

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Variabilidade temporal e espacial do período de molhamento foliar
na videira Niágara rosada em diferentes sistemas de condução**

Marcelo Brossi Santoro

Trabalho de conclusão apresentado como requisito
para obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

**Piracicaba
2015**

Marcelo Brossi Santoro
Engenheiro Agrônomo

**Variabilidade temporal e espacial do período de molhamento foliar na videira
Niágara rosada em diferentes sistemas de condução**

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

Trabalho de conclusão apresentado como requisito
para a obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

Piracicaba
2015

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, namorada e amigos que me apoiaram durante o decorrer da execução deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pais, Antonio Santoro e Cecília Brossi, e namorada Ana Luiza Homsi Galesi pelo apoio e suporte em todos os momentos, principalmente aqueles de maior dificuldade.

Ao Prof. Paulo Cesar Sentelhas, pela orientação, paciência e amizade no decorrer deste trabalho.

À Dra. Ester Holcman cuja ajuda foi essencial na realização do trabalho, pelas conversas e conselhos.

Ao Engenheiro agrônomo Danilo Franco, pela ajuda no processamento dos dados, estatística e interpretação de resultados.

Ao Departamento de Engenharia de Biossistemas e Produção Vetegal, pela aceitação e disponibilidade (de equipamentos e áreas).

Ao Grupo de Práticas em Fruticultura (GPF) que auxiliou no cuidado e manutenção da área experimental.

Também ao Eder Cintra, Carlão, Toninho e muitos outros funcionários que auxiliaram na instalação desse projeto.

EPÍGRAFE

“Imagination is more important than knowledge.” (Albert Einstein)

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1. A cultura da uva	10
2.2. Doenças das plantas.....	12
2.3. Duração do período de molhamento foliar (DPM)	14
2.3.1. Quantificação e Estimativa da DPM	14
2.3.2. Variação espacial e temporal da DPM no dossel	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
3.1. Área Experimental.....	18
3.2. Quantificação da DPM	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Variabilidade temporal da DPM	24
4.2. Variabilidade espacial da DPM.....	27
5. CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS	33

RESUMO

Variabilidade temporal e espacial do período de molhamento foliar na videira Niágara rosada em diferentes sistemas de condução

A cultura da uva sempre apresentou grande necessidade de atenção na questão fitossanitária. Sabe-se que, em sua maioria, as doenças foliares podem causar grandes prejuízos aos vinhedos reduzindo muito sua produção. Em razão da grande influência das doenças foliares na cultura da uva e da importância do ambiente na ocorrência dessas, o presente estudo avaliou a variabilidade espacial e temporal da duração do período de molhamento foliar (DPM) em dois sistemas de condução (espaldeira e Y). Para tanto, experimentos foram conduzidos em Piracicaba, SP, onde sensores de DPM em cinco diferentes posições ao longo do dossel foram instalados em vinhedos conduzidos em espaldeira e em Y. A DPM nos diferentes sistemas de condução apresentaram variabilidade espacial no dossel, sendo o sensor do topo o que apresentou maior valor de DPM para o sistema Y e o sensor superior sudeste o maior valor para o sistema espaldeira. Houve também variabilidade temporal, sendo os meses com menores temperaturas e maior umidade relativa do ar aqueles que apresentaram a maior DPM, e os de temperatura mais elevada os menores valores de DPM.

Palavras-chave: Molhamento foliar; Niágara rosada; Sistemas de condução
Variabilidade espacial; Variabilidade temporal

ABSTRACT

Temporal and spatial variability of leaf wetness duration in Niágara rosada grapeyards conducted under different production systems

The grapeyards always requested a lot of attention in relation to the phytosanitary aspect. It is known that the, majority of, plant diseases can result in great yield and quality losses. Considering that grape fungal diseases are highly influenced by the environmental conditions, mainly by leaf wetness duration (LWD), the present study aimed to evaluate the temporal and spatial variability of the LWD in two different plant conduction systems (hedgerow and Y). The experiment was conducted in Piracicaba, SP, Brazil, where leaf wetness sensors (LWS) were deployed in five different positions around the crop canopy in grapeyards cultivated in the hedgerow and Y systems. The LWD in both systems presented spatial variability, being the sensor located at the top of the Y system the one with the longest LWD whereas in the hedgerow system the upper southeast sensor was the one with the longest LWD. Temporal LWD variability was also observed, being the months with lower air temperature and higher relative humidity those with the longer LWD, and months with higher air temperature those that presented the shorter LWD.

Keywords: Leaf wetness; Niagara rosada; Conduction system; Spatial variability; Temporal variability

1. INTRODUÇÃO

A importância das doenças das plantas pode ser medida pelos danos diretos que causam, pelos custos despendidos nas medidas de controle e pelas limitações impostas ao uso de determinadas variedades. A partir do momento que a humanidade dominou a agricultura e deu início ao cultivo das plantas, as doenças de plantas foram, com certeza, um obstáculo às necessidades do homem para vestir-se e alimentar-se (Ribeiro, 2003).

Dentre os fatores que afetam a produtividade das videiras uma das principais é a ocorrência de doenças fúngicas e que o controle destas é feito por meio de pulverizações preventivas durante todo o ciclo produtivo da videira, o que aumenta o custo de produção do viticultor (Pedro Júnior et al., 1999).

As cultivares americanas e híbridas, em geral, como é o caso do cultivar 'Niágara rosada', são menos susceptíveis às doenças fúngicas do que as cultivares de uvas finas, porém em regiões tropicais, mesmo as cultivares mais rústicas estão sujeitas as doenças como míldio, antracnose, requeimas, mancha das folhas e ferrugem (Naves et al., 2006; Maia et al., 2006), as quais se não controladas poderão acarretar em graves prejuízos (Sônego e Garrido, 2003).

De acordo com Sentelhas (2004), dentre as variáveis meteorológicas que influenciam a ocorrência de doenças fúngicas nas plantas, a duração de período de molhamento foliar (DPM) é uma das mais importantes. No que se trata do desenvolvimento de doenças, Burrage (1972) e Van Der Wal (1978) afirmam que a DPM é mais importante do que a quantidade de água total depositada sobre as folhas, sendo sua estimativa ou quantificação de extrema importância para estudo epidemiológico das doenças de plantas.

Mesmo quando temos acesso aos valores quantificados ou estimados da DPM, a variabilidade espacial dessa variável pode ser fator limitante ao uso de tais dados, podendo restringir seu uso para locais distantes da estação de onde os dados foram obtidos (Rao et. al., 1998; Kim et al., 2005).

A medida da DPM, seja oriunda da deposição do orvalho, neblina, água de irrigação ou da chuva, é uma variável de difícil mensuração principalmente devido ao fato dela não estar correlacionada apenas às variáveis atmosféricas, mas também dependerem do microclima e de propriedades ópticas da superfície onde ocorre o molhamento (Madeira et al., 2002). A DPM não segue um padrão de observação, o

que inviabiliza a comparação de resultados de experimentos realizados em regiões com climas diferentes (Sentelhas, 2004; Durigon et. al. 2013).

Os modelos empíricos e físicos de estimativa da DPM surgem como alternativas viáveis para a determinação de tal variável. Na grande maioria, os modelos de estimativa da DPM podem ser elaborados sem o uso de variáveis atmosféricas muito complexas, como o saldo de radiação, que muitas vezes não são facilmente encontrada (Durigon et. al. 2013). Quanto aos sensores destinados à quantificação da DPM, os mais modernos são eletrônicos, e seu princípio de funcionamento é relativamente simples. Quando há deposição de água líquida em sua superfície ocorre uma mudança da resistência elétrica ou impedância elétrica do mesmo caracterizando o molhamento.

O estudo da quantificação e estimativa da DPM e sua caracterização espacial têm grande importância no âmbito da fitopatologia e agrometeorologia, pois tal variável tem papel importante em sistemas de alerta fitossanitário (Kim et. al., 2006; Lulu, 2008; Marcuzzo et al., 2009), os quais buscam a racionalização de defensivos agrícolas, a otimização da produção, produção de alimentos mais saudáveis, redução de custos de produção e a diminuição da contaminação dos recursos naturais (Sentelhas, 2004).

Conhecer as épocas e regiões do dossel com maior DPM nos dá vantagem competitiva contra as doenças de plantas, especialmente no âmbito preventivo. Este estudo buscou avaliar a variabilidade espacial e temporal da DPM na cultura da uva, definindo quais as épocas e as posições mais críticas em diferentes sistemas de condução, de modo a subsidiar a decisão de instalação de sensores para fins de manejo racional das doenças fúngicas na videira.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura da uva

A uva (*Vitis* spp.) é uma das culturas mais antigas cultivada pelo homem, estimando-se que ela seja explorada há mais de quatro mil anos. O gênero *Vitis* atualmente conta com mais de 60 espécies que estão dispersas pelos continentes americano, europeu e asiático. Dentre as espécies euroasiáticas a *Vitis vinifera*, originária da região do Cáucaso, é a espécie mais cultivada em todo o mundo e apresenta maior número de cultivares, sendo conhecidas também como uvas finas.

No continente americano, temos duas espécies representantes, a *V. labrusca* e *V. rupestris*, também conhecidas como uvas rústicas ou americanas. Embora haja mais representantes do gênero, estas três são as principais espécies cultivadas no mundo (Reyinier, 1985).

Segundo Souza (1989), a cultura da uva chegou ao Brasil por meio de Martim Afonso de Souza no ano de 1532. Os primeiros vinhedos foram instalados onde hoje é o Estado de São Paulo, antiga capitania de São Vicente. A viticultura no estado de São Paulo foi enfraquecida devido a diversos fatores, dentre eles a implantação maciça das lavouras de cana-de-açúcar e café e da atividade mineradora. Porém, com a imigração italiana teve sua força reestabelecida.

Atualmente, a China é o país com os maiores valores de produção de uva, 11,5 milhões de toneladas, seguido da Itália com 8 milhões de toneladas e em terceiro lugar os Estados Unidos, com 7,7 milhões de toneladas. O Brasil encontra-se na décima terceira colocação com 1,4 milhões de toneladas sendo produzidas (FAO, 2013).

Tabela 1 - Principais países produtores de uva. (FAO, 2013)

Ranking	País produtor	Produção (milhões de toneladas)
1º	China	11,5
2º	Itália	8,0
3º	Estados Unidos	7,7
4º	Espanha	7,4
5º	França	5,5
...		
13º	Brasil	1,4

No Brasil, o cultivo da uva se diferencia de acordo com cada região produtora. Pode-se destacar a região Sul, onde há a predominância do cultivo de uvas americanas e híbridos cujo destino é, principalmente, a produção de vinhos e sucos. Já as demais regiões se destacam pelo cultivo também de uvas americanas e ainda o cultivo de uvas europeias de mesa que são destinadas não apenas para o mercado interno, mas também para exportação (Fachinello et. al. 2011).

Segundo Fachinello et al. (2011), as tendências de produção de uvas nas regiões são diferentes. Enquanto as regiões de clima tropical buscam continuar se

especializando na produção de uvas de mesa, a região Sul, de clima mais temperado, deve aumentar seu cultivo de uvas finas (europeias) em virtude da desvalorização das uvas americanas e híbridas.

Na safra de 2015, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a produção brasileira de uva foi de 1,53 milhões de toneladas em 80.379 hectares de área plantada. O Rio Grande do Sul aparece como o estado com a maior área plantada, 50.743 hectares, seguido de São Paulo com 8.614 hectares.

A viticultura paulista apresenta três grandes regiões produtoras de uva, porém seu cultivo não se limita a elas, estando a uva presente em todo o estado. As áreas de produção de uvas rústicas de mesa são: Jundiaí, Jales e São Miguel Arcanjo. As três regiões têm predominância de produção do cultivar 'Niágara rosada', porém cada região com seu manejo diferenciado (Nachtigal, 2003).

Segundo o Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2014), as regiões de Jundiaí, Jales e São Miguel Arcanjo tiveram produções de 43.532, 4.997 e 23.469 toneladas respectivamente, totalizando 71.998 toneladas em todo o estado.

2.2. Doenças das plantas

A agricultura é a base da sociedade moderna, seja quando pensamos na produção de alimentos ou ainda em outros aspectos como a produção de madeira, medicamentos, energia (bioenergia) e fibras. Tendo em vista o grande crescimento populacional há cada vez mais a necessidade de uma maior produção. Diversos fatores atuam como barreiras ao incremento dos níveis de produtividade, e um deles são as doenças de plantas. Sua importância muitas vezes não é muito bem dimensionada, porém as doenças têm potencial de dano socioeconômico muito elevado. Temos como exemplo o caso da requeima da batata, causada pelo fungo *Phytophthora infestans* que no ano de 1845 levou a população da Irlanda a fome extrema, causando até mesmo a imigração da população para países vizinhos (Bergamin Filho, Amorin e Resende, 1996).

Na área da fitopatologia, a definição mais aceita para doença é a de Gaümann (1946) que caracteriza as doenças de plantas como "um processo dinâmico, no qual o hospedeiro e o patógeno, em íntima relação com o ambiente se influenciam mutuamente, do que resultam modificações morfológicas e fisiológicas". Tal definição tem a representação gráfica clássica que é o chamado triângulo da doença, no qual

cada vértice representa um fator (ambiente = ambiente favorável ao desenvolvimento; patógeno = agente causal; hospedeiro = planta susceptível) necessário para ocorrência da doença. A doença não ocorre, na ausência de algum desses fatores. Já a determinação da severidade da doença depende de outros fatores, sendo esses intrínsecos aos fatores primários.

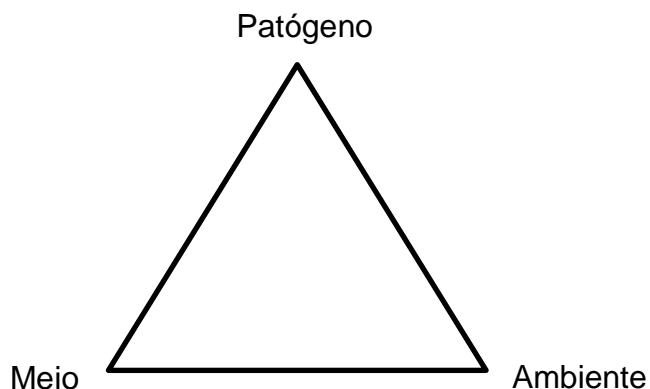


Figura 1 – Esquema representativo do triângulo da doença (Gaümann, 1946). Reproduzido de Bergamin Filho e Amorim (1996).

A epidemiologia definida por Kranz configura-se como sendo “o estudo de populações de patógenos em populações de hospedeiros, e a doença resultante desta interação sob a influência do ambiente e a interferência humana”. Sentelhas (2004) relata que quanto maiores os valores de DPM, mais altas serão as taxas de infecção das doenças, seja em folhas ou em frutos. Isto porque a presença da água líquida a superfície das plantas permite a germinação de esporos de fungos e posterior penetração do tubo germinativo acarretando na infecção.

Pereira et al. (2002) demonstram que o estabelecimento e desenvolvimento dos patógenos é dependente não apenas da DPM, mas do binômio temperatura-DPM. O fungo *Plasmopora vitícola*, causador do míldio em videiras por exemplo, necessita de no mínimo 1,5 h de água livre nos tecidos, a 22°C, para que haja infecção, sendo essa mais grave quando maior o período de água livre ou duração do período de molhamento (DPM) (Sônego; Garrido, 2006; Naves et al. 2006; Maia et al. 2006).

As doenças fúngicas constituem-se num dos principais problemas aos viticultores em todas as regiões produtoras de uva do Brasil. Os viticultores costumam

seguir as chamadas aplicações de calendário que são aquelas feitas seguindo recomendações de rótulo dos produtos, após chuvas ou ainda semanalmente (Fiorini, 2006). Tais aplicações semanais muitas vezes levam a um aumento desnecessário do custo de produção e contaminação dos recursos naturais. Em regiões com condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento destes patógenos, como na região de Jundiaí, o uso de produtos para seu controle pode atingir até 30% do custo de produção da uva (Sônego & Garrido, 2004). Na viticultura, as principais doenças fúngicas foliares que causam danos são: antracnose, míldio, mancha-das-folhas e a ferrugem.

A antracnose, por exemplo, causada pelo fungo *Elsinoe ampelina* necessita de pelo menos 12 h de molhamento foliar para que haja infecção, podendo sua temperatura variar de 2°C a 32°C (Amorin & Kuniyuki, 1997). No caso do míldio (*Plasmopora viticola*), o tempo de molhamento mínimo para que haja infecção é de 2h quando as temperaturas se encontram entre 18°C e 25°C (Maia et al., 2003).

2.3. Duração do período de molhamento foliar (DPM)

A duração do período de molhamento foliar (DPM) diz respeito à água, em sua forma líquida, depositada na superfície das folhas oriunda das mais diversas fontes, seja de chuvas, neblina, orvalho ou irrigação. (Almeida et al., 2009; Durigon et. al. 2013).

A DPM é uma variável de difícil mensuração pois além de não estar relacionada apenas às variáveis meteorológicas e ter dependência do microclima gerado pelo dossel e das características físicas da superfície onde se deposita, não apresenta um padrão de medidas, o que dificulta seus estudos comparativos em locais de diferentes climas (Sentelhas, 2004; Almeida et al., 2009; Durigon et. al. 2013).

Sendo fator determinante na instalação das doenças de plantas, por apresentar papel fundamental em alguns processos do ciclo vital dos patógenos (VALE et al., 2004).

2.3.1. Quantificação e Estimativa da DPM

Antes do advento da microeletrônica, do desenvolvimento e popularização dos sistemas automáticos de aquisição de dados, existiam os chamados sensores mecânicos, que mensuravam as alterações de peso, tamanho ou comprimento do

elemento sensor, causados pela umidade, como fator de medição. Após isso, os sensores eletrônicos passaram a ser os meios mais utilizados. O mecanismo de funcionamento dos sensores eletrônicos baseia-se na deposição de água líquida na superfície do sensor, fazendo com que ocorra uma mudança da resistência elétrica deste, caracterizando o molhamento. Apesar de ser uma ferramenta que apresenta valores condizentes e com resultados satisfatórios, muitas estações meteorológicas automáticas não apresentam tais sensores de DPM, já que sua utilização requer cuidados, que uma vez não tomados podem acarretar em erros significativos (Sentelhas, 2004).

Santos (2006) expõe que alguns fatores devem ser levados em consideração na instalação dos sensores, como inclinação, altura e exposição destes equipamentos, os quais podem influenciar as medidas de DPM obtidas. Lau et al. (2000), por sua vez, observaram que a pintura dos sensores tem maior influência do que a angulação ou exposição dos sensores na medida da DPM. Nesse sentido, sensores de coloração branca ou cinza-claro apresentam uma taxa de secamento similar às das folhas das plantas (Gillespie & Kidd, 1978).

Além da necessidade de pintura, outro fator importante estudado por Lau et al. (2000) foi a quantidade de camadas de tinta látex a ser aplicada na pintura do sensor. Em seu estudo verificou que há diferenças nos tratamentos com 3 e 9 camadas de tinta, tanto na deposição como no secamento do molhamento quando comparadas às medidas de observações visuais. Os sensores de DPM pintados com 3 camadas apresentaram melhores resultados.

O desenvolvimento de modelos para estimativa da DPM foi importante pois a boa representatividade desses modelos com a realidade faz deles ferramentas viáveis para a determinação da DPM. Modelos empíricos, mais simples, baseados em uma ou mais variáveis meteorológicas tais como umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura, ou modelos físicos, mais complexos, que se baseiam em aspectos como a deposição do orvalho e sua evaporação utilizando de princípios do balanço de energia e de resistência aerodinâmica são exemplos de alternativas para realizar a estimativa da DPM (Sentelhas, 2004).

Os modelos físicos necessitam de muitas variáveis meteorológicas de entrada, além de cálculos complexos, tornando mais difícil a sua utilização (Madeira et al.,

2002; Kim et al., 2005). Já os modelos empíricos utilizam cálculos mais simples e menor quantidade de variáveis meteorológicas para determinação da DPM.

Número de horas com umidade relativa do ar acima de determinado limiar (NHUR), depressão do ponto de orvalho (DPO) e modelo da árvore de classificação e regressão (CART), se destacam como alguns dos modelos empíricos mais utilizados (Sentelhas et al., 2004; Lulu, 2008). O modelo de Penman-Montheith, ou da resistência aerodinâmica, por sua vez é o modelo físico mais representativo. (Sentelhas et al., 2006)

Para o caso do modelo empírico de NHUR, normalmente considera-se que acima de 90% de umidade relativa do ar ocorre o início da deposição do orvalho na superfície foliar, porém tal valor pode ser alterado dependendo da situação climática. Quanto ao modelo empírico DPO, trata-se da diferença da temperatura do ar com a temperatura do ponto de orvalho e estima-se a DPM pelo tempo no qual a DPO se mantém abaixo do limiar tradicional de 2 °C, este também podendo sofrer alterações conforme a condição climática. O terceiro e último modelo empírico, o CART, proposto por Gleason (1994), estima a DPM por uma série de limiares combinados envolvendo a DPO, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento a 10m, classificando os intervalos mensurados em categorias de presença ou não de molhamento.

O modelo físico de Penmann-Montheith (Sentelhas et al., 2006) tem aplicação universal, diferentemente dos modelos empíricos, pois presume que a temperatura do ar entre 1,5 e 2 m sobre o gramado em uma estação meteorológica representa a temperatura do ar na mesma altura sobre um dossel de uma cultura. Para tal, a resistência aerodinâmica, função da altura da cultura, descrita por Monteith & Unsworth (1990), é adicionada ao modelo.

2.3.2. Variação espacial e temporal da DPM no dossel

De acordo com Rao et al. (1998) e Kim et al. (2005), a variação espacial da DPM dentro do dossel da planta torna-se um empecilho ao uso dos modelos de estimativas da DPM para casos em que as distâncias entre a estação meteorológica e o cultivo em questão é superior à 30 km.

O microclima gerado por uma cultura é influenciado por fatores como área foliar, estrutura das plantas, sistema de cultivo, distribuição das plantas no terreno, altura das plantas, entre outros (Montheith, 1990; Madeira et al., 2002). Estes fatores

controlam a interceptação e o balanço de radiação, determinando os regimes de temperatura, umidade do ar e vento dentro dos cultivos que, por sua vez, irão influenciar na DPM, permitindo que várias partes das plantas se tornem úmidas ou secas em diferentes momentos (Huber; Gillespie, 1992).

A variabilidade espacial da DPM, segundo Dalla Marta et al. (2004), pode influenciar na determinação do risco da doença por modelos de previsão com base nessa variável, como sistemas de alerta fitossanitário. Portanto, seu estudo é necessário para aprimorar as medições e as estimativas da DPM nos diversos cultivos agrícolas.

Tendo como base a medida da DPM em diferentes posições do dossel, Paula et al. (2012) relataram que devemos identificar as posições da cultura onde esta é mais prolongada e, consequentemente, mais propensa à ocorrência de doenças. Desta forma, as medidas ou estimativas da DPM não devem ser subestimadas sob pena de ignorarem condições críticas favoráveis à ocorrência de doenças.

Em climas úmidos, o topo do dossel das plantas geralmente apresenta os maiores valores de DPM, porém em climas semiáridos, as regiões medianas são as que costumam apresentar maior valor de DPM (Jacobs et al., 1995; Weiss et al., 1989; Wittich, 1995). Por exemplo, Penrose e Nicol (1996), observaram em cultivos de maçã no semiárido australiano que a região central do dossel apresentou os maiores valores de molhamento. Segundo Humber et al. (1990) e Jacobs et al. (1995) a menor velocidade dos ventos nas regiões mais baixas do dossel podem acarretar na redução da velocidade de secamento de tais regiões.

Sentelhas et al. (2005) observaram em experimentação com as culturas de maçã e milho uma redução da DPM de aproximadamente 30% do topo do dossel para a parte inferior na macieira e 7% do topo do dossel para o interior do dossel de milho. Santos (2006) também observou esse efeito de redução da DPM em diferentes estratos do dossel em banana e cafeeiro, porém em algodão as diferenças obtidas não foram significativas. Novamente em macieiras, Paula et al. (2012) observaram que em pomares cobertos com tela antigranizo, as diferenças na DPM entre estratos do dossel foram menores do que em pomares a céu aberto.

Em parreiras de Niágara rosada, Lulu (2008) observou que não há diferença estatística entre as posições do topo da planta (1,6 m do solo) e a altura dos cachos de uva (1,0m do solo), nem entre as diferentes orientações Nordeste e Sudeste,

porém observou-se que o topo da planta apresentou uma maior DPM e que para uso em sistemas de alerta fitossanitários a posição com maior DPM deve ser a utilizada para nortear os sistemas de alerta fitossanitário.

As diferenças dos valores de DPM dentro do dossel tem grande importância no que diz respeito aos sistemas de alerta fitossanitários. Dalla Marta et al. (2004) com o uso do modelo Plasmo, sigla em inglês de *Plasmopora Simulation Model*, que simula a severidade dos danos causados pelo míldio (*Plasmopora viticola*) na cultura da uva, observaram que a severidade dos danos estimada com base nos valores de DPM de dentro do dossel foi menor do que a severidade real e quando usado os valores de DPM obtidos fora do dossel essa estimativa de severidade foi superestimada, ou seja, foi maior do que a real.

Batzer et al. (2008), em cultivos de maçãs na região central de Iowa (EUA), observaram que a heterogeneidade da DPM é maior quando a origem dessa umidade é a chuva, uma vez que as posições mais superiores, como a do topo do dossel, estão diretamente expostas a fonte de umidade fazendo com que seu molhamento tenha início muito antes das demais posições do dossel. A diferença de tempo de molhamento entre as posições chega a 2h, valores similares aos já obtidos na Alemanha por Wittich (1995). Com isso, Batzer et al. (2008) concluíram que o molhamento de origem pluvial, quando comparada ao molhamento por orvalho, resulta em uma tendência de maior uniformidade da DPM no dossel, sem, no entanto eliminar completamente as diferenças dentro do dossel.

Portanto, é de fundamental relevância o conhecimento da variação da DPM entre os extratos do dossel, sua aplicabilidade em sistemas de alerta fitossanitário e importância econômica para a cultura da videira.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área Experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Produção Vegetal (LPV) da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP (latitude de 22° 43' 30" S, longitude de 47° 38' 51" O e altitude de 524 m). Segundo a classificação climática de Köppen, o município é do tipo Cwa, ou seja, uma região de inverno seco e verão quente e úmido.

Os dois sistemas de condução utilizados no experimento foram espaldeira e Y. A área referente a espaldeira possui 6 linhas de 29 m de comprimento, com espaçamento de 2 x 1 m entre plantas e totalizando 180 plantas. O cultivo em Y é representado por 12 linhas de 18 m de comprimento, com espaçamento de 3 x 1,2 m entre plantas, totalizando 180 plantas (Figura 5).

A cultivar Niágara rosada foi a utilizada no experimento, que é atualmente a cultivar de mesa mais plantada no estado de São Paulo devido à sua cor rosada, característica que a diferencia da Niágara branca da qual se originou devido a uma mutação, observada em 1933 no município de Jundiaí (Pommer, 2003), além de outros fatores, como resistência a pragas e doenças e alta produtividade.

3.2. Quantificação da DPM

Para a quantificação da DPM foram instalados dois conjuntos de cinco sensores planos de constante dielétrica (LWS, Decagon), de coloração branca e uma datalogger modelo CR800x (Campbell Sci), estando cada conjunto em um sistema de condução diferente, espaldeira e Y. As dataloggers foram programadas para coletar os dados a cada segundo e armazenar o somatório de valores de DPM em intervalos de 15 minutos e de 24 horas.

A fim de caracterizar a diferença da DPM no dossel da planta, os sensores foram espalhados em 3 diferentes níveis. O primeiro nível, no terço inferior da planta, contendo os sensores 1 e 5, orientados para o sudoeste e sudeste respectivamente, o segundo nível, no terço médio da planta, também contendo dois sensores, sensores 2 e 4 orientados para o sudoeste e sudeste respectivamente e o último nível, no terço superior da planta (topo), composto por apenas um sensor, sensor 3 orientado para o sul, como mostra o esquema abaixo (Figuras 2 e 3). Os valores de DPM foram quantificados para a safra 2015/2016, mais especificamente no período de 21/10/2014 a 20/10/2015, totalizando 365 dias.

Os sensores foram posicionados de modo a manter um ângulo de inclinação de pouco menos de 30º em relação a horizontal, sendo que todos os sensores foram presos a tubos de PVC com abraçadeiras de metal. No sistema de espaldeira os sensores inferiores, do terço médio e do topo foram posicionados a 0,5 m, 0,8 m e 1,4 m respectivamente; enquanto que no sistema Y as alturas foram de 1,0 m para os inferiores, 1,40 m para os do terço médio e 1,80 m para o do topo. (Figuras 6, 7 e 8)

Os dados com os valores diários de DPM, em horas, obtidos foram processados e analisados pelo programa estatístico Sisvar versão 5.6. Foi realizada a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey com 5% de confiança para comparação dos valores médios.

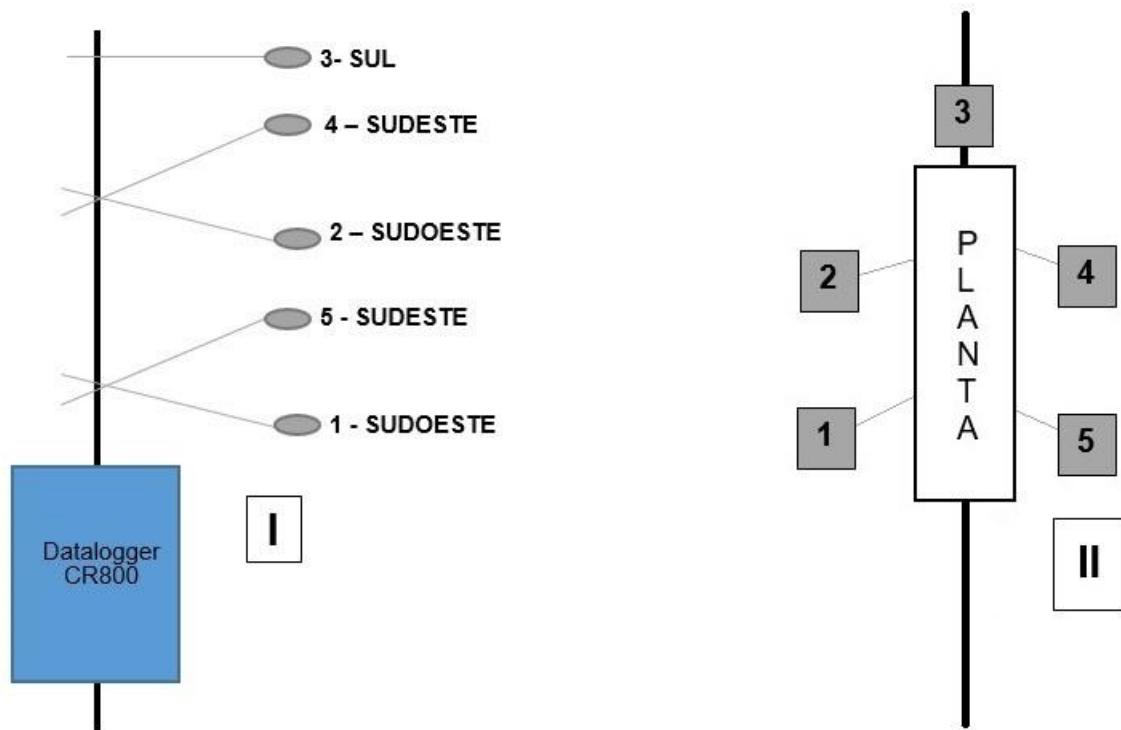


Figura 2 – Esquema da distribuição dos sensores no dossel, visão lateral (I) e visão frontal (II) da estrutura.

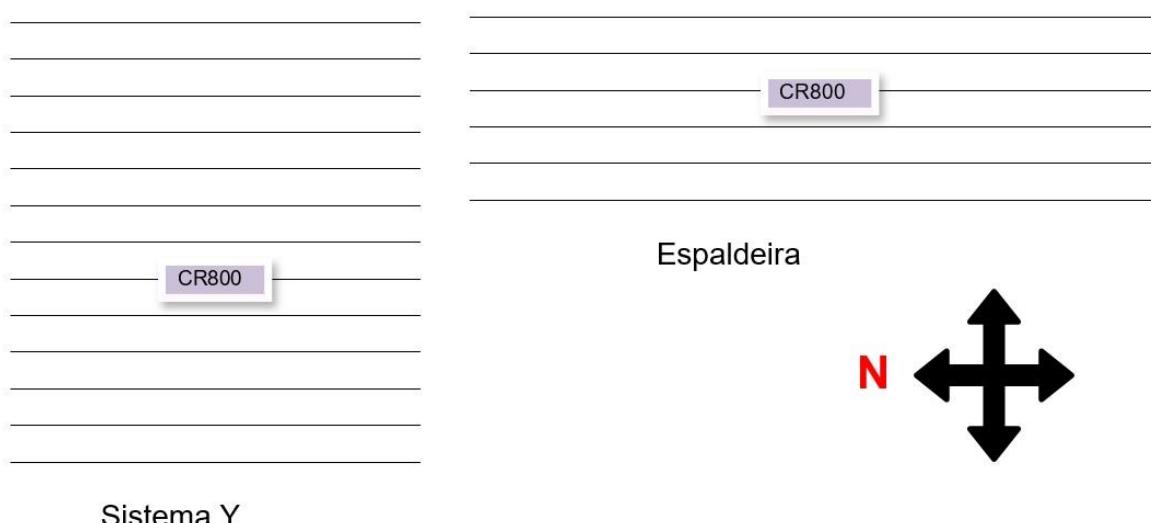


Figura 3 – Esquema da distribuição dos sensores na área experimental.

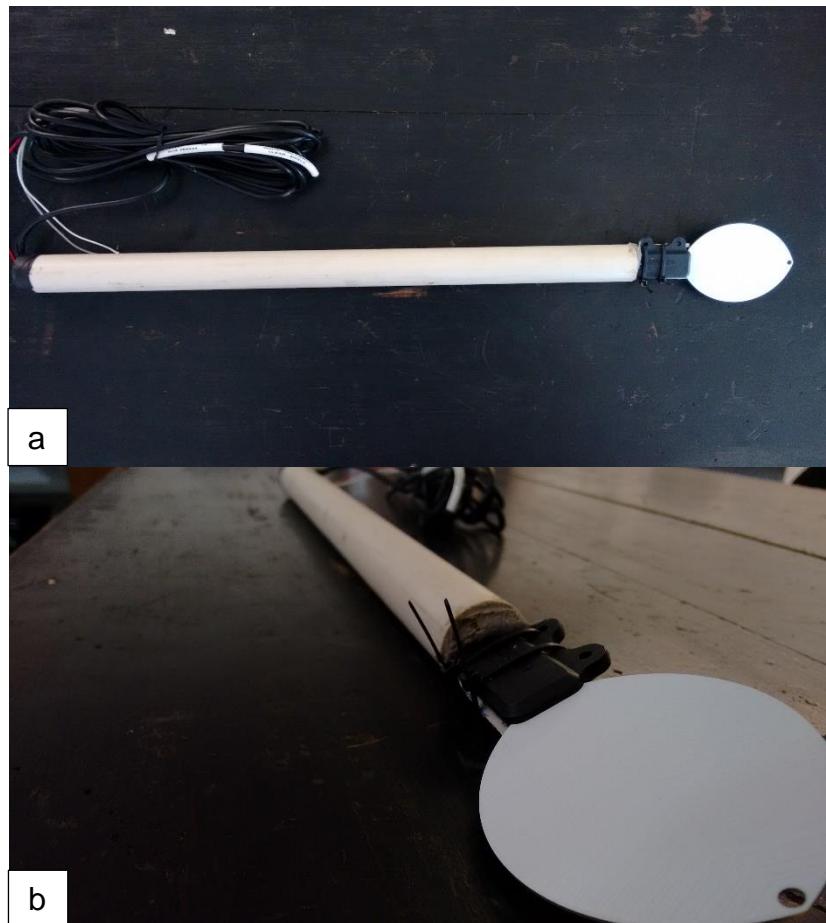


Figura 4 – Sensor de constante dielétrica (modelo Decagon LWS, *Campbell Scientific*) em tubo de PVC (a) e detalhe (b).



Figura 5 – Localização da área experimental, com o cultivo da videira Niágara rosada em espaldeira (i) e em Y (ii), em Piracicaba, SP.



Figura 6 – Cultivo da videira Niágara rosada no sistema de espaldeira, em Piracicaba, SP.



Figura 7 – Cultivo da videira Niágara rosada no sistema de Y, em Piracicaba, SP.

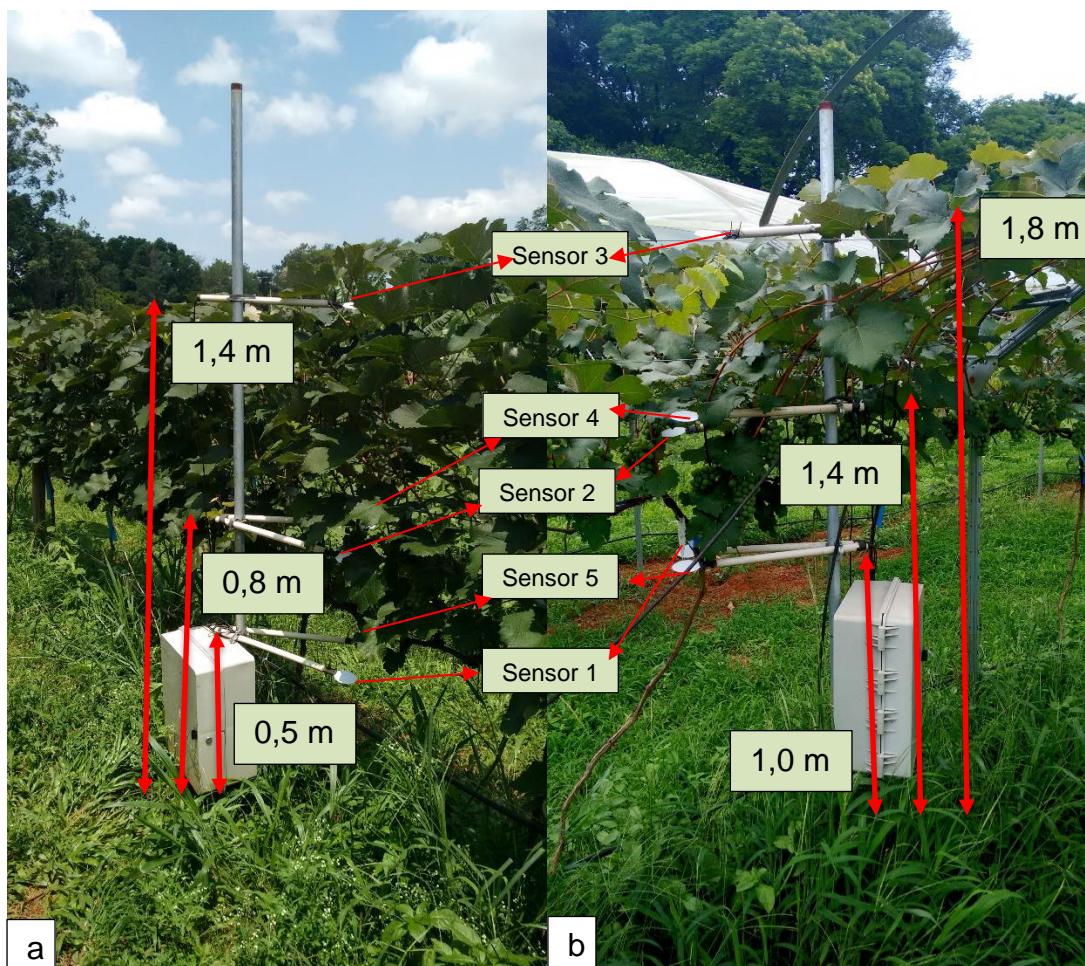


Figura 8 – Esquema de distribuição dos sensores no dossel da videira Niágara rosada conduzida no sistema de espaldeira (a) e em Y (b)

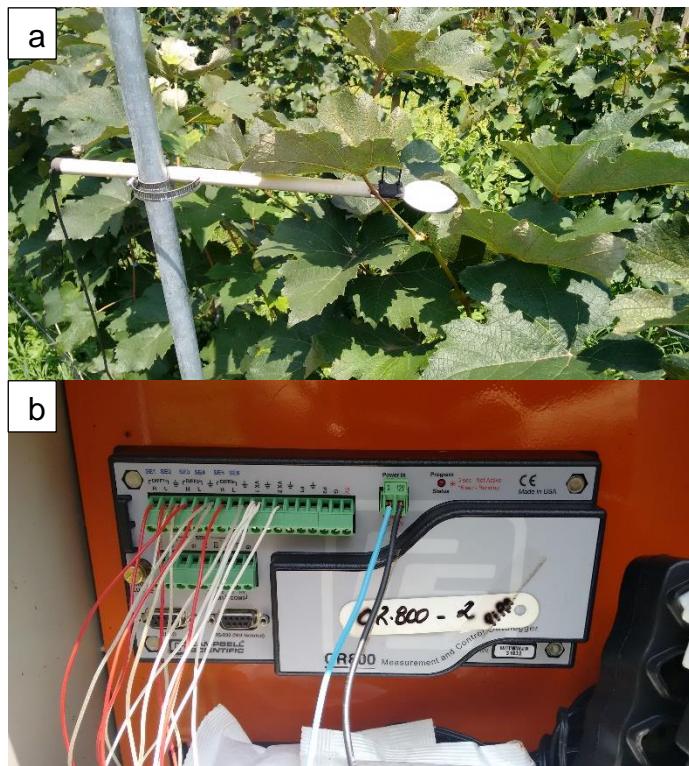


Figura 9 – Detalhe do sensor no dossel (a) e da datallogger (b) instalados na área experimental, na cultura da videira Niágara rosada, em Piracicaba, SP.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Variabilidade temporal da DPM

As médias das variáveis meteorológicas temperatura do ar, umidade relativa e precipitação pluviométrica, obtidas no período do experimento, são apresentadas na Tabela 2. Podemos observar que os meses de janeiro, fevereiro e dezembro, foram os mais quentes, com temperatura média de aproximadamente 26°C, sendo estes também os meses com maiores valores de precipitação pluvial. Os meses de junho e julho, apesar de apresentarem menores temperaturas e consequentemente maiores valores de umidade relativa do ar altas quando comparadas ao demais.

A Tabela 3 apresenta os valores referentes a análise de variância realizada a partir dos valores diários de DPM obtidos ao longo do experimento, com base nos seguintes fatores: mês, estação do ano, sistema de condução, sensor, Mês x Sistema, Mês x Sensor, Sistema x Sensor. Verificou-se que houve diferença estatística ao nível de 1 % de probabilidade nos fatores: Mês, Estação e Sensor, e ao nível de 5% de probabilidade nos fatores: Sisemas e a interação Sistema x Sensor. Restando apenas as interações Mês x Sistema e Mês x Sensor que não apresentaram significância.

Tabela 2 – Valores médios de temperatura do ar, umidade relativa e somatório de precipitação pluviométrica, no período do ensaio (Outubro/2014 - Outubro/2015)

Mês	Estação do ano	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)
		Máxima	Média	Mínima		
Outubro/2014	Primavera	35,7	24,3	14,3	61,6	11,7
Novembro/2014	Primavera	35,8	24,6	13,1	73,3	121,6
Dezembro/2014	Verão	37,2	25,9	16,3	88,8	255,9
Janeiro/2015	Verão	37,9	27,6	18,7	85,8	89,7
Fevereiro/2015	Verão	37,1	26,0	19,1	92,9	174,1
Março/2015	Outono	35,0	25,0	17,9	94,0	95,7
Abri/2015	Outono	34,7	23,2	14,3	89,9	11,2
Maio/2015	Outono	31,2	20,4	10,9	92,2	79,3
Junho/2015	Inverno	30,1	19,5	8,0	88,8	2,0
Julho/2015	Inverno	33,1	19,6	8,6	90,3	39,6
Agosto/2015	Inverno	34,3	20,4	10,4	77,6	33,0
Setembro/2015	Primavera	36,3	23,4	12,4	83,6	181,4
Outubro/2015	Primavera	37,4	25,2	15,0	83,4	21,2

Fonte: Posto meteorológico da ESALQ/USP. Piracicaba, SP.

Tabela 3 – Análise de variância dos valores médios diários de duração do período de molhamento foliar (DPM, h dia⁻¹) para os seguintes fatores: mês, estação do ano, sistemas, posição do sensor, e suas interações

Fator	Grau de Liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Fcalculado	Pr>Fcalculado
Mês	11	49887,57	4535,23	215,88	0,000 **
Estação	3	29369,14	9789,71	466,00	0,000 **
Sistemas	1	82,03	82,03	3,90	0,048 *
Sensor	4	1382,77	345,70	16,46	0,000 **
Mês x Sistema	11	124,54	11,32	0,54	0,878 ns
Mês x Sensor	44	1240,41	28,19	1,34	0,066 ns
Sistema x Sensor	4	264,92	66,23	3,15	0,014 *
Erro	3571	75018,43	21,01		
Total corrigido	3649	157369,80			

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade; * Significativo ao nível de 5% depobabilidade; ns = não significativo.

Analizando os valores de médias do fator 'Mês' (Tabela 4), verificou-se que as médias de DPM, independentemente de sistema de condução ou posição do sensor, foi maior para o mês de Julho, em comparação aos outros meses avaliados, apresentando 16,34 h dia⁻¹. Já o mês de Outubro obteve o menor valor, com 3,90 h dia⁻¹. Uma possível explicação para tais valores seria o fato do mês de Julho, para a região de Piracicaba, ser um mês de inverno com alta incidência de deposição de orvalho, decorrente das baixas temperaturas e alta umidade relativa. Outro fator

importante é a média de temperaturas, que neste mês foi de 19,6°C, enquanto que para o mês de Outubro foi de 24,7°C. Essa diferença de temperaturas interfere na DPM, já que sob menores temperaturas a água na superfície dos sensores e também das folhas demora mais para secar do que sob temperaturas mais altas.

Tabela 4 –Valores médios de duração do período de molhamento foliar (DPM, h dia⁻¹) para cada Mês

Tratamentos	DPM média (h dia ⁻¹)
Outubro	3,90 a
Novembro	6,46 b
Janeiro	7,84 c
Dezembro	9,42 d
Abril	10,73 e
Setembro	11,01 e
Agosto	11,92 e
Fevereiro	14,09 f
Junho	14,41 f
Maio	14,72 f
Março	15,00 f
Julho	16,34 g

As médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ($p<0,01$).

As estações do ano também apresentaram diferenças estatísticas entre si pelo teste de Tukey ($p<0,01$) (Tabela 5). De modo a facilitar a seleção das estações foram configuradas da seguinte forma: primavera (Setembro, Outubro e Novembro), verão (Dezembro, Janeiro e Fevereiro), outono (Março, Abril e Maio) e inverno (Junho, Julho e Agosto). As estações compostas pelos meses com menores médias de temperatura do ar foram as que apresentaram maiores valores de DPM diária. Temperaturas do ar menores fazem com que a água presente na superfície das folhas e sensores demore mais tempo para secar do que temperaturas mais elevadas, o que levou as estações ‘Inverno’ e ‘Outono’ a terem as maiores médias de DPM diária, quando comparadas às outras estações do ano. Outro fator que levou a estação ‘Inverno’ a altos valores de DPM foi o fato de esta ter apresentado alta incidência de chuva para essa época do ano, aproximando-se de 40 mm nos meses de julho e agosto.

Tabela 5 – Valores médios da duração do período de molhamento foliar (DPM, h dia⁻¹) obtidos para cada estação do ano

Tratamentos	DPM média (h dia ⁻¹)
Primavera	7,09 a
Verão	10,33 b
Outono	13,52 c
Inverno	14,22 d

As médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ($p<0,01$).

4.2. Variabilidade espacial da DPM

No que diz respeito a variabilidade espacial da DPM, os diferentes sistemas de condução da uva, Y e espaldeira, também apresentaram diferenças significativas entre si ($p<0,05$), sendo que o sistema de produção em espaldeira apresentou uma média de DPM de seus sensores maior do que o valor de DPM médio do sistema Y (Tabela 6).

Constatou-se diferença entre os sistemas de condução com um DMS (diferença mínima significativa) igual a 0,3 h dia⁻¹ (18 minutos). A sensibilidade do teste foi grande, graças a grande quantidade de dados utilizados em seu cálculo.

Tabela 6 – Valores médios de duração do período de molhamento (DPM, h dia⁻¹) dos cinco sensores, obtidos para os dois sistemas de condução da uva (espaldeira e Y)

Tratamentos	DPM média (h dia ⁻¹)
Y	11,16 a
E	11,46 b

As médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ($p<0,05$).

Houve diferença entre os valores médios diários de DPM entre os sensores, ou seja entre as posições do dossel ($p<0,01$), independente do sistema de condução. O sensor 3 voltado para o Sul e na posição do topo do dossel, apresentou o maior valor médio de DPM. Esses resultados são opostos aos obtidos por Lulu (2008). No entanto, estão de acordo com os estudos de Sentelhas (2004), Santos (2006) e Batzer & Gleason et al. (2008). Na Tabela 7 são apresentadas as diferenças dos valores de DPM obtidos para cada posição do dossel.

Tabela 7 – Valores médios de duração do período de molhamento (DPM, h dia⁻¹) obtidos por cada sensor nas cinco posições do dossel, independente do sistema de condução

Tratamentos	DPM média (h dia ⁻¹)
5 Inferior – Sudeste	10,30 a
1 Inferior – Sudoeste	11,13 b
4 Superior – Sudeste	11,23 b
2 Superior – Sudoeste	11,77 bc
3 Topo – Sul	12,12 c

As médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p<0,01$)

No que diz respeito à interação dos fatores ‘Sistema’ e ‘Sensor’, houve significância ao nível de 5% de probabilidade. Assim, uma nova análise variância foi realizada, a fim de verificar os desdobramentos dos sistemas dentro de cada sensor, ou seja, para analisar se para um mesmo sensor há diferenças significativas influenciadas pelos sistemas de produção. A Tabela 8 expõe os valores de cada interação, e apenas a interação com o sensor 2 apresenta diferenças estatisticamente significantes ($p<0,01$). Para o sensor 2, o sistema Y apresentou o valor médio mais baixo, com 11,19 h dia⁻¹ enquanto que o sistema espaldeira atingiu o valor de 12,34 h dia⁻¹.

Tabela 8 – Análise de variância da interação Sistema x Sensor a fim de verificar se há influencia do sistema de produção no sensor quanto ao valor médio de duração do período de molhamento (DPM, h dia⁻¹) de cada sensor.

Fator	Grau de Liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Fcalculado	Pr>Fcalculado
Sistema x 1	1	13,28	13,28	0,63	0,43 ns
Sistema x 2	1	242,63	242,63	11,55	0,001 **
Sistema x 3	1	10,34	10,34	0,49	0,48 ns
Sistema x 4	1	14,92	14,92	0,71	0,39 ns
Sistema x 5	1	65,77	65,77	3,13	0,08 ns
Erro	3571	75018,43	21,01		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade; * Significativo ao nível de 5% depobabilidade; ns = não significativo.

Podemos obsevar que há significância apenas para a diferença do sensor 2 (Sudoeste) entre os dois sistemas de condução, como aprepesentadas na Figura 10.

Dessa forma, torna-se mais fácil de observar a diferença da DPM média entre os sensores.

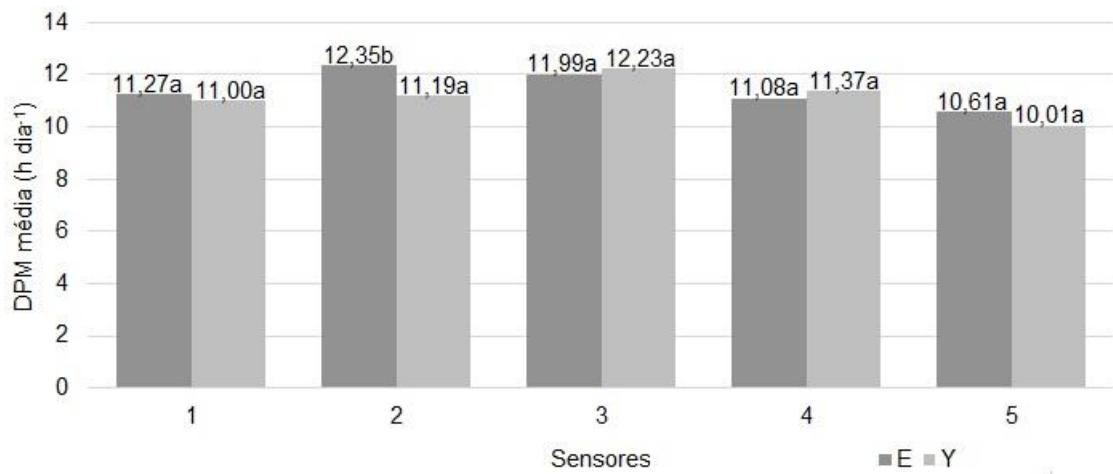


Figura 10 – Valores médios de DPM (h dia^{-1}) de cada sensor, resultantes da interação ‘Sistema’ x ‘Sensor’. As médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ($p<0,01$).

Visto isso, podemos concluir que apenas a posição do sensor 2 (superior Sudoeste) houve influência do sistema de condução na DPM, enquanto que as demais posições não foram afetadas. De modo inverso, foi analisado também o desdobramento do fator ‘Sensor’ dentro do fator ‘Sistema’ (espaldeira e Y). Na Tabela 9 é possível perceber que houve diferença significativa ($p<0,01$) entre os valores médios da DPM nas diferentes posições do dossel, representadas pelos sensores, na cultura da uva.

Tabela 9 – Análise de variância da interação Sensor x Sistema, a fim de verificar se há influência da posição do sensor em cada sistema de condução quanto ao valor médio de duração do período de molhamento (DPM, h dia^{-1}).

Fator	Grau de Liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	$F_{\text{calculado}}$	$\text{Pr}>F_{\text{calculado}}$
Sensor x Espaldeira	4	719,90	179,97	8,57	0,000 **
Sensor x Y	4	927,79	231,95	11,04	0,000 **
Erro	3571	75018,43	21,01		

Legenda: ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade; * Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo

Em ambos os sistemas de produção houve diferença significativa entre os valores de DPM média de cada sensor, porém, cada sistema de produção apresentou um sensor diferente com o valor de molhamento maior. Para o caso do sistema espaldeira, o sensor 2, na posição superior voltado para o Sudoeste, foi o que apresentou maior tempo de molhameto foliar enquanto que no sistema Y o sensor do topo, sensor 3, orientado para o Sul foi o que apresentou o maior valor médio de DPM.

Como observado por Jacobs et al. (1995), Weiss et al. (1989) e Wittich (1995), climas úmidos geralmente apresentam maiores valor de duração do período de molhamento foliar no topo do dossel como pode ser observado no sistema Y, sabendo que o clima da região onde foi realizado o ensaio, Piracicaba, é classificado como Cwa, os valores condizem com o esperado.

Pode-se observar uma diferença de 18,15% entre o maior e menor valor de DPM no sistema Y e de 14,1% para a espaldeira. Diferenças entre o molhamento do topo do dossel e a parte baixa das plantas foram já observadas por Sentelhas (2005) em macieiras, chegando a 30%, e na cultura do milho atingindo 7%. Paula et al (2012) também observou variações na duração do período de molhamento em macieiras, porém, diferentemente de Sentelhas (2005), a parte inferior das macieiras apresentaram DPM significativamente maior do que o topo do dossel. Isso pode estar associado à fonte de água para o molhamento, sendo que em eventos de chuva a tendência é de DPM mais no interior do dossel (Sentelhas et al., 2005).

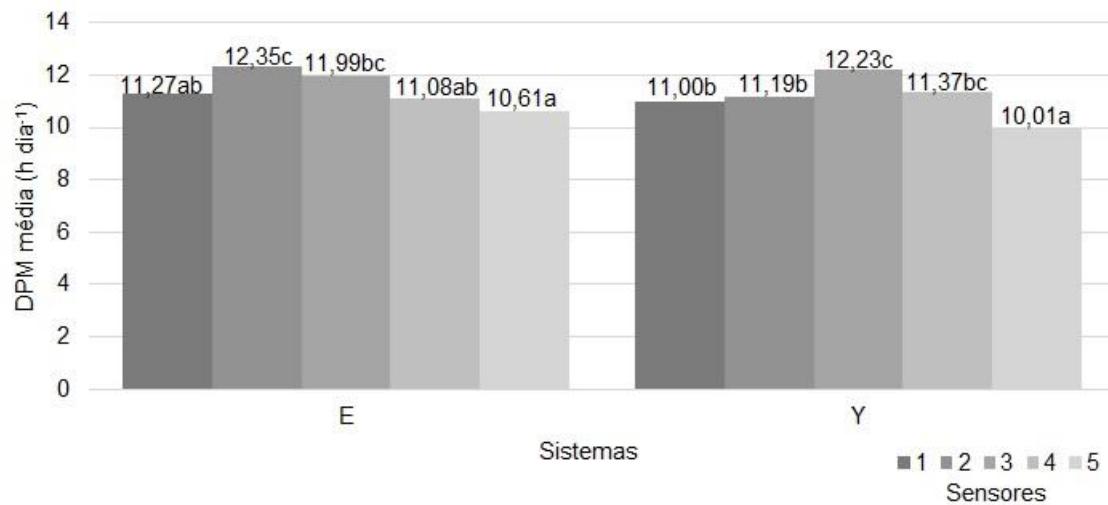


Figura 11 – Valores médios de DPM ($h\ dia^{-1}$) de cada sensor em cada sistema de condução, espaldeira e Y. As médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ($p<0,01$).

O sistema de produção em Y apresentou o sensor 3 como o de maior DPM diária devido a sua arquitetura, que o mantém sobre o dossel e diretamente exposto ao molhamento de origem pluvial e prover maior ventilação para os níveis mais baixos do dossel. O sensor 2 do sistema espaldeira, por sua vez pode ter apresentado maiores médias de DPM diária devido a sua orientação (Sudoeste), que o fez receber menor radiação solar o que levou a um maior tempo para evaporação da água presente no sensor.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo, é possível concluir que:

- Os meses e as estações do ano influenciam na duração do período de molhamento foliar da videira. Sendo que os meses e as estações com menores temperaturas médias do ar foram aqueles que apresentam maiores valores de duração do período de molhamento foliar. O mês de julho foi o que apresentou maior valor de DPM e outubro o menor.
- Há variabilidade espacial no dossel da videira Niágara rosada para os dois sistemas de condução estudados, espaldeira e Y, sendo que no sistema em Y o sensor do topo (Sul) apresentou maior período de molhamento foliar (DPM) enquanto que para o sistema espaldeira, foi o sensor Sudeste Superior (2) que apresentou maior DPM. O sistema Y apresentou maior molhamento no topo devido a sua arquitetura que manteve exposto o sensor 3 enquanto os demais sensores não apresentavam tal exposição. Já o espaldeira teve maior molhamento no sensor 2, também devido a sua arquitetura e exposição a incidência de sol.
- O sistema de condução Y em comparação ao sistema espaldeira influenciou significativamente na duração do período de molhamento foliar na posição superior Sudeste, referente ao sensor 2. A arquitetura do sistema Y manteve o sensor abaixo do dossel protegido as principais fontes de molhamento foliar.
- A fim de nortear sistemas de alerta fitossanitário na cultura da uva, quando lidamos com a condução em espaldeira a melhor posição a ser utilizada é superior sudeste enquanto que para o caso do sistema em Y a melhor posição é do topo do dossel, pois estas são as posições críticas de molhamento.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, L.; KUNIYUKI, H. Doenças da videira. In: Manual de Fitopatologia. Amorim, H. K.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A. et al., São Paulo, Ceres, v. 2, p.736-757, 1997.
- AMORIM, L.; REZENDE, A. M.; BERGAMIN FILHO, A. Manual de fitopatologia / edição de Lilian Amorim, Jorge Alberto Marques Rezende e Armando Bergamin Filho. - - Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. 704p. : il.
- BARDIN, L.; PEDRO JUNIOR, M. J.; MORAES, J. F. L.. Risco climático de ocorrência de doenças fúngicas na videira 'Niagara Rosada' na região do Polo Turístico do Circuito das Frutas do estado de São Paulo. *Bragantia* [online]. 2010, vol.69, n.4, pp. 1019-1026. ISSN 0006-8705.
- BATZER, J. C.; GLEASON, M. L.; TAYLOR, S. E.; KOEHLER, K. J. and MONTEIRO, J.E.B.A. Spatial Heterogeneity of Leaf Wetness Duration in Apple Treesans It's Influence on Performance of a Warnin System for Sooty Blotch and Flyspeck. *Plant dis.* 92:164-170. January, 2008.
- BURRAGE, S. W. Dew on wheat. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v.10, p.3-12, 1972.
- DALLA MARTA, A.; ORLANDINI, S.; GHIRONI, M.; SABATINI, F. Influence of different sensor positions on leaf wetness measurements and their effect on the simulation of grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*). *Időjárás*, Budapest, v. 108, n.4, p. 253-263, 2004.
- DURIGON, A.; LIER, Q. J. Duração do período de molhamento foliar: medição e estimativa em feijão sob diferentes tratamentos hídricos. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* [Online]. 2013, vol.17, n.2, pp. 200-207. ISSN 1415-4366.
- FACHINELLO, J. C.; PASA, M.S.; SCHMTIZ, J. D. and BETEMPS, D. L.. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. *Rev. Bras. Frutic.* [online]. 2011, vol.33, n.spe1, pp. 109-120. ISSN 0100-2945.
- FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. Introdução à fruticultura. In: FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. (Orgs.). *Fruticultura: fundamentos e práticas*. 2. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. cap.1.
- FIORINE, R. A. Sistemas agrometeorológicos de recomendação de época de pulverização para controle de doenças fúngicas da videira 'Niagara Rosada' / Rafael Augusto Fiorine. Campinas, 2006. 60 fls
- GILLESPIE, T. J., KILDD G. E. 1978. Sensing duration of leaf moisture retention using electrical impedance grids. *Can. J. Plant Sci.* 58:179-187.
- GLEASON, M. L.; DUTTWEILER, K. B.; BATZER, J. C.; TAYLOR, E.; SENTELHAS, P. C.; MONTEIRO, J. E. B. A.; GILLSPIE, T.J. Obtaining weather data for input to crop

disease-warning systems: leaf wetness duration as a case study. *Sci. agric.* (Piracicaba, Braz.) [Online]. 2008, vol.65, n.spe, pp. 76-87. ISSN 1678-992X.

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 – Valor da produção dos principais produtos da agropecuária do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://ciagri.iea.sp.gov.br/>>. Acesso em: 19 jun. 2015.

JACOBS, A. F. G.; van BOXEL, J. H.; EL-KILANI, R. M. M. 1995. Vertical and horizontal distribution of wind speed and air temperature in a dense vegetation canopy. *J. Hydrol.* 166:313-326.

KIM, K. S.; TAYLOR, E., GLEASON M. L., KOEHLER, K. J. Model to enhance site-specific estimation of leaf wetness duration. *Plant disease*, v. 86, n. 2, p. 179-185, 2002.

KIM, K. S.; TAYLOR, E., GLEASON M. L., VILLALOBOS, R.; ARAUZ, L. F. Estimation of leaf wetness duration using empirical models in northwestern Costa Rica. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v.129, n.1, p.53-67, 2005.

LAU, Y. f., GLEASON, M. L., ZRIBA. N., TAYLOR, S. E., HINS, P. N. Effects of coating deployment angle, and compass orientation on performance of electronic wetness sensors during dew periods. *Plant Disease*, v. 84, p. 192-197, 2000.

LULU, J. Duração do período de molhamento em vinhedo de 'Niágara Rosada' e sua relação com a ocorrência de míldio (*Plasmopara vitícola*). - - Piracicaba, 2008. 187p. : il. Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2008

MADEIRA, A. C.; KIM, K. S.; TAYLOR, S. E.; GLEASON, M. L. A simple could-based energy balance model to estimate dew. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v. 111, n.1, p. 55-63, 2002.

MAIA, J. D. G., NAVES, R. L., GARRIDO, L. R., SONEGO, O. R., KUHN, G. B. Sistema de Produção – Cultivo da videira Niagara Rosada em regiões tropicais do Brasil. Embrapa Uva e Vinho, Versão Eletrônica. Nov./2003. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br>>_ Acesso em: 19/08/2015.

MARCUZZO, L. L.; FERNANDES, J. M. C.; BECKER, W. F. influencia da temperatura e da duração do molhamento foliar na severidade da mancha bacteriana do tomateiro. *Summa Phytopathologica*, v.35, p.229-230, 2009.

MELLO, L. M. R. Viticultura Brasileira: Panorama 2012. In: Comunicado técnico 137, IBGE. Junho, 2013.

MICHEREFF, S.J. Fundamentos de fitopatologia. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2001.

MONTEITH, J. L. Conservative behaviour in the response of crops to water and light. In: RABBINGE, R. (Ed.). Theoretical production ecology: reflections and prospects. Wageningen: Pudoc, 1990. p. 3-16.

NACHTIGAL, J. C. Avanços tecnológicos na produção de uvas de mesa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2003, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003, p.167-170.

PAULA, V. A.; BERGAMASCHI, H.; DEL PONTE, E. M.; CARDOSO, L. S.; BOSCO, L. C. Duração do período de molhamento foliar em pomares de macieira em céu aberto e sob tela antigranizo, em Vacaria-RS. Rev. Bras. Frutic. [online]. 2012, vol.34, n.2, pp. 451-459. ISSN 0100-2945.

PEDRO JÚNIOR, M.J., et al. - Uso da precipitação pluvial para previsão de épocas de pulverização visando controle de doenças fúngicas na videira 'Niágara rosada'. Rev. Bras. Agrometeorologia, v. 7, n. 1, p. 107-111, 1999.

PEREIRA, A. R., ANGELOCCI, L. R., SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba, Ed. Agropecuária. 2002. 408p.

POMMER, C. V. Ed. Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado/editado por C.V. Pommer. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 778p. : il.

RAO, P. S.; GILLESPIE, T. J., SCHAAFSMA, A. W. Estimation wetness duration on maize ears from meteorological observations. Canadian Journal of Soil Science, Ottawa, v.78, n.1, p.149-54, 1998.

REYNIER, A.; IGLESIAS GONZÁLEZ, J. A. de la. Manual de viticultura. Mundi-prensa, 2002 497p. : il.

RIBEIRO, I.J.A. Doenças e pragas. In: POMMER, C. V. (Ed.). Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p.525-633.

SANTOS, E. A. Duração do período de molhamento foliar: medida com sensores eletrônicos, variabilidade espacial em culturas e estimativa com modelos empíricos / Eduardo Alvavez Santos. - - Piracicaba, 2006. 56p : il. Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2006.

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. - - Piracicaba, 2004. 181p : il. Tese (Livre-docência em agrometeorologia) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2004.

SENTELHAS, P. C.; GILLESPIE, T. J.; BLATZER, J.C.; GLEASON, M. L.; MONTEIRO, J. E. B. A.; PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JUNIOR, M. R. Spatial variability o leaf wetness duration in different crop canopies. International journal of Biometeorology, v.49, p.363-370, 2005.

SENTELHAS, P. C.; GILLESPIE, T. J.; GLEASON, M. L.; MONTEIRO, J. E. B. A.; PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JUNIOR, M. R. Evaluation of a Penman-Monteith

approach to provide “reference” and crop canopy leaf wetness duration estimates. *Agricultura and Forest Meteorology*, v.141, p. 105-117, 2006.

SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. R. Doenças fúngicas da videira e seu controle. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvaAmericanaHibridaClimaTemperado/doenca.htm>. Acesso em: 20 jun. 2015

VALE, F. X. R; JESUS JUNIOR, W. C; ZAMBOLIM, L. Z. Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo Horizonte: Perfil, 2004. 531p.

VAN DER WAL, A. L. Moisture as factor in epidemiology and forecasting, IN: KOLOWSKI, T.T. Water deficits and plant growth – Water and plant disease New York: Academic Press, 1978.p.253-95.

WEISS, A.; LUKENS, D. L.; NORMAN, J. M.; STEADMAN, J. R. 1989. Leaf wetness in dry beans under semi-arid conditions. *Agric. For. Meteorol.* 48:149-162.

WITTICH, K. P. 1995. Some remarks on dew duration on top of an orchard. *Agric. For. Meteorol.* 72:167-180.