances de absorção de produtos sistêmicos, reduzindo-se a respectiva eficácia. Assim, no presente trabalho, provavelmente esse fenômeno tenha reduzido o período de ação do fungicida nas videiras sob TP18%.

Nota-se que sob PPT (Tabela 4.8), *TE* foi o tratamento que apresentou a maior média de incidência da doença, por ser justamente a testemunha, sem controle. Já todos os outros tratamentos foram semelhantes entre si, ou seja, as videiras tratadas com base nos sistemas de alertas fitossanitários (*BA*, *MA25* e *MA75*) apresentaram níveis de incidência da doença semelhantes ao tratamento calendário (*CA*), baseado em intensa aplicação do fungicida. Por sua vez, sob a TP18% os resultados foram semelhantes, com exceção do tratamento *CA* que apresentou a menor incidência da doença.

Na Figura 4.11 é possível notar claramente o efeito da chuva na ocorrência do míldio da videira. Todas as folhas de videira sob a cobertura plástica estavam sadias, com exceção das últimas folhas do ramo que estavam dispostas para fora da cobertura plástica, expondo as últimas folhas do ramo às condições externas. Tanto a parte protegida quanto as folhas a céu aberto tiveram DPM semelhante, propícia para a ocorrência da *P. viticola*, porém, somente as

últimas folhas do ramo ficaram expostas à chuva, fato que causou a remoção da camada de fungicida depositada sobre a folha deixando-a mais susceptível à doença.

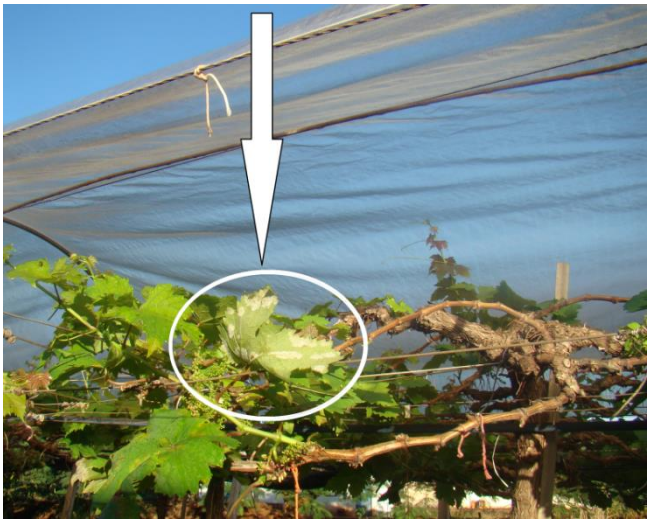

Figura 4.11 – Folhas de videira 'BRS Morena' expostas às condições externas atacadas pelo patógeno *Plasmopara viticola*

A Tabela 4.9 apresenta os valores médios de severidade do míldio (S, %) nas folhas da videira de acordo com cada um dos tratamentos. A severidade alcançada nas videiras tratadas com base nos sistemas de alerta fitossanitário (*BA*, *MA25* e *MA75*) sob PPT foram semelhantes à obtida no *CA* (Calendário), fato este que demonstra a eficácia dos sistemas de alerta baseados nas condições do ambiente. Sob a TP18%, os tratamentos *BA*, *MA25* e *MA75* foram semelhantes entre si, porém somente *BA* e *MA75* foram semelhantes com o tratamento mais intensivo (*CA*).

Tabela 4.9 – Severidade do míldio (S) nas folhas da videira 'BRS Morena' de acordo com cada um dos tratamentos, ao longo da safra de 2012: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento

Ambiente	Trat	S (%)	Ambiente	Trat	S (%)
PPT	*TE*	1,169 a	TP18%	*TE*	11,383 a
	CA	0,015 b		*CA*	0,240 c
	BA	0,058 b		*BA*	2,607 bc
	MA25	0,009 b		*MA25*	3,004 b
	MA75	0,009 b		*MA75*	1,788 bc

*As médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Da mesma forma como ocorreu para a incidência média da doença, a severidade do míldio nos ramos das videiras cultivadas sob a TP18%, em todos os tratamentos, foi superior em comparação às plantas cultivadas sob o PPT, porém, com diferenças menos discrepantes (Tabelas 4.8 e 4.9). Além do efeito direto da chuva sobre as folhas da videira, outros dois fatores devem ser levados em consideração para explicar tal diferenças: a radiação solar e a velocidade do vento. A degradação do fungicida e, consequentemente, a redução do seu período de ação, são aceleradas pela radiação solar ultra-violeta (λ<400nm). Assim, de acordo com Frank et al. (1987), a diminuição da incidência de radiação solar ocasionada pela cobertura plástica afeta a persistência dos fungicidas. A cobertura plástica impõe uma barreira física aos raios ultravioletas (CHAVARRIA et al., 2007), além de possuir aditivos químicos bloqueadores de raios ultravioletas para aumentar a sua durabilidade a campo (VENTURIN; SANTOS, 2004), os quais reduzem a degradação das moléculas de fungicidas, promovendo uma maior persistência dos produtos aplicados em comparação aos que se encontram nas condições de cultivo convencional (CHAVARRIA et al., 2007). Como a radiação solar transmitida ao interior do PPT foi aproximadamente 9% inferior do que a transmitida pela TP18% (Tabela 4.6), tal fato pode ter retardado um pouco mais a degradação do fungicida aplicado sob o PPT em relação ao que ocorreu nas videiras cultivadas sob a TP18%, influenciando positivamente no controle do míldio. Genta et al. (2010) também observaram a redução da ocorrência de doenças sob a cobertura plástica, em função do maior efeito residual dos fungicidas causado pela menor degradação dos produtos. O terceiro fator que possivelmente influenciou a menor severidade do míldio sob PPT foi a velocidade do vento. Para Aita (1983), a redução da velocidade do vento pode interferir, de maneira positiva, sobre a diminuição de incidência e severidade de doenças, pois o vento é um dos principais fatores de dispersão de esporos de fungos. No presente trabalho, em média, esta variável apresentou uma redução de 53% sob PPT em comparação ao ambiente sob TP18%. A redução do vento sob a cobertura plástica provavelmente dificultou a entrada de esporos de *P. viticola* presentes na área experimental e diminuiu a dispersão dos esporos que já estavam no seu interior. Resultados opostos foram obtidos por Chavarria et al. (2009b) que observaram que a quantidade de esporos de *P. viticola* dispersos no ar da área coberta foi significativamente superior do que na área sem cobertura.

No presente trabalho, a maior velocidade do vento sob a TP18% causou, provavelmente, maior dispersão dos esporos e maior eficiência de infecção pelo patógeno neste ambiente. Para Rosa et al. (1993), vento é um dos agentes mecânicos que causam o transporte de esporangiósporos e zoósporos do patógeno aos tecidos da videira. Segundo

Correia e Costa (2005), o detalhamento da dispersão anemófila de esporos constitui-se em uma informação de relevância no avanço do manejo fitossanitário.

Na Figura 4.12 são apresentados os dados médios de incidência e severidade do míldio nos ramos da videira, obtidos em cada um dos blocos dos cinco tratamentos adotados. É possível observar claramente que sob o PPT, os valores são bem inferiores em relação aos obtidos sob a TP18%, em todos os blocos, com exceção apenas para o *TE* (Testemunha).

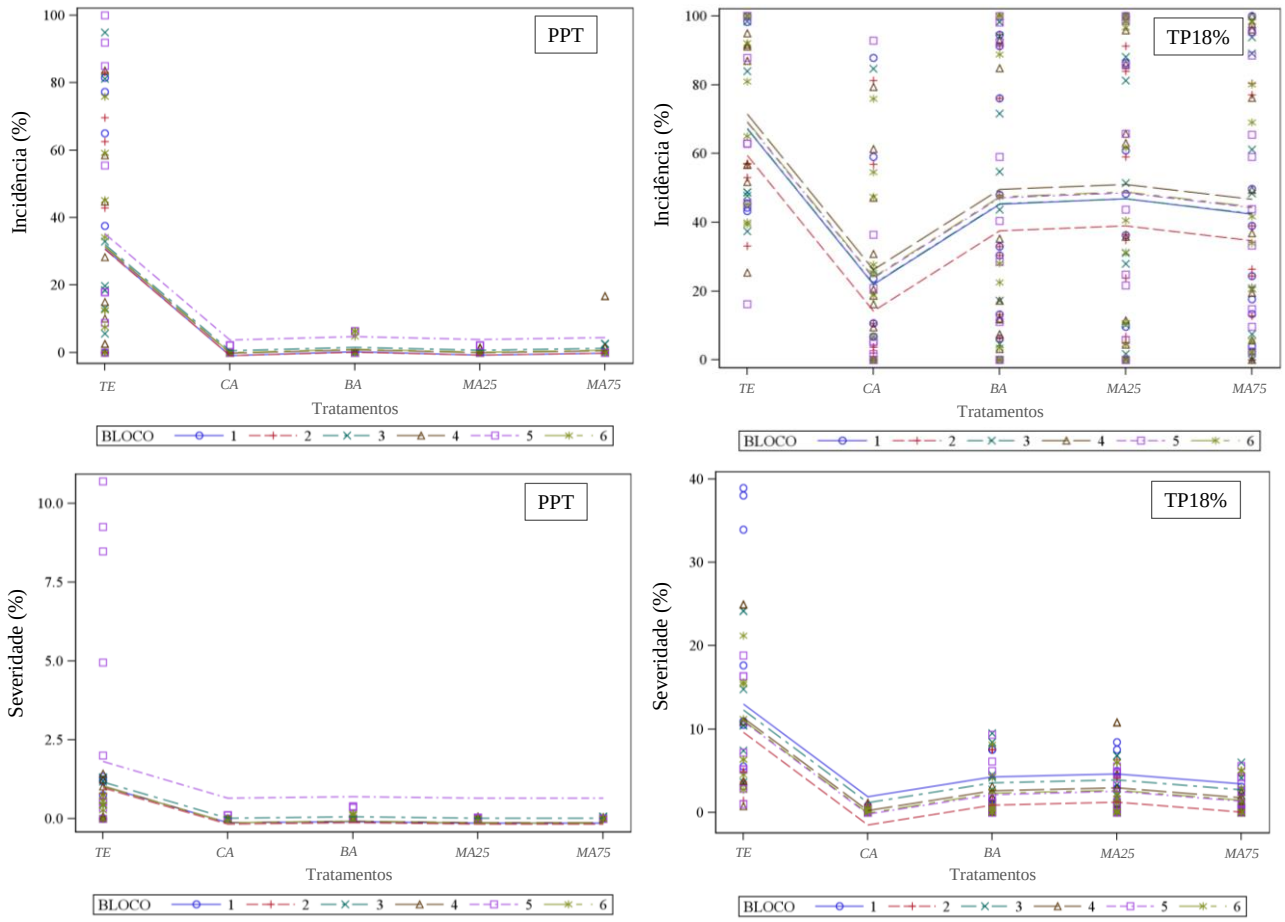

Figura 4.12 - Incidência e severidade médias do míldio nos ramos da videira 'BRS Morena', obtidos em cada um dos blocos dos cinco tratamentos adotados: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento

A Tabela 4.10 apresenta os valores de incidência e severidade do míldio nas folhas de videira obtidos no último dia de avaliação fitopatológica, realizada no dia 06 de agosto. Além disso, nesta tabela consta o número de pulverizações com fungicida que foram necessários de acordo com cada tratamento. No ambiente sob o PPT, percebe-se que o tratamento *CA* exigiu

o maior número de pulverizações (20), já que se tratava do tratamento convencional e intensivo realizado pelos viticultores da região. Em função disso, nesse tratamento foi observada a menor média de incidência e uma das menores médias de severidade de míldio. Por sua vez, no tratamento *TE*, por receber o menor número de pulverizações (3), as plantas apresentaram os maiores danos causados pelo patógeno. Neste tratamento, além da pulverização inicial realizada em todos os tratamentos, foi necessária mais duas aplicações do fungicida ao final da safra de 2012, para evitar a perda total das videiras deste tratamento, o que iria comprometer as avaliações da safra seguinte. Nos tratamentos em que foram empregados os sistemas de alerta fitossanitário com base nas condições meteorológicas, o *MA75* foi o que indicou o menor número de pulverizações, por ser um método mais tolerante, já que alertava a necessidade de pulverização somente quando constatado um alto índice de infecção ($i_0 \geq 75\%$). Porém, em termos de resultados visíveis, é possível perceber que sua eficácia no controle do míldio foi semelhante aos outros tratamentos (*CA*, *BA* e *MA25*) e o número de pulverizações foi muito semelhante aos tratamentos *BA* e *MA25*. Assim, observa-se claramente que os tratamentos *BA*, *MA25* e *MA75*, mesmo com um número bem menor de pulverizações (5 a 8 aplicações), controlaram a incidência da doença tão bem quanto a estratégica do calendário adotada pelos produtores (*CA*), de três aplicações semanais.

Tabela 4.10 – Número de pulverizações e valores médios da incidência (I, %) e da severidade (S, %) final de míldio (*Plasmopara viticola*) obtidas nas folhas de videira 'BRS Morena' referentes aos cinco tratamentos realizados ao longo da safra de 2012, em que: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento

Ambiente	Trat	I (%)	S (%)	N° pulverizações
PPT	*TE*	86,48	2,71	3
	CA	0,35	0,02	20
	BA	2,08	0,09	8
	MA25	0,58	0,01	7
	MA75	3,20	0,01	5
TP18%	*TE*	92,01	22,15	3
	CA	83,67	0,67	19
	BA	97,86	7,53	7
	MA25	98,32	7,31	6
	MA75	95,47	4,32	5

De forma geral, o tratamento que apresentou a melhor eficiência no controle do míldio da videira ‘BRS Morena’ foi o *MA75*, com um número bem menor de aplicações do fungicida (5) e o mesmo nível de controle, situação que se constitui numa grande vantagem em termos de custo de produção, de qualidade das uvas e também de cunho sócio-ambiental, pela menor contaminação do ambiente e das pessoas envolvidas no processo produtivo e de consumo da uva.

Por sua vez, sob a TP18% a incidência da doença foi elevada (>90%) em todos os tratamentos. Apesar da alta frequência de aplicações do fungicida específico para *Plasmopara viticola*, nas videiras do tratamento *CA* também foi observada elevada incidência de míldio, com nível final maior que 80%. Quanto à severidade, houve maior diferença entre os tratamentos, sendo que os tratamentos *CA* e *MA75* foram os mais eficientes no controle da doença, porém com números de pulverizações bem discrepantes, ou seja, 19 para o *CA* e apenas 5 para o *MA75*.

Comparando a intensidade da doença nos dois ambientes cobertos, nota-se nitidamente que sob o PPT a incidência e a severidade do míldio foram bem inferiores em comparação às videiras avaliadas sob TP18%. Como comentado anteriormente, tal fato foi ocasionado principalmente pela maior persistência residual dos fungicidas quando aplicados em videiras cultivadas sob cobertura plástica. Verificando a persistência residual dos fungicidas em videiras sob cobertura plástica, muitos autores já constataram reduções consideráveis do número de aplicação de fungicidas. Para Chavarria et al. (2007), não foi necessário nenhuma aplicação de fungicidas para míldio na área coberta, enquanto na área descoberta foram realizadas 17 aplicações para o controle geral de doenças fúngicas. Pedro Júnior et al. (2011) também constataram a menor necessidade de fungicidas para controle de doenças fúngicas de videiras conduzidas em Y sob cobertura plástica, compensando, inclusive, os elevados custo de instalação desse sistema. Genta et al. (2010), por sua vez, determinaram que o cultivo da videira sob cobertura plástica reduziu o número de pulverizações de fungicidas para o controle de míldio em até 75% em relação à tela antigranizo.

No presente estudo, observa-se que houve uma significativa redução no número de pulverizações entre o tratamento *CA*, com cerca de 20 pulverizações, e os tratamentos baseados nos sistemas de alerta fitossanitário (*BA*, *MA25* e *MA75*), em que foram recomendadas de 5 a 8 pulverizações, representando uma redução da ordem de 60 a 75%. Tais reduções são muito vantajosas pois, segundo Grigoletti Júnior e Sônego (1993), diminuindo-se a frequência de aplicações no cultivo protegido, diminui-se a possibilidade da criação de resistências dos patógenos aos produtos fitossanitários. Por sua vez, comparando-se os

tratamentos sob o PPT e sob a TP18%, nota-se que o número de pulverizações foi muito semelhante. Isto pode ser explicado pelo fato das condições micrometeorológicas em cada um dos ambientes cobertos terem sido muito semelhantes. Porém, o que de fato se destacou foi a maior eficiência da ação do fungicida sob o PPT, o que promoveu um controle muito melhor do míldio.

O ano de 2012 apresentou uma sequência de dias chuvosos entre os meses de maio e junho que não é muito comum para a região nessa época do ano. Por ser uma situação atípica, causou prejuízo financeiro aos produtores da região, que tiveram que enfrentar epidemias de míldio da videira, mesmo em pomares de 'Niagara Rosada', que é uma cultivar rústica e, portanto, menos susceptível à *P. viticola*. Na Figura 4.13 é possível observar os sintomas e os danos causados pelo míldio nas folhas da videira 'BRS Morena' cultivada sob o TP18%. Na Figura 4.13a é possível visualizar a face abaxial da folha da videira com esporulação de *P. viticola*, apresentando uma pulverulência branca característica. Na Figura 4.13b observa-se, além da esporulação, manchas de sintomas maiores e em tons mais amarronzados. Na Figura 4.13c as manchas já adquiriram um tom marrom escuro, indicando a necrose do tecido foliar. Nas Figuras 4.13d e 4.13e, a necrose das folhas está bem visível aliado ao secamento e queda das folhas e, provavelmente, comprometendo a fotossíntese. Já nas videiras cultivadas sob o PPT, os sintomas de míldio foram bem mais amenos.

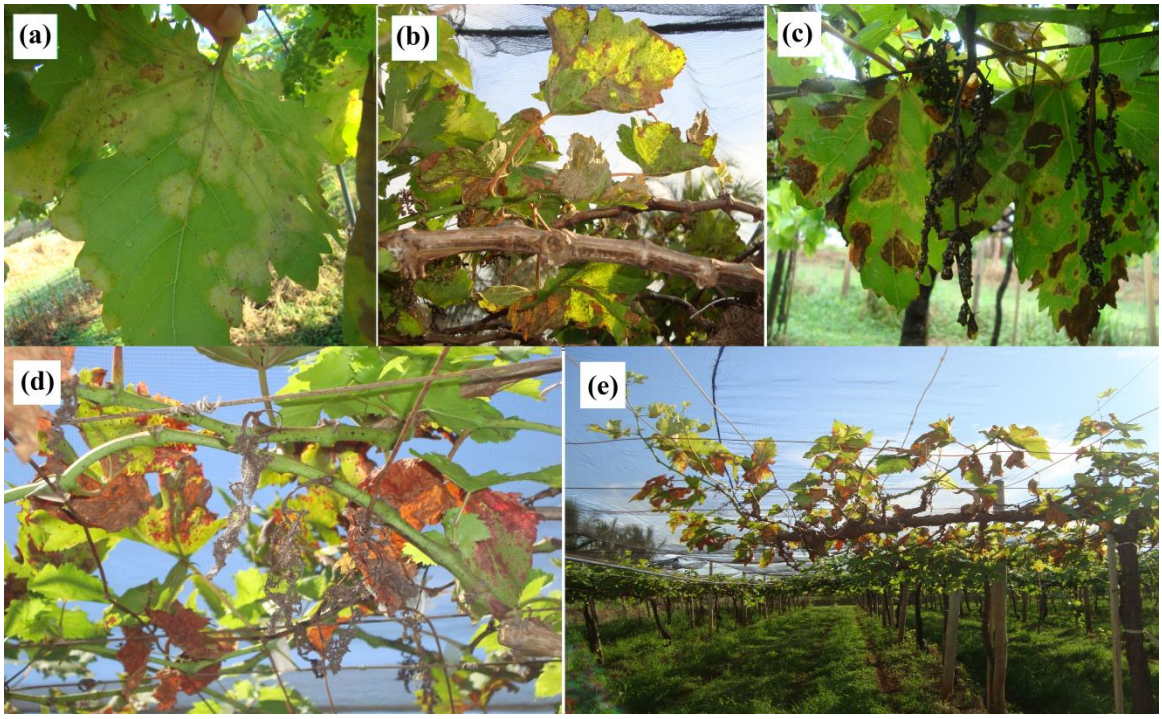

Figura 4.13 – Diferentes níveis de sintomas de míldio (*Plasmopara viticola*) em folhas da videira 'BRS Morena' cultivada sob a tela preta com 18% de sombreamento (TP18%)

A Figura 4.14 apresenta algumas fotos a respeito do ataque severo do míldio nos cachos das videiras cultivadas sob a TP18%. Neste ambiente, as videiras não produziram cachos em função da podridão que se instalou em todos os frutos. Sob PPT, os cachos foram preservados, havendo produção e colheita dos cachos. Situação semelhante foi observada por Chavarria et al. (2007), que também observaram efeitos positivos da cobertura plástica na redução da incidência e da severidade de podridões nos cachos das videiras, chegando a um controle de até 90%.

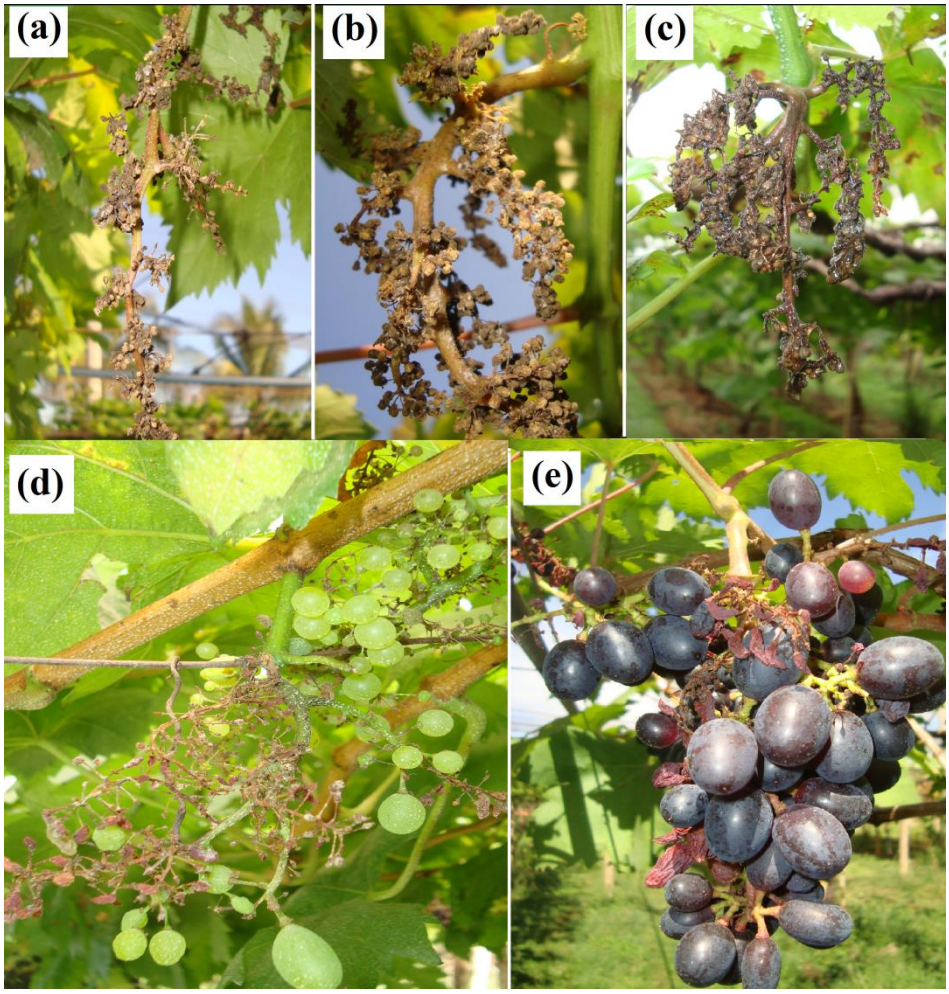

Figura 4.14 – Danos causados pelo ataque severo de míldio (*Plasmopara viticola*) em cachos da videira 'BRS Morena' cultivada sob a tela preta com 18% de sombreamento (TP18%), em diferentes fases fenológicas: 'a', 'b' e 'c' = cachos na fase 73 – bagas tamanho de grão "chumbinho"; 'd' = cachos na fase 77 - início do fechamento do cacho; e 'e' = cachos na fase 85 – bagas amolecem; de acordo com a escala fenológica de Lorenz et al. (1995)

O que talvez possa ter ocorrido nos frutos produzidos sob a TP18% foi um efeito sinérgico entre o ataque do míldio aliado a outras doenças fúngicas e podridões, como por

exemplo *Botrytis cinerea*. De acordo com Chavarria et al. (2007), as podridões de cacho consistem em um grande problema na viabilidade da produção vitícola por não existirem ainda medidas de controle inteiramente eficazes. É provável também que o estabelecimento destes patógenos nos cachos possa ter ocorrido logo após algum dia chuvoso que tenha ocorrido em algum fim-de-semana, quando normalmente não se faz nenhum tipo de pulverização nas parreiras da Estação Experimental. Dessa forma, o fungicida depositado nos cachos foi removido e os frutos ficaram desprotegidos e com um filme de água presente por várias horas nos cachos e folhas.

Na Figura 4.14c é possível se observar um filme de água ao longo de todo o cacho, mostrando o nível de molhamento dos cachos sob a TP18% após a ocorrência de uma chuva. De acordo com Batista et al. (2008), as chuvas e o orvalho durante o período noturno favoreceram o molhamento das plantas e, consequentemente, as infecções resultando em perdas dos cachos de uva. Ao alcançar o dossel da videira, os esporângios de *P. viticola* necessitam da presença de um filme de água livre sobre as folhas, para liberarem os zoósporos, que se deslocam em direção aos estômatos e emitem os tubos germinativos (GAVA et al., 2004).

O uso do PPT evitou que a água da chuva removesse o fungicida depositado nos cachos, promovendo uma maior proteção contra a instalação do míldio e de outras doenças fúngicas, principalmente as podridões, e proporcionando a produção normal de frutos. Chavarria et al. (2007) e Lulu et al. (2005) relataram que o uso de coberturas plásticas também causou diminuição de incidência de podridões de cacho, principalmente a podridão-cinza-da-uva, podridão-da-uva madura e podridão-ácida.

Na Tabela 4.11 estão registrados os dias nos quais foram realizadas as pulverizações do fungicida Metalaxyl + Mancozeb na safra de 2012, em cada um dos tratamentos adotados. É possível verificar que a frequência e as datas de aplicação de fungicida foram muito semelhantes entre os ambientes PPT e TP18%. Isto pode ser explicado por três motivos. Primeiramente, as condições microclimáticas nos dois ambientes protegidos foram muito semelhantes. Segundo, nos tratamentos *CA* e *BA* foi realizado o mesmo número de pulverizações, tanto no ambiente coberto com o PPT quanto no coberto pela TP18%. Por último, para o mesmo ambiente, os tratamentos *MA25* e *MA75*, apesar do grande intervalo entre os níveis de infecção, exigiram um número de pulverização praticamente igual (8 e 7 para *MA25* e *MA75*, respectivamente). Isto ocorreu, pois o nível de infecção i_0 saltava muito rapidamente ao longo do dia de valores baixos para valores altos (próximos de 100%), em função da elevação da temperatura do ar (T). Na equação para cálculo de i e i_0, uma pequena

variação de T significa uma elevação significativa no valor de *i*, por causa das funções exponenciais de T presentes no modelo.

Tabela 4.11 – Datas das pulverizações da videira 'BRS Morena' com o fungicida Metalaxyl + Mancozeb, realizadas na safra de 2012 em cada um dos tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; nos dois ambientes: PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento

Data	PPT					TP18%				
	TE	*CA*	*BA*	*MA25*	*MA75*	*TE*	*CA*	*BA*	*MA25*	*MA75*
04/mai	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11/mai		x					x			
15/mai			x	x	x			x	x	x
19/mai		x					x			
25/mai		x	x	x			x	x	x	
28/mai		x			x		x			x
30/mai		x					x			
01/jun	x	x				x	x			
04/jun		x			x		x			x
06/jun		x					x			
08/jun	x	x	x	x		x	x	x	x	
12/jun		x					x			
15/jun		x	x				x	x		
18/jun		x		x			x		x	
20/jun		x					x			
21/jun					x					x
22/jun		x					x			
26/jun		x	x	x			x	x	x	
29/jun		x					x			
01/jul		x					x			
04/jul		x	x				x	x		
10/jul				x						
11/jul		x	x							

Também nota-se na Tabela 4.11 que no dia 04 de maio foram realizadas pulverizações nas videiras de todos os tratamentos, de modo a garantir que todas as plantas estivessem na mesma condição, ou seja, para se igualar o nível de fonte de inóculo em todas as plantas. Observa-se também que a primeira pulverização de acordo com os tratamentos teve início no dia 04/05, ou seja, antes do aparecimento de qualquer sintoma da doença, já que o primeiro sintoma de míldio apareceu no dia 25/05. Portanto, os tratamentos tiveram início logo após a poda, assim que os brotos atingiram um comprimento mínimo de 10 cm (fase extremamente susceptível ao míldio). Desta forma, a aplicação do fungicida foi racionalizada, por ser efetuada somente quando era verificada condição microclimática para o desenvolvimento do patógeno. No entanto, essa pulverização também foi considerada como preventiva, pois o patógeno visualmente ainda não havia se apresentado. A Figura 4.15 apresenta as curvas de

progresso da incidência de míldio nos ramos de videira cv ‘BRS Morena’ na safra de 2012, em cada um dos tratamentos sob o PPT e sob a TP18%.

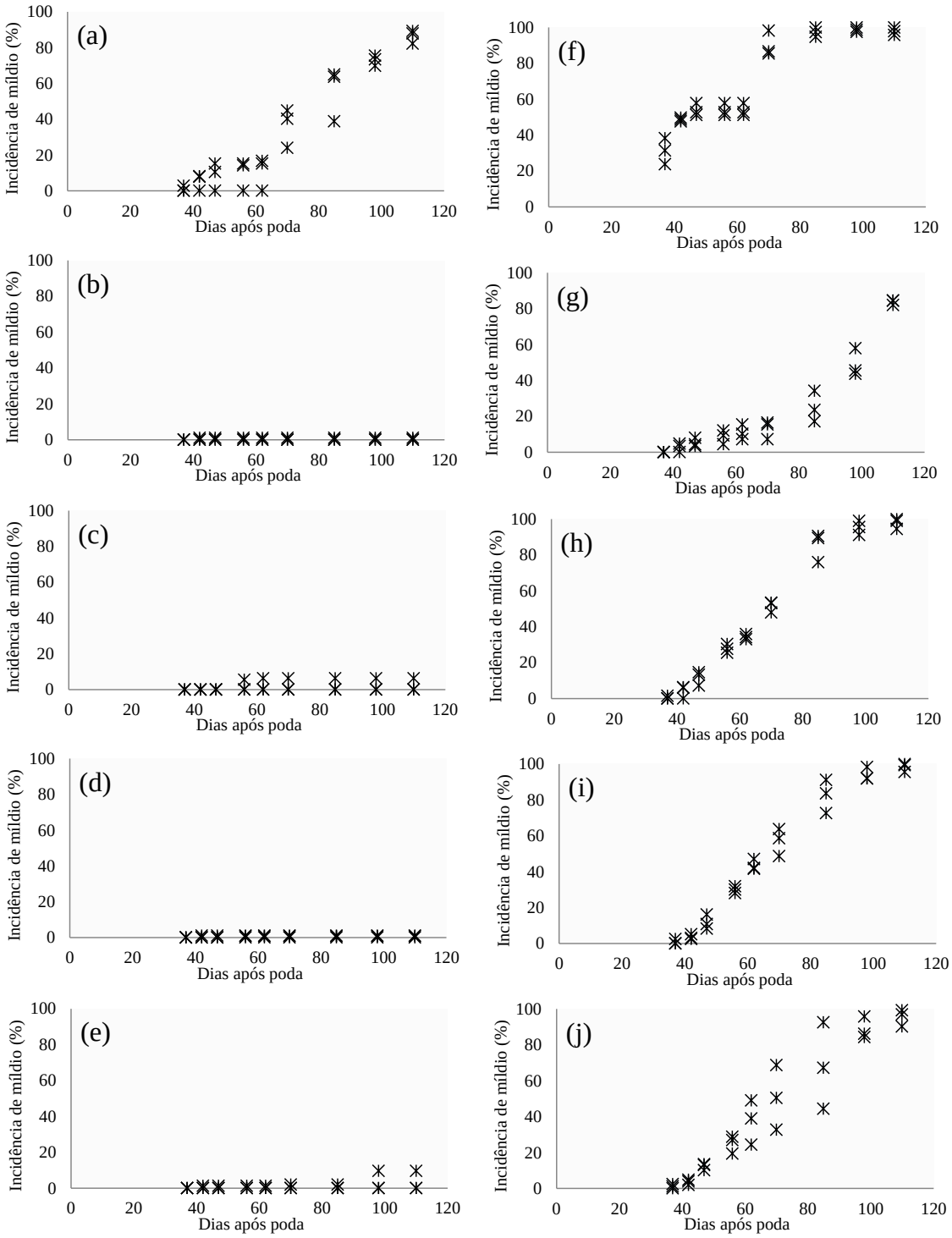

Figura 4.15 – Progresso da incidência de míldio (%) em folhas de videira ‘BRS Morena’ durante a fase de plena floração e início de maturação da safra de 2012, em cada um dos tratamentos: a) Testemunha (*TE*) – PPT; b) Calendário (*CA*) – PPT; c) Baldacci (*BA*) – PPT; d) Madden – i_0 de 25% (*MA25*) – PPT; (e) Madden – i_0 de 75% (*MA75*) – PPT; (f) Testemunha (*TE*) – TP18%; (b) Calendário (*CA*) – TP18%; (c) Baldacci (*BA*) – TP18%; (d) Madden – i_0 = 25% (*MA25*) – TP18%; (e) Madden – i_0 de 75% (*MA75*) – TP18%

Sob o PPT (Figuras 4.15a a 4.15e) as incidências médias por ramo foram, em geral, próximas de zero. Com exceção dos tratamentos *BA* e *MA75* que apresentaram um leve aumento no número de folhas doentes a partir do 58° e 100° dia após a poda, respectivamente. No *TE*, por ter recebido apenas uma pulverização para controle do míldio da videira ao longo de todo o período avaliado, apresentou os maiores valores de incidência de míldio, na média, 50% e 90% no 70° e 110° dias após a poda, respectivamente. Por sua vez, sob a TP18% (Figuras 4.15f a 4.15j), em todos os tratamentos a incidência média foi bem superior do que sob o PPT. No *CA*, apesar do maior número de pulverizações houve incidência de míldio em níveis significativos, porém crescendo de forma mais lenta ao longo do ciclo do que no *TE*. Para se ter uma ideia, no 70° dia após a poda, o *CA* teve incidência média de 20% enquanto o *TE* estava com incidência média de 100%, ou seja, todas as folhas do ramo apresentando sintomas da doença. Os tratamentos *BA*, *MA25* e *MA75* apresentaram uma taxa de incremento da incidência média muito semelhante ao longo do período avaliado. No entanto, no *MA75* observa-se uma faixa de níveis de incidência bem ampla em cada dia avaliado. Por exemplo, no 85° dia foram observados ramos com incidência variando de 40% a 90%.

A Figura 4.16 apresenta as curvas de progresso da severidade de míldio em ramos de videira sob os dois ambientes protegidos, PPT e TP18%. Assim como foi observado na Figura 4.15, sob o PPT (Figuras 4.16a a 4.16e), os valores de severidade foram muito próximos de zero. No *TE*, a severidade média começa a evoluir a partir do 50° dia após a poda, alcançando um valor máximo de aproximadamente 7% no 110° dia do ciclo após a poda. Ou seja, mesmo sendo o tratamento testemunha, com o menor número de pulverizações, não houve ocorrência da doença. Este fenômeno, como já discutido, se refere ao efeito guarda-chuva e à redução da velocidade de degradação do fungicida. No ambiente sob a TP18% (Figuras 4.16f a 4.16j), os tratamentos *BA*, *MA25* e *MA75* apresentaram evoluções da severidade média ao longo do período de avaliação muito semelhante. Percebe-se, nos gráficos das Figuras 4.16h, 4.16i e 4.16j, um aumento da severidade do míldio a partir do 55° dia após a poda, aproximadamente, e o valor máximo da severidade no 110° dia, da ordem de 10%. No *TE*, a severidade média foi superior em relação à obtida no *TE* do PPT. A severidade no *TE* do ambiente sob a TP18% evoluiu a partir do 40° dia após a poda e os valores estabilizaram-se próximos a 25% de severidade nos últimos 30 dias de avaliação.

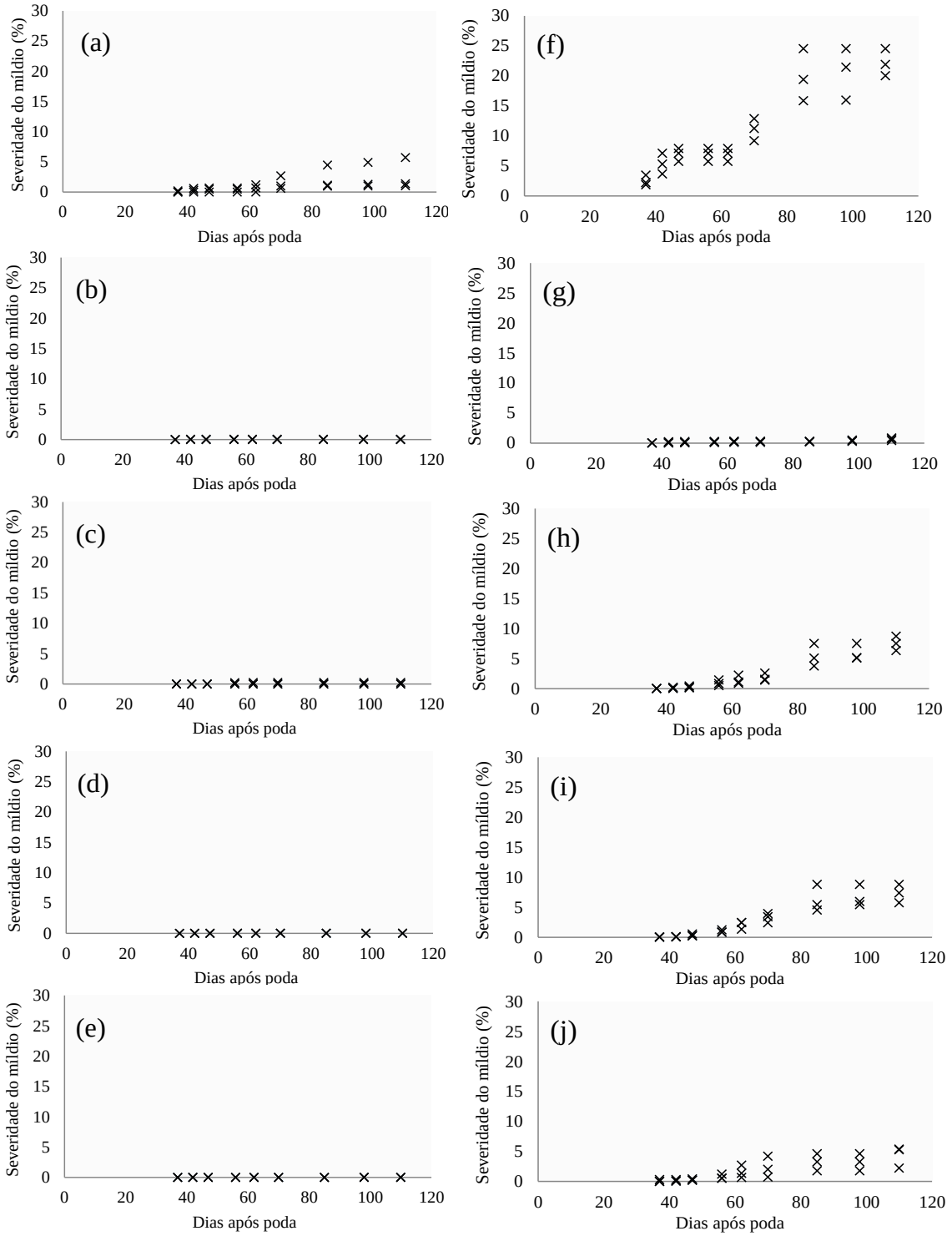

Figura 4.16 – Progresso da severidade de míldio (%) em folhas de videira ‘BRS Morena’ durante a fase de plena floração e início de maturação na safra de 2012, em cada um dos tratamentos: a) Testemunha (*TE*) – PPT; b) Calendário (*CA*) – PPT; c) Baldacci (*BA*) – PPT; d) Madden – i_0 de 25% (*MA25*) – PPT; (e) Madden – i_0 de 75% (*MA75*) – PPT; (f) Testemunha (*TE*) – TP18%; (b) Calendário (*CA*) – TP18%; (c) Baldacci (*BA*) – TP18%; (d) Madden – i_0 = 25% (*MA25*) – TP18%; (e) Madden – i_0 de 75% (*MA75*) – TP18%

Ainda observando-se as Figuras 4.15 e 4.16, nota-se que o início do aparecimento dos sintomas da doença surgiu aproximadamente no 37° dia após a poda, que corresponde ao dia 25 de maio. Revendo a Figura 4.10, como foi comentado anteriormente, verifica-se que houve intensa precipitação entre abril e maio, gerando períodos longos de elevada duração de molhamento foliar. De 5 a 18 dias após a infecção primária, dependendo da temperatura do ar, o patógeno produz esporângios contendo zoósporos produzidos assexuadamente (AGRIOS, 1988), que em contato com as folhas da videira recobertas por uma película de água livre por horas consecutivas, permitem a penetração do patógeno através dos estômatos e seu estabelecimento no tecido foliar. A partir desse momento, de acordo com Blaeser and Weltzien (1979), as infecções primárias são seguidas de sucessivos ciclos assexuados. Provavelmente, o período chuvoso após a poda, aliado a temperaturas adequadas e a fases fenológicas bastante susceptíveis, favoreceram a germinação dos esporângios e a liberação dos zoósporos, causando o estabelecimento da doença a partir do 30° dia após a poda e seu avanço crescente até sua estabilização no 100° dia após a poda, aproximadamente. O nível máximo de intensidade da doença (tanto incidência quanto severidade) ocorreu por volta do 85° dia após a poda, o que corresponde à fase fenológica referente ao desenvolvimento dos frutos. De forma similar, Genta et al. (2010), estudando safras temporãs, verificaram que os níveis máximos de severidade ocorreram anteriormente ao início da maturação dos frutos. No entanto, os mesmos autores constataram que na safra convencional, pelo fato da doença ter sido constatada mais tarde, os níveis máximos de severidade foram registrados após o início da maturação dos frutos.

A Figura 4.17 apresenta os valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) obtidos a partir do progresso da incidência e da severidade do míldio nas videiras cv ‘BRS Morena’ nos cinco tratamentos estudados. Com relação aos tratamentos, nota-se que o *TE* apresentou os maiores valores de incidência e severidade do míldio na videira ao longo do experimento, tanto sob o PPT quanto sob a TP18%, portanto, os maiores valores de AACPD. De forma oposta, o *CA* mostrou os menores valores de AACDP, por ser o tratamento no qual houve a maior frequência de aplicação de fungicida, apresentando incidência e severidade da doença praticamente nula. Já os tratamentos *BA*, *MA25* e *MA75* apresentaram resultados bastante semelhantes, com uma incidência intermediária entre os extremos *TE* e *CA*. Comparando-se os dois ambientes protegidos, é possível constatar mais uma vez que sob o PPT houve um controle bem mais efetivo do patógeno causador do míldio da videira em relação ao ambiente sob a TP18%. Genta et al. (2010), na análise das curvas de progresso de míldio, observaram que os tratamentos que proporcionaram menor AACPD nas

folhas foram sob a cobertura plástica, chegando a reduções de 50% a 75% da doença em comparação aos tratamentos sem cobertura plástica. Estudando a cultivar Festival em vinhedos com e sem cobertura plástica, Batista et al. (2008) chegaram às mesmas conclusões. O autores constataram que o valor da AACPD em vinhedos sob cobertura plástica foi 90% menor do que o observado sem a cobertura.

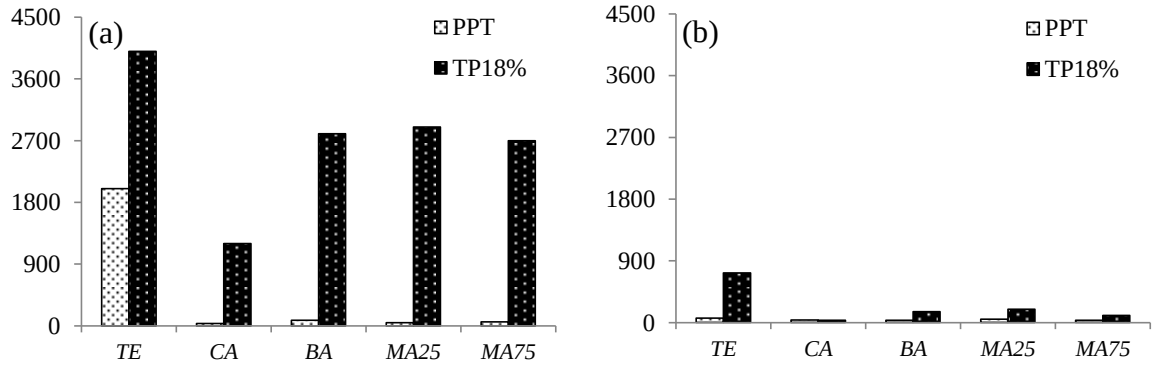

Figura 4.17 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para cada um dos tratamentos, sendo: a) AACPD para curva de progresso da incidência do míldio da videira; b) AACPD para curva de progresso da severidade do míldio da videira; *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; nos dois ambientes: PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento

As Figuras 4.18 a 4.21 apresentam a evolução da incidência e da severidade do míldio da videira no tratamento *TE* (Testemunha) e a variação da DPM, UR e P diária ao longo do período referente às avaliações epidemiológicas (25 de maio a 06 de agosto de 2012). Por ser o tratamento testemunha (no qual foi realizada somente três aplicações do fungicida) essas figuras permitem visualizar de forma mais clara a influência das condições microclimáticas no desenvolvimento da doença, pois quase não há a interferência da ação dos fungicidas. O míldio é favorecido por elevada umidade relativa do ar e água livre sobre as suas estruturas vegetais ou frutos. Portanto, elevados valores de UR, DMP e P favorecem o progresso da doença. Porém, como pode ser verificada nestas figuras, a maior intensidade dos sintomas da doença não necessariamente coincidiram com os picos de UR, DPM ou precipitação. Isto ocorreu, pois o patógeno precisa de um período de dias para se estabelecer e causar os sintomas visuais. De acordo com Gava et al. (2004), os eventos climáticos que dão origem a uma infecção não são aqueles verificados no momento em que os sintomas são observados. Segundo os mesmos autores, os sintomas só são percebidos após um longo período e que, na maioria dos casos, apenas no final do período de incubação, quando os danos da infecção

primária já foram estabelecidos, é possível tentar evitar o estabelecimento do próximo ciclo. Por exemplo, na Figura 4.18, percebe-se que mesmo não ocorrendo chuva a partir da última semana de junho, a doença continuou a progredir até atingir o seu valor máximo no início de agosto.

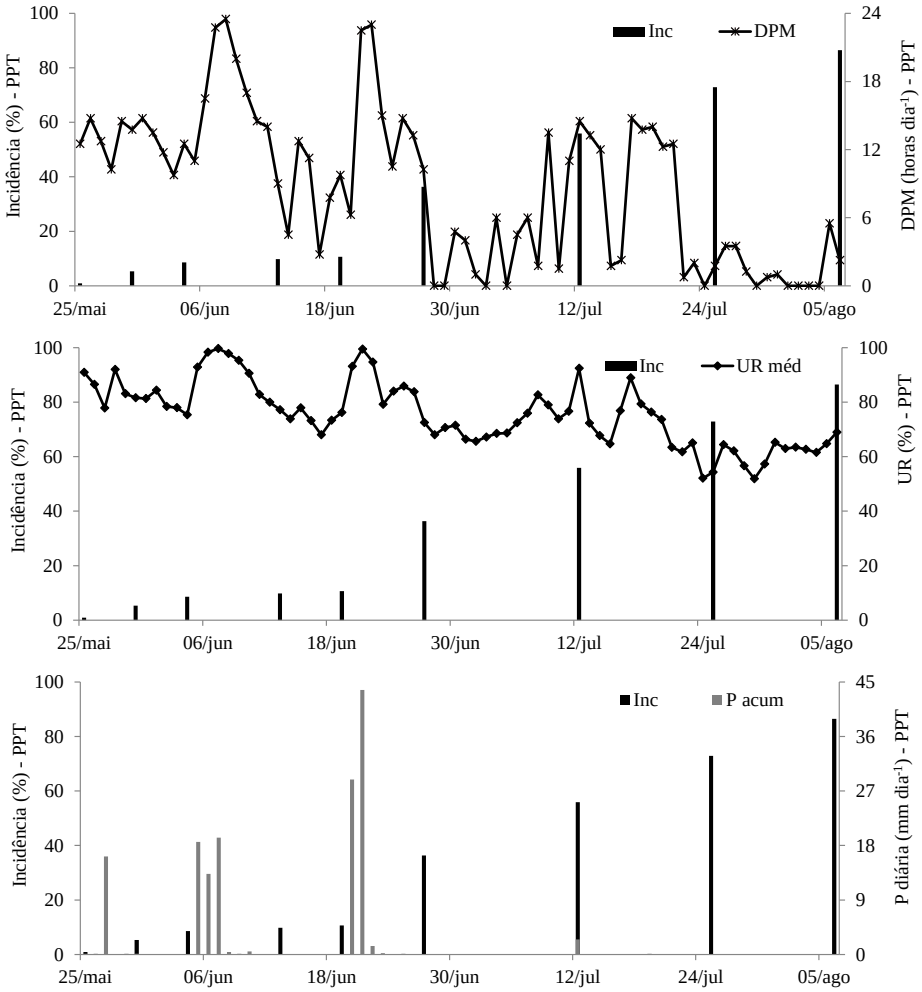

Figura 4.18 – Incidência do míldio em folhas de videira ‘BRS Morena’ ao longo da safra de 2012 em Jales, SP, no tratamento testemunha (*TE*) e variação da duração do período de molhamento foliar (DPM), da umidade relativa do ar (UR) e da precipitação pluvial diária (P diária) no ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado (PPT)

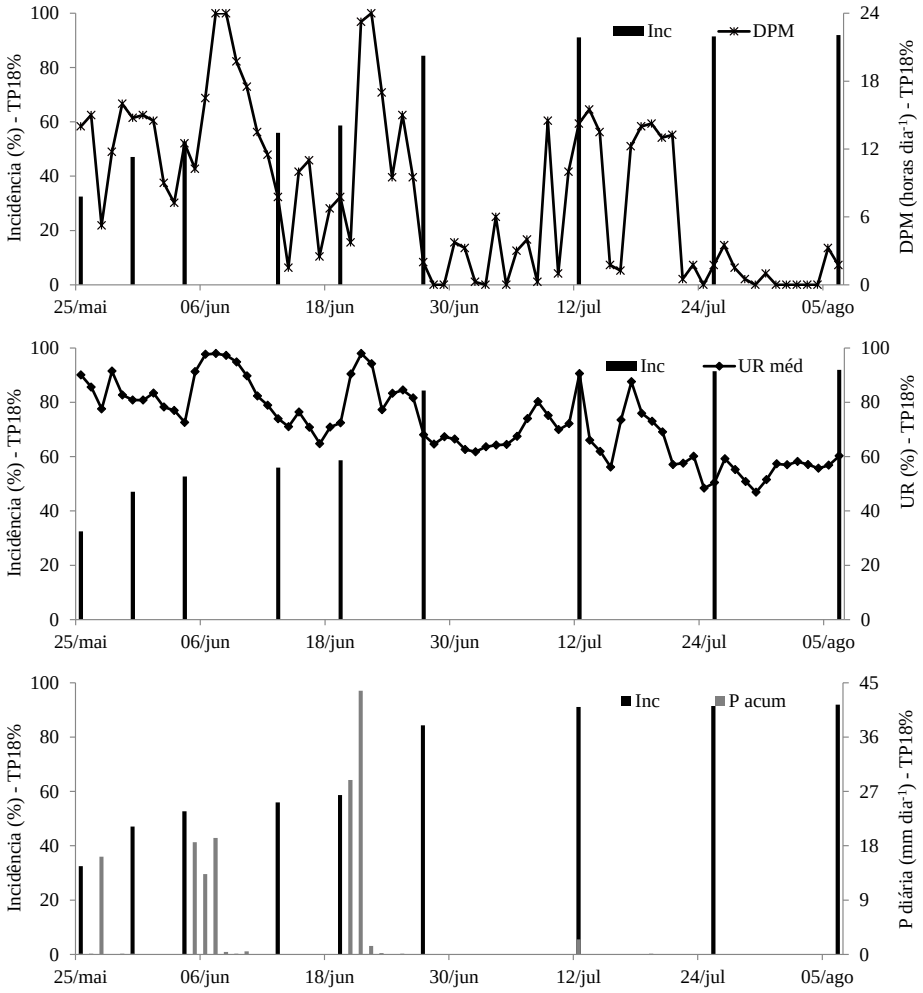

Figura 4.19 – Incidência do míldio em folhas de videira ‘BRS Morena’ ao longo da safra de 2012 em Jales, SP, no tratamento testemunha (*TE*) e variação da duração do período de molhamento foliar (DPM), da umidade relativa do ar (UR) e da precipitação pluvial (P diária) no ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento (TP18%)

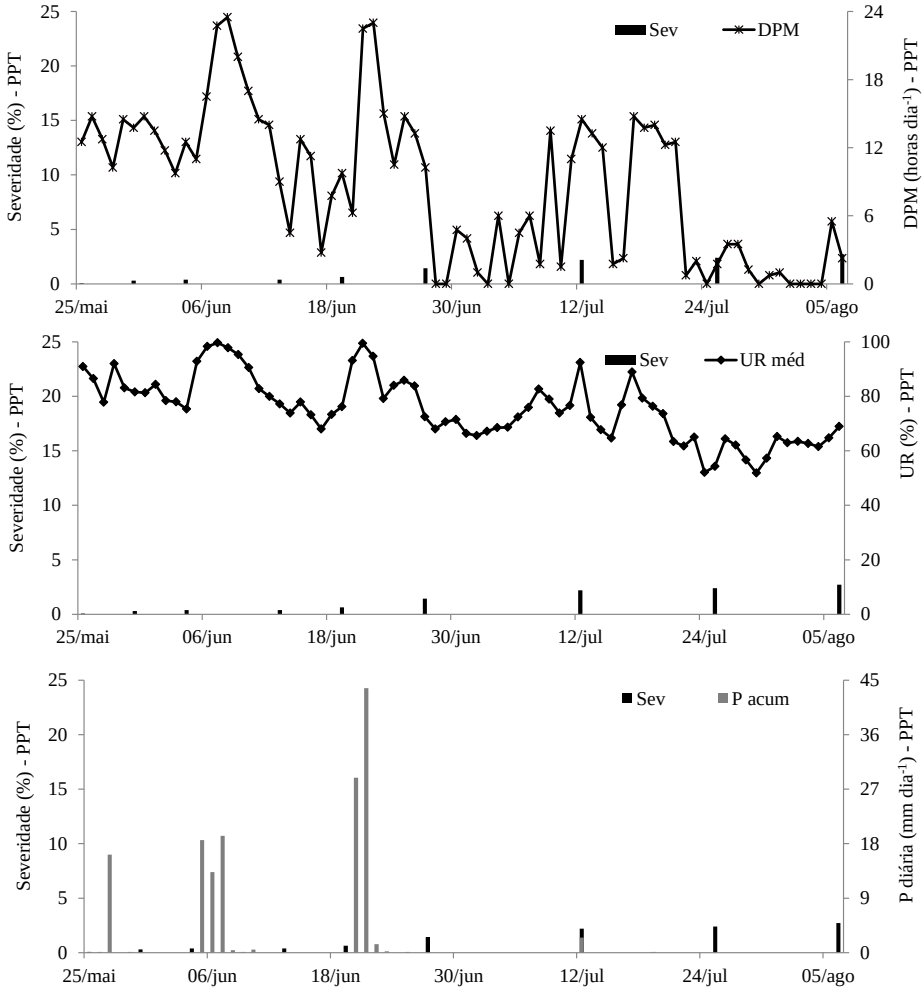

Figura 4.20 – Severidade do míldio em folhas de videira ‘BRS Morena’ ao longo da safra de 2012 em Jales, SP, no tratamento testemunha (*TE*) e variação da duração do período de molhamento foliar (DPM), da umidade relativa do ar (UR) e da precipitação pluvial (P diária) no ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado (PPT)

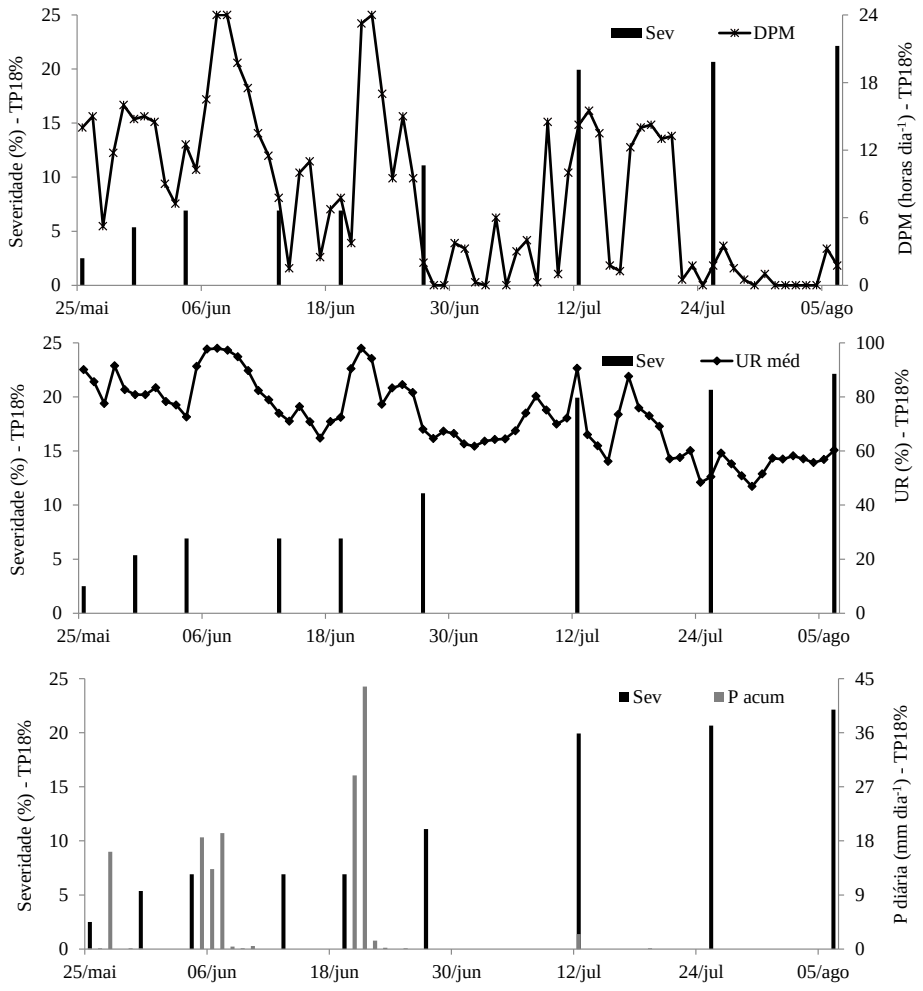

Figura 4.21 – Severidade do míldio em folhas de videira 'BRS Morena' ao longo da safra de 2012 em Jales, SP, no tratamento testemunha (*TE*) e variação da duração do período de molhamento foliar (DPM), da umidade relativa do ar (UR) e da precipitação pluvial (P diária) no ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento (TP18%)

A Tabela 4.12 apresenta as equações elaboradas a partir das regressões múltiplas para a estimativa da incidência e da severidade do míldio nos ramos das videiras cultivadas sob PPT e sob TP18%. Essa análise foi realizada com base nas variáveis microclimáticas coletadas em cada um dos ambientes cobertos e nas avaliações da doença realizadas nas plantas úteis do tratamento *TE*. Percebe-se que as regressões elaboradas com uma única variável (DPM) geram valores de coeficiente de determinação extremamente baixos ($R^2 < 0,134$), o que indica que os modelos de estimativa obtidos não são bons para traduzir a real intensidade da doença. Porém, quanto maior o número de variáveis microclimáticas inclusas nos modelos de regressões, maior o valor do R^2, chegando a um valor máximo de 0,875, o que indica que as variáveis micrometeorológicas explicam cerca de 87% das variações observadas

na incidência e cerca de 93% das variações da severidade do míldio na cultivar de videira cv ‘BRS Morena’.

Tabela 4.12 - Modelos de regressão linear simples e múltipla para a estimação da incidência (Inc) e da severidade (Sev) do míldio em folhas de videira 'BRS Morena' cultivada nos ambientes sob o plástico de polipropileno trançado (PPT) e sob tela preta com 18% de sombreamento (TP18%), em função das variáveis micrometeorológicas

Ambiente	Variáveis	Modelo linear	R^2 (*)
PPT	DPM	Inc = -2,1133 DPM + 50,572	0,108
	DPM, P acum	Inc = -2,6364 DPM +1,3122 P acum +52,4667	0,108
	DPM, P acum, T mín	Inc = -1,6011 DPM +1,5303 P acum -10,943 T mín +210,35	0,611
	DPM, P acum, T mín, UR máx	Inc = -3,5358 DPM +2,2275 P acum -10,697 T mín +3,1597 UR máx -85,642	0,621
	DPM, P acum, T mín, UR máx, Rg	Inc= 5,1474 DPM +4,2573 P acum -5,7053 T mín -6,5051 UR máx +17,3777 Rg +539,13	0,751
	DPM, P acum, T mín, UR máx, Rg, Sr	Inc = 3,9089 DPM +4,9471 P acum -6,3701 T mín -4,9007 UR máx +15,2457 Rg +8,4969 Sr +395,90	0,752
	DPM, P acum, T mín, UR máx, Rg, Sr, U	Inc = -11,1073 DPM +3,2272 P acum -8,1248 T mín -22,9265 UR máx -23,9617 Rg +4,0946 Sr -2839,76 U +3348,76	0,875
TP18%	DPM	Inc = -0,4503 DPM +71,035	0,014
	DPM, P acum	Inc = -1,0872 DPM +1,6037 P acum +72,97	0,044
	DPM, P acum, T mín	Inc = -0,7732 DPM +1,9823 P acum -7,4433 T mín +181,95	0,569
	DPM, P acum, T mín, UR máx	Inc = -3,3782 DPM +2,9737 P acum -7,4667 T mín +3,7103 UR máx -154,85	0,623
	DPM, P acum, T mín, UR máx, Rg	Inc = 0,8153 DPM +4,8019 P acum -3,0130 T mín +0,8786 UR máx +12,2763 Rg -111,55	0,823
	DPM, P acum, T mín, UR máx, Rg, Sr	Inc = 0,9167 DPM +4,4566 P acum -2,6177 T mín +0,7424 UR máx +13,2298 Rg -2,0703 Sr -102,75	0,824
	DPM, P acum, T mín, UR máx, Rg, Sr, U	Inc = -7,0056 DPM +5,9626 P acum -2,1228 T mín -1,3308 UR máx +7,2376 Rg -9,5239 Sr -238,03 U +372,48	0,871
Ambiente	Variáveis	Modelo linear	R^2 (*)
PPT	DPM	Sev = -0,064 DPM + 1,7344	0,134
	DPM, P acum	Sev = -0,0826 DPM + 0,0467 P acum + 1,8018	0,146
	DPM, P acum, T mín	Sev = -0,0499 DPM + 0,0536 P acum -0,3452 T mín + 6,7825	0,661
	DPM, P acum, T mín, UR máx	Sev = -0,1837 DPM + 0,1018 P acum -0,3282 T mín + 0,2185 UR máx -13,6823	0,710
	DPM, P acum, T mín, UR máx, Rg	Sev = 0,0693 DPM + 0,1609 P acum -0,1828 T mín -0,06315 UR máx +0,50635 Rg +4,5225	0,812
	DPM, P acum, T mín, UR máx, Rg, Sr	Sev = 0,05992 DPM + 0,1662 P acum -0,1878 T mín -0,0510 UR máx +0,4902 Rg +0,0645 Sr +3,4348	0,812
	DPM, P acum, T mín, UR máx, Rg, Sr, U	Sev = -0,3807 DPM + 0,1157 P acum -0,2393 T mín -0,5799 UR máx -0,6603 Rg -0,06465 Sr -83,3262 U + 90,08	0,923
TP18%	DPM	Sev = -0,4153 DPM + 14,82	0,147
	DPM, P acum	Sev = -0,4033 DPM -0,03025 P acum +14,7834	0,157
	DPM, P acum, T mín	Sev = -0,3013 DPM +0,0927 P acum -2,4187 T mín +50,198	0,679
	DPM, P acum, T mín, UR máx	Sev = -0,6568 DPM +0,2281 P acum -2,4219 T mín +0,5064 UR máx +4,231	0,690
	DPM, P acum, T mín, UR máx, Rg	Sev = 0,4668 DPM +0,7179 P acum -1,2285 T mín -0,2524 UR máx +3,2894 Rg +15,834	0,811
	DPM, P acum, T mín, UR máx, Rg, Sr	Sev = 0,4984 DPM +0,6106 P acum -1,1057 T mín -0,2947 UR máx +3,5857 Rg -0,6434 Sr +18,568	0,815
	DPM, P acum, T mín, UR máx, Rg, Sr, U	Sev = -3,7448 DPM +1,4173 P acum -0,8406 T mín -1,4051 UR máx +0,3763 Rg -4,6355 Sr -127,486 U +273,105	0,944

(*) Para nível de significância de 5%.

4.3.2 Avaliação da safra de 2013

A Tabela 4.13 apresenta os valores médios das variáveis micrometeorológicas obtidos sob os vinhedos cobertos com o PPT e a TP18% e na estação meteorológica da EVT/EMBRAPA (EMA), durante a safra de 2013. A temperatura do ar (T) foi estatisticamente semelhante nos três ambientes estudados, tanto para os valores médios e mínimos quanto para os máximos. Tal fato ocorreu pelo mesmo motivo justificado para os dados microclimáticos da safra de 2012. As aberturas laterais permitiram a livre circulação de ar em toda a área experimental, fazendo com que houvesse troca de calor entre os ambientes cobertos (PPT e TP18%) e o ambiente externo (EMA), igualando a temperatura do ar. Sob PPT ocorreram os maiores valores de umidade relativa do ar (UR, %) média e máxima, pois esta funcionou como uma barreira física que impediu parcialmente a saída do vapor d’água para o ambiente externo. Já os valores mínimos foram semelhantes nos três ambientes.

Tabela 4.13 - Temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), radiação solar global (Rg), radiação fotossinteticamente ativa (RFA), saldo de radiação (Sr), velocidade do vento (U) e duração do período de molhamento foliar (DPM), obtidos ao longo da safra de 2013 nas seguintes condições: PPT = ambiente sob plástico de polipropileno trançado; TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento; e EMA = estação meteorológica automática

Variáveis meteorológicas		Safra 2013					
		PPT		TP18%		EMA	
T média do ar	(°C)	21,29	a	21,44	a	21,69	a
T máxima do ar		29,57	a	29,77	a	29,17	a
T mínima do ar		15,38	a	15,22	a	15,40	a
UR média do ar	(%)	75,33	a	73,73	b	72,91	b
UR máxima do ar		96,84	a	94,93	b	95,20	b
UR mínima do ar		44,33	a	43,16	a	44,57	a
Rg média	(MJ m^{-2}dia^{-1})	9,91	c	13,38	b	14,74	a
RFA média		2,92	b	3,60	a	-	
Sr médio		4,34	b	5,71	a	-	
Sr médio positivo		4,99	b	7,40	a	-	
Sr médio negativo		-0,65	a	-1,69	b	-	
U média	(m s^{-1})	0,22	c	0,58	b	0,94	a
DPM	(horas dia^{-1})	11,08	a	7,37	b	-	

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

As médias de radiação solar (Rg, RFA e Sr) dos três ambientes mostraram diferenças estatisticamente significativas. A radiação solar transmitida ao interior dos dois ambientes cobertos foram inferiores ao obtido a céu aberto (EMA), em função da atenuação promovida pela reflexão e absorção pelo PPT e pela TP18%. O PPT provocou uma atenuação da radiação solar 3,55 vezes superior à da TP18%. A velocidade média do vento nos três ambientes diferiu estatisticamente da mesma forma que foi observado na safra de 2012, ou seja, o PPT provocou as maiores reduções da velocidade do vento.

Para a duração do período de molhamento foliar (DPM), houve diferença estatistica entre os dois ambientes cobertos. Sob o PPT, a DPM foi 50,3% maior do que sob a TP18%, o que se deve aos fatores que seguem. Primeiramente, a cobertura plástica é uma barreira física que tem a capacidade de aprisionar boa parte do vapor d'água formado em seu interior, causando muitas vezes até a condensação desse vapor na face interna do plástico. O estadohídrico da planta, o teor de umidade do solo (GAVA et al., 2004), a condensação do vapor de água da atmosfera e a gutação (VIDA et al., 2004) são alguns dos principais fatores que provocam o acúmulo de água livre na superfície das folhas sob cultivo protegido, dependendo das condições da T e da UR. Dessa maneira, geralmente a UR no interior dos

ambientes protegidos é mais elevada em relação ao ambiente externo, mesmo em momentos nos quais a T também é superior ou semelhante ao ambiente externo. Comprovando tal afirmativa, pode-se verificar que nas Tabelas 4.6 e 4.13 que a UR média e máxima foram maiores sob o PPT do que nos outros dois ambientes (TP18% e EMA), enquanto os valores de temperatura do ar foram semelhantes em todos os ambientes. Tais fatos ocorreram nos dois anos avaliados.

Além disso, a maior DPM na safra de 2013 sob o PPT ocorreu também em virtude da redução da velocidade do vento. O transporte de vapor d'água para a atmosfera é dependente de vento e limitado pelo dossel, assim, umidade no interior de ambientes protegidos é maior e, em noites de ventos de baixa velocidade, normalmente há formação de filme de água livre sobre a superfície das folhas nas horas mais frias (GAVA et al., 2004). No presente estudo, a atenuação da velocidade do vento provocada pela cobertura plástica e em parte pelo dossel, dificultou a troca do vapor de água produzido sob PPT com o ambiente externo, causando aumento da UR e, consequentemente, da DPM principalmente em períodos mais frios, por exemplo, noturnos. Pelos dados da Tabela 4.13, nota-se que o PPT provocou uma redução na velocidade do vento da ordem de 62% maior do que observado sob a TP18% e 76,6% maior do que na EMA. Chavarria et al. (2009a) obtiveram resultados superiores, por medir a velocidade do vento junto ao dossel vegetativo, alcançando atenuações de 90,4% da velocidade do vento sob cobertura plástica em relação ao ambiente externo.

Além da pressão atual de vapor d'água do ar e da velocidade do vento, a intensidade da radiação solar transmitida ao interior dos dois ambientes cobertos pode ter promovido condições mais favoráveis a uma maior DPM sob o PPT. A radiação solar apresentou médias estatisticamente diferentes, sendo sob o PPT da ordem de 25,9% inferior do que sob a TP18%. Dessa forma, sob o PPT a atenuação da Rg provavelmente causou uma inibição parcial do processo convectivo originário do saldo de radiação positivo, causando a retenção parcial do vapor d'água no interior do ambiente. É importante atentar para o fato de que em 2013 a diferença de Rg entre os ambientes cobertos foi quase o triplo da diferença obtida em 2012 (8,85%), em função do envelhecimento do plástico ao longo do tempo de uso. Tal diferença de um ano para o outro pode ter favorecido a maior DPM em 2013, pois a redução da quantidade de energia disponível sob o PPT, principal responsável pela evaporação do molhamento, tenha possibilitado que o molhamento foliar perdurasse por mais tempo.

Apesar das diferentes intensidades de radiação solar nos dois ambientes, os demais fatores citados foram muito semelhantes nos dois anos avaliados. A UR média e a UR máxima também foram maiores que na EMA e a velocidade do vento foi bem atenuada sob o

PPT tanto em 2012 como em 2013. Portanto, esses não podem servir como base para explicar a questão da maior DPM sob o PPT. Talvez, tal fato possa ser explicado pela própria disposição dos ramos da videira no campo. Os dois sensores estavam dispostos na mesma altura, direção e angulação nos dois ambientes cobertos.

A Tabela 4.14 apresenta o número de pulverizações do fungicida específico para o míldio que foi necessário de acordo com cada tratamento. Os valores foram muito semelhantes ao número de pulverizações realizadas na safra de 2012. Nota-se também que os sistemas de alerta fitossanitário previram que havia risco de doença, pois indicaram a necessidade de aplicação do fungicida. Porém, como foi dito anteriormente, não foram observados sintomas de míldio nas videiras avaliadas.

Tabela 4.14 – Número de pulverizações e valores médios da incidência (I, %) e da severidade (S, %) final de míldio (*Plasmopara viticola*) obtidas nas folhas de videira 'BRS Morena' referentes aos cinco tratamentos realizados ao longo da safra de 2013, em que: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado; e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento

Ambiente	Trat	I (%)	S (%)	N° pulverizações
PPT	*TE*	0,00	0,00	1
	CA	0,00	0,00	29
	BA	0,00	0,00	5
	MA25	0,00	0,00	10
	MA75	0,00	0,00	10
TP18%	*TE*	0,00	0,00	1
	CA	0,00	0,00	29
	BA	0,00	0,00	5
	MA25	0,00	0,00	10
	MA75	0,00	0,00	10

O número de pulverizações em todos os tratamentos foi exatamente igual nos dois ambientes protegidos (PPT e TP18%), de forma semelhante ao que ocorreu na safra de 2012. Tal fato pode ser explicado pelas mesmas razões comentadas anteriormente, ou seja, condições microclimáticas muito similares nos dois ambientes, uma proximidade muito grande entre os tratamentos *MA25* e *MA75*, além do fato de que os tratamentos *CA* e *BA* foram aplicados com a mesma frequência tanto em PPT quanto em TP18%. Houve uma diferença nítida nas relações entre o número de pulverizações dos tratamentos *BA*, *MA25* e T5 na safra de (Tabela 4.10) e na de 2013 (Tabela 4.14). Na safra anterior, *BA* apresentou um número de pulverizações superior aos outros dois tratamentos baseados em sistemas de alerta

fitossanitário (*MA25* e *MA75*). Já na safra de 2013, *MA25* e *MA75* indicaram 10 aplicações enquanto que, com base no *BA*, foram realizadas somente 5 pulverizações. Tal fato pode ser explicado em função da menor frequência e intensidade das chuvas em 2013, fazendo com que o sistema de alerta baseado em chuva (*BA*) indicasse menor necessidade de aplicação do fungicida para o controle do *P. viticola* em comparação ao ano anterior. Na Tabela 4.15 são apresentados os dias nos quais foram realizadas as pulverizações do fungicida 'Metiram + Piraclostrobina', de acordo com cada um dos tratamentos adotados.

Tabela 4.15 – Datas das pulverizações da videira 'BRS Morena' com o fungicida Metiram + Piraclostrobina, realizadas na safra de 2013 em cada um dos tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci et al. (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%; nos dois ambientes: PPT = ambiente sob cobertura plástica de polipropileno trançado e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento

Data	PPT					TP18%				
	TE	*CA*	*BA*	*MA25*	*MA75*	*TE*	*CA*	*BA*	*MA25*	*MA75*
16/abr	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
29/abr		x		x	x		x		x	
30/abr										x
02/mai		x					x			
06/mai		x		x	x		x		x	x
08/mai		x					x			
10/mai		x					x			
13/mai		x					x			
14/mai				x	x				x	x
17/mai		x					x			
20/mai		x					x			
21/mai				x	x					
22/mai		x					x		x	x
24/mai		x					x			
27/mai		x					x			
28/mai				x	x					
29/mai		x					x		x	x
31/mai		x	x				x	x		
03/jun		x					x			
04/jun				x	x					
05/jun		x					x		x	x
07/jun		x					x			
08/jun			x					x		
10/jun		x					x			
11/jun				x	x					
12/jun		x					x		x	x
14/jun		x					x			
16/jun			x					x		
17/jun		x					x			
18/jun				x	x				x	x
19/jun		x					x			
21/jun		x					x			
24/jun		x	x				x	x		
26/jun		x		x			x			
27/jun					x				x	x
29/jun		x					x			
02/jul		x					x			
04/jul		x					x			
06/jul		x					x			

A Figura 4.22 apresenta a variação da precipitação pluvial diária, temperatura média do ar, umidade relativa do ar média e duração do período de molhamento foliar ao longo da safra de 2013.

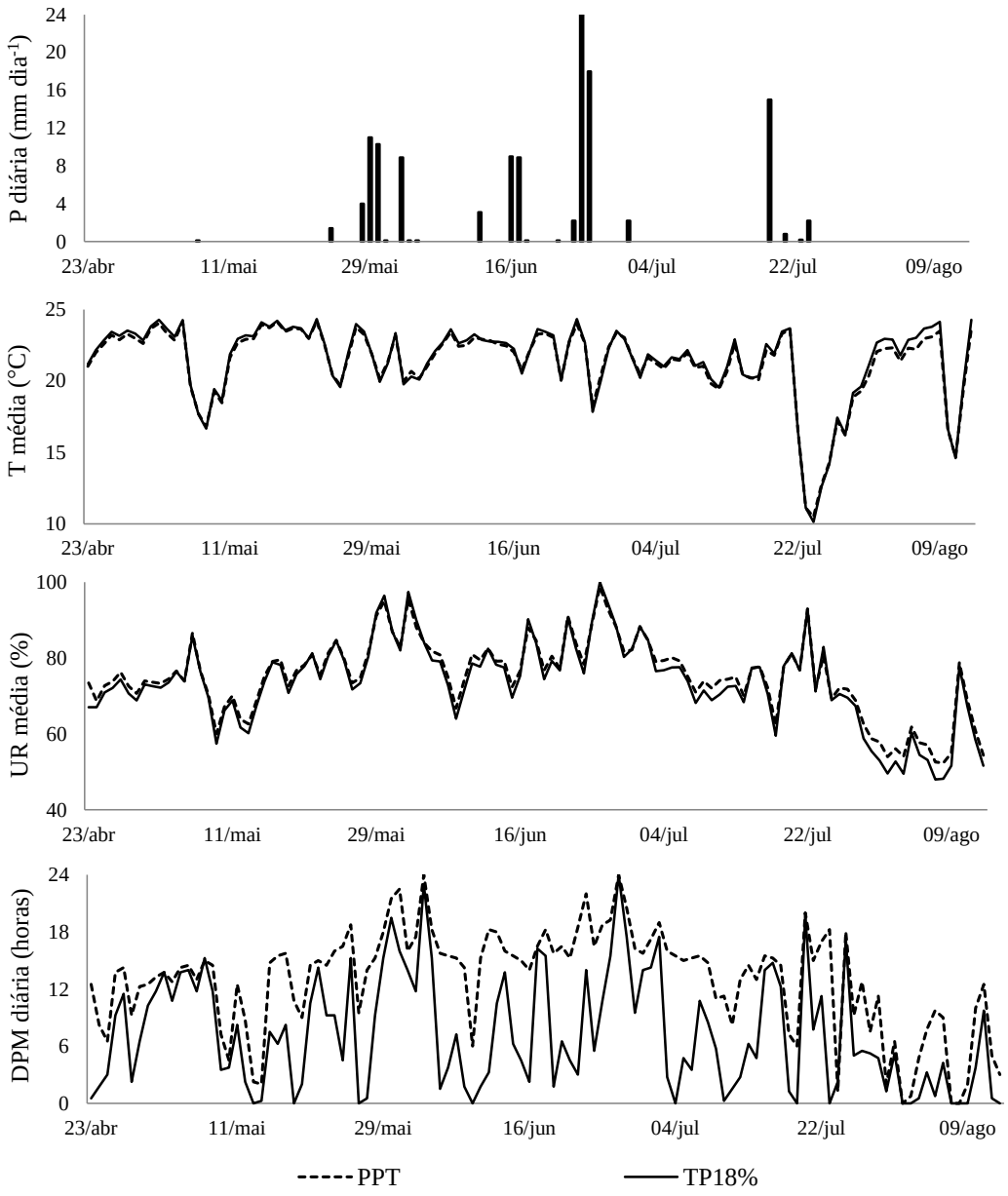

Figura 4.22 – Precipitação pluvial diária (P diária), temperatura média do ar (T média), umidade relativa média do ar (UR média) e duração do período de molhamento foliar diário (DPM diária) observadas ao longo da safra de 2013 nos ambientes protegidos: PPT = ambiente sob plástico de polipropileno trançado e TP18% = ambiente sob tela preta com 18% de sombreamento

Pela observação dos dados da Figura 4.22, aliados aos dados da Tabela 4.13, é possível deduzir que havia condição microclimática, tanto sob o PPT quanto sob a TP18%, para que o patógeno *P. viticola* se estabelecesse nas videiras avaliadas. Além disso, o inóculo

da doença se encontrava presente na área experimental, pois durante o ano todo haviam videiras vegetando para que o patógeno adotasse como hospedeiro. Estudando a dispersão anemófila de esporangiósporos de *P. viticola*, Mendes (2002) relataram que o inóculo está presente ao longo de todo o ano, estando somente dependente de condições favoráveis para ocorrência da doença. No entanto, não foi verificado nenhum sintoma da doença ao longo de toda a safra de 2013 (Tabela 4.14).

Uma das principais hipóteses para a ausência da doença em 2013 foi o atraso no período chuvoso. Precipitação superior a 10 mm e temperatura acima de 10ºC são as exigências climáticas para que os oósporos de *P. viticola* germinem (CHAVARRIA et al., 2009b). Após esta etapa, a chuva funciona como um agente dispersor desses esporos, espalhando-os e carregando-os até o dossel para que assim possa causar as primeiras infecções sob temperaturas adequadas (LAFON; CLERJEAU, 1988). Finalmente, para que ocorram as primeiras infecções é necessária a ocorrência de chuvas acima de 2,5 mm e temperatura do ar superior a 11 °C (KENNELLY et al., 2007). Portanto, a chuva tem papel fundamental no sucesso do estabelecimento do míldio na videira. Ao observar o primeiro gráfico da Figura 4.22, percebe-se que as chuvas só começaram a ocorrer a partir do final de maio. Por sua vez, no ano anterior, as chuvas ocorreram logo na segunda quinzena do mês de abril. Talvez pelo fato do período chuvoso ter ocorrido posteriormente, numa época na qual as videiras de cv ‘BRS Morena’ já se encontravam em fases fenológicas menos susceptíveis, os oósporos não tiveram tempo hábil de germinar e de prosseguir com os demais processos de formação dos esporângios e dos zoósporos, de dispersão e de infecção. Kennelly et al. (2007) relataram que, provavelmente, os oósporos necessitam de um período longo de maturação. Para Park et al. (1997), a maturação e a germinação dos oósporos exige um longo período de tempo, podendo ocorrer em algumas semanas ou até em meses.

A Tabela 4.16 apresenta as datas relativas a cada um dos estádios fenológicos observados durante o ciclo de produção da videira cv ‘BRS Morena’ na safra de 2013. Da mesma forma como observado na safra anterior, não ocorreram diferenças expressivas nos períodos de cada fase fenológica entre as videiras cultivadas sob PPT e sob TP18%, portanto na Tabela 4.16 os valores se referem à fenologia observada nas videiras dos dois ambientes.

Tabela 4.16 – Evolução da fenologia da videira ‘BRS Morena’ na safra de 2013, de acordo com a descrição dos estádios fenológicos de desenvolvimento proposta por Lorenz et al. (1995), sendo: DAP = dia após a poda de produção

Macro-estádio	Micro-estádio	Data	DAP
0 - Brotação	0	13/abr	5
	1	15/abr	7
	3	17/abr	9
	5	18/abr	10
	7	20/abr	12
	9	22/abr	14
1 - Desenv/o das folhas	11	24/abr	16
	12	25/abr	17
	13	26/abr	18
	14	27/abr	19
	15	28/abr	20
	16	29/abr	21
	19	01/mai	23
5 - Apareci/o das inflorescências	53	03/mai	25
	55	07/mai	29
	57	11/mai	33
6 - Floração	60	10/mai	32
	61	12/mai	34
	63	14/mai	36
	65	17/mai	39
	68	20/mai	42
	69	23/mai	45
7 - Desenvolv/o dos frutos	71	28/mai	50
	73	04/jun	56
	75	11/jun	63
	77	20/jun	72
	79	26/jun	78
8 - Maturação dos frutos	81	07/jul	87
	83	17/jul	97
	85	27/jul	107
	89	12/ago	123

Além da questão das chuvas tardias em 2013, outro fator a ser citado é a quantidade de chuva. Na safra de 2012, a soma da precipitação ocorrida ao longo de todo o ciclo da cultura

resultou em 278 mm, enquanto que em 2013 choveu somente a metade, aproximadamente 136 mm. Tal fato pode ter influenciado também na ausência da epidemia no ano de 2013. Genta et al. (2010) constataram que um dos fatores relacionados à ausência de doença nas videiras foi a menor quantidade de chuva. Além da chuva, o patógeno exige também uma elevada umidade relativa do ar para uma fase importante do seu ciclo de vida. Segundo Amorim e Kuniyuki (1997), a formação dos esporangióforos de *P. viticola* exige umidade relativa do ar elevada, da ordem de 95 a 100%. Ainda na Figura 4.22, nota-se que valores médios de UR maiores que 95% foram observados somente quando as chuvas começaram a ocorrer.

Aliado à hipótese do possível atraso na germinação dos oósporos, está o fato da atenuação significativa da velocidade do vento no interior dos ambientes cobertos, principalmente sob o PPT. A velocidade do vento apresentou os maiores coeficientes de correlação com a dispersão de esporos, indicando a influência deste fator sobre o fenômeno (CHAVARRIA et al., 2009b), Porém, essa hipótese não explica a ausência de sintomas da doença nas videiras sob a TP18%, na qual a velocidade do vento é bem mais próxima da obtida externamente. De acordo com Caffi et al. (2007), é muito comum que as variações anuais em condições climáticas que influenciam o desenvolvimento da doença resultem em surtos inesperados da doença ou até mesmo em epidemias esperadas que não ocorrem efetivamente.

4.4 Conclusões

A partir dos resultados apresentados, conclui-se que:

a) Nos dois anos avaliados foi constatada a existência de condições meteorológicas favoráveis ao surgimento do míldio da videira, porém somente na safra de 2012 foram observados os sintomas da doença;

b) Em 2013, a ausência da doença pode ter sido provocada em função da não ocorrência de chuvas nos períodos em que a videira se encontrava em fases fenológicas mais susceptíveis ao míldio. Além disso, o total de chuvas foi praticamente a metade do verificado para o mesmo período no ano anterior;

c) Na safra de 2012, a incidência e a severidade do míldio nas folhas das videiras cultivadas sob o plástico de polipropileno trançado (PPT), em todos os tratamentos, foram bem inferiores em comparação às plantas cultivadas sob tela preta com 18% de sombreamento (TP18%) em função da barreira física promovida pela cobertura plástica, que resultou em três benefícios importantes: impediu o contato direto das folhas da videira com a água da

chuva, resultando em um maior efeito residual do fungicida; reduziu a transmissão da radiação solar, principalmente na faixa do ultra-violeta (λ < 400nm), ao interior do ambiente protegido, provavelmente desacelerando a degradação do fungicida e aumentando seu período de ação; e atenuou significativamente a velocidade do vento sob a cobertura, reduzindo a taxa de dispersão dos esporos do patógeno ao longo do dossel no seu interior;

d) Houve uma significativa redução no número de pulverizações entre o tratamento *CA* (Calendário) e os tratamentos baseados nos sistemas de alerta fitossanitário (*BA*, *MA25* e *MA75*), da ordem de 60 a 75% na safra de 2012 e 65,5 a 82,6% na safra de 2013;

e) Sob o plástico de polipropileno trançado, os tratamentos baseados nos sistemas de alerta fitossanitário (*BA*, *MA25* e *MA75*) apresentaram níveis de intensidade de míldio da videira semelhantes aos verificados no tratamento com base no calendário;

f) Sob tela preta com 18% de sombreamento, os tratamentos baseados nos sistemas de alerta fitossanitário (*BA*, *MA25* e *MA75*) foram menos eficientes no controle do míldio em relação ao tratamento *CA* e também em comparação aos tratamentos sob PPT. Porém o número de pulverizações foi semelhante ao realizado nos tratamentos sob PPT;

g) Os sistemas de alerta fitossanitário *MA25* e *MA75* indicaram uma frequência de aplicação do fungicida muito semelhante entre si;

h) De maneira geral, conclui-se que o cultivo de videiras sob o PPT, aliado à adoção de sistemas de alerta fitossanitário resultou em excelentes níveis de controle do míldio na videira 'BRS Morena', com redução considerável no número de aplicações do fungicida.

i) Mais estudos devem ser realizados a respeito da ação, persistência, dosagens e frequência de aplicação dos fungicidas sob coberturas plásticas, de modo a subsidiar as tomadas de decisão por parte dos viticultores na região de Jales, SP.

Referências

AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 3th ed. San Diego: Academic Press, 1988. 803 p.

_____. **Plant pathology**. 4th ed. London: Academic Press, 1997. 635 p.

_____. Plant disease caused by fungal. In: _____. **Plant pathology**. Oxford: Academic Press, 2005. chap. 11, p. 383-614.

AGUIAR, A.; MEXIA, A.; COUTO, C.; RAMADAS, I.; GARRIDO, J.; COSTA, J.; RIBEIRO, J.A.; FREITAS, J.; TRIGUEIROS, J.; INGLEZ, M.A.; FERREIRA, M.A.; RAPOSO, M.E.; AMARO, P. **A protecção integrada da vinha na região Norte**. Lisboa: Isa Press, 2001. 148 p.

AITA, L. Informações sobre a coleta de alguns fungos fitopatogênicos por amostragem do ar. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 8, p. 377-379, 1983.

ANGELOTTI, F.; MAGALHÃES, E.E.; FERNANDES, H.A.; BARROS, J.R.A.; PINHEIRO, G.S. Severidade do míldio da videira na cv. Thompson em função do aumento da temperatura média do ar. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, p. 560, 2011. Suplemento. Anais... Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 44., 2011, Bento Gonçalves.

BALDACCI, E. Epifitie di *Plasmopara viticola* (1941-46) nell´Oltrepó Pavese ed adozione del calendario di incubazione come strumento di lotta. **Atti Istituto Botanico**, Pavia, n. 8, p. 45-85, 1947.

BARDIN, L.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; MORAES, J.F.L. Risco climático de ocorrência de doenças fúngicas na videira 'Niagara Rosada' na região do pólo turístico do circuito das frutas do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 1019-1026, 2010.

BATISTA, F.S.; BARBOSA, M.A.G.; TERAO, D.; MOURA, M.S.B.; BATISTA, D. da C. Influência da cobertura plástica no desenvolvimento do míldio em videira cultivar Festival. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 3., 2008, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. p. 51-56.

BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia:** princípios e conceitos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, v. 1, 919 p.

BLAESER, M.; WELTZIEN, H.C. Epidemiological studies to improve the control of grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*). **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, v. 86, p. 489-498, 1979.

BLAISE, P.; GESSLER, C. Development of a forecast model of grape downy mildew on a microcomputer, **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 276, p. 63-70, 1990.

CAFFI, T.; ROSSI, V.; COSSU, A.; FRONTEDDU, F. Empirical vs. mechanistic models for primary infections of *Plasmopara viticola*. **Bulletin OEPP/EPPO**, Paris, v. 37, p. 261-271, 2007.

CAMARGO, U.A.; NACHTIGAL, J.C.; MAIA, J.D.G.; OLIVEIRA, P.R.D. de; PROTAS, J.F.S. **BRS Morena:** nova cultivar de uva preta de mesa sem semente. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 4 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 47).

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

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. dos. Manejo de videiras sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 1917‑1924, 2009.

CHAVARRIA, G.; CARDOSO, L.S.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, H.P. dos; MANDELLI, F.; MARODIN, G.A.B. Microclima de vinhedos sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 2029-2034, 2009a.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. dos; FIN, E.; SÔNEGO, O.R.; GARRIDO, L.R.; MARODIN, G.A.B. Dispersão anemófila de esporangiósporos de *Plasmopara viticola* em cultivos protegido e convencional de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 710-717, 2009b.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P.; SÔNEGO, O.R.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 477-482, 2007.

CICOGNA, A.; DIETRICH, S.; GANI, M.; GIOVANARDI, R.; SANDRA, M. Use of meteorological radar to estimate leaf wetness as data input for application of territorial epidemiological model (downy mildew – *Plamopara viticola*). **Physics and Chemistry of the Earth**, Amsterdam, v. 30, n. 1/3, p. 201-207, 2005.

CONCEIÇÃO, M.A.F.; MAIA, J.D.G.; MANDARINI NETO, J. **Informações para a irrigação da videira na região de Jales, SP.** Bento Gonçalves: Embrapa, CNPUV, 1998. 8 p. (Embrapa. CNPUV. Comunicado Técnico, 30).

CORREIA, M.S.; COSTA, J.L.S. Dispersão anemófila do fungo *Lasiodiplodia theobromae* em plantações de coqueiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 150-154, 2005.

COSTA, S.M.A.L.; GOMES, M.R.L.; TARSITANO, M.A.A. Comercialização de uvas finas na região de Jales – SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 127-132, 2008.

COSTA, T.V.; TARSITANO, M.A.A.; CONCEICAO, M.A.F.; SOUZA, R.T. Caracterização dos produtores e do sistema de produção de uvas na regional de Jales-SP. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SOBER, 2010. p. 1-18.

CZERMAINSKI, A.B.C.; SÔNEGO, O.R. Influência das condições climáticas sobre a eficácia de fungicidas empregados para o controle do míldio em *Vitis vinifera*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 5-11, 2004.

DETONI, A.M.; CLEMENTE, E.; FORNARI, C. Produtividade e qualidade da uva ‘Cabernet Sauvignon’ produzida sob cobertura de plástico em cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 530-534, 2007.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Uvas sem sementes cultivares BRS Morena, BRS Clara e BRS Linda** (Sistemas de Produção, 8). 2005. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasSemSementes/>. Acesso em: 14 maio 2013.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Banco de dados: dados meteorológicos mensais de 1995 a 2013**. Versão Eletrônica Nov/2013. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/prodserv/meteorologia/jales-mensais.html>. Acesso em 01/12/2013.

FITT, B.D; McCARTNEY, H.A. The role of rain in dispersal of pathogen inoculum. **Annual Review of Phytopatology**, Palo Alto, v. 27, p. 241-270, 1989.

FRANK R.; BRAUN H.E.; RITCEY G. Disappearance of Captan from field- and greenhouse-grown tomato fruit in relationship to time of harvest and amount of rainfall. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 67, n. 1, p. 355-357, 1987.

GAVA, C.A.T.; TAVARES, S.C.C.H.; TEIXEIRA, A.H.C. **Determinação de modelos de associação entre variáveis climáticas e a ocorrência de Oídio e Míldio da videira no Vale do São Francisco.** Seminário Novas Perspectivas para o Cultivo da Uva sem Sementes. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 14 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 185).

GENTA,W.; TESSMANN, D.J.; ROBERTO, S.R.; VIDA, J.B.; COLOMBO, L.A.; SCAPIN, C.R.; RICCE; W.S.;CLOVIS, L.R. Manejo de míldio no cultivo protegido de videira de mesa 'BRS Clara'**. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1388-1395, 2010.

GILLESPIE, T.J; SENTELHAS, P.C. Agrometeorology and plant disease management – A happy marriage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, special issue, p. 71-75, 2008.

GISI, U. Chemical control of downy mildews. **Advances in Downy Mildew Research,** Dordrecht, v. 1, n. 10, p. 119-159, 2002.

GLEASON, M.L. Disease-warning systems. In: _____. **Encyclopedia of plant pathology**. New York: John Wiley, 2001. v. 1, p. 367-370.

GLEASON, M.L.; DUTTWEILER, K.B.; BATZER, J.C.; TAYLOR, S.E.; SENTELHAS, P.C.; MONTEIRO, J.E.B.A.; GILLESPIE, T.J. Review: Obtaining weather data for input to crop disease-warning systems: leaf wetness duration as a case study. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, special issue, p. 76-87, 2008.

GOZZINI, B.; NOCENTINI, V.; ORLANDINI, S.; PICCHI, M.; SEGHI, L.; VIVIANI, C. Simulation models and fungicide residuals in viticulture. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 388, p. 91-96, 1995.

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SÔNEGO, O.R. **Principais doenças fúngicas da videira no Brasil.** Bento Gonçalves: EMBRAPA, CNPUV, 1993. 36 p. (EMBRAPA. CNPUV. Comunicado Técnico, 17).

GUYOT, J.; OMANDA, E.N.; PINARD, F. Some epidemiological investigations on Colletotrichum leaf disease on rubber tree. **Crop Protection**, Oxford, v. 24, n. 1, p. 65-77, 2005.

HAAS, J.H.; ROTEM., J. *Pseudomonas lachrymans* inoculum on infected cucumber leaves subjected to dew-and rain-type wetting. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 66, p. 1219-1223, 1976.

HANCE, R.J.; HOLLY, K. **Weed control handbook:** principles. London: BCPC Blackwell Scientific, 1990. 582 p.

HILL, G.K. Plasmopara Risk Oppenheim: a deterministic computer model for the viticultural extension service. **Notiziario Sulle Malattie Delle Piante,** Milan, n. 111, p. 231–223, 1990.

_____. Simulation of *Plasmopara viticola* oospore maturation with the model SIMPO. **IOBC/WPRS Bulletin,** Zürich, n. 23, p. 7–8, 2000.

HUBER, L.; GILLESPIE, T.J. Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 30, p. 553-577, 1992.
JÚLIO, E. **Guia de protecção fitossanitária da vinha.** Oeiras: Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Direcção-Geral de Protecção das Culturas, 2001. 117 p.

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**, Saint Paul, v. 97, p. 512-522, 2007.

KENNELLY, M.M.; SEEM, R.C.; GADOURY, D.M.; WILCOX, W.F.; MAGAREY, P.A. Refinement of DMCast, a predictor of grapevine downy mildew. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON GRAPEVINE DOWNY AND POWDERY MILDEW, 4., 2002, Napa. **Proceedings…** Napa: UC Davis Press, 2002. p. 36–37.

KIM, K.S.; TAYLOR, S.E.; GLEASON, M.L.; KOEHLER, K.J. Model to enhance site-specific estimation of leaf wetness duration. **Plant Disease**, Davis, v. 86, p. 179-185, 2002.

_____. Development and validation of a leaf wetness duration model using a fuzzy logic system. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 127, n. 1, p. 53-64, 2004.

LAFON, R.; CLERJEAU, M. Downy mildew. In: PEARSON, R.C.; GOHEEN, A.C. (Ed.). **Compendium of grape diseases**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 1988. p. 11-13.

LALANCETE, N.; ELLIS, M.A.; MADDEN, L.V. Estimating infection efficiency of *Plasmopara viticola* on grape. **Plant Disease**, Davis, v. 71, p. 981-983, 1987.

_____. Development of an infection efficiency model of *Plasmopara viticola* on American grape based on temperature and duration of leaf wetness. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 78, p. 794–800. 1988a.

_____. A quantitative model for describing the sporulation of *Plasmopara viticola* on grape leaves. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 78, p. 1316-1321, 1988b.

LLORENTE, I.; VILARDELL, P.; BUGIANI, R.; GHERARDI, I.; MONTESINOS, E. Evaluation of BSP cast disease-warning system in reduced fungicide use programs for management of brown spot of pear. **Plant Disease**, Davis, v. 84, p. 631-637, 2000.

LORENZ, D.H.; EICHORN, K.W.; BLEHOLDER, H., KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phenological growth stages of grapevine (*Vitis vinifera* L.): codes and descriptions according to the extended BBCH scale. **Autralian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Usmond, v. 1, p. 100-103, 1995.

LULU, J.; CASTRO, J.V.; PEDRO JUNIOR, M.J. Efeito do microclima na qualidade de uva de mesa 'Romana' (A1105) cultivada sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, p. 422-425, 2005.

LULU, J.; SENTELHAS, P.C.; PEDRO JÚNIOR, M. J; PEZZOPANE, J.R.M.; BLAIN, G.C. Spatial variability of leaf wetness duration in a 'Niagara rosada' vineyard. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 104-114, 2008.

MADDEN, L.V.; ELLIS, M.A.; LALANCETTE, N.; HUGHES, G.; WILSON, L.L. Evaluation of a disease warning system for downy mildew of grapes. **Plant Disease**, Davis, v. 84, p. 549-554, 2000.

MAGAREY, P.A.; WACHTEL, M.F.; WEIR, P.C.; SEEM, R.C. A computer based simulator for rational management of grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*). **Plant Protection Quarterly**, Meredith, v. 6, p. 29-33, 1991.

MAGAREY, R.D.; TRAVIS, J.W.; RUSSO, J.M.; SEEM, R.C.; MAGAREY, P.A. Decision support systems: quenching the thirst. **Plant Disease**, Davis, v. 86, p. 4-14, 2002.

MENDES, C.S. **Flutuação de inóculo no ar, desenvolvimento e validação de um sistema de previsão do míldio-da-videira.** 2002. 123 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2002.

MUCKENSTURM, N. Modelisation du mildiou de la vigne en Champagne: Bilan de trois ans de validation du modele MILVIT et d'un an d'utilisation au service des avertissements agricoles, **Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit,** Gent, v. 60, p. 477-481, 1995.

ORLANDINI, S.; GOZZINI, B.; ROSA, M.; EGGER, E.; STORCHI, P.; MARACCHI, G.; MIGLIETTA, F. PLASMO: a simulation model for control of *Plasmopara viticola* on grapevine, **EPPO Bulletin,** Paris, n. 23, p. 619-626, 1993.

PARK, E.W.; SEEM, R.C.; GADOURY, D.M.; PEARSON, R.C. DMCast: A prediction model for grape downy mildew development. **Viticulture and Enology Science**, Davis, v. 52, p. 182-189, 1997.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; HERNANDES, J.L.; ROLIM, G.S. Sistema de condução em Y com e sem cobertura plástica: microclima, produção, qualidade do cacho e ocorrência de doenças fúngicas na videira 'Niagara Rosada'. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 228-233, 2011.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; PEZZOPANE, J.R.M.; MARTINS, F.P. Uso da precipitação pluvial para previsão de épocas de pulverização visando controle de doenças fúngicas na videira 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, p. 107-111, 1999.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; RIBEIRO, I.J.A.; MARTINS, F.P. Microclima condicionado pela remoção de folhas e ocorrências de antracnose, míldio e mancha-das-folhas na videira 'Niagara Rosada'. **Summa Phytopathologica**, Campinas, v. 24, p. 151-156, 1998.

PIRES, E.J.P.; MARTINS, F.P. Técnicas de cultivo. In: POMMER, C.V. (Ed.). **Uva:** tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 351-403.

ROSA, M.; GENESIO, R.; GOZZINI, B.; MARACHI, G.; ORLANDINI, S. Plasmo: a computer program for grapevine downy mildew development forecasting. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 9, p. 205-215, 1993.

ROYLE, D.J.; BUTLER, D.R. Epidemiological significance of liquid water in crop canopies and its role in disease forecasting. **Water Fungi and Plants**, Cambridge, v. 12, n. 8, p. 139–156, 1986.

SANTOS, E.A.; SENTELHAS, P.C.; GILLESPIE, T.J.; LULU, J. Performance of cylindrical leaf wetness duration sensors in a tropical climate condition. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, p. 1-9, 2008.

SANTOS, H.P. dos. Fruteiras de clima temperado em cultivo protegido: desafios e perspectivas em videira e macieira. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA SOBRE FRUTEIRAS DE CLIMA TEMPERADO, 1., 2005, Bentos Gonçalves. **Programa e resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 44 p. (Documentos, 52).

SCHUH, W. Influence of interrupted dew periods, relative humidity, and light on disease severity and latent infections caused by *Cerospora kikuchii* on soybean. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 83, p. 109-113, 1993.

SEEM, R.C.; PARK, E.W.; GADOURY, D.M. DMCAST: A prediction model for grapevine downy mildew. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 43, p. 392, 1992.

SENTELHAS, P.C.; GILLESPIE, T.J.; BATZER, J.C.; GLEASON, M.L.; MONTEIRO, J.E.B.A.; PEZZOPANE, J.R.M.; PEDRO JÚNIOR, M.J. Spatial variability of leaf wetness duration in different crop canopies. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 49, p. 363-370, 2005.

SERRA, S.; BORGO, M. Indagini sulla maturazione e germinazione delle oospore di *Plasmopara viticola* svernate in condizioni naturali. **Petria**, Roma, n. 5, p. 91-104, 1995.

SHUCK, E. Efeitos da plasticultura na melhoria da qualidade de frutas de clima temperado. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5., 2002, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: EPAGRI, 2002. p. 203-213.

SIEGFRIED, W.; BOSSHARD, E.; SCHUEPP, H. Erste Erfahrungen mit *Plasmopara*-Warngeraten im Rebbau, **Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau,** Zürich, n. 128**,** p. 143-150, 1992.

SPENCER, D.M. **The downy mildews.** New York: Academic Press, 1981. 614 p.

SNYDER, R.L.; LA VINE, P.D.; SALL, M.A., WRYSINSKI, J.E.; SHICK, F.J. **Grape mildew control in the Central Valley of California using the Powdery Mildew index.** Raleigh: U.C. Cooperative Extension, 1983. 22 p. (Leaflet, 21342).

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

STRIZYK, S. Modèle d'état potentiel d'infection : Application *à Plasmopara viticola*. **Association de Coordination Technique Agricole** (Maison Nationale des Eleveurs), Paris, p. 1-46, 1983.

VENTURIN, M.; SANTOS, H.P. dos. Caracterização microclimática e respostas fisiológicas de uvas de mesa (*Vitis labrusca* e *Vitis vinifera*) cultivadas em ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. 1 CD-ROM

VERCESI, A. Considerazioni sull'applicazione di modelli epidemici a *Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Berl. e de Toni. **Rivista di Patologia Vegetale**, Napoli, v. 5, n. 3, p. 99-111, 1995.

VERCESI, A.; TORNAGHI, R.; SANT, S.; BURRUANO, S.; FAORO, F. A cytological and ultrastructural study on the maturation and germination of oospores of *Plasmopara viticola* from overwintering vine leaves. **Mycological Research**, Manchester, v. 103, p. 193–202, 1999.

VIDA, J.B.; ZAMBOLIM, L.; TESSMANN, D.J.; BRANDÃO FILHO, J.U.T.; VERZIGNASSI, J.R.; CAIXETA, M.P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 355-372, 2004.

WACHTEL, M.F.; MAGAREY, P.A. The field use of a simulator for *Plasmopara viticola* to improve disease management for Australian grape growers. **Wein-Wissenschaft,** Mainz, n. 52, p. 193–194, 1997.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 5th ed. Englewood Clifss: Prentice Hall. 2009. 960 p.

5 SISTEMAS DE ALERTA FITOSSANITÁRIO PARA O CONTROLE DO MÍLDIO E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA VIDEIRA 'BRS MORENA" CULTIVADA SOB COBERTURA PLÁSTICA DE POLIPROPILENO TRANÇADO

Resumo

No Brasil, o uso de sistemas de alerta fitossanitário e do cultivo sob coberturas plásticas são alternativas promissoras para minimizar a ocorrência do míldio nas videiras, podendo proporcionar ganhos de produtividade e de qualidade. Apesar de o cultivo protegido ser uma técnica comum em outras regiões, na região noroeste do estado de São Paulo seu uso, associado ao emprego de sistemas de alerta fitossanitário, ainda é pouco difundido, o que tem levado a um número excessivo de pulverizações com fungicidas para o controle do míldio. Sendo assim, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito do uso de diferentes sistemas de alerta fitossanitário, para o controle do míldio, na produtividade e na qualidade da videira cv 'BRS Morena', cultivada sob cobertura plástica de polipropileno trançado. O experimento foi realizado na Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT) da Embrapa Uva e Vinho, no município de Jales, SP. Foram conduzidas três ruas de 60 m de videiras, cultivar apirênica 'BRS Morena', sob um espaçamento de 3,0 m entre plantas. O vinhedo foi coberto com filme plástico de polipropileno trançado sobre estrutura metálica em forma de arco (PPT). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados compostos por cinco tratamentos, com seis repetições. Os tratamentos foram determinados a partir de diferentes manejos para o controle do míldio da videira: (*TE*) Testemunha (sem controle fitossanitário para o míldio); (*CA*) Controle convencional (calendário); (*BA*) Alerta fitossanitário denominado 'Regra 3-10' (BALDACCI, 1947); (*MA25*) Alerta fitossanitário com eficiência de infecção moderada - $i_0 > 25\%$ (MADDEN et al., 2000) e (*MA75*) Alerta fitossanitário com eficiência de infecção alta – $i_0 > 75\%$ (MADDEN et al., 2000). De acordo com os resultados, apesar do calendário de aplicação de fungicidas da região exigir uma maior frequência de pulverizações, as videiras apresentaram produtividade e qualidade dos frutos semelhantes às videiras pulverizadas com base nos sistemas de alerta fitossanitário. Portanto, recomenda-se a substituição do controle convencional do míldio da videira pelo manejo de pulverizações baseado nos sistemas de alerta fitossanitário aliado ao cultivo sob cobertura plástica na região noroeste do estado de São Paulo, já que isso permite, em média, uma redução de 70% no número de pulverizações, representando uma importante economia no custo de produção.

Palavras-chave: Cobertura plástica; Viticultura; Produtividade; Míldio da videira; Sistemas de tomada de decisão

Abstract

In Brazil, the use of disease warning systems and plastic covers are promising alternatives to minimize the occurrence of grapevine downy mildew, which can improve productivity and quality. Although the use of plastic covers is a common technique in other regions, in northwestern São Paulo, Brazil, its use, associated with the disease warning systems, is still inexpressive, which has led to an excessive number of sprays for downy mildew control. Based on that, the objective of this study was to evaluate the effect of using different downy mildew warning systems associated to plastic cover on the productivity and quality of cv 'BRS Morena' grapevine. The experiment was conducted at the Experimental

Station of EMBRAPA - Tropical Viticulture (EVT/Embrapa Uva e Vinho), in Jales, SP, Brazil. Three rows of 60 m of the seedless grape cultivar 'BRS Morena', spaced 3.0 m between plants, were conducted. The vineyard was covered with braided polypropylene plastic film installed over a metallic arc-shaped structure (PPT). The experimental design was randomized blocks composed of five treatments, with six repetitions. The treatments were defined by the different grapevine downy mildew management: (*TE*) Control (no sprays against downy mildew); (*CA*) Conventional control (calendar); (*BA*) Warning system named 'Rule 3-10' (BALDACCI, 1947); (*MA25*) Warning system with moderate-infection efficiency - i_0 > 25% (MADDEN et al., 2000) and (*MA75*) Warning system with high infection efficiency – i_0 > 75% (MADDEN et al., 2000). According to the results, despite the timing of fungicide application in the region require a higher frequency of sprays, the vines presented productivity and fruits quality similar to those sprayed based on the warning systems. Therefore, it is recommend for northwestern São Paulo the replacement of the conventional control scheme of grapevine downy mildew by the management of spraying based on disease warning systems coupled with the grapevine cultivation under plastic cover, since these techniques allowed, on average, a reduction of 70% in the number of sprays for downy mildew control, which represents important savings in the production cost.

Keywords: Plastic covering; Viticulture; Productivity; Downy mildew; Warning systems

5.1 Introdução

A região noroeste do estado de São Paulo, onde se localiza o município Jales, é um importante pólo produtor de uvas do Estado de São Paulo. Apesar de possuir condições ambientais favoráveis para a produção, essas também são muito propícias à ocorrência doenças fúngicas durante todo o ciclo da videira, levando a um controle químico muito intensivo de modo a garantir uma melhor produção e qualidade dos frutos.

Com relação ao uso de agroquímicos na cultura da videira, Costa et al. (2010) mencionam que na região de Jales chegam a ser realizadas de 101 a 150 pulverizações por ciclo da cultura, as quais são feitas de forma preventiva, resultando em altos custos de produção. Os viticultores, de maneira geral, se veem obrigados a intervir com um número excessivo de tratamentos químicos, a fim de evitar perdas de rendimento (ROSA et al., 1995), sendo muitas vezes realizadas pulverizações desnecessárias (BLAISE et al., 1996). O míldio da videira (*Plasmopara viticola*) é o patógeno responsável por grande parte dessa intervenção exagerada em relação ao controle químico. Por sua agressividade, este patógeno influencia diretamente na queda de qualidade dos frutos, no desfolhamento precoce (GAVA et al., 2004; ORLANDINI et al., 2002), podendo levar à perda total da produção (NAVES et al., 2005; MADDEN et al., 2000; BLAISE et al., 1996) afetando, inclusive, a produção dos ciclos seguintes (GAVA et al., 2004). Diante disso, Czermainski e Sônego (2004) chegaram à

conclusão de que um dos fatores primordiais para que se obtenha elevados níveis de produtividade e rentabilidade na viticultura é o controle eficiente do míldio.

Uma das alternativas disponíveis para o controle eficiente do míldio é o uso de sistemas de alerta fitossanitário. Com base em dados meteorológicos e características do patógeno, esses sistemas permitem aos produtores realizar as pulverizações somente quando necessárias, de forma a prevenir epidemias e evitar perdas econômicas (GLEASON et al., 2008). Assim, torna-se possível reduzir significativamente a frequência de pulverizações (MADDEN et al., 2000), aumentar a eficácia do controle fitossanitário (SUTTON, 1998) e promover benefícios sócio-ambientais (BARDIN et al., 2010). Existem diversos sistemas de alerta fitossanitário criados especificamente para o míldio da videira, baseados em dados meteorológicos. Dentre eles, muitos têm origem européia (BALDACCI, 1947; STRIZYK, 1983; ORLANDINI et al., 1993; ROSA et al., 1993; BLAISE et al., 1999; HILL, 1990; 2000; ROSSI et al., 2005) em função da elevada susceptibilidade das variedades europeias (*Vitis vinifera*) ao *P. viticola*. Porém, outros modelos foram elaborados e testados nos Estados Unidos (LALANCETTE et al., 1988a; 1988b; MADDEN et al., 2000; PARK et al., 1997) e alguns em território nacional (GAVA et al., 2004; PEDRO JÚNIOR et al., 1999). No entanto, apesar dos sérios problemas relacionados às doenças fúngicas e as elevadas frequências de aplicação dos fungicidas, o uso de sistemas de alerta fitossanitário no manejo das doenças das videiras não é muito disseminado na região noroeste do estado de São Paulo. Entrevistando um grupo de viticultores de Jales, Costa et al. (2010) verificaram que 79% dos produtores participantes da pesquisa não realizam monitoramento de doenças em suas propriedades, empregando rotineiramente o tratamento preventivo.

Além do uso dos sistemas de alerta fitossanitário, outra alternativa que vem apresentando excelentes resultados em termos de ganhos de produtividade e controle da *P. viticola* é o cultivo sob coberturas plásticas. No Brasil, a adoção da cobertura plástica tem aumentado significativamente nos últimos anos com o objetivo de atenuar os danos causados por adversidades climáticas (MOTA et al., 2008), gerar aumentos de produtividade (CHAVARRIA et al., 2009; SCHUCK et al., 2004), favorecer a estabilidade da produção do vinhedo (CHAVARRIA et al., 2009) e obter frutos de melhor qualidade (SCHUCK et al., 2004), com maior teor de sólidos solúveis totais e menor acidez titulável das bagas (ANTONACCI; TOMASI, 2001; FERREIRA et al., 2004). Além disso, a cobertura plástica também atua na diminuição da incidência de doenças fúngicas e da necessidade de pulverizações com agroquímicos (YAMAMOTO et al., 2012; GENTA et al., 2010; CHAVARRIA et al., 2007; PEDRO JÚNIOR et al., 2011). Yamamoto et al. (2012)

constataram significativa redução da aplicação de fungicidas para o controle do míldio em videira cv. ‘BRS Clara’ cultivadas sob cobertura plástica, sem haver alteração dos níveis de produtividade. Genta et al. (2010) observaram que o cultivo da videira sob a cobertura plástica reduziu o número de pulverizações com fungicidas para o controle de míldio em até 75% em relação à tela antigranizo. Resultados semelhantes foram obtidos por Chavarria et al. (2007), os quais observaram que foram necessárias apenas duas aplicações para o controle do oídio na área coberta, enquanto na área descoberta foram realizadas 17 aplicações para o controle geral de doenças fúngicas da videira. Pedro Júnior et al. (2011) também constataram menor uso de fungicidas para controle de doenças fúngicas em videiras conduzidas em Y com cobertura plástica, compensando, inclusive, os elevados custo de instalação desse sistema. Tal efeito pode ser explicado pelo fato da cobertura plástica representar uma barreira física à entrada da água das chuvas e dos raios ultravioletas no interior do ambiente (YAMAMOTO et al., 2012), aumentando o efeito residual dos fungicidas (ROBERTO et al., 2011). Para a região noroeste do estado de São Paulo, ainda não se tem informações a respeito dos efeitos do uso de coberturas plásticas na produção da videira, pois, nessa região, as áreas de produção, especialmente no município de Jales, SP, são normalmente cobertas com telas plásticas de coloração preta, com 15 a 20% de sombreamento.

O uso dos sistemas de alerta fitossanitário aliado ao cultivo sob coberturas plásticas e o seu efeito sobre produção e qualidade das uvas ainda é pouco estudado. Além disso, os sistemas de alerta fitossanitário existentes para míldio da videira foram elaborados para cultivos a céu aberto, não se tendo informações a respeito de seu desempenho em ambientes protegidos. As alterações microclimáticas causadas pela cobertura plástica podem modificar as respostas fisiológicas da videira, sendo, em alguns casos, fator atenuante de estresses hídricos e promotor de melhores condições para o crescimento da planta (CHAVARRIA et al., 2008). Também podem alterar a composição e a qualidade do fruto (SCHIEDECK et al., 1999), influenciar na fertilidade da planta (LÓPEZ-MIRANDA, 2002) e na sua susceptibilidade aos patógenos. Tais coberturas influenciam diretamente as atividades do patógeno, na reprodução, dispersão e sobrevivência deste, assim como na interação do patógeno com o hospedeiro (GHINI et al., 2008).

Considerando-se a falta de informações a respeito da interação entre o cultivo de videiras em ambientes protegidos e o uso de sistemas de alerta fitossanitário nessas condições, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do uso de sistemas de alerta fitossanitário, para o controle do míldio, na produtividade e qualidade da videira cv ‘BRS

Morena' cultivada sob o plástico de prolipropileno trançado, na região noroeste do estado de São Paulo.

5.2 Material e métodos

5.2.1 Descrição do local do experimento

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT) da Embrapa Uva e Vinho, em Jales (SP). O município de Jales localiza-se no noroeste do estado de São Paulo, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude de 20°16'08" S; longitude de 50°32'45" O; e a uma altitude de 478 m. O clima da região é tropical úmido, com verão chuvoso e seca moderada a intensa no inverno. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, denominado de clima de savanas. O solo predominante na área experimental é o Argissolo Vermelho-Amarelo (textura médio-arenosa).

A Tabela 5.1 apresenta os dados climáticos médios da região de Jales, obtidos a partir do banco de dados da EVT/EMBRAPA (EMBRAPA UVA E VINHO, 2013).

Tabela 5.1 – Valores médios de temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluviométrica (P) para o período de 1995 a 2013, na região de Jales, SP

Mês	T (°C)			UR (%)	P (mm)
	Média	Máxima	Mínima		
Janeiro	25,1	31,5	20,5	83,0	289,6
Fevereiro	25,5	32,0	20,3	82,0	196,7
Março	25,3	31,7	19,7	82,0	174,1
Abril	24,5	31,3	18,2	78,0	59,3
Maio	21,4	28,4	15,3	77,0	62,5
Junho	20,7	28,1	14,4	74,0	28,6
Julho	21,0	29,0	14,5	69,0	12,0
Agosto	22,8	31,3	15,9	63,0	18,5
Setembro	24,0	32,2	17,8	65,0	61,6
Outubro	25,2	32,8	19,5	71,0	89,9
Novembro	25,1	32,0	19,7	75,0	130,6
Dezembro	25,3	32,0	20,6	79,0	196,7
Total	-	-	-	-	1319,9
Médias	23,8	31,0	18,1	75,0	-
Máxima	25,5	32,8	20,6	83,0	289,6
Mínima	20,7	28,1	14,4	63,0	12,0

As temperaturas médias anuais são sempre maiores do que 20ºC, enquanto que as máximas médias mensais oscilam entre 28 e 33ºC e as mínimas entre 14 e 21ºC. A umidade relativa média oscila entre 83% no verão e 63% no inverno. As chuvas médias mensais são bastante variáveis, chegando a quase 290 mm em janeiro e não passando dos 12 mm em julho.

5.2.2 Delineamento experimental

Os experimentos tiveram início logo após a poda longa de frutificação, realizada em meados de abril, na qual foram deixadas oito gemas por ramo. Portanto, realizaram-se as avaliações entre os meses de abril e agosto de 2012 e 2013, durante o período de produção das videiras.

A área experimental foi constituída por três ruas de videiras cv 'BRS Morena' sob porta-enxerto IAC 572, conduzidas em sistema de latada, muito comum no Noroeste Paulista. Cada rua possuía 60 m de comprimento, com espaçamento de 3,0 m entre plantas, totalizando 20 plantas por rua. Entre ruas, dispostas no sentido Norte-Sul, o espaçamento foi de 2,5 m entre a primeira e segunda rua e de 5,0 m entre a segunda e a terceira rua. Para a cobertura das videiras em cultivo protegido escolheu-se o filme plástico de polipropileno trançado (PPT), sobre estrutura metálica em forma de arco com altura máxima de 3,5 m. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com seis repetições para cada um dos cinco tratamentos escolhidos (relativos aos diferentes manejos de aplicação de defensivos), totalizando 30 plantas úteis conforme ilustrado na Figura 5.1 e descritos no item 5.2.3. As plantas vizinhas às plantas úteis foram tratadas como bordaduras, isolando um tratamento do outro.

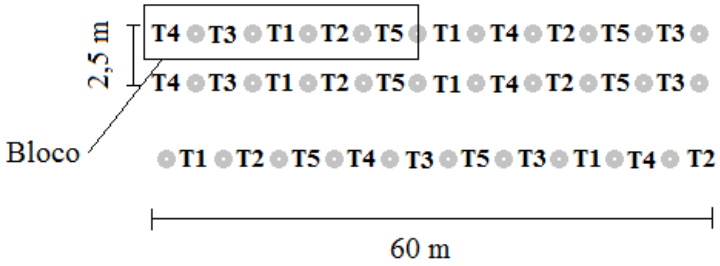

Figura 5.1 – Representação do delineamento experimental e da distribuição dos cinco tratamentos adotados

5.2.3 Descrição dos tratamentos utilizados

Os tratamentos foram determinados a partir de diferentes manejos para o controle do míldio da videira:

- (T1) *Testemunha - TE (sem controle fitossanitário)* - não houve aplicação de fungicidas ao longo do ciclo da videira, com o intuito de verificar o real potencial de doença na área.

- (T2) *Controle convencional - CA (calendário)* - foi aplicado o fungicida conforme calendário de aplicações de fungicidas convencional, que consiste normalmente em três aplicações semanais.

- (T3) *Controle com base no sistema denominado 'Regra 3-10' – BA (Baldacci, 1947)* - apesar de haver ausência de precipitação sob os plásticos, durante o período chuvoso ocorrem alterações significativas das condições microclimáticas, principalmente no que se refere ao aumento da umidade do ar. Essas alterações geram condições para que o orvalho ocorra com mais facilidade, favorecendo, assim, a ocorrência e dispersão do patógeno estudado. Por este motivo, este tratamento foi utilizado tanto no ambiente coberto com tela preta quanto no ambiente sob cobertura plástica, já que a superfície úmida do solo também aumenta a pressão de vapor d'água do ar sob a cobertura plástica. Esse sistema foi o primeiro modelo elaborado no Norte da Itália para estimar infecções primárias de *Plasmopara viticola* em uvas finas. É um modelo empírico e bastante simples, baseado na ocorrência simultânea de 3 condições que favorecem a ocorrência da doença: temperatura do ar superior ou igual a 10 °C; ramos com no mínimo 10 cm de comprimento; no mínimo 10 mm de chuva em até 48h. Esse modelo não considera maturação dos oósporos e não distingue os diferentes estágios do processo de infecção. Simplesmente descreve as condições meteorológicas que favorecem a ocorrência da doença. Após cada aplicação de fungicida, respeitou-se o período de ação do produto, para que se prosseguisse com o monitoramento.

- (T4) *Controle com base no sistema de alerta com eficiência de infecção moderado – MA25* - este sistema, proposto por Madden et al. (2000), se baseia no modelo de 'Eficiência de Infecção' (*i*), o qual foi originalmente elaborado para a ocorrência de míldio em uvas americanas na região de Ohio, nos Estados Unidos (LALANCETTE et al., 1988a, 1988b). O

modelo estima a *i* com base em dados de temperatura (*T*) e duração do período de molhamento (DPM), pela equação:

$$i = k * (1+ e^{-\rho})^{1/(1-m)}$$

em que:

k = -0,071 + 0,018*T – 0,0005*T^2;

ρ = -0,24* DPM + 0,070* DPM *T – 0,0021* DPM *T^2; e

m = parâmetro de forma associado à curva de variância = 1,2.

De acordo com o modelo, para qualquer período de tempo determinado, *i* pode ser previsto, bem como as porcentagens de *i* relativas ao seu valor máximo, sob condições ambientais favoráveis (i_0). O valor de eficiência máxima de infecção (i_{max}) foi obtido a partir de uma representação tridimensional da eficiência de infecção, em função da temperatura do ar e da duração do período de molhamento, apresentada em Lalancette et al. (1988a). O valor de i_0 é dado pela relação entre a eficiência de infecção (*i*) e a eficiência máxima de infecção (i_{max}), como segue:

$$i_0 (\%) = (i / i_{max})*100$$

Períodos de infecção podem ocorrer durante o dia ou à noite. Se a DPM for interrompida por um ou mais períodos secos (cada um com duração < 4h), esses períodos devem ser somados para se obter o DPM total. O valor de i_0 é considerado baixo quando $i_0 \leq$ 25%, moderado quando 25% < i_0 < 50% ou alto se i_0 > 50%.

Madden et al. (2000) consideraram que a aplicação de fungicida seria recomendada se i_0 fosse considerado moderado ou alto, pelo menos 14 dias após a última pulverização, para uvas americanas. No presente estudo, para este tratamento, a aplicação de fungicidas ocorreu no momento em que foi constatado o limiar inferior do nível moderado de infecção, ou seja, i_0 = 25%. Para tal situação, aplicou-se fungicida de contato sempre que o valor de $i_0 \geq$ 25%. Este ajuste de tolerância ao míldio comparado ao trabalho de Madden et al. (2000) torna-se necessário pois a cultivar de uva apirênica ‘BRS Morena’ é bem mais susceptível ao míldio do que as videiras americanas. Após a pulverização, foi respeitado o intervalo de ação do produto, para que um novo monitotamento de i_0 fosse iniciado.

- (T5) *Controle com base no sistema de alerta com eficiência de infecção alta – MA75* - mesmo sistema proposto no (T4), porém considerando-se o nível alto de infecção (i_0 > 75%) para a recomendação das pulverizações do fungicida. Após a pulverização, foi respeitado o intervalo de ação do produto, para que um novo monitoramento de i_0 fosse realizado.

No início dos experimentos, tanto em 2012 quanto em 2013, foi realizada uma única aplicação do fungicida específico para o controle do míldio em todos os tratamentos (inclusive no *TE* – Testemunha), com o intuito de uniformizar a fonte de inóculo do *P. viticola* presente nas videiras avaliadas.

5.2.4 Descrição dos fungicidas utilizados nos tratamentos

Utilizou-se somente um único fungicida para o controle do *P. viticola* em todos os tratamentos, ao longo de cada safra. Nenhum dos outros produtos aplicados no experimento continha componentes que pudessem controlar o míldio da videira. Assim, anulando o efeito da eficiência de diferentes fungicidas no controle do *P. viticola*, foi possível aferir com mais exatidão a eficiência ou não dos tratamentos no controle do míldio. Para as outras doenças que surgiram durante o experimento, o controle foi feito seguindo-se as recomendações técnicas normalmente adotadas na região. Na Tabela 5.2 são apresentadas algumas das principais características dos produtos utilizados nas duas safras.

Tabela 5.2 – Descrição das características dos fungicidas utilizados nos tratamentos, ao longo de cada uma das safras de produção de uva 'BRS Morena'

	Safra 2012	Safra 2013
Nome comercial	Ridomil Gold MZ®	Cabrio Top®
Ingrediente ativo/ Grupo químico	Mancozebe (alquilenobis(ditiocarbamato)) + Metalaxil-M (acilalaninato)	Metiram (alquilenobis(ditiocarbamato)) + Piraclostrobina (estrobirulina)
Classificação toxicológica	III - Medianamente tóxico	III - Medianamente tóxico
Modo de ação	Sistêmico e de contato	Sistêmico
Formulação	Pó molhável	Granulado dispersível
Dose do produto comercial	250 g por 100 L de água	2 kg ha^{-1}
Volume de calda aplicada	800 a 1200 L ha^{-1}	500 a 1000 L ha^{-1}

Percebe-se que para cada safra foi utilizado um fungicida diferente. O produto utilizado na safra de 2012 (Ridomil Gold MZ®), de acordo com o fabricante, age especificamente para o controle do míldio. Para tornar o manejo das aplicações mais eficiente e racional, reduzindo a aplicação de outros fungicidas para o controle ou prevenção de

doenças distintas, foi escolhido para a safra de 2013 o fungicida Cabrio Top. Além de controlar o *P. viticola*, este fungicida age sobre os patógenos *Uncinula necator* e *Phakopsora euvitis*, responsáveis pelo oídio e ferrugem da videira.

As pulverizações foram realizadas a partir do momento no qual os ramos mediam de 5 a 10 cm de comprimento até o início da maturação dos cachos, com o auxílio de um pulverizador costal manual de 20 L associado a um bico tipo cone. Esta forma de aplicação foi escolhida por ser mais localizada e assim, pôde-se reduzir ao máximo o efeito de possíveis derivas entre uma planta e outra, minimizando as interferências nos tratamentos vizinhos.

5.2.5 Cultivar utilizada no experimento

Para a condução do experimento foi escolhida a cultivar de uva apirênica ‘BRS Morena’ (*Vitis vinifera*) (Figura 5.2), bem adaptada ao cultivo nas regiões tropicais. Lançada em 2003 pelo programa de melhoramento da Embrapa Uva e Vinho, a cv ‘BRS Morena’ possui uma produtividade média é de 20 a 25 toneladas por ha, apresentando normalmente com dois cachos por ramo. A uva tem bagas com cor preta, bom equilíbrio entre açúcar e acidez, o que lhe confere ótimo sabor, com potencial de sólidos solúveis (°Brix) chegando a mais de 20. Também é destaque em qualidade pela textura firme e crocante da polpa. Destaca-se também por apresentar baixo taxa de rachamento de bagas (CAMARGO et al., 2003).

Figura 5.2 – Detalhe da videira apirênica ‘BRS Morena’, lançada em 2003 pelo programa de melhoramento da Embrapa Uva e Vinho para as condições tropicais brasileiras

A suscetibilidade às doenças desta cultivar é semelhante à das uvas finas de mesa, como 'Itália' e suas mutações. Dessa forma, dentre as doenças que podem comprometer a produção dessas cultivares em regiões tropicais, caso medidas adequadas de controle não

sejam adotadas, destacam-se o míldio, o oídio, a antracnose, as podridões dos cachos e o cancro bacteriano. Além disso, outras doenças fúngicas, como a requeima das folhas, a ferrugem e a botriodiplodiose, podem eventualmente ocorrer (EMBRAPA UVA E VINHO, 2005).

5.2.6 Avaliação da produtividade e qualidade das videiras

Foram realizadas as seguintes avaliações biométricas:

- ✓ Contagem do número total de ramos por planta e dos ramos produtivos para o cálculo da fertilidade (% ramos produtivos planta^{-1});
- ✓ Contagem e colheita de todos os cachos da planta: para a determinação da massa de uva por planta (kg planta^{-1}) e por ramo (kg ramo^{-1}), a massa do cacho (g cacho^{-1}) e produtividade por ramo (massa de cacho ramo^{-1}; número de cachos ramo^{-1});
- ✓ Determinação do peso (g), comprimento e largura (cm) do engaço; peso (g), comprimento (cm) e diâmetro (cm) de 10 bagas a partir de 3 cachos escolhidos por planta útil;

Para a determinação das variáveis qualitativas dos frutos, foram realizadas semanalmente as seguintes avaliações:

- ✓ Coleta de 5 bagas do terço central de 10 cachos escolhidos aleatoriamente nas plantas úteis de cada tratamento, para a determinação de:

    1. Teor de sólidos solúveis (ºBrix) dos frutos: através da leitura em refratômetro manual com escala de 0 a 32°Brix;
    2. pH: com o auxílio de um pHmetro digital de bancada calibrado a partir de eletrodos aferidos com soluções padrão de pH 4,0 e 7,0;
    3. Acidez total titulável dos frutos (meq L^{-1}): determinada pelo método titulométrico fundamentado na neutralização da solução de suco (5g em 45 mL de água deionizada) por uma solução padrão de hidróxido de sódio 0,1N. Como indicador, foi utilizado o azul de bromotimol (RIBEREAU-GAYON et al., 1976).

5.2.7 Avaliação da incidência e severidade do míldio da videira

A incidência e a severidade do míldio nas folhas das videiras foram avaliadas semanalmente a partir do momento no qual os ramos atingiram comprimento superior a 10 cm até o início de maturação, totalizando aproximadamente 70 e 80 dias de avaliação nas safras de 2012 e 2013, respectivamente. Para a avaliação da incidência de míldio (%) nas folhas da videira, foram selecionados quatro ramos por planta útil, ou seja, 24 ramos por tratamento no total. A incidência média da doença foi obtida contabilizando-se o número de folhas que apresentaram sintomas em relação ao número total de folhas por ramo. Para a avaliação da severidade de míldio (%) em folhas de videira, foram utilizados os mesmos ramos selecionados para a avaliação da incidência. Com o auxílio da escala diagramática apresentada na Figura 5.3 e empregando-se sempre o mesmo avaliador, determinou-se a severidade do míldio em cada uma das folhas do ramo avaliado. Posteriormente, calculou-se a média da severidade de todas as folhas do ramo.

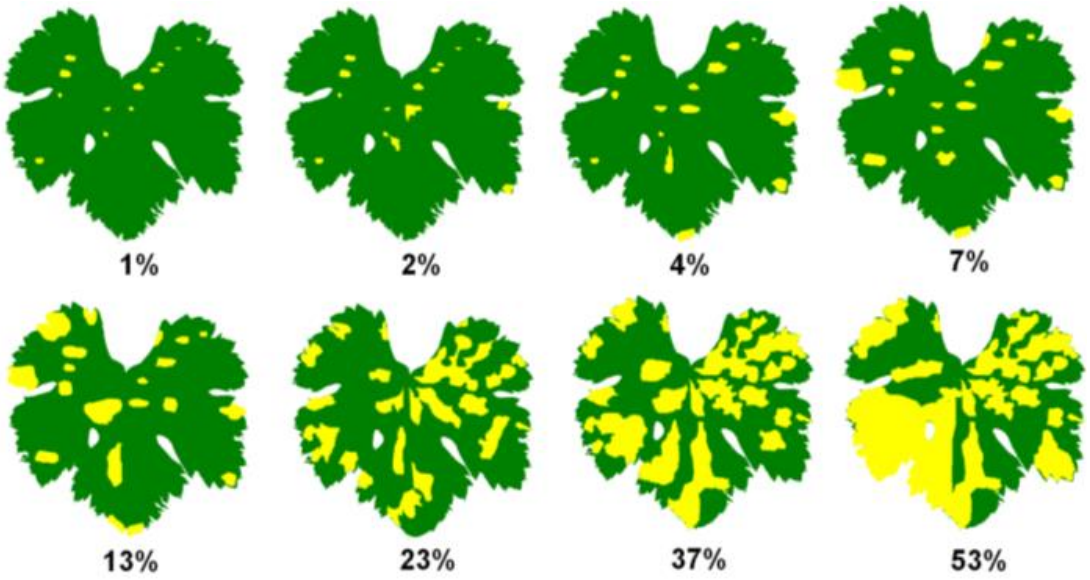

Figura 5.3 – Escala diagramática, com oito níveis de severidade, elaborada para a avaliação do míldio (*Plasmopara viticola*) em folhas de videira (cv 'BRS Morena')

5.2.8 Avaliação micrometeorológica

A caracterização micrometeorológica do vinhedo foi realizada nos períodos entre a poda de produção e a colheita, durante as safras de 2012 e 2013. Para tanto, foi instalado um conjunto de sensores meteorológicos automáticos no ambiente sob PPT. Os sensores de

temperatura do ar (T, °C) e umidade relativa do ar (UR, %) (marca *Campbell Scientific*, modelo HPM35c) foram dispostos na altura dos cachos da videira, o que corresponde a uma distância aproximada de 1,5 m abaixo das coberturas plásticas. Para a medição de radiação solar global (Rg, W m^{-2}) (marca Kipp & Zonen, modelo CM3) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA, W m^{-2}) (marca Li-cor sensor qüântico modelo LI190SB-Quantum), os sensores foram dispostos sobre uma base de acrílico fixada logo acima do dossel, de modo a mensurar a energia radiante que foi transmitida pelas coberturas e quem chegavam às videiras.

Os sensores de velocidade do vento (U, m s^{-1}) (marca *Campbell Scientific*, modelo 03002-L) foram instalados a 0,80 m acima do dossel de modo a se avaliar principalmente a influência das coberturas. O saldo de radiação solar (Sr, W m^{-2}) (marca Kipp & Zonen, modelo NR-lite) foi medido por um saldo-radiômetro instalado a 0,80 m acima do dossel, de modo a captar balanço de radiação entre as videiras e a cobertura. Os sensores para a medida da duração do período de molhamento (DPM, horas) foram do tipo cilíndrico (marca Weather Innovations) (Figura 3.5), os quais foram instalados no topo do dossel, já que vários autores não encontraram diferença estatística entre as médias de DPM obtidas na região do cacho e no topo do dossel do vinhedo (LULU et al., 2008; LOPES JÚNIOR et al., 2008; SENTELHAS et al., 2005). Esses sensores foram instalados com um ângulo 15º em relação à horizontal, seguindo as recomendações de Santos et al. (2008).

Todos os sensores meteorológicos estavam conectados a um sistema de coleta automática de dados (marca *Campbell Scientific*, modelo CR23X), que coletava os dados a cada segundo, armazenando posteriormente as médias das leituras a cada 15 minutos, assim como médias diárias e valores máximos e mínimos. Além dos equipamentos citados acima, uma estação meteorológica automática, instalada a menos de 100 m da área experimental, fornecia os dados meteorológicos da condição externa (EMA), assim como os dados de precipitação pluviométrica.

5.2.9 Avaliação fenológica

As avaliações fenológicas foram feitas diariamente, ao longo de todo o experimento (desde a poda longa até a colheita dos frutos) nas videiras cultivadas sob PPT (plástico de polipropileno trançado). A determinação das fases fenológicas foi efetuada por meio da escala proposta por Lorenz et al. (1995), a qual é sub-dividida conforme apresentado na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Codificação e descrição dos estádios fenológicos de desenvolvimento da videira segundo a metodologia de Lorenz et al. (1995)

Macro-estádio	Micro-estádio
0 - Brotação	00 - Dormência: germas dormentes
	01 - Início do intumescimento das gemas
	03 - Fim do intumescimento das gemas
	05 - Gema algodão
	07 - Início da abertura das gemas: pontas verdes
	09 - Abertura das gemas: pontas verdes de brotos claramente visíveis
1 - Desenvolvimento das folhas	11 - Primeira folha expandida e afastada do ramo
	12 - Duas folhas expandidas
	13 - Três folhas expandidas
	14 - Quatro folhas expandidas
	15 - Cinco folhas expandidas
	16 - Seis folhas expandidas
	19 - Nove ou mais folhas expandidas
5 - Aparecimento das inflorescências	53 - Inflorescências claramente visíveis
	55 - Inflorescências se expandem, flores individuais comprimidas
	57 - Inflorescências inteiramente desenvolvidas, flores individuais separadas
6 - Floração	60 - As primeiras corolas se desprendem do receptáculo
	61 - Início da floração: 10% das corolas caídas
	63 - Pré-floração: 30% das corolas caídas
	65 - Plena floração: 50% das corolas caídas
	68 - 80% das corolas caídas
	69 - Fim da floração
7 - Desenvolvimento do fruto	71 - Início da formação do fruto: ovários começam a expandir-se
	73 - Bagas tamanho de grão "chumbinho"
	75 - Bagas tamanho de uma ervilha
	77 - Início do fechamento do cacho
	79 - Fim do fechamento do cacho
8 - Maturação dos frutos	81 - Início da maturação: bagas iniciam a coloração
	83 - Continuação da coloração das bagas
	85 - Bagas amolecem
	89 - Bagas estão maduras, em ponto de colheita

5.2.10 Análise dos resultados

Todas as variáveis relativas à produtividade e qualidade das videiras foram submetidas à análise de homogeneidade da variância pelo 'Teste de Box-Cox'. Feito isto, os valores médios das variáveis biométricas obtidos nas videiras pulverizadas, com base nos cinco tratamentos, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa SAS (versão 9.3) e de acordo com Zar (2009). Algumas variáveis foram transformadas para estabilizar a variância. Elaborou-se curvas de evolução do teor de sólidos solúveis, pH e acidez das uvas produzidas sob o PPT e em cada um dos tratamentos, a partir das informações coletadas ao longo dos experimentos.

Os resultados referentes ao nível de incidência e severidade do míldio nos ramos de videira em cada um dos tratamentos foram submetidos à análise da variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, permitindo-se assim avaliar a eficiência dos diferentes tratamentos no controle do míldio da videira. Os valores médios diários das variáveis microclimáticas dos dois ambientes (PPT e EMA) foram submetidos à análise de variância para dados pareados e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os graus de liberdade (GL) obtidos a partir da análise de cada ambiente separadamente é apresentado na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Graus de liberdade (GL) obtidos a partir da análise individual de cada ambiente

Fator de Variação	GL
Tratamento	4
Bloco	5
Resíduo	20
Total	29

5.3 Resultados e discussão

A Tabela 5.5 apresenta os valores médios das variáveis micrometeorológicas obtidos sob o vinhedo coberto (PPT) e na estação meteorológica da EVT/EMBRAPA (EMA), durante as safras de 2012 e 2013. A intensidade da radiação solar (Rg) transmitida ao interior do PPT foi atenuada em 17,6% e 32,8% nas duas safras, respectivamente. Portanto, na safra de 2013

a diferença de Rg entre o ambiente coberto e as condições externas (EMA) foi praticamente o dobro da diferença obtida em 2012. A diferença nos valores de Rg abaixo da cobertura nos dois anos avaliados pode ser explicada em função do envelhecimento da cobertura e deposição de partículas de poeira e fuligem sobre o plástico ao longo do tempo de uso. Essa diferença de um ano para o outro pode ter promovido, em 2013, uma maior inibição do processo convectivo originário do saldo de radiação positivo, retardando o processo de evaporação do filme de água que se depositava sobre o dossel e também causando uma maior retenção parcial do vapor d'água no interior do PPT em relação à safra de 2012. Este fato explica, em parte, o aumento da duração média do período de molhamento foliar (DPM) verificado de um ano para o outro, da ordem de 78,9%.

Tabela 5.5 - Temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), radiação solar global (Rg), radiação fotossinteticamente ativa (RFA), saldo de radiação (Sr), velocidade do vento (U) e duração do período de molhamento foliar (DPM), obtidos ao longo das safras de 2012 e 2013, em Jales, SP, sendo: PPT = ambiente sob filme plástico de polipropileno trançado e EMA = estação meteorológica automática

Variáveis meteorológicas		Safra 2012				Safra 2013			
		PPT		EMA		PPT		EMA	
T média do ar	(°C)	21,04	a	21,28	a	21,29	a	21,69	a
T máxima do ar		28,89	a	28,22	b	29,57	a	29,17	a
T mínima do ar		15,41	a	15,84	a	15,38	a	15,40	a
UR média do ar	(%)	74,93	a	73,65	a	75,33	a	72,91	b
UR máxima do ar		95,64	a	93,52	b	96,84	a	95,20	b
UR mínima do ar		45,78	a	47,45	a	44,33	a	44,57	a
Rg média	(MJ $m^{-2}dia^{-1}$)	9,68	c	11,74	a	9,91	c	14,74	a
RFA média		2,87	b	-		2,92	b	-	
Sr médio		3,28	b	-		4,34	b	-	
Sr médio positivo		4,04	b	-		4,99	b	-	
Sr médio negativo		-0,75	a	-		0,65	a	-	
U média	(m s^{-1})	0,26	c	0,95	a	0,22	c	0,94	a
DPM	(horas dia^{-1})	7,31	a	-		11,08	a	-	

* Para cada safra separadamente, as médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Outra variável meteorológica que apresentou uma grande diferença entre o ambiente externo e coberto foi a velocidade do vento (U), em função da barreira física promovida pela cobertura plástica que causou a atenuação de U em 72,6% e 76,6% no período avaliado em 2012 e 2013, respectivamente.

A Figura 5.4 apresenta a variação da precipitação pluvial diária (P acum) ao longo dos experimentos. Na safra de 2012, verificou-se que na primeira metade do experimento (20/04 a 20/06), a frequência de chuvas foi relativamente alta, principalmente nos meses de abril e junho, considerando-se que nesse período do ano tal fato não é muito comum na região. Portanto, pode-se dizer que, em termos de regime de chuvas, foi um ano atípico.

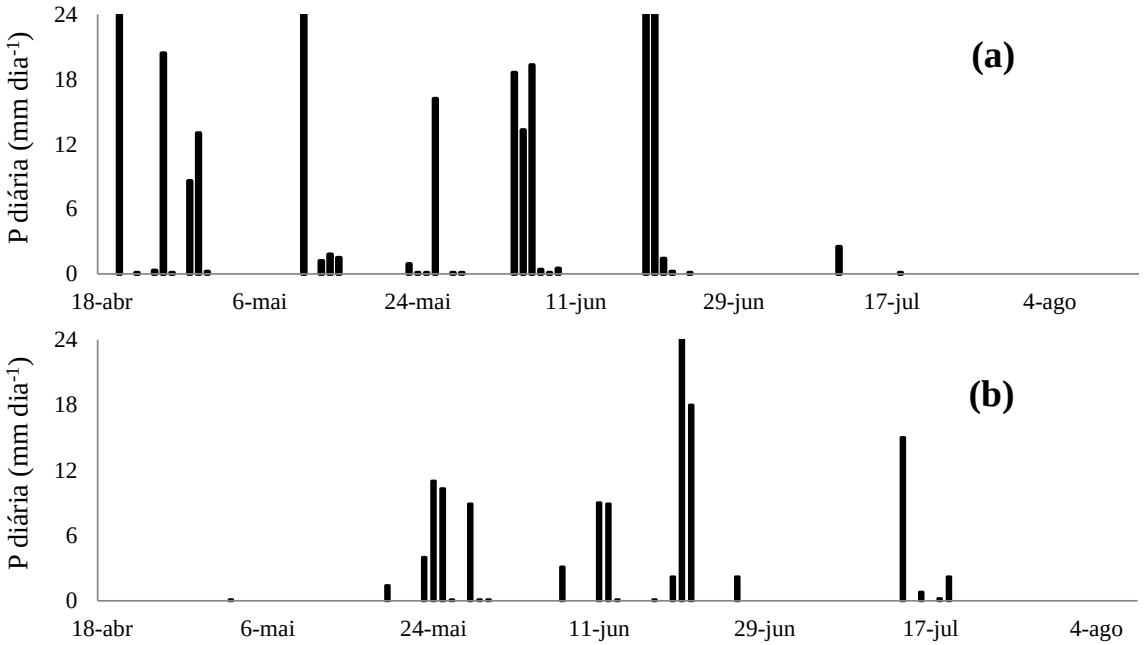

Figura 5.4 – Precipitação pluviométrica diária (P diária) observada ao longo das safras de 2012 (a) e de 2013 (b) na área experimental, em Jales, SP

Por sua vez, na safra de 2013, as chuvas começaram a ocorrer somente no final de maio e com intensidade um pouco inferior. Isto pode ser comprovado quantitativamente. A soma da precipitação ocorrida ao longo de todo o ciclo da cultura resultou em 278 mm na safra de 2012 e em 136 mm na safra de 2013, portanto, quase a metade em relação ao ano anterior.

A Tabela 5.6 apresenta os resultados de incidência (I) e severidade (S) do míldio nas folhas das videiras cultivadas durante a safra de 2012.

Tabela 5.6 – Incidência (I, %) e severidade (S, %) do patógeno do míldio nas folhas de videiras pulverizadas, na safra de 2012, de acordo com cada um dos tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%

Trat	I (%)	Trat	S (%)
TE	31,879 a	*TE*	1,169 a
CA	0,309 b	*CA*	0,015 b
BA	1,360 b	*BA*	0,058 b
MA25	0,463 b	*MA25*	0,009 b
MA75	1,048 b	*MA75*	0,009 b

*As médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Nota-se que a DPM oriunda do orvalho, alta umidade relativa e pressão de saturação de vapor d'água do ar, em dias chuvosos ou não, foi suficiente para que o míldio encontrasse condições satisfatórias para o seu estabelecimento sob PPT, mesmo tendo evitado o contato direto da chuva nas folhas da videira. De maneira semelhante, Genta et al. (2010) e Batista et al. (2008) verificaram que o uso da cobertura plástica proporcionou ganhos no controle da doença mesmo em condições favoráveis. Isto ocorreu provavelmente porque o plástico evitou o contato direto das videiras com a água da chuva, aumentando o efeito residual do fungicida. Czermainski e Sônego (2004) também verificaram que a influência da ocorrência de chuvas na eficiência de tratamentos com fungicidas. Além disso, a atenuação da radiação solar pelo PPT e a inclusão de aditivos químicos bloqueadores de raios ultravioletas no material desta cobertura podem ter causado a redução da velocidade de degradação das moléculas de fungicidas. O tratamento *TE* apresentou as maiores médias de incidência e severidade da doença, justamente por ser a testemunha. Já todos os outros tratamentos foram semelhantes entre si, ou seja, os alertas fitossanitários (*BA*, *MA25* e *MA75*) alcançaram o mesmo nível de eficiência do tratamento baseado no calendário de pulverizações convencional (*CA*).

Na safra de 2013, não foram observados sintomas de míldio nas folhas de videira, mesmo havendo condições microclimáticas favoráveis à infecção por este patógeno. A hipótese mais provável para justificar a ausência da doença no campo é o atraso no período chuvoso, de modo que quando as chuvas começaram a ocorrer durante o período avaliado, as videiras já se encontravam em fases fenológicas menos susceptíveis ao patógeno. Além da questão das chuvas tardias em 2013, outro fator a ser citado é a quantidade de chuva, já que a soma das chuvas no período avaliado em 2013 foi praticamente a metade do que foi alcançado em 2012. É importante ressaltar que as chuvas exercem influência direta nas videiras

cultivadas sob PPT, pois elevam significativamente a umidade relativa do ar, principal variável condicionadora do orvalho e do molhamento foliar.

A Tabela 5.7 apresenta o número de pulverizações com fungicida que foram necessários de acordo com cada tratamento sob o PPT (plástico de polipropileno trançado). Percebe-se que no tratamento *TE* (Testemunha), por receber apenas as pulverizações de manutenção (1 a 3 aplicações), as plantas apresentaram os maiores danos causados pelo míldio. Por sua vez, o tratamento *CA* (Calendário) exigiu o maior número de pulverizações (20 a 29 aplicações), já que se tratava do tratamento convencional e intensivo realizado pelos viticultores da região. Em função disso, nesse tratamento foi observada a menor média de incidência e uma das menores médias de severidade de míldio, como apresentado na Tabela 5.6. Os tratamentos baseados nos sistemas de alerta fitossanitário (*BA*, *MA25* e *MA75*), mesmo com um número bem menor de pulverizações (5 a 10 aplicações) controlaram a incidência e a severidade da doença tão bem quanto o sistema por calendário. Nota-se também que os sistemas de alerta fitossanitário previram que havia risco de doença na safra de 2013, pois indicaram a necessidade de aplicação do fungicida. Porém, como foi dito anteriormente, não foram observados sintomas de míldio nas videiras avaliadas.

Tabela 5.7 – Número de pulverizações realizadas nas videiras 'BRS Morena' cultivadas sob PPT (plástico polipropileno trançado) com base nos cinco tratamentos realizados: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%

Tratamentos	N° de pulverizações	
	Safra 2012	Safra 2013
TE	3	1
CA	20	29
BA	8	5
MA25	7	10
MA75	5	10

A Tabela 5.8 apresenta os valores médios de produção das videiras pulverizadas de acordo com cada um dos tratamentos durante as safras de 2012 e de 2013. Percebe-se que na safra de 2013, para todas as variáveis, os tratamentos apresentaram médias estatisticamente semelhantes entre si. Provavelmente, a ausência do míldio da videira fez com que todas as plantas permanecessem em uma situação similar e podendo expressar o seu potencial produtivo de forma semelhante. Além das diferenças na frequência de pulverização do fungicida para o míldio de acordo com cada tratamento, todas as outras atividades de manejo

(ex: irrigação, pulverização para o controle de outras doenças, desbrotas e desponte) foram realizadas de forma igual para todas as plantas. Por sua vez, na safra de 2012 ocorreram diferenças entre os tratamentos, com exceção do NR.

Tabela 5.8 – Número de ramos por planta (NR), porcentagem de ramos produtivos por planta (F, %), número de cachos por planta (NCP), número de cachos por ramo (NCR), produção de frutos por planta (PP, kg planta^{-1}) e produção de frutos por ramo (PR, kg ramo^{-1}) das videiras 'BRS Morena' pulverizadas de acordo com cada um dos tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%, para o controle do míldio

Variável	Safra 2012		Safra 2013	
	Trat	Média	Trat	Média
NR	*TE*	36,00 a	*TE*	39,33 a
	CA	34,58 a	*CA*	40,50 a
	BA	35,58 a	*BA*	38,25 a
	MA25	37,50 a	*MA25*	38,08 a
	MA75	41,75 a	*MA75*	37,75 a
F	*TE*	83,13 b	*TE*	85,82 a
	CA	87,77 ab	*CA*	86,35 a
	BA	90,03 ab	*BA*	87,11 a
	MA25	90,52 a	*MA25*	87,11 a
	MA75	94,13 a	*MA75*	83,89 a
NCP	*TE*	23,50 b	*TE*	50,25 a
	CA	44,67 ab	*CA*	55,83 a
	BA	45,50 ab	*BA*	49,08 a
	MA25	43,67 ab	*MA25*	55,42 a
	MA75	70,50 a	*MA75*	55,92 a
NCR	*TE*	0,86 b	*TE*	1,42 a
	CA	1,19 ab	*CA*	1,60 a
	BA	1,28 ab	*BA*	1,42 a
	MA25	1,24 ab	*MA25*	1,59 a
	MA75	1,56 a	*MA75*	1,67 a
PP	*TE*	1,87 b	*TE*	8,08 a
	CA	7,83 ab	*CA*	9,78 a
	BA	6,94 ab	*BA*	11,10 a
	MA25	7,13 ab	*MA25*	10,32 a
	MA75	11,45 a	*MA75*	11,17 a
PR	*TE*	0,073 b	*TE*	0,219 a
	CA	0,195 a	*CA*	0,266 a
	BA	0,193 a	*BA*	0,314 a
	MA25	0,191 a	*MA25*	0,296 a
	MA75	0,251 a	*MA75*	0,319 a

* Para cada variável separadamente, as médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

O tratamento *TE* obteve as menores médias para todas as variáveis, com exceção do NR, promovidas pela maior pressão de doença causada pelo míldio nas plantas testemunha. Já o tratamento *MA75* obteve os melhores resultados, em termos numéricos, para a maioria das variáveis avaliadas, provavelmente por causa da característica individual de algumas das plantas do tratamento que apresentaram um vigor mais elevado. Tal fato é pronunciado na safra de 2012, principalmente para o NCP, que chegou a ser em média de 70 cachos planta^{-1}. Porém, do ponto de vista estatístico, os tratamentos *BA*, *MA25*, *MA75* e *CA* apresentaram um desempenho produtivo semelhante entre si, resultando em PP e PR semelhantes também. Resultado similar foi constatado por Colombo et al. (2011), que observaram número de cachos por planta semelhantes no cultivo da videira 'BRS Clara' sob tela de sombreamento preta (aplicação-padrão de fungicidas) e sob cobertura plástica (com redução de 50 e 75% da aplicação-padrão de fungicidas), em Marialva (PR).

Em termos de cachos por ramo (NCR), os valores médios obtidos foram mais homogêneos, ficando entre 1,19 a 1,56 cachos por ramo, com exceção do tratamento *TE*. Resultados semelhantes foram verificados por Pedro Júnior et al. (2007), que obtiveram uma relação entre número de cachos e número de ramos de, respectivamente, 1,26 e 1,16 para sistema de manjedoura e de 1,43 e 1,20 no caso da espaldeira.

As médias de PP se apresentaram inferiores em relação ao potencial produtivo da cultivar. De acordo com Camargo et al. (2003), a produtividade média da cv 'BRS Morena' é de 20 a 25 toneladas por ha. No presente estudo, de acordo com as médias expostas na Tabela 5.8, a produção deveria ser no mínimo de 15 kg planta^{-1} considerando-se um espaçamento de 2,5 m entre rua e 3,0 m entre plantas ou de 30 kg planta^{-1} num espaçamento de 5,0 m entre rua e 3,0 m entre plantas. No entanto, a produção chegou, em média, a um máximo de 11,45 kg planta^{-1} na safra de 2013. Tal fato pode estar relacionado principalmente ao menor número de cachos por ramo em comparação ao potencial da cultivar. Para a cv 'BRS Morena' normalmente se conduz dois cachos por ramo. Nota-se que a maior média de NCR obtida foi de 1,67, na safra de 2013.

Na safra de 2012, as variáveis F, PP e PR foram transformados com a finalidade de se estabilizar suas variâncias. Na safra de 2013, algumas variáveis relacionadas à produção também foram transformados com essa mesma finalidade. A Tabela 5.9 apresenta as novas análises estatísticas realizadas com base nos dados transformados. Assim como foi exposto na Tabela 5.8, as médias se apresentaram semelhantes entre si.

Tabela 5.9 – Valores médios transformados de número de ramos por planta (NR), porcentagem de ramos produtivos por planta (F, %), número de cachos por ramo (NCR), produção de frutos por planta (PP, kg planta^{-1}) e produção de frutos por ramo (PR, kg ramo^{-1}) das videiras 'BRS Morena' pulverizadas de acordo com cada um dos tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%, para o controle do míldio

Safra 2012			Safra 2013		
Variável	Trat	Média	Variável	Trat	Média
			NR	*TE*	1712,5 a
				CA	1809,5 a
				BA	1527,9 a
				MA25	1480,1 a
				MA75	1493,6 a
F	*TE*	6980,9 b	F (**)	*TE*	4,833 a
	CA	7762,3 ab		*CA*	5,417 a
	BA	8119,2 ab		*BA*	6,292 a
	MA25	8241,9 a		*MA25*	5,792 a
	MA75	8872,1 a		*MA75*	5,167 a
			NCR	*TE*	0,33 a
				CA	0,43 a
				BA	0,33 a
				MA25	0,43 a
				MA75	0,46 a
PP	*TE*	1,276 b	PP	*TE*	2,704 a
	CA	2,360 ab		*CA*	2,980 a
	BA	2,493 a		*BA*	3,190 a
	MA25	2,533 a		*MA25*	3,088 a
	MA75	3,354 a		*MA75*	3,084 a
PR	*TE*	0,247 b			
	CA	0,394 a			
	BA	0,426 a			
	MA25	0,425 a			
	MA75	0,498 a			

* Para cada variável separadamente, as médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si (P<0,05).
** Teste não paramétrico de Friedman.

A Figura 5.5 apresenta uma comparação entre a avaliação fitopatológica (incidência e severidade do míldio da videira) e a produção obtida em cada um dos respectivos tratamentos. Em função da ausência de controle do míldio nas plantas do *TE*, as maiores taxas de incidência e severidade da doença foram obtidas neste tratamento. Por este motivo, observa-se que este também apresenta as plantas com menor produção por ramo e o menor número de cachos por ramo em comparação aos outros tratamentos, como se pode observar na Tabela 5.8. Observando-se o a Figura 5.5a é possível notar que o tratamento baseado no calendário

de aplicações de fungicidas da região (*CA*) apresentou níveis semelhantes aos tratamentos baseados nos alertas fitossanitários (*BA, MA25 e MA75*) tanto nos variáveis referentes à intensidade da doença quanto às variáveis relacionadas à produtividade.

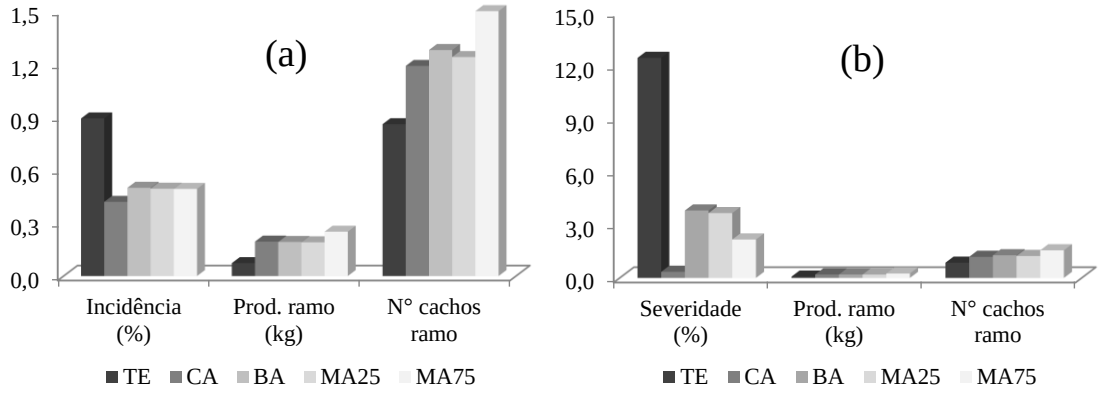

Figura 5.5 – Incidência do míldio em folhas de videira (% folhas com sintomas), produção dos frutos (kg ramo^{-1}) e número de cachos por ramo obtidos em cada um dos cinco tratamentos (a); e severidade do míldio em folhas de videira (% área foliar com sintomas), produção dos frutos (kg ramo^{-1}) e número de cachos por ramo obtidos em cada um dos cinco tratamentos (b), em Jales, SP, durante a safra de 2012. *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%

As médias das variáveis biométricas obtidas nas videiras pulverizadas de acordo com cada um dos tratamentos são apresentadas na Tabela 5.10. Na safra de 2012, somente PC e PE diferiram estatisticamente entre os tratamentos. Apesar de *MA75* ter apresentado maior número de NR e NCR, apresentou também maior PC. Porém, em termos estatístico, não houve diferença em relação aos outros tratamentos. Esse resultado não está de acordo com o que foi constatado por Pedro Júnior et al. (2007). Os autores afirmaram que com maior número de ramos e cachos por planta, a quantidade de fotoassimilados translocados para os cachos é menor, havendo dessa maneira um decréscimo na massa fresca dos cachos. O menor PC no tratamento *TE* se deveu à elevada pressão do míldio, que impediu a formação de parte das bagas do cacho e também causou a queda de algumas bagas infestadas pelo patógeno. Na safra de 2013, nenhum tratamento diferiu estatisticamente entre si, para todas as variáveis listadas na Tabela 5.10. Portanto, nota-se que os diferentes manejos de aplicação do fungicida, específico para o controle do míldio, não afetaram as características biométricas das bagas e do engaço dos cachos. As variáveis D10 e C10 referem-se às medições de 10 bagas em conjunto. Portanto, o tamanho individual das bagas foi em média de 16,4 x 21,3 mm na safra

de 2012 e 17,1 x 22,4 mm na safra 2013. Tais valores estão de acordo com o tamanho padrão das bagas de cv ‘BRS Morena’, que é de 16 x 20 mm (EMBRAPA Uva e Vinho, 2005).

Tabela 5.10 – Peso do cacho (PC, g), peso do engaço (PE, g), largura do engaço (LE, cm), peso de 10 bagas (P10, g), diâmetro de 10 bagas (D10, cm) e comprimento de 10 bagas (C10, cm) obtidos nas videiras ‘BRS Morena’ pulverizadas de acordo com os tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%, para o controle do míldio

Variável	Safra 2012		Safra 2013	
	Trat	Média	Trat	Média
PC	*TE*	95,57 b	*TE*	193,69 a
	CA	138,73 ab	*CA*	202,29 a
	BA	181,25 a	*BA*	237,09 a
	MA25	160,20 ab	*MA25*	230,95 a
	MA75	199,17 a	*MA75*	231,54 a
PE	*TE*	4,30 b	*TE*	5,23 a
	CA	4,82 ab	*CA*	5,73 a
	BA	5,90 ab	*BA*	6,14 a
	MA25	7,08 a	*MA25*	6,10 a
	MA75	6,26 ab	*MA75*	5,25 a
LE	*TE*	11,71 a	*TE*	10,38 a
	CA	11,75 a	*CA*	12,38 a
	BA	12,23 a	*BA*	12,18 a
	MA25	13,52 a	*MA25*	11,66 a
	MA75	14,31 a	*MA75*	11,87 a
P10	*TE*	30,41 a	*TE*	42,97 a
	CA	34,19 a	*CA*	46,83 a
	BA	35,13 a	*BA*	43,91 a
	MA25	35,81 a	*MA25*	45,95 a
	MA75	33,52 a	*MA75*	45,70 a
D10	*TE*	15,72 a	*TE*	16,88 a
	CA	16,39 a	*CA*	17,23 a
	BA	16,77 a	*BA*	17,08 a
	MA25	16,70 a	*MA25*	17,08 a
	MA75	16,48 a	*MA75*	17,14 a
C10	*TE*	20,53 a	*TE*	21,93 a
	CA	21,26 a	*CA*	23,06 a
	BA	21,60 a	*BA*	22,22 a
	MA25	21,90 a	*MA25*	22,68 a
	MA75	21,23 a	*MA75*	22,22 a

* Para cada variável separadamente, as médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Na safra de 2013, a análise realizada a partir dos dados transformados de PE e LE, pelo teste não-paramétrico de Friedman, também não apresentaram diferenças estatísticas na comparação das médias de cada tratamento, como pode ser verificado na Tabela 5.11. Para os dados da safra de 2012, não foi necessário se realizar nenhuma transformação.

Tabela 5.11 – Valores médios transformados de peso do engaço (PE, g) e largura do engaço (LE, cm) das videiras 'BRS Morena' pulverizadas de acordo com cada um dos tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%

Variável	Trat	Média
PE	*TE*	1,60 a
	CA	1,69 a
	BA	1,75 a
	MA25	1,78 a
	MA75	1,58 a
LE	*TE*	2,31 a
	CA	2,45 a
	BA	2,49 a
	MA25	2,44 a
	MA75	2,42 a

* As médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste não-paramétrico de Friedman (P<0,05)

Na Tabela 5.12 são apresentadas as informações relativas às características qualitativas das uvas produzidas. O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi semelhante para todos os tratamentos, nos dois anos avaliados. Ou seja, os diferentes níveis de controle do míldio e intensidade da doença condicionada pelos diferentes tratamentos testados, em termos estatísticos, não afetaram essas características químicas dos frutos. Resultados semelhantes foram obtidos por Colombo (2010), em Marialva (PR), que não observaram no cultivo da cv 'BRS Clara', com cobertura plástica, aliado a diferentes níveis de aplicação de fungicidas para o controle do míldio, diferenças estatísticas entre as médias de SST, que variaram de 18,7 a 19,2°Brix. Pedro Júnior et al. (2007) e Orlando et al. (2003), trabalhando com a 'Niagara Rosada', obtiveram valores inferiores aos obtidos no presente estudo, na faixa de 13,3 a 15°Brix. Norberto et al. (2008) também observaram resultados semelhantes para a cultivar 'Folha de Figo'.

Tabela 5.12 – Teor de sólidos solúveis totais (SST, °Brix), pH e acidez total titulável (AT, meq ácido tartárico L^{-1}) dos frutos da videira 'BRS Morena' pulverizada de acordo com os tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%

Variável	Safra 2012		Safra 2013	
	Trat	Média	Trat	Média
SST	*TE*	22,08 a	*TE*	17,38 a
	CA	20,55 a	*CA*	16,92 a
	BA	19,75 a	*BA*	17,30 a
	MA25	20,67 a	*MA25*	16,82 a
	MA75	20,33 a	*MA75*	17,66 a
pH	*TE*	3,47 a	*TE*	3,37 a
	CA	3,51 a	*CA*	3,45 a
	BA	3,45 a	*BA*	3,39 a
	MA25	3,54 a	*MA25*	3,47 a
	MA75	3,52 a	*MA75*	3,48 a
AT	*TE*	129,20 a	*TE*	121,00 a
	CA	100,33 b	*CA*	151,00 a
	BA	102,00 b	*BA*	134,00 a
	MA25	96,67 b	*MA25*	135,00 a
	MA75	104,33 b	*MA75*	145,00 a

* Para cada variável separadamente, as médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

O tratamento *TE* (Tabela 5.6) teve um ataque severo do míldio, provavelmente comprometendo a função fotossintética das folhas pela significativa área foliar lesada pelos sintomas da doença. De acordo com Miele (1989), os açúcares acumulados na fase de mudança de cor dos frutos são originados do transporte dos produtos originários da fotossíntese pelas folhas para os cachos, que se tornam drenos prioritários na fase de maturação. No entanto, como pode ser observado na Tabela 5.12, tal fato não interferiu no teor de sólidos solúveis dos frutos desse tratamento, pois os valores de SST foram semelhantes a todos os demais.

Assim como ocorreu para o SST, o pH dos frutos produzidos nos diferentes tratamentos alcançou médias semelhante entre si, nas duas safras avaliadas, variando de 3,37 a 3,54, respectivamente para os anos de 2012 e 2013. Esses valores foram superiores aos obtidos por Norberto et al. (2008), que obtiveram valores inferiores para a cultivar Folha de Figo, entre 2,45 a 2,48. Rizzon e Miele (1995), avaliando as características analíticas de sucos de uva elaborados no Rio Grande do Sul encontraram valores para pH de 2,8 a 3,43. Quanto ao teor de AT, somente na safra de 2012 houve diferença entre o tratamento *TE* e os demais (*CA*, *BA*, *MA25* e *MA75*). Para a cultivar 'Folha de Figo', Norberto et al. (2008) obtiveram

valores semelhantes de acidez total titulável, em média da ordem de 135,56 meq L^{-1}. Por sua vez, em cultivo de videiras sob cobertura plástica, Chavarria et al. (2008) e Schiedeck et al. (1999) obtiveram valores um pouco inferiores de acidez, entre 74 e 79 meq L^{-1}.

Na safra de 2013, os dados da variável SST das videiras cultivadas sob PPT foram transformados pelo teste não-paramétrico de Friedman com a finalidade de se estabilizar sua variância. A Tabela 5.13 apresenta a nova análise estatística, sendo que as médias se apresentaram semelhantes entre si, assim como foi apresentado na Tabela 5.12.

Tabela 5.13 – Valores médios transformados de sólidos solúveis totais (SST, °Brix) obtidos em videiras 'BRS Morena' pulverizadas de acordo com os tratamentos: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%

Variável	Trat	Média
SST	*TE*	5,333 a
	CA	5,083 a
	BA	5,542 a
	MA25	5,333 a
	MA75	6,208 a

* As médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste não-paramétrico de Friedman (P<0,05)

A Figura 5.6 mostra a evolução do teor de sólidos solúveis (SST) ao longo das safras 2012 e 2013, nas videiras pulverizadas de acordo com cada um dos cinco tratamentos. Percebe-se que, nos dois anos, a variação de SST ocorreu de forma muito semelhante entre os tratamentos.

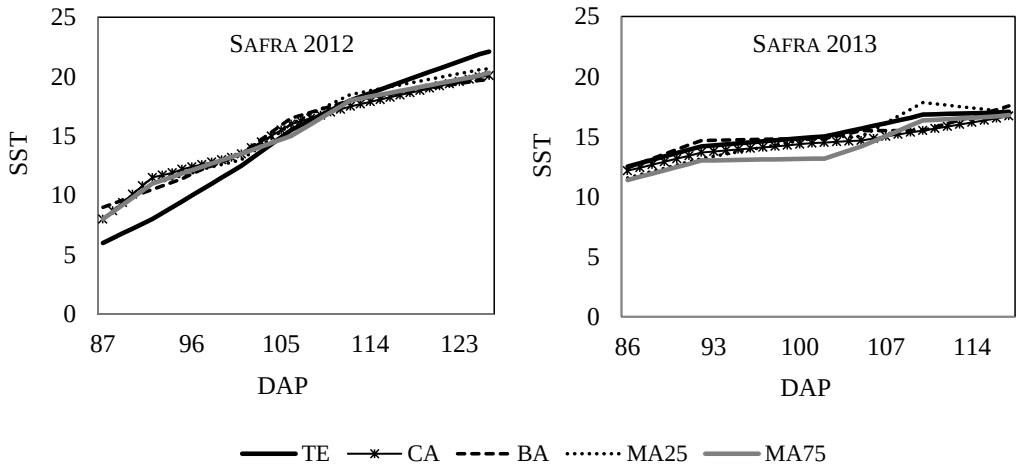

Figura 5.6 – Evolução do teor de sólidos solúveis (SST, °Brix) durante a fase da maturação da 'BRS Morena' cultivada sob o PPT (plástico de polipropileno trançado) em Jales, SP, sendo: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%

Na safra de 2012, a presença do míldio nas videiras aparentemente não influenciaram na evolução do acúmulo de açúcares nos cachos, com exceção do tratamento *TE* no qual houve uma pequena diferença, provavelmente causado pelo míldio. Como foi comentado anteriormente, a redução da atividade fotossintética das folhas com sintomas do míldio não afetou o valor médio de SST, porém, pode ter promovido diferenças no teor de açúcares dos frutos ao longo da safra, que por meio dos valores médios não puderam ser percebidas. Porém, observando-se a Figura 5.6, é possível notar com mais detalhamento o que ocorreu ao longo do ciclo da videira na safra de 2012. No período entre o 87° e 104° dias após a poda de produção (DAP), o SST do *TE* foi nitidamente inferior aos outros tratamentos. A partir do 114° DAP a situação se inverteu e o tratamento *TE* passou a apresentar teor médio de SST superior aos frutos dos outros tratamentos. Isto deve ter ocorrido já que todos os fotoassimilados que a planta testemunha foi capaz de produzir foram direcionados para os poucos cachos que ainda sobraram nas plantas do tratamento testemunha, fazendo com que os frutos desse tratamento acumulassem mais açúcares em comparação aos dos tratamentos *CA*, *BA*, *MA25* e *MA75*.

Nas normas internacionais de comercialização, o teor mínimo de sólidos solúveis para uvas de mesa varia de 14,0 a 17,5ºBrix, dependendo da cultivar (BARROS et al., 1995). Para a cv 'BRS Morena', as uvas são colhidas quando atingem entre 18 e 20ºBrix. Na safra de 2012, os frutos foram colhidos com cerca de 20°Brix. Já na safra de 2013, o acréscimo nos teores de açúcares ocorreu de forma um pouco mais lenta. Em função do SST não mostrar mais uma evolução ao longo dos dias, as uvas foram colhidas com um teor de SST um pouco abaixo do recomendado, por volta de 17°Brix para essa cultivar.

Esse menor SST em 2013 pode ser justificado pelas chuvas tardias que ocorreram durante a safra de 2013. Kishino e Caramori (2007) afirmaram que um período seco na fase final de maturação das videiras é desejável para se produzir uvas mais doces, dentre outras características desejáveis. Na safra de 2013, as chuvas ocorreram até o final de julho, sendo que no ano anterior as chuvas mais intensas cessaram bem antes, em meados de junho, como pode ser observado na Figura 5. Dessa forma, em 2013 as chuvas ocorreram mais próximas ao período de maturação e colheita, o que provavelmente influenciou na velocidade de acúmulo de açúcares nas bagas, dificultando a elevação do teor de SST nos últimos dias de ciclo. Schiedeck et al. (1999) também observaram que as precipitações afetaram a maturação da uva 'Niágara Rosada', porém somente nos vinhedos a céu aberto.

De acordo com Ollat et al. (2000), a maior exposição à radiação incidente, principalmente nas horas do dia com temperaturas mais amenas, proporciona maior

disponibilidade de carbono e ativa processos metabólicos no fruto, resultando na elevação dos níveis de sólidos solúveis totais (°Brix). Porém, no presente trabalho, a radiação solar não pode ser usada para explicar o atraso na maturação. Apesar da menor transmissividade de Rg ao interior do PPT na safra de 2013 em função do envelhecimento do plástico, a intensidade média de Rg neste ambiente foi praticamente a mesma durante os dois anos avaliados (9,68 e 9,91 MJ $m^{-2}dia^{-1}$).

A Figura 5.7 ilustra a evolução do pH ao longo das safras de 2012 e 2013, nas videiras pulverizadas de acordo com os cinco diferentes tratamentos. Percebe-se que nesses dois anos a variação do pH ocorreu de forma muito semelhante entre os tratamentos, assim como ocorreu para a evolução do teor de SST (Figura 5.6).

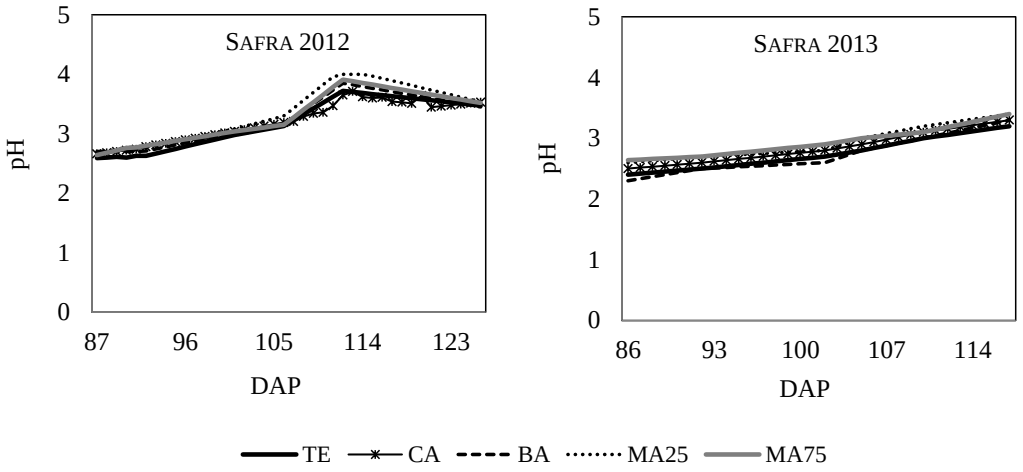

Figura 5.7 – Evolução do pH durante a fase da maturação da 'BRS Morena' cultivada sob o PPT (plástico de polipropileno trançado), em Jales, SP, sendo: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%

A Figura 5.8 apresenta a evolução da AT dos frutos ao longo das safras de 2012 e 2013. Ao contrário do que ocorreu para o SST (Figura 5.6) e para o pH (Figura 5.7), a AT sofreu decréscimo durante o ciclo da videira, ou seja, durante o processo de maturação dos frutos ocorreu aumento no teor de açúcares e diminuição da acidez contida nas bagas, consequentemente aumentando o pH, até que esse balanço atingisse o equilíbrio.

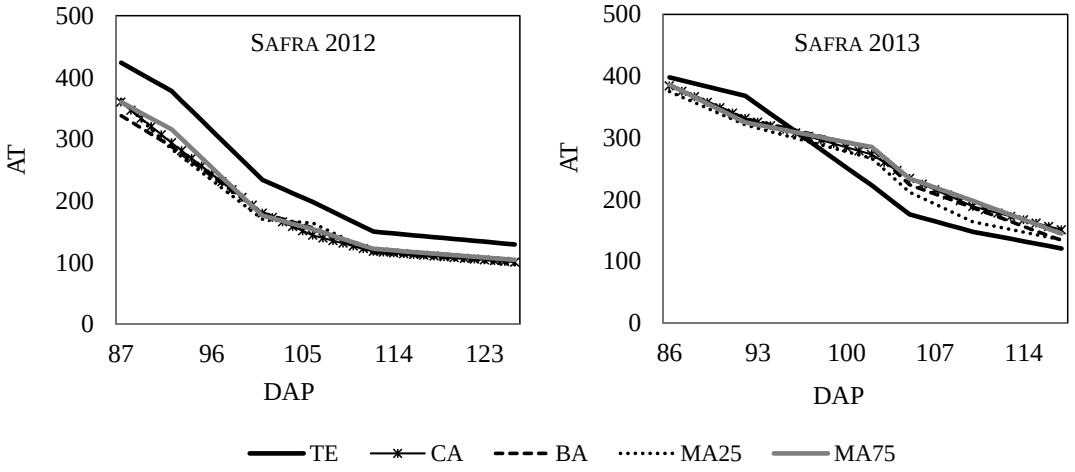

Figura 5.8 – Evolução da acidez total titulável (AT, meq ácido tartárico L^{-1}) durante a fase da maturação da 'BRS Morena' cultivada sob o PPT (plástico de polipropileno trançado), em Jales, SP, sendo: *TE* = Testemunha; *CA* = Calendário; *BA* = Baldacci (1947); *MA25* = Madden et al. (2000) – i_0 de 25%; *MA75* = Madden et al. – i_0 de 75%

5.4 Conclusões

A partir dos resultados apresentados, conclui-se que:

a) Houve uma significativa redução no número de pulverizações entre o tratamento *CA* (Calendário) e os tratamentos baseados nos sistemas de alerta fitossanitário (*BA*, *MA25* e *MA75*), da ordem de 60 a 75% na safra de 2012 e 65,5 a 82,6% na safra de 2013;

b) Sob o PPT, tanto a incidência quanto a severidade do míldio nas videiras não diferiu do tratamento baseado no calendário de pulverizações dos viticultores da região;

c) Sob a tela preta com 18% de sombreamento, os tratamentos baseados nos sistemas de alerta fitossanitário (*BA*, *MA25* e *MA75*) foram menos eficientes no controle do míldio em relação ao tratamento *CA* e também em comparação aos tratamentos sob o PPT. Porém o número de pulverizações foi semelhante ao realizado nos tratamentos sob o PPT;

d) Nas duas safras, a fertilidade dos ramos, o número de cachos e a produção de frutos não diferiram entre o tratamento baseado no calendário e aqueles baseados nos sistemas de alerta fitossanitário (*BA*, *MA25* e *MA75*);

d) Na safra de 2012, os diferentes níveis de doença promovidos pelos tratamentos não influenciaram nas características intrínsecas da cultivar relativas a peso e tamanho das bagas;

e) O teor de sólidos solúveis, o pH e a acidez dos frutos foi semelhante para todos os tratamentos, ou seja, os diferentes níveis de controle do míldio não afetaram as

características químicas dos frutos, com exceção do tratamento sem pulverizações (*TE* - Testemunha), no qual os frutos apresentaram maior acidez na safra de 2012;

f) Na safra de 2013, a ocorrência de chuvas durante o período de maturação influenciou no acúmulo de açúcares nas bagas, dificultando a elevação do °Brix dos frutos colhidos nos últimos dias de ciclo da cultura;

g) De forma geral, apesar do tratamento baseado no calendário de aplicação de fungicidas da região ter exigido uma maior frequência de aplicação de fungicidas, não apresentou resultados superiores em termos de produtividade, tamanho e qualidade dos frutos. Portanto, conclui-se que a substituição do controle convencional do míldio da videira pelo manejo de pulverizações baseado nos sistemas de alerta fitossanitário aliado ao uso de coberturas plásticas no cultivo de videiras pode ser recomendada para a na região noroeste do estado de São Paulo, já que promove uma redução da ordem de 70% no número de pulverizações, reduzindo o custo de produção.

Referências

ANTONACCI, D.; TOMASI, D. Limiti della forzatura sotto plástica delle uve da tavola in um mercato globalizzato. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofl oricoltura**, Bologna, v. 63, p. 8-12, 2001.

BALDACCI, E. Epifitie di *Plasmopara viticola* (1941-46) nell´Oltrepó Pavese ed adozione del calendario di incubazione come strumento di lotta. **Atti Istituto Botanico**, **Laboratorio Crittogamico,** Pavia, n. 8, p. 45-85, 1947.

BARDIN, L.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; MORAES, J.F.L. Risco climático de ocorrência de doenças fúngicas na videira 'Niagara Rosada' na região do pólo turístico do circuito das frutas do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 1019-1026, 2010.

BARROS, J.C.S.M.; FERRI, C.P.; OKAWA, H. Qualidade da uva fina de mesa comercializada na Ceasa de Campinas. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 7, p. 53-61, 1995.

BATISTA, F.S.; BARBOSA, M.A.G.; TERAO, D.; MOURA, M. S. B.; BATISTA, D. da C. Influência da cobertura plástica no desenvolvimento do míldio em videira cultivar Festival. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 3., 2008, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. p. 51-56.

BLAISE, P.H.; DIETRICH, R.; GESSLER, C. Vinemild: an application-oriented model of *Plasmopara viticola* epidemics on *Vitis vinifera*. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 499, p. 187-192, 1999.

BLAISE, P.H.; DIETRICH, R.; JERMINI, M. Coupling a disease epidemic model with a crop growth model to simulate yield losses of grapevine due to *Plasmopara viticola*. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 416, p. 285-291, 1996.

CAMARGO, U.A.; NACHTIGAL, J.C.; MAIA, J.D.G.; OLIVEIRA, P.R.D. de; PROTAS, J.F. da S. **BRS Morena:** nova cultivar de uva preta de mesa sem semente. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 4 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 47).

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P.; ZANUS, M. C.; ZORZAN, C.; MARODIN, G.A.B. Caracterização físico-química do mosto e do vinho Moscato Giallo em videiras cultivadas sob cobertura de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 911-916, 2008.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P.; MANDELLI, F.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Potencial produtivo de videiras cultivadas sob cobertura de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 141-147, 2009.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. dos; SÔNEGO, O.R.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 477-482, 2007.

COLOMBO, L.A. **Utilização da cobertura plástica no cultivo da uva sem semente 'BRS Clara'**. 2010. 103 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

COLOMBO, L.A.; ASSIS, A.M.; SATO, A.J.; TESSMANN, D.J.; GENTA, W.; ROBERTO, S.R. Produção fora de época da videira BRS Clara sob cultivo protegido. **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 212-218, 2011.

COSTA, T.V.; TARSITANO, M.A.A.; CONCEICAO, M.A.F.; SOUZA, R.T. Caracterização dos produtores e do sistema de produção de uvas na regional de Jales-SP. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SOBER, 2010. p. 1-18.

CZERMAINSKI, A.B.C.; SÔNEGO, O.R. Influência das condições climáticas sobre a eficácia de fungicidas empregados para o controle do míldio em *Vitis vinifera*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 5-11, 2004.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Uvas sem sementes cultivares BRS Morena, BRS Clara e BRS Linda** (Sistemas de Produção, 8). 2005. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasSemSementes/>. Acesso em: 14 maio 2013.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Banco de dados: dados meteorológicos mensais de 1995 a 2013**. Versão Eletrônica Nov/2013. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/prodserv/meteorologia/jales-mensais.html>. Acesso em 01/12/2013.

FERREIRA, M.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; SANTOS, A.O.; HERNANDES, J.L. Modificação parcial do ambiente de cultivo da videira 'Cabernet Sauvignon' sobre diferentes porta-enxertos: efeito sobre a produção e o teor de sólidos solúveis. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 439-445, 2004.

GAVA, C.A.T.; TAVARES, S.C.C.H.; TEIXEIRA, A.H.C. **Determinação de modelos de associação entre variáveis climáticas e a ocorrência de Oídio e Míldio da videira no Vale do São Francisco.** Seminário Novas Perspectivas para o Cultivo da Uva sem Sementes. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 14 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos 185).

GENTA, W.; TESSMANN, D.J.; ROBERTO, S.R.; VIDA, J.B.; COLOMBO, L.A.; SCAPIN, C.R.; RICE, W.S.; CLOVIS, L.R. Manejo de míldio no cultivo protegido de videira de mesa 'BRS Clara'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 45, n. 12, p. 1388-1395, 2010.

GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. Review: climate change and plant diseases. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, special issue, p. 98-107, 2008.

GLEASON, M.L.; DUTTWEILER, K.B.; BATZER, J.C.; TAYLOR, S.E.; SENTELHAS, P.C.; MONTEIRO, J.E.B.A.; GILLESPIE, T.J. Review: Obtaining weather data for input to crop disease-warning systems: leaf wetness duration as a case study. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, special issue, p. 76-87, 2008.

HILL, G.K. Plasmopara Risk Oppenheim: a deterministic computer model for the viticultural extension service. **Notiziario Sulle Malattie Delle Piante**, Milan, n. 111, p. 231–223, 1990.

_____. Simulation of *Plasmopara. viticola* oosporematuration with the model SIMPO. **IOBC/WPRS Bulletin**, Zürich, n. 23, p. 7-8, 2000.

KISHINO, A.Y.; CARAMORI, P.H. Fatores climáticos e o desenvolvimento da videira. In: KISHINO, A.Y.; CARVALHO, S.L.C. de.; ROBERTO, S.R. **Viticultura tropical:** o sistema de produção do Paraná. Londrina: IAPAR, 2007. p. 59-86.

LALANCETTE, N.; ELLIS, M.A.; MADDEN, L.V. Development of an infection efficiency model of *Plasmopara viticola* on American grape based on temperature and duration of leaf wetness. **Phytopathology**, Saint Paul, n.78, p.794–800. 1988a.

_____. A quantitative model for describing the sporulation of *Plasmopara viticola* on grape leaves. **Phytopathology**, Saint Paul, n.78, p.1316-1321, 1988b.

LOPES JUNIOR, A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ROLIM, G.S.; BARDIN, L. Microclima do dossel do vinhedo em comparação à região do cacho para uva "Niagara Rosada". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. **Anais…** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. p. 72-77.

LÓPEZ-MIRANDA, S. **Componentes del rendimiento en cv. Verdejo (*Vitis vinifera* L.), sus relaciones y su aplicación al manejo de la poda.** 2002. 274 p. Tesis (Doutorado en Fruticultura) - Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2002.

LORENZ, D.H.; EICHORN, K.W.; BLEHOLDER, H., KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phenological growth stages of grapevine (*Vitis vinifera* L.): codes and descriptions according to the extended BBCH scale. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Usmond, v. 1, p. 100-103, 1995.

LULU, J.; SENTELHAS, P.C.; PEDRO JÚNIOR, M.J; PEZZOPANE, J.R.M.; BLAIN, G.C. Spatial variability of leaf wetness duration in a 'Niagara rosada' vineyard. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 104-114, 2008.

MADDEN, L.V.; ELLIS, M.A.; LALANCETTE, N.; HUGHES, G.; WILSON, L.L. Evaluation of a disease warning system for downy mildew of grapes. **Plant Disease**, Davis, v. 84, p. 549-554, 2000.

MIELE, A. Influência do sistema de condução na evolução dos açúcares redutores e da acidez total durante a maturação da uva: relação com área foliar, radiação solar e fotossíntese. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 31-40, 1989.

MOTA, C.S.; AMARANTE, C.V.T.; SANTOS, H.P. dos; ZANARDI, O.Z. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras 'Cabernet Sauvignon' cultivadas sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, p. 148-153, 2008.

NAVES, R.L.; TESSMANN, D.J.; GARRIDO, L.R.; SÔNEGO, O.R. **Doenças e seu controle.** Embrapa Uva e Vinho. 2005. (Sistemas de Produção, 10). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteParana/doencas.htm/>. Acesso em: 26 jan. 2014.

NORBERTO, P.M.; REGINA, M. A.; CHALFUN, N.N.J.; SOARES, A.M.; FERNANDES, V.B. Influência do sistema de condução na produção e na qualidade dos frutos das videiras Folha de Figo e Niagara Rosada em Caldas, MG. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 450-455, 2008.

OLLAT, N.; GAUDILLERE, J. P.; BRAVDO, B. A. Carbon balance in developing grapevine berries. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 526, p. 345-350, 2000.

ORLANDINI, S.; DALLA MARTA, A.; D'ANGELO, I.; GENESIO, R. Application of fuzzy logic for the simulation of *Plasmopara viticola* using agrometeorological variables. **EPPO Bulletin**, Paris, v. 33, p. 415–420, 2002.

ORLANDINI, S.; GOZZINI, B.; ROSA, M.; EGGER, E.; STORCHI, P.; MARACCHI, G.; MIGLIETTA, F. PLASMO: a simulation model for control of *Plasmopara viticola* on grapevine, **EPPO Bulletin**, Paris, v. 23, p. 619-626, 1993.

ORLANDO, T.G.S.; REGINA, M.A.; SOARES, A.M.; CHALFUN, N.N.J.; SOUZA, C.M.; FREITAS, G.F.; TOYOTA, M. Caracterização agronômica de cultivares de videira (*Vitis labrusca* L.) em diferentes sistemas de condução. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, ed. especial, p. 1460-1469, 2003.

PARK, E.W.; SEEM, R.C.; GADOURY, D.M.; PEARSON, R.C. DMCAST: a prediction model for grape downy mildew development. **Viticultural and Enological Science**, Davis, v. 52, p. 182–189, 1997.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; HERNANDES, J.L.; ROLIM, G.S. Sistema de condução em Y com e sem cobertura plástica: microclima, produção, qualidade do cacho e ocorrência de doenças fúngicas na videira 'Niagara Rosada'. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 228-233, 2011.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; PEZZOPANE, J.R.M.; MARTINS, F.P. Uso da precipitação pluvial para previsão de épocas de pulverização visando controle de doenças fúngicas na videira 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, p. 107-111, 1999.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; HERNANDES, J.L.; TECCHIO, M.A.; PEZZOPANE, J.R.M. Influência do sistema de condução no microclima, na produtividade e na qualidade de cachos da videira 'Niagara Rosada', em Jundiaí-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 313-317, 2007.

RIBÉREAU-GAYON, J.; PEYNAUD, É.; RIBÉREAU-GAYON, P.; SUDRAUD, P. **Traité d'oenologie:** sciences et techniques de vin. Paris: Dunod, 1976. v. 1, 671 p.

RIZZON, L.A.; MIELE, A. Características analíticas de sucos de uva elaborados no Rio Grande do Sul. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 129-133, 1995.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Características analíticas de sucos de uva elaborados no Rio Grande do Sul. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 129-133, 1995.

ROBERTO, S.R.; COLOMBO, L.A.; ASSIS, A.M. de. Revisão: cultivo protegido em viticultura. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Quinta da Almoínha, v. 26, n. 1, p. 11-16, 2011.

ROSA, M.; ZOZZINI, B.; ORLANDINI, S.; SEGHI, L. A computer program to improve the control of grapevine downy mildew. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 12, p. 311–322, 1995.

ROSA, M.; GENESIO, R.; GOZZINI, B.; MARACHI, G.; ORLANDINI, S. Plasmo: a computer program for grapevine downy mildew development forecasting. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 9, p. 205-215, 1993.

ROSSI, V.; CAFFI, T.; GIOSUÈ, S.; GIROMETTA, B.; BUGIANI, R.; SPANNA, F.; DELLAVALLE, D.; BRUNELLI, A.; COLLINA, M. Elaboration and validation of a dynamic model for primary infections of *Plasmopara viticola*. **Rivista Italiana Di Agrometeorologia,** Rome, v. 2, p. 7–13, 2005.

SANTOS, E.A.; SENTELHAS, P.C.; GILLESPIE, T.J.; LULU, J. Performance of cylindrical leaf wetness duration sensors in a tropical climate condition. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.65, special issue, p. 1-9, 2008.

SCHIEDECK, G.; MIELE, A.; BARRADAS, C.I.N.; MANDELLI, F. Maturação da uva 'Niágara Rosada' cultivada em estufa de plástico e a céu aberto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 625-633, 1999.

SCHUCK, E.; CALIARI, V.; ROSIER, J.P. Uso da plasticultura na melhoria da qualidade de frutas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 7., 2004, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: EPAGRI, 2004. p. 290-301.
SENTELHAS, P.C.; GILLESPIE, T.J.; BATZER, J.C.; GLEASON, M.L.; MONTEIRO, J.E.B.A.; PEZZOPANE, J.R.M.; PEDRO JÚNIOR, M.J. Spatial variability of leaf wetness duration in different crop canopies. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 49, p. 363-370, 2005.

STRIZYK, S. **Modèle d'état potentiel d'infection:** application *à Plasmopara viticola*. Paris: Association de Coordination Technique Agricole; Maison Nationale des Eleveurs, 1983. 46 p.

SUTTON, J.C. Predictive value of weather variables in the epidemiology and management on foliar diseases. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 12, p. 305-311, 1998.

YAMAMOTO, L.Y.; ASSIS, A.M. de; MORAIS, H.; SOUZA, F.S. de; SCAPIN, C.R.; TESSMANN, D.J.; SOUZA, R.T. de; ROBERTO, S.R. Produção e características físico-químicas dos cachos da videira 'BRS Clara' sob cobertura plástica e sombrite em safra fora de época. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 160-166, 2012.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 5th ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 2009. 960 p.