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

Caracterização ecofisiológica e agronômica da videira 'Niágara Rosada' em diferentes sistemas de condução

Luz Angela Sanchez Rodriguez

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2016

Luz Angela Sanchez Rodriguez
Engenheira Agrônoma

Caracterização ecofisiológica e agronômica da videira 'Niágara Rosada' em diferentes sistemas de condução

Orientador:
Prof. Dr. **MARCEL BELLATO SPÓSITO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2016

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

Sanchez Rodriguez, Luz Angela
Caracterização ecofisiológica e agronômica da videira 'Niágara Rosada' em diferentes sistemas de condução / Luz Angela Sanchez Rodriguez. - - Piracicaba, 2016.
77 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. *Vitis labrusca* L 2. Trocas gasosas 3. Área de superfície foliar 4. Índice de área foliar 5. Fenologia I. Título

CDD 634.8
S211c

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

DEDICATÓRIA

*A mis padres **Luz Nayibe** y **Gabriel,** y a mi hermanita **Monica**,*
porque son el tesoro más grande de mi vida,
y me han dado el mejor ejemplo de amor, fuerza y unión.

AGRADECIMENTOS

A **Deus** por sempre me abençoar e pelos caminhos que tem me permitido seguir.

Ao professor **Marcel Bellato Sposito** pela oportunidade de trabalhar com ele, pela confiança depositada e orientação.

A meu namorado **Ronald Morales** por seu amor incondicional, apoio e valiosa ajuda, por me incentivar constantemente e acreditar em todo o que faço.

A toda **minha família**, por me ensinar que a perseverança e esforço são o caminho para atingir as metas.

Ao **Eder Cintra** pela permanente disposição, amizade e valiosa ajuda para a realização deste trabalho no campo. De igual forma, agradeço a todos os funcionários do Departamento de Produção Vegetal, especialmente ao **Aparecido** e o **Carlão** pelo auxilio e atenção nos serviços prestados. Ao **Grupo de Práticas de Fruticultura – GPF** pela colaboração nas lavouras e manejo no campo.

Aos **professores da pós-graduação**, e de forma particular aos da fruticultura que contribuíram para a minha formação profissional e a realização desse trabalho.

A **Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'** e ao **Programa de Pós Graduação em Fitotecnia** pela oportunidade concedida.

À **Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP** (Processo FAPESP n° 2014/08190-6), pelo apoio financeiro, que permitiu a realização deste projeto.

Aos amigos de pós-graduação **Fernando Cappello, Antônio Nogueira, Raphael Branco, Thiago Vieira, Jessika Mendonça, Matheus Docema e Ricardo Medina** pelo continuo apoio, companheirismo e excelente convívio.

Aos meus amiguitos **Vanessa Vargas, Juan Quirós, Viviana Camelo e Julian Giraldo** pela oportunidade de conhecê-los, ser minha família no Brasil e pelos lindos momentos compartilhados.

Ao Dr. **Marco Antonio Quijano** por ser meu mentor no mundo da viticultura.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Muchas gracias ¡¡¡

SUMÁRIO

RESUMO.....9
ABSTRACT.....11
1 INTRODUÇÃO.....13
Referências.....14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....17
2.1 Origem e Classificação das videiras.....17
2.2 Características da cultivar Niágara Rosada.....17
2.3 Ciclo de desenvolvimento da videira.....18
2.4 Sistemas de condução em videiras.....20
2.4.1 Sistema de condução em espaldeira.....21
2.4.2 Sistema de condução em latada.....22
2.4.3 Sistema de condução em ‘Y’ ou manjedoura.....23
2.4.4 Influência do sistema de condução sobre a fisiologia da videira.....24
2.4.5 Influência do sistema de condução sobre a produção da videira.....25
2.4.6 Influência do sistema de condução sobre a qualidade do fruto.....26
Referências.....27
3 FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA VIDEIRA ‘NIÁGARA ROSADA’ NOS SISTEMAS DE CONDUÇÃO EM ESPALDEIRA E EM ‘Y’.....31
Resumo.....31
Abstract.....31
3.1 Introdução.....32
3.2 Material e métodos.....33
3.2.1 Área experimental.....33
3.2.2 Instalação do experimento.....33
3.2.3 Metodologia das análises.....34
3.3 Resultados e discussão.....37
3.3.1 Fisiologia da videira.....37
3.3.2 Produção da videira.....44
3.4 Conclusões.....49
Referências.....49

4 FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA VIDEIRA ‘NIAGARA ROSADA’ CONDUZIDA EM ESPALDEIRA E EM LATADA.....53
Resumo.....53
Abstract.....53
4.1 Introdução.....54
4.2 Material e métodos.....55
4.3 Resultados e discussão.....58
4.4 Conclusões.....70
Referências.....70
ANEXOS.....75

RESUMO

Caracterização ecofisiológica e agronômica da videira ‘Niágara Rosada’ em diferentes sistemas de condução

A videira ‘Niágara Rosada’ é a principal cultivar de mesa produzida no estado de São Paulo. A videira por ser uma planta sarmentosa e de hábito trepador, necessita de um sistema de suporte para conduzir o crescimento dos ramos, permitir uma boa penetração de luz no dossel e atingir o equilíbrio entre a área foliar e fruto. No estado de São Paulo, os sistemas de condução mais utilizados são a latada, a espaldeira e o ‘Y’. O uso de diferentes sistemas de condução sugere uma resposta diferenciada das plantas em função da disposição das folhas e o microclima que se forma em torno do dossel, o qual muda a capacidade fotossintética e consequentemente o seu crescimento, produção e qualidade dos cachos. O objetivo do trabalho foi caracterizar as variáveis fisiológicas e produtivas da videira ‘Niágara Rosada’ com diferentes idades e em três sistemas de condução: espaldeira, latada e ‘Y’. Desta forma, foram realizados dois experimentos nos ciclos produtivos de 2014 e 2015, no município de Piracicaba - SP. No primeiro experimento foram avaliadas videiras conduzidas nos sistemas em espaldeira e em ‘Y’, no primeiro e segundo ano de produção. No segundo experimento foram avaliadas videiras conduzidas nos sistemas em latada e em espaldeira, no sétimo e oitavo ano de produção. Nos dois experimentos, a duração do ciclo em dias e graus-dia não foi afetada pelos sistemas de condução. Entre os sistemas de condução em espaldeira e em ‘Y’ não há diferenças nas relações entre a área de superfície foliar e a produção, porém, a produtividade é superior no sistema em espaldeira em função do maior número de plantas por hectare. No experimento com os sistemas de condução em latada e em espaldeira, a latada apresenta melhores relações entre a área de superfície foliar e a produção. No sistema em espaldeira, as videiras produzem frutos de melhor qualidade, com maior concentração de sólidos solúveis totais, antocianinas e flavonóis.

Palavras chave: *Vitis labrusca* L; Trocas gasosas; Área de superfície foliar; Índice de área foliar; Fenologia

ABSTRACT

Ecophysiological and agronomic characterization of ‘Niagara Rosada’ vine in different training systems

The 'Niagara Rosada' vine is the main cultivar of table grapes produced in São Paulo state. As a climbing plant, the vine needs a support system for growth that best allow light interception through the canopy in order to reach a balance between leaf area and fruit production. In Sao Paulo state, the most commonly training systems used are pergola, vertically shoot-positioned (VSP) and 'Y' shaped training system. The use of different training systems suggests a different response of the plant due to the arrangement of leafs and the microclimate around the canopy, which changes the photosynthetic capacity and consequently their growth, yield and quality of grapes. The aim of this study was to characterize the physiological and productive variables of 'Niagara Rosada' vine with different ages and three training systems: pergola, VSP and 'Y' shaped training system. Thus, two experiments were performed during 2014 and 2015 seasons, in Piracicaba - SP. In the first experiment vines on VSP and 'Y' shaped training system were evaluated in their first and second year of production. The second experiment evaluated vines conducted in pergola systems and VSP, in the seventh and eighth year of production. In both experiments, total of days and degree-days to complete the production cycle was not affected by training systems. Among VSP and 'Y' shaped systems, there is no difference in leaf surface area and production ratio, however, yield is higher in VSP due to the higher number of plants per hectare. The seven-year-old plants in pergola system have a more efficient ratio between leaf surface area and production. In the VSP, vines produce fruit with better quality as it have the highest soluble solids, anthocyanins and flavonols contents.

Keywords: *Vitis labrusca* L; Gas exchange; Leaf surface area; Leaf area index; Phenology

1 INTRODUÇÃO

A videira desempenha um papel econômico e social importante no Brasil, principalmente por se tratar de uma cultura cuja mão-de-obra, na maioria das propriedades, é familiar. O Brasil é o 13º maior produtor de uvas no mundo, com produção de 1,4 milhões de toneladas em uma área de 78 mil hectares (FAOSTAT, 2016; IBGE, 2016). O estado de São Paulo é o terceiro maior produtor de uvas do país, com 154 mil toneladas produzidas em uma área de 8 mil hectares (IBGE, 2016). A produção paulista de uva é voltada, principalmente, ao mercado de fruta fresca. Dentre as uvas de mesa produzidas em São Paulo, a cultivar americana Niágara Rosada (*Vitis labrusca* L.), destaca-se como a mais importante do estado, com 91,5% das plantas cultivadas, o que representa 33% de toda a produção nacional de uva para mesa (IBGE, 2016; IEA, 2016).

A ‘Niágara Rosada’ é uma cultivar de vigor médio, tolerante às doenças e pragas e muito produtiva. A cultivar apresenta cachos de tamanho médio e compactos, com bagas de cor rosada, suculentas e de sabor foxado. Por suas características de cor e sabor, os frutos de ‘Niágara Rosada’ são muito apreciados pelos consumidores brasileiros (MAIA, 2012).

A videira é uma planta vigorosa e com hábito de crescimento trepador, que necessita de um sistema de condução como suporte para manejar o dossel, garantir uma melhor exposição de suas folhas à luminosidade e alcançar um equilíbrio entre a vegetação e a produção (KELLER, 2015). No Brasil, os dois sistemas de condução mais utilizados para o cultivo de uvas de mesa são a latada e a espaldeira. A latada é o sistema em que a copa das plantas é conduzida em um plano horizontal sobre uma rede de arames, proporcionando a sua maior expansão. Embora apresente um custo de implantação maior, devido à complexidade da estrutura física, tem uma maior produtividade por área (SOUSA, 1996). A espaldeira é o sistema de condução em que as copas das plantas são conduzidas em um único plano vertical, proporcionando facilidade para a mecanização dos parreirais. O sistema em espaldeira é mais simples do que a latada, e com custo de implantação menor, porém plantas conduzidas neste sistema apresentam produtividade consideravelmente inferior, com cerca de redução de 50% em alguns casos, quando comparadas às conduzidas em latada (MIELI; MANDELLI, 2005).

Outro sistema de condução que vem ganhando espaço entre os produtores paulistas é o sistema em ‘Y’. Esse sistema se caracteriza por ter duas cortinas de ramos inclinadas, com um ângulo interno de 120°, portanto com duas áreas de produção. Apesar do maior custo inicial de implantação em relação à espaldeira, o ‘Y’ oferece como vantagem uma elevada superfície foliar exposta, a qual pode aumentar a atividade fotossintética do dossel vegetal, e contribuir na obtenção de alta produtividade e melhor qualidade dos frutos (HERNANDES; PEDRO JUNIOR, 2011).

A evolução dos sistemas de condução da videira apresenta uma série de pesquisas desenvolvidas em todo o mundo, diretamente relacionadas à arquitetura da copa e às repostas quanto ao desenvolvimento vegetativo, fisiologia da planta, maturação das bagas e produção. As pesquisas visam entender melhor o que acontece quando a forma de vegetação muda, e buscam encontrar novas técnicas para otimizar as produtividades e reduzir os custos de produção (CARBONNEAU, 2009). Dessa forma, torna-se importante comparar a fisiologia e produção da videira em diferentes sistemas de condução a fim de gerar informações importantes para o viticultor. Portanto, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar as variáveis fisiológicas e produtivas da videira ‘Niágara Rosada’ em diferentes sistemas de condução em clima Cwa.

Referências

CARBONNEAU, A. Evolution of canopy management: from history to scientific modeling. In: DOKOOZLIAN, N.; WOLPERT, J. (Ed.). RECENT ADVANCES IN GRAPEVINE CANOPY MANAGEMENT, 2009, Davis, CA. **Anais**... Davis, CA: University of California, 2009. Cap. 5. p. 27-42

FAOSTAT. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - STATISTICS DIVISION**. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries_by_commodity/S>. Acesso em: 24 mar. 2016.

HERNANDES, J.L.; PEDRO JUNIOR, M.J. **Sistema de condução em manjedoura na forma de “Y” e cultivo protegido para a videira.** Campinas: Instituto Agronômico, 2011. 42p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 211).

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=11&i=P>. Acesso em: 24 mar. 2016.

IEA. **INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries_by_commodity/S>. Acesso em: 24 mar. 2016.

KELLER, M. **The science of grapevines:** anatomy and physiology. 2nd ed. Prosser, USA: Academic Press, 2015. 509p.

MAIA, J.D. Origem da videira Niágara. In: MAIA, J.D.G.; CAMARGO, U.A. (Ed.). **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2012. 301p.

MIELI, A.; MANDELLI, F. **Sistemas de condução da videira.** Brasília, DF: Embrapa Uva e Vinho, 2005. Disponível em: http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/siscond.html. Acesso em: 13 abril 2016.

SOUSA, I. de J.S. **Uvas para o Brasil**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791p.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e Classificação das videiras

As videiras pertencem à família *Vitaceae*, caracterizadas por apresentar gavinhas e inflorescências opostas às folhas. As plantas classificam-se no gênero *Vitis* pela particularidade das pétalas serem separadas na base das flores e fundidas no ápice, formando a caliptra que se desprende no florescimento. O gênero *Vitis* está dividido em duas seções, *Vitis* e *Muscadinia* as quais diferem no número de cromossomos (38 e 40, respectivamente) e algumas características morfológicas. A seção *Vitis* inclui muitas espécies, destacando-se a *V. vinifera*, de origem europeia, e a *V. labrusca*, de origem americana, como as espécies mais cultivadas de interesse agronômico e econômico no Brasil (CREASY; CREASY, 2009).

Dentre as principais cultivares de copa de uva americana está a videira 'Niágara', obtida nos Estados Unidos em 1968 pelo cruzamento entre as cultivares Concord (*Vitis labrusca* L.) e Cassady (*Vitis labrusca* x *Vitis vinifera*) (MAIA, 2012). No Brasil, a videira 'Niágara Branca' foi introduzida em 1894, proveniente dos Estados Unidos, tendo como destino a cidade de São Paulo, de onde foi propagada e disseminada para outras regiões do estado, desbancando pouco a pouco à outra cultivar americana Isabel, que dominava o mercado de uva para mesa (SOUSA, 1996). Em 1933, no município de Louveira-SP, ocorreu uma mutação somática na 'Niágara Branca' que originou cachos rosados. A propagação desse material deu origem a cultivar Niágara Rosada (SOUSA, 1996).

2.2 Características da cultivar Niágara Rosada

A cultivar Niágara Rosada apresenta vigor médio, possui alta fertilidade de gemas e alta produtividade. As bagas são de cor rosada, tamanho médio (21 a 23 mm de comprimento por 19 a 21 mm de largura), de forma arredondada e cobertas com pruína. A polpa é suculenta, com sabor foxado e de textura mucilaginosa, a qual se solta por completo da casca. O teor de açúcares totais pode atingir 18 a 19° Brix, em condições tropicais. A acidez total titulável fica em torno de 60 meq L^{-1}. Os cachos são de tamanho médio, compactos, cilindro-cônicos e com baixa resistência

ao transporte e ao armazenamento. A planta apresenta boa resistência às principais doenças da videira (POMMER et al., 1997; MAIA, 2012; TECCHIO et al., 2014).

A produção de ‘Niágara Rosada’ é destinada principalmente ao mercado de fruta fresca. Dentre as uvas de mesa destaca-se como a cultivar mais importante no estado de São Paulo (IEA, 2016). Esta cultivar começou a ter importância no estado na década de 1980, devido à necessidade de buscar outras cultivares para diversificar a matriz produtiva, baseada principalmente em cultivares de uvas europeias (*Vitis vinifera*), como a ‘Itália’ e sua mutação ‘Rubi’. Parreirais de ‘Niágara Rosada’ foram implantados utilizando o sistema de produção já existente para uvas europeias, ou seja, no sistema de condução em latada. Na década de 1990, após a realização de avaliações de adaptação, confirmou-se o potencial da cultivar Niágara Rosada, e definiu-se um sistema de produção ajustado às condições paulistas (MAIA; KUHN, 2001). Por sua característica de cor e sabor, melhor preço de venda, maior rusticidade e menor exigência em mão-de-obra, a cultivar Niágara Rosada difundiu-se rapidamente entre os viticultores paulistas e sua área cultivada teve grande expansão no estado (TECCHIO et al., 2014). As principais regiões produtoras de ‘Niágara Rosada’ no estado de São Paulo são os Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDR) de Campinas, Sorocaba, Itapetininga e Jales (IEA, 2016).

2.3 Ciclo de desenvolvimento da videira

A videira apresenta uma sucessão de ciclos vegetativos e reprodutivos, alternados por períodos de repouso. De forma geral, o ciclo da videira pode ser subdividido nos seguintes períodos: (a) crescimento: entre a brotação e o fim do ciclo vegetativo; (b) reprodutivo: da floração até a maturação dos frutos; (c) amadurecimento dos tecidos: entre a paralisação do crescimento e a maturação dos ramos; (d) vegetativo: entre a brotação e a queda das folhas; e (e) repouso: entre dois ciclos vegetativos (GALET, 1983; POMMER, 2003; TECCHIO et al., 2014). Os períodos, também, podem ser divididos de acordo com a fenologia da planta. Existem vários sistemas para a descrição da fenologia da videira, entre eles a escala BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie). Este sistema de codificação uniforme torna-se útil na identificação fenológica das espécies de plantas mono e dicotiledôneas (MEIER, 2001), desenvolvido pela União

Europeia e adaptada para a videira (LORENZ et al., 1995) (Figura 1). Com base nos estudos fenológicos, pode-se indicar, a duração de cada estádio e relacionar a prática cultural mais adequada para cada fase do ciclo da cultura (TECCHIO et al., 2014).

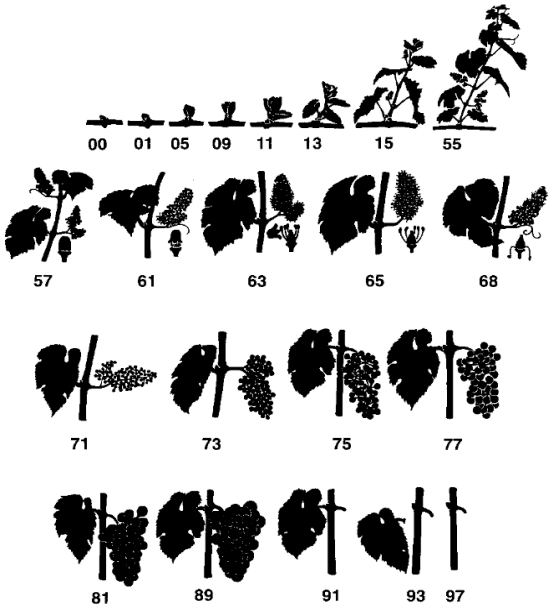

Figura 1 - Estádios fenológicos da videira segundo a escala BBCH. 00. Gemas dormentes; 01. Inchamento de gemas; 05. Algodão; 09. Ponta verde; 11. Primeira folha separada; 13. Duas ou três folhas separadas; 15. Cinco ou seis folhas separadas e inflorescência visível; 55. Alongamento da inflorescência; 67. Inflorescência desenvolvida e flores separadas; 61. Início do florescimento; 63. 30% das flores abertas; 65. Pleno florescimento ou 50% das flores abertas; 68. 80% das flores abertas; 71. Frutificação; 73. Grãos em tamanho ‘chumbinho’; 75. Grãos em tamanho ‘ervilha’; 77. Início da compactação do cacho; 81. Início da maturação; 89. Maturação plena; 91. Maturação dos sarmentos; 93. Início da queda de folhas; 97. Final da queda de folhas. Fonte: Lorenz et al. (1995)

As plantas necessitam de uma quantidade constante de energia para completar as fases de seu ciclo de desenvolvimento. Essa quantidade de energia é normalmente expressa em graus-dia (GD), calculada pela diferença acumulada entre a temperatura média do ambiente e a temperatura-base (valor abaixo do qual não ocorre desenvolvimento) (POMMER, 2003). No noroeste do estado de São Paulo Tecchio et al. (2011) encontraram que o valor médio de graus-dia para o desenvolvimento da videira ‘Niágara Rosada’ enxertada sobre o porta-enxerto ‘IAC 766’, foi de 1589, utilizando a temperatura-base de 10°C.

A ‘Niágara Rosada’ mesmo sendo originaria de clima temperado, adapta-se aos climas subtropical e tropical do Brasil, onde o inverno é ameno. Nestas

condições a videira não hiberna e o crescimento é indeterminado. Deste modo, vários métodos são utilizados para estimular a uniformidade da brotação, como o uso de estresse hídrico, poda severa ou remoção de folhas e aplicação de produtos químicos, como cianamida hidrogenada ou cálciocianamida. Uma vez que a brotação ocorre uniformemente, o manejo comercial dos parreirais se torna mais viável. Portanto, grande parte do desafio do cultivo de uvas em climas tropicais e subtropicais, está relacionado com a sincronização do crescimento da videira e proteção da planta contra a gama de insetos e doenças com nível de dano econômico (MAIA; KUHN, 2001; CREASY; CREASY, 2009).

2.4 Sistemas de condução em videiras

A videira é uma planta muito vigorosa, com hábito de crescimento trepador, com tronco flexível e presença de gavinhas. Em estado selvagem, a planta se fixa em árvores espalhando sua folhagem sobre o dossel e podendo atingir alturas de mais de 30 m. A copa de uma única videira pode cobrir uma área de superfície de dezenas de metros quadrados. Em cultivos comerciais as videiras cultivadas requerem um sistema de condução como suporte para garantir uma melhor exposição de suas folhas à luminosidade e um equilíbrio entre a vegetação e os frutos (KELLER, 2015).

O sistema de condução é definido pelo conjunto de técnicas escolhidas pelo viticultor para o estabelecimento do parreiral e o controle de seu desenvolvimento. A escolha dessas técnicas depende principalmente das condições climáticas locais, das características da cultivar a ser produzida e da capacidade de investimento do produtor, com efeitos agronômicos e econômicos em cada caso (REYNIER, 1995; TECCHIO et al., 2014). O uso de sistemas de condução modifica parâmetros como espaçamento das plantas, arquitetura da copa e índice de área foliar. Esses parâmetros condicionam a eficiência da planta para interceptar a energia e, portanto, a capacidade de conversão dessa energia e partição da matéria seca produzida entre as partes da planta, o que define a produtividade de uma cultura (HAY; WALKER, 1989).

Várias formas de sistemas de condução têm sido utilizadas em áreas produtoras no mundo, com o objetivo de limitar o vigor natural das plantas e mantê-las em um tamanho de fácil manejo, para otimizar a produção e a qualidade do fruto,

assim como diminuir a quantidade de mão-de-obra e facilitar a mecanização nos pomares (REYNIER, 1995; KELLER, 2015). Os sistemas de condução da videira são classificados de acordo com a orientação dos ramos (vertical ou horizontal) e a divisão do dossel vegetativo (não dividido, dividido horizontalmente, dividido verticalmente e dividido obliquamente). Dentre os sistemas de condução mais utilizados no estado de São Paulo, estão a espaldeira com ramos verticais e dossel não dividido, o 'Y' com ramos para cima e dossel dividido obliquamente, e a latada com ramos e dossel dividido horizontalmente (MIELI; MANDELLI, 2005).

2.4.1 Sistema de condução em espaldeira

A espaldeira é o sistema de condução em que as copas das plantas são conduzidas de forma vertical, com apenas um plano de vegetação, apoiado em três ou mais fios de arame. O fio de produção situa-se de 1,0 a 1,2 m do solo e direciona o braço ou cordão principal. Os fios restantes são espaçados de 30 a 35 cm entre eles, e servem para sustentar os ramos produtivos conduzidos verticalmente durante a estação de crescimento (MIELI; MANDELLI, 2005; CREASY; CREASY, 2009). A espaldeira apresenta uma estrutura simples formada por postes reforçados chamados cabeceiras, posicionados nas extremidades das fileiras, e por postes secundários distribuídos a cada quatro ou cinco metros, conforme o espaçamento adotado (SOUSA, 1996) (Figura 2).

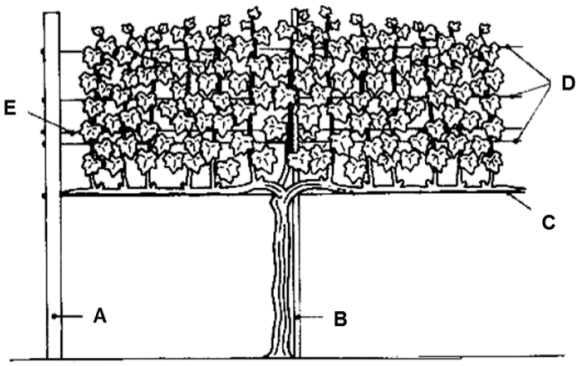

Figura 2 - Sistema de condução em espaldeira. A) Poste externo; B) Poste interno; C) Fio de produção; D) Fios fixos do dossel vegetativo; E) Fio móvel do dossel vegetativo. Fonte: Mieli e Mandelli (2005)

O sistema em espaldeira é recomendado para regiões com temperaturas baixas e verão chuvoso, porque permite uma boa circulação do ar e penetração de

luz através da copa, reduzindo o excesso de umidade e favorecendo o tratamento fitossanitário (TECCHIO et al., 2014). Este sistema apresenta vantagens como o baixo custo de implantação, a facilidade na poda, remoção de folhas, pulverizações dos cachos e despontas (MIELI; MANDELLI, 2005). No entanto, a espaldeira tem algumas desvantagens tais como a alta exposição dos cachos à radiação solar, o que pode causar queimaduras, não favorece uma boa densidade foliar e mantêm os cachos muito próximos ao solo, sujeitos às condições microclimáticas desfavoráveis. Além disso, proporciona produtividades bastante inferiores quando comparado aos outros sistemas de condução e, pela disposição vertical das folhas, há uma redução na eficiência da aplicação de produtos fungicidas de contato (MIELI; MANDELLI, 2005; OLMSTEAD; WILLIAMS; KELLER, 2006).

A espaldeira é um sistema amplamente utilizado para a produção de uvas para vinho e o mais adequado para cultivares em que se realiza a poda curta. No estado de São Paulo, o sistema em espaldeira é muito usado na produção de uvas americanas para mesa, especialmente nas EDR de Campinas e Itapetininga (CAPPELLO, 2014; TECCHIO et al., 2014).

2.4.2 Sistema de condução em latada

A latada, também denominada de pérgula ou caramanchão, é o sistema em que as copas das plantas são conduzidas em um plano horizontal, apoiadas em uma série de fios entrelaçados formando uma rede. Desta forma, a zona de produção da uva situa-se aproximadamente a 2 m do solo. A estrutura do sistema de sustentação é formada por postes e arames (MIELI; MANDELLI, 2005) (Figura 3).

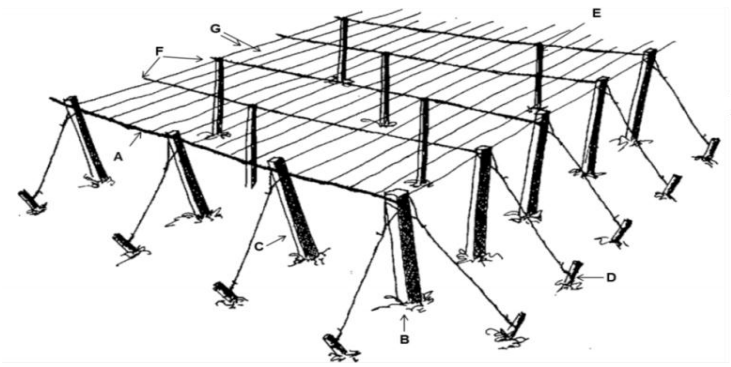

Figura 3 - Sistema de condução da videira em latada. A) Cordão primário; B) Cantoneira; C) Postes externos; D) Rabichos; E) Postes internos; F) Cordões secundários; G) Fios simples. Fonte: EMBRAPA (1983)

A latada é indicada para cultivares que exigem poda longa. Este sistema tem sido recomendado, para regiões de clima semiárido onde há excesso de radiação solar, pois protege os cachos da exposição excessiva aos raios solares, evitando um aumento exagerado da temperatura e consequentemente perda de qualidade (TECCHIO et al., 2014). A latada é um sistema eficiente em termos de captação de luz, em que quase 100% da luz incidente é capturada e usada pelas plantas, levando a produtividades elevadas por unidade de área (CREASY; CREASY, 2009). As altas produtividades ocorrem em função da grande área que a planta pode explorar mesmo com um baixo número de videiras por hectare, sendo favorável para cultivares de crescimento vigoroso (SOUSA, 1996).

Este sistema apresenta desvantagens como o elevado custo de instalação e manutenção da estrutura, a posição ergométrica inadequada dos trabalhadores pela altura do dossel e o aparecimento de doenças fúngicas pelo microclima úmido ao redor dos cachos (MIELI; MANDELLI, 2005; TECCHIO et al., 2014). No Paraná e Rio Grande do Sul, a latada é amplamente adotada na condução de uvas para mesa (SOUSA, 1996). Em São Paulo esse sistema é principalmente usado na EDR de Jales para a produção da cultivar Niágara Rosada (CAPPELLO, 2014).

2.4.3 Sistema de condução em ‘Y’ ou manjedoura

O sistema de condução em ‘Y’ é caracterizado por ter duas cortinas inclinadas em 120° entre elas, portanto com duas áreas de produção. A inclinação é definida por travessas que são acrescentadas aos postes externos, fixadas acima do primeiro fio, por onde o cordão principal é conduzido. A partir desse cordão, os ramos são guiados para cada lado da cortina alternadamente dando o formato de ‘Y’ a cada planta (SOUSA, 1996) (Figura 4).

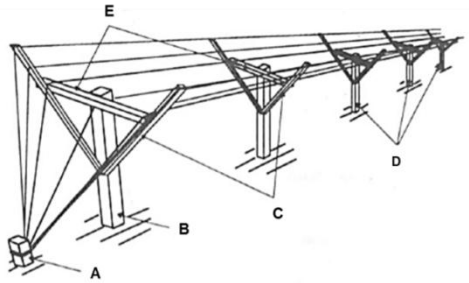

Figura 4 - Sistema de condução da videira em ‘Y’. A) Rabicho; B) Poste externo; C) Braços laterais; D) Postes internos; E) Travessas. Fonte: EPAGRI (2005).

O sistema de condução em ‘Y’ é intermediário entre a espaldeira e a latada, pois reúne as vantagens de cada um deles. Possui maior altura dos cachos em relação ao solo, incremento da superfície foliar exposta, maior produtividade em função do número de ramos e melhor eficiência do tratamento fitossanitário pela exposição das folhas. Além disso, há uma redução de mão-de-obra pela facilidade ou diminuição das operações como poda, desbrotas, desnetamento, amarrios dos ramos, pulverizações e colheita. Estas características contribuem para a melhoria da qualidade do produto (HERNANDES; PEDRO JUNIOR, 2011; TECCHIO et al., 2014).

O sistema em ‘Y’ tem sido utilizado nos estados de Santa Catarina e São Paulo para a produção de uvas americanas para mesa e uvas europeias para vinho. Esse sistema vem sendo adotado pela facilidade na adequação para cultivo protegido, com filme plástico sobre as plantas a fim de reduzir o estabelecimento de doenças (TECCHIO et al., 2014). No estado de São Paulo, o uso deste sistema vem se intensificando desde 2006 no EDR de Campinas, em busca de novas tecnologias para a produção de uva ‘Niágara Rosada’. O custo de implantação do sistema em ‘Y’ tem valor intermediário entre os sistemas de espaldeira e latada (CAPPELLO, 2014).

2.4.4 Influência do sistema de condução sobre a fisiologia da videira

As folhas são responsáveis por capturar a energia solar e transformá-la em energia química para a produção de carboidratos e substâncias orgânicas. Este processo depende da eficiência na fotossíntese em resposta tanto à intensidade de luz, temperatura e relações hídricas, como do vigor da planta, idade das folhas e extensão da superfície foliar (REYNIER, 1995). As práticas culturais que modificam a copa das plantas, como o sistema de condução, desfolha, entre outras, podem elevar a eficiência de interceptação e aumentar a fotossínteses nas plantas (KLIEWER, 1990; REYNIER, 1995; POMMER, 2003).

As plantas precisam de certa quantidade de luz para atingir o seu máximo de produção de carboidratos. Em videiras, 30 a 40% da luz solar total incidente (≥ 800 umol m^2 s^{-1}) satisfaz a necessidade para fotossíntese máxima (SMART; ROBINSON, 1991; KELLER; ARNINK; HRAZDINA, 1998). As folhas da videira são muito eficientes na absorção de radiação solar, com mais de 85% de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) absorvida pela camada exterior do dossel (SMART

et al., 1985). Os 10 a 15% restantes são transmitidos através da folha ou refletidos para a atmosfera. Abaixo da primeira camada de folhas do dossel, a quantidade de luz é reduzida a menos de 1% (SMART; ROBINSON, 1991). A interceptação da radiação pelas folhas é dada pela radiação direta e difusa. A radiação direta é captada pela camada exterior das folhas, o que permite uma fotossíntese mais eficiente do que a radiação difusa captada pelo interior do dossel (SMART, 1985). Quando há excesso de área foliar se produz sombreamento de folhas e aumento da radiação difusa. Folhas sombreadas são menos eficientes na fotossíntese porque recebem menos luz solar do que precisam para a produção de carboidratos (SADRAS; LAND; OSMOND, 2007). Portanto, a arquitetura da copa pode determinar a quantidade de camadas foliares e a eficiência de interceptação de luz pelas folhas.

A adoção de qualquer sistema de condução também modifica a temperatura interna do dossel, devido ao sombreamento gerado pelas folhas externas, o que modifica os fluxos de calor e o microclima interno da copa (SCHENEIDER; ANCEL; ITEYWANG, 1989; SADRAS; LAND; OSMOND, 2007). A temperatura tem um efeito significativo sobre o crescimento dos ramos e na qualidade dos frutos. O aumento na temperatura pode refletir no aumento da taxa de crescimento dos ramos. No entanto, temperaturas acima de 35°C podem diminuir essa taxa de crescimento e causar fechamento de estômatos, afetando a fotossíntese, o acúmulo de carboidratos e reservas na planta. Os cachos expostos à luz solar direta podem atingir temperaturas de 13 a 15°C acima da temperatura ambiente, o que retrasa o amadurecimento dos frutos e consequentemente interferir na sua coloração (KRIEDEMANN, 1968; OLMSTEAD; WILLIAMS; KELLER, 2006).

2.4.5 Influência do sistema de condução sobre a produção da videira

A produção de uva por planta depende do número de gemas por ramo, ramos por gema, cachos por ramo, bagas por cacho e o peso das bagas. Estes fatores são determinados, principalmente, pela densidade do plantio, sistema de condução e o nível de poda (KELLER, 2015). Os aumentos de produtividade devido ao sistema de condução adotado são resultado do maior número de cachos por planta ou por metro linear de cordão. No entanto, esses aumentos em muitos casos são simplesmente devido ao acréscimo de mais ramos por planta em cultivares de alto vigor (REYNOLDS; VANDEN HEUVEL, 2009).

Em vinhedos que apresentam muito sombreamento, ocorre a redução da brotação, aumento de gemas inférteis e, consequentemente, ramos sem cachos (KELLER, 2015). Portanto, deve-se manejar o dossel para que não haja uma grande superfície foliar que possa promover sombreamento dos ramos (PESSOA, 2006). Em algumas cultivares a direção do crescimento dos ramos pode influenciar na fertilidade das gemas. Ramos com crescimento voltado para cima produzem gemas com mais primórdios de inflorescência do que ramos horizontais ou voltados para baixo (ALLEWEDLDT; ILTER, 1969 apud KELLER, 2015).

A área foliar, nos diferentes sistemas de condução, também está associada à produção de frutas. Segundo Kliewer e Dokoozlian (2005) em sistemas de condução em espaldeira, a relação da quantidade de folha por peso de fruto colhido varia de 0,8 a 1,2 m^2 de folha por kg de fruto. Em um sistema de copa dividido (ex. Geneva double curtain (GDC) ou Lira) a relação é de 0,5 a 0,8 m^2 de folha por kg fruto.

2.4.6 Influência do sistema de condução sobre a qualidade do fruto

A qualidade dos frutos produzidos depende da área foliar, temperatura e luz no dossel. Muitos estudos mostram que essas variáveis predominantemente independentes estão condicionadas por um único aspecto de manejo, como a forma de condução das plantas. A escolha apropriada do sistema de condução pode acarretar no incremento da produtividade, geralmente pelo aumento da área foliar exposta, com melhorias ao mesmo tempo na composição dos frutos (REYNOLDS; VANDEN HEUVEL, 2009). Deste modo, a maior exposição à radiação incidente, principalmente nas horas do dia com temperaturas mais amenas, proporciona maior disponibilidade de carbono e ativa processos metabólicos nos frutos, o que resulta na elevação do teor de sólidos solúveis totais (°Brix), flavonóis e antocianinas (HEDBERG; RAISON, 1982; FAVERO et al., 2010; KYRALEOU et al., 2015). Embora, alguns estudos não indiquem efeito do tipo de condução sobre a qualidade dos frutos (FALCÃO et al., 2008; SABBATINI et al., 2015).

A produção da videira é fortemente influenciada pela quantidade de reservas de carboidratos da planta. Sistemas de condução com dossel dividido podem aumentar o volume de caule e de cordão, o que pode ser importante em termos da maior capacidade para o armazenamento desses carboidratos. Os carboidratos são

utilizados no início da brotação e no período de colheita, influenciando na composição final dos frutos (SERRA; MERINO; HIDALGO, 2009).

Referências

CAPPELLO, F.P. **Análise comparativa do custo de produção e rentabilidade da uva 'Niágara Rosada' cultivada em diferentes regiões do Estado de São Paulo**. 2014. 105p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

CREASY, G.L.; CREASY, L.L. **Grapes**. Crop production science in horticulture series: 16. London, UK: CABI Publishing, 2009. 312p.

EMBRAPA. **Sistemas de produção para uvas americanas e híbridas MRH 311: Rio Grande do Sul.** Bento Gonçalves, RS. EMBRAPA; EMBRATER; Secretaria da Agricultura - RS, 1983. 39p. (Série sistemas de produção. Boletim 1).

EPAGRI. **Normas Técnicas para o cultivo da videira em Santa Catarina.** Florianópolis. Empresa de Pesquisa Agropecuária e extensão rural de Santa Catarina, 2005. 67p.

FALCÃO, L.D.; CHAVES, E.S.; BURIN, V.M.; FALCÃO, A.P.; GRIS, E.F.; BONIN, V.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. **Ciencia e Investigacion Agraria**, Santiago, v. 35, n. 3, p. 271–282, 2008.

FAVERO, A.C.; AMORIM, D.A.; MOTA, R.V; SOUZA, C.R.; REGINA, M.D.A. Physiological responses and production of ‘Syrah’ vines as a function of training systems. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 3, p. 267–273, 2010.

GALET, P. **Précis de viticulture**. 4. ed. Montpellier: Déhan, 1983. 584p.

HAY, R.K.M.; WALKER, A.J. **An introduction to the physiology of crop yield**. New York: Longmans Scientific & Technical, 1989. 292p.

HEDBERG, P.R.; RAISON, J. The effect of vine spacing and trellising on yield and fruit quality of Shiraz grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 33, n. 1, p. 20–30, 1982.

HERNANDES, J.L.; PEDRO JUNIOR, M.J. **Sistema de condução em manjedoura na forma de “Y” e cultivo portegido para a videira.** Campinas: Instituto Agronômico, 2011. 42p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 211).

IEA. **INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries_by_commodity/S>. Acesso em: 24 mar. 2016.

KELLER, M. **The science of grapevines:** anatomy and physiology. 2nd . ed. Prosser,

USA: Academic Press, 2015. 509p.

KELLER, M.; ARNINK, K.J.; HRAZDINA, G. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. I. Effects on grapevine growth, fruit development, and ripening. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 49, p. 333–340, 1998.

KLIEWER, W.M. **Fisiologia da videira**: Como produz açúcar uma videira?. Campinas: Instituto agronômico, 1990. 20p. (Documentos IAC; 20).

KLIEWER, W.M.; DOKOOZLIAN, N.K. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 56, n. 2, p. 170–181, 2005.

KRIEDEMANN, P.E. Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature, and leaf age. **Vitis - Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 7, p. 213–220, 1968.

KYRALEOU, M.; KALLITHRAKA, S.; KOUNDOURAS, S.; CHIRA, K.; HAROUTOUNIAN, S.; SPINTHIROPOULOU, H.; KOTSERIDIS, Y. Effect of vine training system on the phenolic composition of red grapes (*Vitis Vinifera* L . Cv . Xinomavro). **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, Villenave d'Ornon, v. 49, p. 71–84, 2015.

LORENZ, D.H.; EICHHORN, K.W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L . ssp . vinifera): Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 1, p. 100–103, 1995.

MAIA, J.D. Origem da videira Niágara. In: MAIA, J.D.G.; CAMARGO, U.A. (Ed.). **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2012. 301p.

MAIA, J.D.; KUHN, G.B. **Cultivo da Niágara Rosada em áreas tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 72p.

MEIER, U. (Ed.). **Growth stages of mono and dicotyledonous plants. BBCH monograph**. 2nd . ed. Berlin: Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001. 158p.

MIELI, A.; MANDELLI, F. **Sistemas de condução da videira.** Brasília, DF:Embrapa Uva e Vinho, 2005. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/siscond.html>.

OLMSTEAD, M.; WILLIAMS, K.; KELLER, M. **Canopy management for Pacific Northwest vineyards**. Pullman: Washington State University Extension, 2006. 12p.

PESSOA, H. **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. 9p. (Comunicado Técnico, 6).

POMMER, C.V; PASSOS, I.R.S.; TERRA, M.M.; PIRES, E.J. (Ed.). **Variedades de videira para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1997. 59p. (IAC. Boletim Técnico, 166).

POMMER, C.V. (Ed.). **Uva:** tecnologia de produção, pós-colheita e mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 778p.

REYNIER, A. **Manual de viticultura**. 5. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1995. 407p.

REYNOLDS, A.G.; VANDEN HEUVEL, J.E. Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 60, n. 3, p. 251–268, 2009.

SABBATINI, P.; WIERBA, K.; CLEARWATER, L.; HOWELL, G. Impact of training system and pruning severity on yield, fruit composition and vegetative growth of 'Niagara' grapevines in Michigan. **International Journal of Fruit Science**, Philadelphia, US, v. 15, n. 3, p. 37–41, 2015.

SADRAS, V.O.; LAND, C.; OSMOND, G. Canopy management. In: POLING, E. B. (Ed.). **The North Carolina winegrape grower´s guide**. Raleigh: NC Sate University, NC Cooperative Extension, 2007. p. 112–114.

SCHENEIDER, C.; ANCEL, J.; ITEYWANG, M. Etude comparative entre plusieurs systemes de conduite sur deux cépages d'Alsace. **Compte Rendu**, Bordeaux, v. 4, p. 97–108, 1989.

SERRA, I.; MERINO, R.; HIDALGO, M. Grapevine trellis-training systems. Incidence on grape production and wine quality: A Review. **Agro-Ciencia, Revista Chilena Ciencias Agropecuarias**, Concepción, v. 25, n. 1, p. 41–48, 2009.

SMART, R.E. Some aspects of climate, canopy microclimate, vine physiology and wine quality. In:HEATHERBELL, D. A. ; LOMBARD, P.B.; BODYFELT, F.W.; PRICE, S.F. (Ed.). INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COOL CLIMATE VITICULTURE AND ENOLOGY, 1985, Corvallis. **Proceedings…**Corvallis: Oregon State University Technical Publication, No. 7628, 1985. p. 1-19.

SMART, R.; ROBINSON, J.B.; DUE, G.R.; BRIEN, C.J. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. I. Definition of canopy microclimate. **Vitis - Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 24, p. 17–31, 1985.

SMART, R.; ROBINSON, M. **Sunlight into wine;** a handbook for wine grape canopy arrangement. Adelaide: Winetitles SA, 1991. 88p.

SOUSA, I. de J. S. **Uvas para o Brasil**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791p.

TECCHIO, M.A.; HERNANDES, J.L.; PIRES, E.J.; MOURA, M.F.; TERRA, M. Cultivo da videira para mesa, vinho e suco. In: PIO, R. (Ed.). **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. Lavras: Editora UFLA, 2014. p. 652.

TECCHIO, M.A.; TERRA, M.M.; MOURA, M.F.; PAIOLI-PIRES, E.J. Fenologia e acúmulo de graus-dia da videira 'Niagara Rosada' cultivada ao noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 248–254, 2011.

3 FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA VIDEIRA 'NIÁGARA ROSADA' NOS SISTEMAS DE CONDUÇÃO EM ESPALDEIRA E EM 'Y'

Resumo

O estado de São Paulo é o maior produtor de uvas americanas de mesa do Brasil, sendo a 'Niágara Rosada' (*Vitis labrusca* L.) a principal cultivar produzida. O sistema de condução mais utilizado para 'Niágara Rosada' é a espaldeira, no entanto, com a utilização de porta-enxertos mais vigorosos, outros sistemas de condução, como o 'Y', vem sendo adotados pelos viticultores. A posição e distribuição da superfície foliar, determinados pelo sistema de condução, afetam o desenvolvimento, a fisiologia e a produção da planta. Neste sentido, durante os ciclos de produção de 2014 e 2015, foram comparados os aspectos fisiológicos e produtivos de videiras 'Niágara Rosada' plantadas em 2013 e conduzidas nos sistemas em espaldeira e em 'Y', no município de Piracicaba-SP. O sistema de condução não teve influencia tanto na duração em dias e graus-dia do ciclo desde a poda até a colheita, como no comprimento e taxa de crescimento absoluto dos ramos. Em videiras no primeiro ano de produção, as variáveis ecofisiológicas apresentaram diferenças entre os sistemas de condução, sendo influenciadas pela área de superfície foliar dos dosséis. No segundo ano de produção não houve diferenças nas variáveis ecofisiológicas. Os sistemas de condução não influenciaram no crescimento do fruto e na mudança de cor das bagas. O número de cachos por ramo foi superior no sistema em 'Y', entretanto, a massa do cacho, o número de bagas por cacho e a produção por planta não apresentaram diferenças entre os sistemas de condução. O conteúdo de antocianinas e flavonóis foi maior no sistema de condução em 'Y'. Videiras no primeiro e segundo ano de produção, não apresentam diferenças entre os sistemas de condução avaliados nas relações entre a área de superfície foliar e a produção, porém, a produtividade é superior no sistema em espaldeira em função do maior número de plantas por hectare.

Palavras chave: *Vitis labrusca* L; Trocas gasosas; Área de superfície foliar; Índice de área foliar; Fenologia

Abstract

The São Paulo state is the largest brazilian producer of american table grapes, and 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca* L.) the main produced cultivar. The most used training system for 'Niagara Rosada' is the vertically shoot-positioned (VSP), however, with the use of more vigorous rootstocks, other training systems, such as 'Y' shaped, has been adopted by grape growers. The position and distribution of the leaf surface, modified by the training system, affect the vegetative growth, physiology and fruit production. Therefore, physiological and productive aspects of vines 'Niagara Rosada', planted in 2013 and conducted in VSP and 'Y' shaped systems were studied during the 2014 and 2015 seasons, in Piracicaba-SP. The training system has no influence in the cycle duration for both total days and degree-days from pruning to harvesting date, as the length and absolute growth rate of the branches. Vines in their first year of production, trained in the two systems showed differences between ecophysiological variables influenced by the leaf surface area of the canopies. In the second year of production there were no differences in the

ecophysiological variables. Training systems had no influence in the fruit growth neither the change of the berry color. The number of clusters per branch was higher in the 'Y' shaped system, however, the mass of the cluster, the number of berries per cluster and the production per plant did not differ between the training systems. The content of anthocyanin and flavonols were higher in the 'Y' shaped system. Vines in the first and second year of production showed no difference between the two training systems studied for leaf surface area and production ratio, however, yield is higher in the VSP system due to a higher number of plants per hectare.

Keywords: *Vitis labrusca* L; Gas exchange; Leaf surface area; Leaf area index; Phenology

3.1 Introdução

A videira é uma planta vigorosa e com hábito de crescimento trepador, que necessita de um sistema de condução como suporte para manejar o dossel (KELLER, 2015). O sistema de condução posiciona e distribui a superfície foliar da videira de maneira a garantir uma melhor exposição das folhas à luminosidade, o que acarreta em modificações no desenvolvimento e na fisiologia da planta. O microclima do dossel pode afetar outras variáveis como a fertilidade das gemas e a qualidade dos frutos (REYNOLDS; VANDEN HEUVEL, 2009).

O estado de São Paulo é o maior produtor de uvas americanas de mesa do Brasil, sendo a ‘Niágara Rosada’ (*Vitis labrusca* L.) a principal cultivar produzida. Essa cultivar apresenta vigor médio, tolerância a pragas e doenças e alta produtividade. O sistema de condução mais utilizado para ‘Niágara Rosada’ é a espaldeira, em que as plantas são conduzidas em um único plano vertical. No entanto, com a utilização de porta-enxertos mais vigorosos, outros sistemas de condução como o ‘Y’, vem sendo adotados para alcançar o equilíbrio entre o vigor da planta e a produção. O sistema em ‘Y’ é caracterizado por ter duas cortinas de ramos produtivos inclinados em 120º. Estudos com sistemas de condução em videiras têm demostrado que o ‘Y’ proporciona um maior espaço para a planta vegetar (PEDRO JÚNIOR et al., 2007), o que melhora a qualidade dos cachos e mantém boas produtividades (PALLIOTTI, 2012; HERNANDES et al., 2013), além de requer menor uso de mão-de-obra em relação à espaldeira (HERNANDES; PEDRO JUNIOR, 2011). Entretanto, faltam informações sobre a fisiologia e produção das

videiras nestes sistemas de condução. Portanto, o objetivo do trabalho foi caracterizar as variáveis fisiológicas e produtivas da videira ‘Niágara Rosada’ nos sistemas de condução em espaldeira e em ‘Y’, em clima Cwa.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Área Experimental

O experimento foi desenvolvido na área do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, localizada no município de Piracicaba-SP (22°42’34’’ S; 47°37’38’’ O, e altitude de 546 metros). A temperatura média anual em Piracicaba é de 21,6°C, com a máxima de 28,2°C e mínima de 14,8°C. A precipitação pluvial média é de 1328 $mm.ano^{-1}$. A classificação climática conforme Koeppen é a Cwa, caracterizada pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (CEPAGRI, 2016).

3.2.2 Instalação do experimento

A cultivar copa utilizada no experimento foi Niágara Rosada (*Vitis labrusca* L.), enxertada em ‘IAC 766 Campinas’ [(*V. riparia* – *V. rupestris* x *V. cordifolia* 106-8 Mgt) x *V. caribaea*]. A área experimental foi implantada em 2013, com mudas enxertadas e nos sistemas de condução em espaldeira, com três fios de arame e espaçamento de 2 metros entre linhas e 1 metro entre plantas, e no sistema em ‘Y’, no espaçamento de 3,2 metros entre linhas e 1,2 metros entre plantas. A área experimental foi composta por cinco repetições com três plantas por repetição, num total de 15 plantas por sistema de condução.

O experimento foi conduzido nos ciclos produtivos de 2014 e 2015. As adubações foram realizadas de acordo com a análise de solo, para uma meta de produtividade entre 13 e 22 t ha^{-1}, e parceladas em três vezes (BUENO, 2010). As plantas foram submetidas a uma poda curta (uma ou duas gemas por ramo produtivo) realizada nos dias 13 de agosto de 2014 e 12 de agosto de 2015. Logo após a poda foi aplicada cianamida hidrogenada (Dormex®) a 5% de concentração, para estimular a quebra de dormência e uniformizar a brotação. Aplicações regulares

de fungicidas foram realizadas de acordo com a frequência de chuvas e a ocorrência de sintomas iniciais de doenças.

3.2.3 Metodologia das análises

Foram avaliados os estádios fenológicos entre a poda e a colheita para o cálculo da duração de cada período de desenvolvimento em dias e em graus-dias, utilizando-se a escala fenológica BBCH adaptada por Lorenz et al., (1995). O cálculo dos graus-dia foi feito segundo a equação proposta por Winkler (1948), apud Hidalgo (1993), utilizando-se como temperatura-base 10°C (PEDRO JÚNIOR et al., 1994): $GD = \sum((Tmax+Tmin)/2) - 10ºC$, em que: GD = Graus-dia; Tmax = Temperatura máxima diária; Tmin = Temperatura mínima diária. Os dados climáticos foram obtidos por uma estação meteorológica automática localizada junto ao experimento (Dependências do LEB - Departamento de Engenharia de Biossistemas da ESALQ - USP).

O comprimento dos ramos foi medido semanalmente a partir da brotação até o desponte, em dois ramos marcados por planta. Com os dados foi calculada a taxa de crescimento absoluto (TCA) segundo a equação: $TCA = (Cf-Ci)/(Tf-Ti)$, em que: Cf = Comprimento final (cm); Ci = Comprimento inicial (cm); Tf = tempo final (dia); Ti = tempo inicial (dia).

O índice de área foliar (IAF) foi estimado com o uso do analisador de copa LAI-2000 (LI-COR), pela medição da luz ambiental acima do dossel e três abaixo do dossel, nos estádios fenológicos de floração total, frutos jovens começam a inchar, início da maturação e frutos maduros para a colheita, segundo a escala BBCH.

A área de superfície foliar (AS) foi calculada a partir das dimensões da superfície foliar externa. Todas as secções do dossel foram aproximadas para retângulos e foi calculada a área de cada um pela fórmula altura x comprimento (SMART, 1985). No sistema em espaldeira foi utilizada a somatória das áreas do topo e das laterais, já que são os planos que interceptam a radiação solar. O cálculo da superfície foliar no sistema em ‘Y’ foi baseado unicamente na superfície foliar externa, já que a luz incide sobre as duas cortinas inclinadas e a parte inferior da vegetação se torna ineficaz na interceptação da radiação, capturando somente a radiação difusa (SMART, 1985).

As variáveis ecofisiológicas foram avaliadas pela taxa fotossintética (*A*) (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}), transpiração (*E*) (mmol H_2O m^{-2} s^{-1}) e condutância estomática (*gs*) (mol H_2O m^{-2} s^{-1}). As avaliações foram realizadas com o analisador portátil de gases por infravermelho (IRGA), LI-COR modelo Li-6400xt, em duas folhas maduras, sadias e expostas à radiação solar máxima, no terço mediano do dossel vegetativo. As leituras foram realizadas entre as 9h e 12h, com o fluxo de fótons fotossintéticos ajustado para 1000 µmol m^{-2} s^{-1}, concentração de CO_2 na câmara em torno de 400 µmol mol^{-1}, com a temperatura do ar externo e utilizando uma câmara 6 cm^2. Os estádios fenológicos avaliados foram floração total, frutos jovens começam a inchar, início da maturação e frutos maduros para a colheita, segundo a escala BBCH.

O diâmetro e cor das bagas foram avaliados duas vezes por semana, a partir do estádio fenológico bagas no tamanho de ervilha até a colheita. Foram utilizados cinco cachos marcados por sistema de condução e em cada cacho foram feitas três leituras (acima, médio e abaixo). O diâmetro das bagas foi medido na região equatorial dos frutos com o auxílio de paquímetro digital. Para as análises de cor utilizou-se o colorímetro Konica Minolta Chromameter CR-400. A avaliação da cor utiliza um sistema tridimensional, o espaço CIELAB, constituído por três coordenadas L*, a* e b* (BAKKER; BRIDLE; TIMBERLAKE, 1986). Os valores de a* e b* foram utilizados para calcular a cromaticidade ou saturação da cor “C”, pela fórmula $C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5}$ e o ângulo Hue calculado pela fórmula $Hue= Tang^{-1}(b^*/a^*)$. Com base nestes dados, foi calculado o índice específico para bagas de cor vermelha, CIRG (*Color index for red grapes*), com a equação: CIRG = 180-hue*/(L*+C). Valores do índice CIRG próximos de zero correspondem a bagas de coloração verde, enquanto que valores próximos de quatro correspondem a bagas de coloração vermelha e valores próximos de cinco a bagas de coloração violeta (CARREÑO et al., 1995) (Anexo B).

Para a análise da produção de uva em cada sistema de condução, o acompanhamento da maturação para a determinação do ponto de colheita foi feito a partir do estado fenológico início da maturação (bagas começam a desenvolver cor específica da cultivar). Foram amostradas 50 bagas ao acaso, em cada sistema de condução, duas vezes por semana, onde se avaliou o teor de sólidos solúveis totais em refratômetro portátil. O ponto de colheita foi estabelecido em 14°Brix ou mais (ponto de colheita comercial). No início da maturação, todos os cachos foram protegidos para evitar danos e perdas provocados por insetos e animais. No sistema

em espaldeira foi colocada uma lona de TNT (tecido não tecido) na altura dos cachos ao longo da linha de plantio. No sistema em ‘Y’ os cachos foram ensacados com sacolas de TNT. Foram avaliados a produção por planta, o número de cachos, a massa média dos cachos, o número bagas por cacho e calculou-se a produtividade por hectare.

Para a análise química dos frutos, após a colheita, foram esmagadas manualmente 50 bagas amostradas ao acaso por planta, em 15 plantas por sistema de condução. O mosto extraído foi utilizado para as análises físico-químicas do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) em refratômetro portátil e acidez total titulável por titulação com NaOH 0,1 N. As cascas foram utilizadas para determinar o conteúdo de antocianinas e flavonóis baseado no método de Francis, (1982). Para a extração das antocianinas, pesou-se 1 g de casca e adicionou-se 10 mL da solução de etanol-HCL (1,5 N). O conteúdo foi colocado em um almofariz e macerado por 1 min, sendo em seguida transferido para um balão volumétrico de 30 mL (sem filtrar) onde foi aferido o volume com etanol-HCL (1,5 N). A solução foi transferida para um frasco de vidro, envolto de papel alumínio, onde descansou por 24 horas em geladeira (8ºC). Após doze horas filtrou-se o material para um Becker envolto com papel alumínio, e realizou-se a leitura em um espectrofotômetro com comprimento de onda de 535 nm. O “branco” foi composto apenas da solução de etanol-HCL (1,5 N). O cálculo de antocianina total foi feito em mg $100g^{-1}$ pela fórmula: Antocianina total = absorbância*fator de diluição/98,2. O conteúdo de Flavonóis foi determinado com o uso da mesma metodologia descrita anteriormente, com leitura em espectrofotômetro feita em comprimento de onda de 374 nm.

Para as variáveis de fenologia, comprimento do ramo, índice de área foliar, diâmetro e cor de fruto, fotossínteses, transpiração e condutância estomática, feitas ao longo do tempo, foram calculadas a área abaixo da curva e comparadas por meio da análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis de produção e qualidade de frutos foram avaliadas apenas no dia da colheita, sendo apresentadas as médias dos dois anos de avalição, quando não houve interação entre ano e sistema de condução. As médias foram comparadas pela análise da variância multivariada com teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a caracterização dos sistemas de condução foi feita uma análise multivariada de componentes principais e apresentado o gráfico biplot. Foi utilizado o pacote estatístico SAS 9.0 (SAS, 2002).

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Fisiologia da videira

A colheita da uva ‘Niágara Rosada’, em ambos os sistemas de condução ocorreu, no primeiro ciclo de produção, em 15 de dezembro de 2014 e no segundo ciclo de produção em 14 de dezembro de 2015. No primeiro ciclo produtivo, 2014, no sistema em espaldeira a brotação e aparecimento da inflorescência foram mais precoces, em cinco dias e em quatro dias respectivamente, quando comparado com o sistema em ‘Y’. Entretanto, a duração em dias entre o florescimento e a colheita foi similar nos dois sistemas. No segundo ciclo de produção, 2015, a duração entre a poda e cada um dos estádios fenológicos foi a mesma nos dois sistemas de condução. A duração total do período entre a poda e a colheita foi de 124 dias nos dois anos de avaliação (Tabela 1). Scarpare et al. (2013), nas mesmas condições do experimento, observaram a duração do ciclo de 133 dias em média.

Tabela 1 – Duração em dias desde a poda até os principais estádios fenológicos da videira ‘Niágara Rosada’ conduzida em espaldeira e em ‘Y’ em dois anos de avaliação, em Piracicaba – SP

Estádio fenológico	2014		2015	
	Espaldeira	‘Y’	Espaldeira	‘Y’
	Dias após a poda			
Brotação	15	20	19	19
Duas folhas abertas	20	23	26	26
Inflorescência visível	23	27	29	29
Florescimento	39	39	43	43
Frutificação	44	44	47	50
Bagas em ‘ervilha’	55	55	57	57
Mudança de cor	107	107	110	110
Colheita	124	124	124	124
Acúmulo de Graus-dia (GD)	1768	1768	1885	1885

No ano de 2014, o acúmulo de graus-dia, entre a poda à colheita, foi de 1768 GD, e em 2015 de 1885 GD para os dois sistemas de condução. Em estudo similar, os autores observaram um acúmulo de 1699 GD em quatro ciclos de produção para a cultivar Niágara Rosada (SCARPARE et al., 2012). Em experimentos conduzidos

na região de Louveira-SP, a ‘Niágara Rosada’ enxertada sobre ‘IAC 766’ teve um ciclo entre a poda e a colheita de 135 dias e acúmulo entre 1558 e 1603 GD em dois anos de avaliação (TECCHIO et al., 2013), e em videiras conduzidas em ‘Y’ sob cobertura plástica, a duração do ciclo foi entre 124 e 125 dias (HERNANDES; PEDRO JÚNIOR; BLAIN, 2011). Em outras regiões do Brasil, como no norte de Minas Gerais, os ciclos tiveram uma duração de 123 dias e acúmulo de 1766 GD (RIBEIRO et al., 2009), e no cerrado brasileiro (Goiás) 122 dias e 1700 GD para ‘Niágara Rosada’ (MARTINS; SANTOS; SMILJANIC, 2014). Em Bento Gonçalves-RS, Schiedeck et al. (1997) reportaram um valor médio de 1707 GD. Essa diferença entre os graus-dia acumulados pode estar associada ao período entre a poda e o início da brotação, muito dependente das condições ambientais onde as plantas se encontravam, como temperatura e disponibilidade de água (KELLER, 2015).

O comprimento do ramo e a taxa de crescimento absoluto não apresentaram diferenças entre as plantas conduzidas nos sistemas de espaldeira e ‘Y’, nos dois anos avaliados (Figura 5 e Tabela 2).

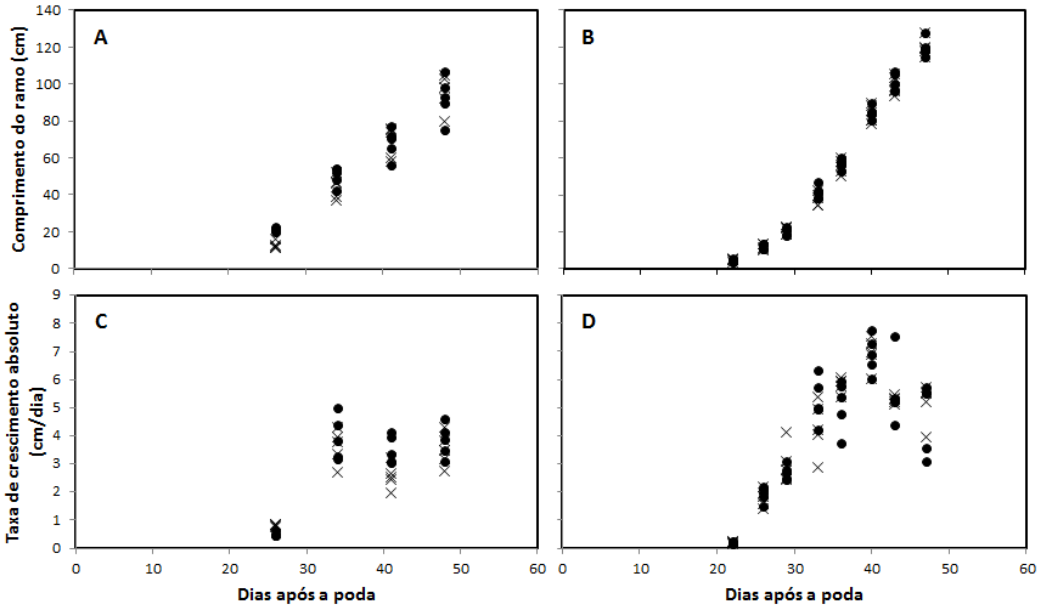

Figura 5 – Comprimento do ramo (A e B) e taxa de crescimento absoluto do ramo (C e D) da videira ‘Niágara Rosada’ conduzida em espaldeira (●) e em ‘Y’ (**x**) em dois anos de avaliação, 2014 (A e C) e 2015 (B e D), em Piracicaba – SP

Para o comprimento dos ramos foi observado um crescimento constante ao longo do tempo, sem ocorrer uma distinção entre os períodos de crescimento descritos na literatura em três fases: i) crescimento lento no começo, ii) crescimento

rápido até a floração e iii) crescimento lento até o desponte (REYNIER, 1995). Nos dois ciclos produtivos foi observada uma taxa de crescimento acelerado no período entre a brotação e o florescimento (39 e 43 dias após a poda (DAP), em 2014 e 2015 respectivamente). Após esse período o crescimento tornou-se lento por alguns dias e voltou a crescer na frutificação (47 DAP). Isto pode ser explicado pelo surgimento de novas folhas após a brotação, as quais se tornaram fotossinteticamente ativas e que passaram de drenos para fontes, o que permitiu o desenvolvimento de novas folhas, de modo que o comprimento dos ramos aumentou. Os dias longos e as temperaturas elevadas favorecem o surgimento de novas folhas e o crescimento do ramo (KELLER, 2015). No período de florescimento, provavelmente, ocorreu uma maior competição por fotoassimilados entre as estruturas vegetativas e reprodutivas, o que levou a uma desaceleração no desenvolvimento da planta (REYNIER, 1995).

O Índice de área foliar das plantas no primeiro ano de produção (2014) não verificou diferenças entre os sistemas de condução. No segundo ano de produção (2015), o sistema em ‘Y’ apresentou valores superiores aos observados no sistema em espaldeira (Figura 6 e Tabela 2). Os resultados do primeiro ano podem ser explicados pelo estádio inicial de desenvolvimento das plantas, estando estas ainda em fase de formação de suas estruturas permanentes. No segundo ano de produção, as plantas com três anos de idade apresentaram uma melhor formação. Em experimento com a cultivar Niágara Rosada enxertada sobre ‘IAC 766’, com oito anos de idade, no município de Jundiaí-SP, foi observado que o maior número de ramos por planta, no sistema em ‘Y’ induziu um aumento de 46% no índice de área foliar em relação ao sistema em espaldeira (PEDRO JÚNIOR et al., 2007).

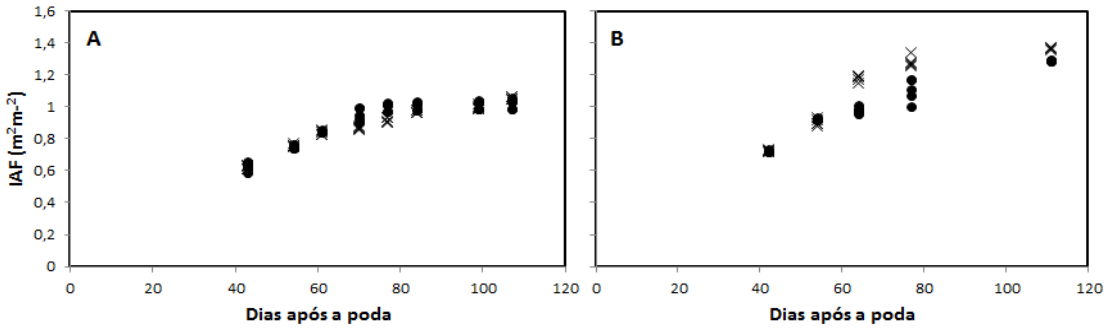

Figura 6 – Índice de área foliar (IAF) da videira ‘Niágara Rosada’ conduzida em espaldeira (●) e em ‘Y’ (**x**) em dois anos de avaliação. Ano 2014 (A) e 2015 (B), em Piracicaba – SP

Tabela 2 – Área abaixo da curva das variáveis de crescimento vegetativo da videira 'Niágara Rosada' conduzida em espaldeira e em 'Y', nos anos de 2014 e 2015, em Piracicaba – SP

Sistema de condução	Comprimento do ramo		Taxa de crescimento absoluto		Índice de área Foliar	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Espaldeira	1261,33	1370,85	60,51	107,16	56,16	73,64
Y	1211,31	1322,39	70,28	106	55,32	81,19
Sistema [a]	ns	ns	ns	ns	ns	*

[a] ns = não significativo; * = Indica significância pelo Teste de Tukey a 5%.

Embora o índice de área foliar seja útil para comparar as características do dossel de videiras cultivadas em sistemas de condução semelhantes, uma grande desvantagem do seu uso é que ele não leva em consideração o volume de copa ou a quantidade de espaço alocado para a distribuição do dossel (SCHULTZ, 1995). Uma avaliação com precisão da quantidade de superfície de folhas é crítica, especialmente quando se compara sistemas de condução de várias configurações e tamanhos de copa (GLADSTONE; DOKOOZLIAN, 2003). A área de superfície foliar (AS), expressa em m^2 $planta^{-1}$, é um critério utilizado para estimar a quantidade de folhas expostas que são úteis na captura da luminosidade, não importando a forma da cobertura, e permitindo assim, avaliar o potencial qualitativo do sistema de condução (CARBONNEAU, 1989; SCHENEIDER; ANCEL; ITEYWANG, 1989; SMART; ROBINSON, 1991).

Neste experimento, entre os dois sistemas de condução, o valor de AS foi maior no 'Y' com média de 3,36 m^2 $planta^{-1}$, enquanto que no sistema em espaldeira o valor médio foi de 2,45 m^2 $planta^{-1}$, ou seja, 27% menor. Valores similares foram encontradas em videiras 'Sangiovese' cultivadas na Itália, as quais apresentaram valores de 4,24 m^2 em plantas conduzidas em 'Y' e 2,78 m^2 em sistema em espaldeira, representando um incremento significativo de 52% na área de superfície do dossel (PALLIOTTI, 2012). Na região de Bordeaux, na França em plantas da cultivar Semillon, conduzidas no sistema de lira aberta, o qual tem uma arquitetura similar ao 'Y', apresentaram uma superfície foliar em média 45% superior quando comparadas no sistema em espaldeira. Isto deve-se à menor aglomeração da vegetação e, portanto, melhor exposição à luminosidade solar no sistema em lira (ROSIER; CARBONNEAU, 1995). Carbonneau (2009) relata que o sistema lira proporciona maior superfície foliar exposta, devido aos dois planos oblíquos de

vegetação, os quais são pouco densos. Em sistemas de dossel dividido é incrementado o volume ou a quantidade de espaço disponível para a distribuição da folhagem, reduzindo a densidade da copa e melhorando a exposição à luz solar e o microclima interno. Pelo contrario, em sistemas verticais ocorre adensamento dos ramos entre os arames que suportam a folhagem, o que restringe o volume do dossel e limita a área disponível para sua distribuição (GLADSTONE; DOKOOZLIAN, 2003).

As trocas gasosas representadas pela fotossíntese (*A*) e a transpiração (*E*) tiveram valores superiores nas videiras conduzidas em espaldeira no ano 2014 (Figura 7 e Tabela 3). Embora o sistema em 'Y' tenha a maior área de superfície foliar, a fotossíntese foi 12,5% menor do que a espaldeira. O ano de 2014 foi um ano com menos quantidade de chuva (Anexo A), o que sugere que, provavelmente, plantas no sistema em 'Y' apresentaram maior sensibilidade à falta de água pela maior área de superfície foliar. Essa sensibilidade pode ser observada pela menor condutância estomática (*gs*) e taxa de transpiração (*E*), a fim de evitar perda de água. Valores superiores de transpiração em sistemas de condução com menor área de superfície foliar, como é o caso da espaldeira, foram observados por Baeza et al. (2005). Os autores concluíram que uma menor área de superfície do dossel permite uma maior disponibilidade de água na planta, possibilitando maior taxa de transpiração. Esta resposta na transpiração foi explicada pela maior temperatura do ambiente, maior exposição ao vento e menor sombreamento do solo. No ano 2015, os valores de trocas gasosas e condutância estomática não foram afetados pelo sistema de condução, já que a disponibilidade hídrica aumentou em função da quantidade de chuva (Anexo A) e pelo uso de sistema de irrigação.

De forma geral, os valores da fotossíntese nos dois sistemas de condução foram adequados, pois as condições climáticas não apresentaram limitações nas trocas gasosas. Portanto, os sistemas de condução não foram limitantes no processo de fotossíntese. Norberto et al. (2009) não observaram diferenças nas variáveis de troca gasosas para as videiras de 'Niágara Rosada' conduzidas em latada, em espaldeira e em Lira, reportando valores de fotossíntese entre 7 e 10 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} e condutância estomática entre 0,5 e 1 mol H_2O m^{-2} s^{-1}. Esses resultados foram semelhantes ao encontrado em plantas de 'Niágara Rosada' conduzidas em latada com e sem cobertura plástica, nas condições do Norte

Fluminense, com valores de fotossíntese entre 8 e 16 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} (DE DEUS, 2014).

No hemisfério Norte, a taxa máxima de fotossíntese líquida na espécie *Vitis vinifera* e em outras do gênero *Vitis*, pode atingir 20 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}; entretanto, as taxas encontradas na literatura variam de 8 a 13 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}, o que representa a variação em função da cultivar, da fase fenológica, do sistema de condução e das condições ambientais (SOARES; LEÃO, 2009).

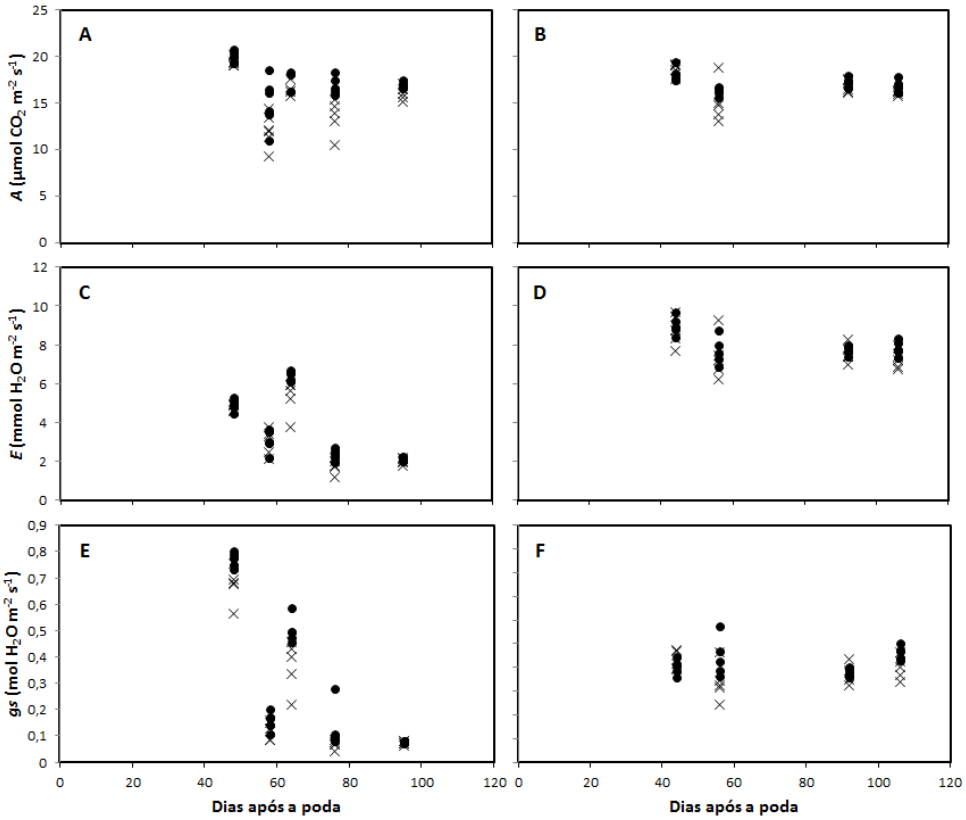

Figura 7 – Fotossíntese (***A***) (A e B), Transpiração (***E***) (C e D) e Condutância estomática (***gs***) (E e F) em videiras 'Niágara Rosada' conduzidas em espaldeira (●) e em 'Y' (**x**), em dois anos de avaliação, 2014 (A, C e E) e 2015 (B, D e F), em Piracicaba – SP

Tabela 3 – Área abaixo da curva das variáveis de fotossíntese, transpiração e condutância estomática da videira 'Niágara Rosada' conduzida em espaldeira e em 'Y' em dois anos de avaliação em Piracicaba – SP

Sistema de condução	Fotossíntese (*A*)		Transpiração (*E*)		Condutância estomática (*gs*)	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Espaldeira	795,44	1047,45	163,14	485,44	12,37	485,44
Y	695,93	1005,68	141,50	469,40	9,39	469,40
Sistema[a]	*	ns	*	ns	*	ns

[a] ns = não significativo; * = Indica significância pelo Teste de Tukey a 5%.

Em relação ao desenvolvimento do fruto, o diâmetro e a taxa de crescimento absoluto tiveram o mesmo padrão de resposta para os dois anos avaliados, nos sistemas de condução em espaldeira e em 'Y' (Figura 8). Em 2015, os frutos alcançaram maiores valores de diâmetro (média de 19,6 mm) e de velocidade de crescimento no começo da frutificação (0,69 mm dia^{-1}), quando comparados aos resultados do ano anterior (17,1 mm e 0,45 mm dia^{-1}, respectivamente). Isto confirma o melhor desenvolvimento das plantas no segundo ano de produção. Esses valores corroboram as características da baga descritas para esta cultivar, entre 19,8 mm e 20,8 mm de diâmetro (MAIA; CAMARGO, 2012). A taxa de crescimento foi decrescendo até, aproximadamente, 70 DAP, coincidindo com o início do desenvolvimento das sementes e as mudanças bioquímicas da baga (REYNIER, 1995). Após este período, a taxa de crescimento das bagas, ao longo de sua maturação, manteve-se estável com valores entre 0 e 0,3 mm dia^{-1}.

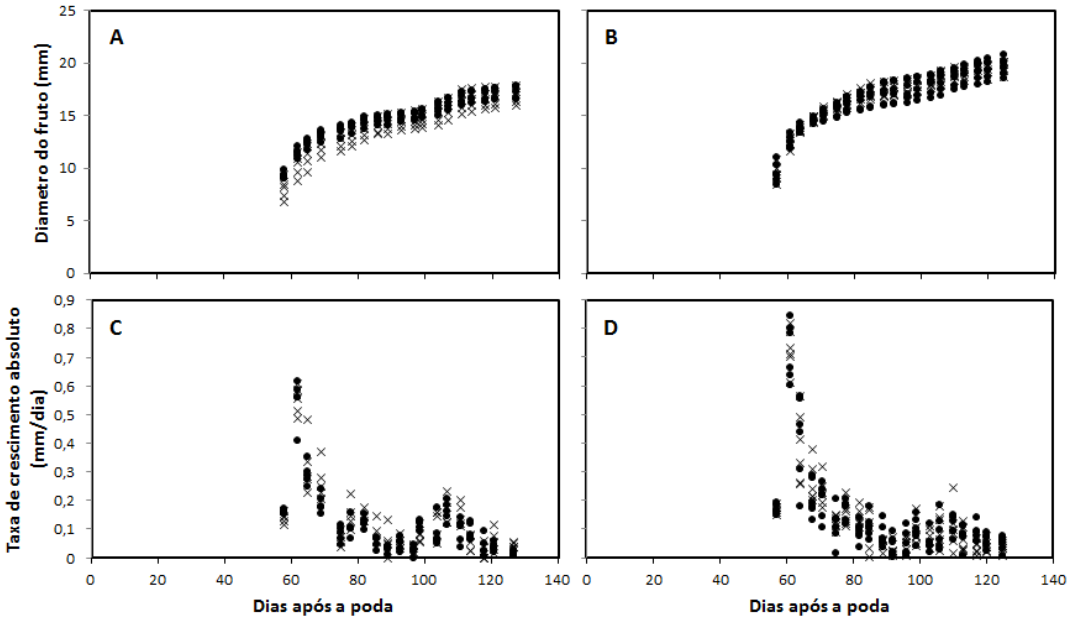

Figura 8 – Diâmetro do fruto (A e B) e taxa de crescimento absoluto do fruto (C e D) da videira 'Niágara Rosada' conduzida em espaldeira (●) e em 'Y' (**x**) em dois anos de avaliação, 2014 (A e C) e 2015 (B e D), em Piracicaba – SP

Em relação ao índice de cor para uvas vermelhas (CIRG) ao longo do desenvolvimento dos frutos, verificou-se que foi igual nos dois sistemas de condução tanto no ano 2014 (valores da área abaixo da curva de 85,75 e 79,23 para 'Y' e espaldeira respectivamente) como no ano 2015 (valores da área abaixo da curva de 67,20 e 66,74 para 'Y' e espaldeira respectivamente) (Figura 9). No começo das

avaliações os frutos apresentaram índices de um, o que representa frutos de cor verde (Anexo B). Após o início da mudança de cor ocorrida em 107 DAP no ano 2014 e 110 DAP no ano 2015, os valores começaram a incrementar até valores próximos de cinco no momento da colheita, o qual representa bagas de cor rosado escuro (Anexo B).

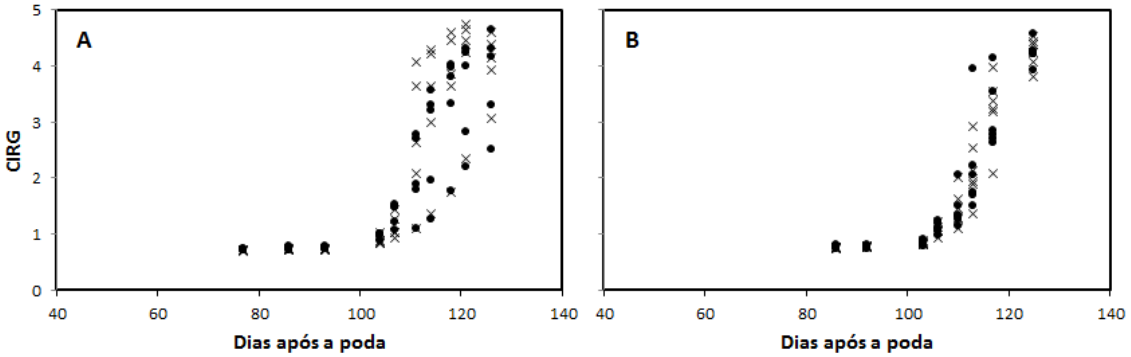

Figura 9 – Índice de cor para uvas vermelhas (CIRG) do fruto da videira 'Niágara Rosada' conduzida em espaldeira (●) e em 'Y' (**x**) em dois anos de avaliação, 2014 (A) e 2015 (B), em Piracicaba – SP

3.3.2 Produção da videira

O número de cachos por ramo, que representa a fertilidade das gemas, foi maior no sistema em 'Y' quando comparado ao sistema em espaldeira (Tabela 4). A massa do cacho e o número de bagas por cacho, entretanto, não apresentaram diferenças entre os dois sistemas. A produção por planta não diferiu entre os sistemas de condução, porém a produtividade foi superior em 40% no sistema em espaldeira, em função do maior número de plantas por hectare.

Tabela 4 – Variáveis de produção da videira 'Niágara Rosada' conduzida em espaldeira e em 'Y' em Piracicaba – SP

Sistema de Condução	N° cachos ramo^{-1} (planta)	Massa cacho (g)	N° bagas (Cacho)	Produção (kg planta^{-1})	Produtividade (t ha^{-1})
Espaldeira	1,42[b]	212,56	51,39	2,25	11,23
'Y'	1,51	196,13	47,36	2,60	6,77
Sistema[a]	*	ns	ns	ns	*
Sistema x ano[a]	ns	ns	ns	ns	ns

[a] ns = não significativo; * = Indica significância pelo Teste de Tukey a 5%. [b] Dados médios de dois anos de avaliação (2014 e 2015).

Estes resultados diferem dos reportados em experimento conduzido em Jundiaí-SP, onde foi observada maior produtividade em plantas conduzidas em sistemas de dossel dividido como o ‘Y’ (HERNANDES et al., 2013). Os autores observaram valores de produção por planta e produtividade superiores (3,72 a 4,51 kg planta^{-1} e 15 a 23 t ha^{-1}) quando comparadas à espaldeira (2,68 a 3,78 kg planta^{-1} e 10 a 20 t ha^{-1}). Nas mesmas condições, o sistema de dossel dividido em lira, também resultou em maior produtividade quando comparado à espaldeira, em decorrência do maior número e massa de cachos por planta (MOTA et al., 2010). Em estudos realizados na Itália, com a cultivar Sangiovese, o número de cachos por ramo não foi afetado pelo sistema de condução. Embora, plantas conduzidas em ‘Y’ tiveram uma produção de frutos por planta 13% maior, devido ao maior do peso do cacho e da baga, comparado com o sistema vertical, a produtividade não diferiu devido ao menor número de plantas por hectare (PALLIOTTI, 2012). A possível explicação para a diferença observada nos resultados deste trabalho em relação aos demais reportados, é que foram avaliadas plantas no primeiro e segundo ano de produção, portanto, ocorreu um maior gasto de energia em plantas conduzidas no sistema em ‘Y’, para a formação de sua estrutura vegetativa, em relação ao sistema em espaldeira. Esse gasto de energia é suprido pelas reservas de carboidratos da planta para o crescimento e desenvolvimento dos órgãos vegetativos como tronco, raízes, cordão, ramos e folhas (REYNIER, 1995). Nos primeiros anos, a planta ainda está em formação de suas estruturas, com poucas reservas e poucos órgãos produtivos, acarretando em baixas produções. Nos anos seguintes, com suas estruturas mais bem formadas, sua produção em quantidade e qualidade tende a crescer, até chegar a uma estabilização que perdura ao longo dos anos. A duração de cada um destes períodos está ligada à cultivar utilizada e sua interação com o ambiente (HIDALGO, 1993).

As relações entre área de superfície foliar (AS) e a produção representam um índice entre a quantidade de área foliar funcional do ponto de vista fotossintético e a carga de colheita. Esse índice é útil para quantificar ou explicar as diferenças no comportamento da videira avaliada em diferentes arquiteturas do dossel (SMART; ROBINSON, 1991; PALLIOTTI, 2012). No caso da relação entre a produção e AS (Prod/AS), houve diferenças entre os sistemas de formação apenas em 2014 (Tabela 5). Em 2015, ocorreu uma diminuição do valor do índice no sistema em

espaldeira, o que pode estar relacionado com o maior uso de reservas para a produção de frutos no ciclo produtivo anterior.

Na relação entre AS e a produção (AS/prod), não houve diferença entre os sistemas de condução (Tabela 5). Somente foi evidenciado um aumento entre anos no sistema em espaldeira, mostrando uma alta fonte disponível de folhas por unidade de massa de frutos produzidos em 2015. No entanto, sistemas de formação com dossel dividido, como o 'Y', apresentam uma maior percentagem de área foliar em saturação de luz, quando comparados com sistemas de dossel individual, e teoricamente espera-se uma proporção menor de superfície de área foliar por fruta produzida (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005). Esse resultado foi observado por Favero et al. (2010), os quais encontraram para videiras conduzidas em sistema de dupla cortina (GDC) um valor de 1,0 m^2 de área foliar por kg fruto, enquanto que para o sistema em espaldeira, essa proporção aumentou para 1,35 m^2 folha kg $fruto^{-1}$. Kliewer e Dokoozlian (2005) relatam que a área de folha necessária para atingir o nível máximo de açúcares solúveis, peso da baga e coloração na colheita deve estar entre 0,5 a 0,8 m^2 kg^{-1} para GDC e 0,8 a 1,2 m^2 kg^{-1} para espaldeira. Nos dois anos de estudo, as plantas apresentaram valores superiores aos mencionados anteriormente, porém, adequados para a obtenção frutos de qualidade como pode ser visto nos resultados de sólidos solúveis totais, antocianinas e flavonóis.

Tabela 5 – Relações entre a produção de fruto e a área de superfície foliar na videira 'Niágara Rosada' conduzida em espaldeira e em 'Y' em dois anos de avaliação em Piracicaba – SP

Sistema de condução	2014	2015	Ano[a]
	Prod/AS (kg fruto m^{-2} folha)		
Y	0,83	0,74	ns
Espaldeira	1,19	0,73	*
Sistema[a]	*	ns	
	AS/prod (m^2 folha kg^{-1} fruto)		
Y	1,47	1,47	ns
Espaldeira	0,92	1,68	*
Sistema[a]	ns	ns	

[a] ns = não significativo; * = Indica significância pelo Teste de Tukey a 5%.

Para as variáveis de qualidade de fruto, o sistema em 'Y' apresentou diferenças no teor de sólidos solúveis, com valores em 3% a mais do que frutos

produzidos no sistema em espaldeira (Tabela 6). As diferenças encontradas no teor de sólidos solúveis, não têm um impacto na qualidade do fruto, pois os valores foram similares entre os sistemas de condução e superiores ao requerimento mínimo de colheita (14 °Brix) (MAIA; CAMARGO, 2012). Em 2015, os frutos apresentaram teor de sólidos solúveis inferior e acidez superior (14,6 °Brix e 0,59% respectivamente) ao do ano anterior (16,2 °Brix e 0,49% respectivamente), provavelmente, devido ao fato de que no segundo ano de avaliação (2015) houve maior quantidade de chuvas no período de enchimento das bagas (Anexo A).

Tabela 6 – Variáveis de qualidade do fruto da videira 'Niágara Rosada' conduzida em espaldeira e em 'Y' em Piracicaba – SP

Sistema de Condução	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (%)	Antocianinas (mg 100 g^{-1})	Flavonóis (mg 100 g^{-1})
Espaldeira	16,37[b]	0,48	30,96	55,98
'Y'	16,90	0,49	37,82	60,05
Sistema[a]	*	ns	*	*
Sistema x ano[a]	ns	ns	ns	ns

[a] ns = não significativo; * = Indica significância pelo Teste de Tukey a 5%. [b] Dados médios de dois anos de avaliação (2014 e 2015).

Os frutos de videiras conduzidas no sistema em 'Y' apresentaram uma quantidade de flavonóis e antocianinas de 7% e 18% superior aos frutos em espaldeira, respectivamente. Esses resultados corroboram com Kyraleou et al. (2015), os quais reportam uma melhoria na quantidade de antocianinas na cultivar Xinomavro conduzida no sistema em lira quando comparado ao sistema em espaldeira. O incremento de antocianinas pode estar relacionado com as baixas temperaturas das bagas durante o estádio de amadurecimento, especialmente durante as horas mais quentes do dia, pois a inclinação das cortinas vegetais, do sistema em 'Y', cria um ambiente sombreado na zona dos cachos (PALLIOTTI, 2012). Outro fator importante para o desenvolvimento dos pigmentos da cor das bagas de videiras tintas é o equilíbrio entre a superfície foliar e o volume do dossel, o que aumenta a proporção de folhas externas e melhora o balanço de carbono da planta. (GLADSTONE; DOKOOZLIAN, 2003; REYNOLDS; VANDEN HEUVEL, 2009). De acordo com os resultados de pigmentos de cor nos frutos, o sistema em 'Y' provavelmente atinge melhor este equilíbrio do que o sistema em espaldeira.

Na análise de componentes principais, para caracterizar cada um dos sistemas de condução em relação às variáveis avaliadas, dois componentes foram capazes de explicar 88% da variação total dos dados, em que o componente I (COMP I) explicou 58% e o componente II (COMP II) um 30% (Figura 10). Foi possível discriminar os anos de avaliação de acordo ao COMP I e os sistemas de condução pelo COMP II. De acordo com o COMP I, o ano 2014, independentemente do sistema de condução, foi caraterizado por altos teores de sólidos solúveis e número de cachos ramo^{-1}. O ano de 2015 foi caracterizado por maiores valores de IAF, transpiração, acidez, flavonóis e massa do cacho. Segundo o COMP II, o sistema em 'Y', independentemente do ano de avaliação, foi caracterizado por apresentar maior valor das variáveis AS e antocianinas, e o sistema em espaldeira foi caracterizado pelas variáveis fisiológicas de fotossíntese, condutância estomática e produtividade.

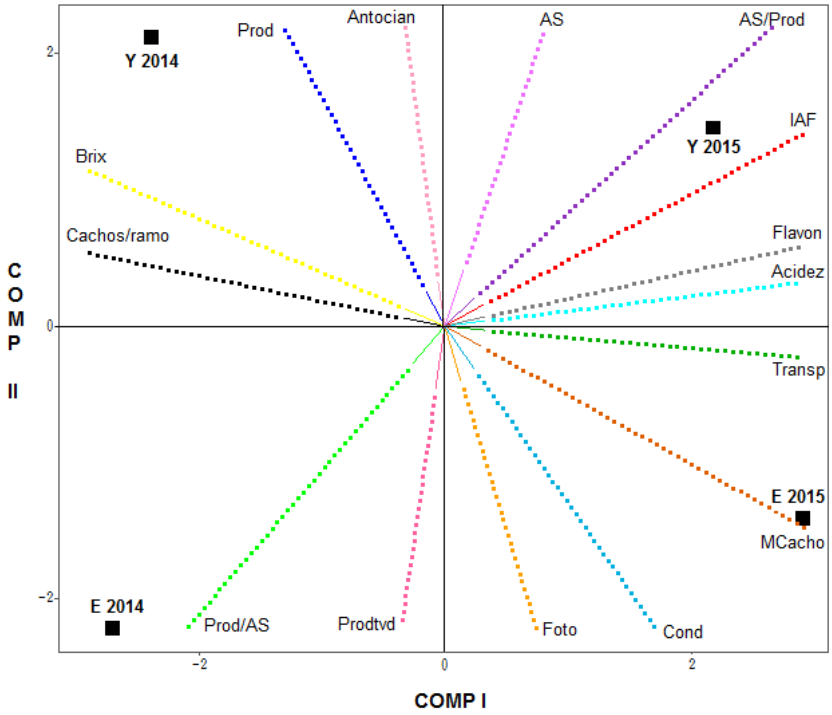

Figura 10 – Análise de componentes principais (ACP) da videira 'Niágara Rosada' conduzida nos sistemas de condução em espaldeira (E) e em 'Y', em dois anos de avaliação (2014 e 2015), em Piracicaba – SP. AS = Área de superfície foliar; AS/Prod = relação entre área de superfície e produção; IAF = Índice de área foliar; Flavon = Flavonóis; Transp = Transpiração; MCacho = Massa do cacho; Cond = Condutância estomática; Foto = Fotossíntese; Prodtvd = Produtividade; Prod/AS = relação entre a produção e área de superfície foliar; Prod = Produção por planta; Antocian = Antocianinas

O sistema em 'Y' pela sua estrutura e inclinação das cortinas permitiu um maior desenvolvimento do dossel em área, o que favoreceu a síntese de

antocianinas pela diminuição do sombreamento dos cachos e superexposição ao sol. O sistema em espaldeira, pela menor estrutura foliar, favorece a fotossíntese, a transpiração e a condutância estomática, além de apresentar maior produtividade, devido ao maior número de plantas por área.

É importante levar em consideração que foram avaliados o primeiro e segundo ciclo produtivo destas plantas e, desta forma, mais ciclos devem ser avaliados para chegar a uma conclusão sobre o melhor sistema de condução a longo prazo em relação às variaveis produtivas.

3.4 Conclusões

Para os dois primeiros anos de produção de uva ‘Niágara Rosada’ nos sistemas de condução em espaldeira e em ‘Y’, pode-se concluir que:

Os sistemas de condução em espaldeira e em ‘Y’ não apresentam diferenças nas relações entre a área de superfície foliar e a produção.

A produtividade no sistema em espaldeira é maior do que o sistema em ‘Y’, em função do maior número de plantas por hectare.

Frutos produzidos no sistema em ‘Y’ têm maior quantidade de pigmentos, como antocianinas e flavonóis, do que no sistema em espaldeira, mesmo alcançando a quantidade de sólidos solúveis totais para a colheita no mesmo período.

Referências

BAEZA, P.; RUIZ, C.; CUEVAS, E.; SOTÉS, V.; LISSARRAGUE, J.R. Ecophysiological and agronomic response of tempranillo grapevines to four training systems. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 56, n. 2, p. 129–138, 2005.

BAKKER, J.; BRIDLE, P.; TIMBERLAKE, C.F. Tristimulus measurements (CIELAB 76) of port wine colour. **Vitis - Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 25, n. 2, p. 67–78, 1986.

BUENO, S.C.S. **Vinhedo Paulista**. Campinas: Coordenadora de Assistência Técnica Integral - CATI, 2010. 256p.

CARBONNEAU, A. Interet et codification du systeme de conduite em double palissage-lyre. **Compte Rendu,** Bordeaux, v. 4, p. 202–214, 1989.

CARBONNEAU, A. Evolution of canopy management: from history to scientific modeling. (N. Dokoozlian, J. Wolpert, Eds.) In: RECENT ADVANCES IN GRAPEVINE CANOPY MANAGEMENT, 2009, Davis, CA. **Anais**... Davis, CA: University of California, 2009. Cap 5. p. 27-42.

CARREÑO, J.; MARTÍNEZ, A.; ALMELA, L.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A. Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes. **Food Research International**, Barking, v. 28, n. 4, p. 373–377, 1995.

CEPAGRI. **Centro de pesquisas meteorológicas e climáticas aplicadas à agricultura**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_436.html>. Acesso em: 28 mar. 2016.

DE DEUS, B.C. **Capacidade fotossintética e ontogenia foliar da videira 'Niagara Rosada' cultivada sob cobertura plástica no norte fluminense**. 2014. 54p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

FAVERO, A.C.; AMORIM, D.A.; MOTA, R.V.; SOUZA, C.R.; REGINA, M.D.A. Physiological responses and production of 'Syrah' vines as a function of training systems. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 3, p. 267–273, 2010.

FRANCIS, F. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 181–207.

GLADSTONE, E.A.; DOKOOZLIAN, N.K. Influence of leaf area density and trellis/training system on the light microclimate within grapevine canopies. **Vitis - Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 42, n. 3, p. 123–131, 2003.

HERNANDES, J.L.; PEDRO JUNIOR, M.J. **Sistema de condução em manjedoura na forma de "Y" e cultivo portegido para a videira.** Campinas: Instituto Agronômico, 2011. 42p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 211).

HERNANDES, J.L.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BLAIN, G.C. Fenologia e produção da videira 'Niagara Rosada' conduzida em manjedoura na forma de "Y" sob telado plástico durante as safras de inverno e verão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. Especial, p. 499;504, 2011. Número especial.

HERNANDES, J.L.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BLAIN, G.C.; ROLIM, G.D.S. Comportamiento produtivo da videira 'Niágara Rosada' em diferentes sistemas de condução, com e sem cobertura plástica, durante as safras de inverno e de verão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia,** Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 123–130, 2013.

HIDALGO, L. **Tratado de viticultura general**. Madrid: Mundi-Prensa, 1993. 983p.

KELLER, M. **The science of grapevines:** anatomy and physiology. 2nd . ed. Prosser, USA: Academic Press, 2015. 509p.

KLIEWER, W.M.; DOKOOZLIAN, N.K. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit composition and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 56, n. 2, p. 170–181, 2005.

KYRALEOU, M.; KALLITHRAKA, S.; KOUNDOURAS, S.; CHIRA, K.; HAROUTOUNIAN, S.; SPINTHIROPOULOU, H.; KOTSERIDIS, Y. Effect of vine training system on the phenolic composition of red grapes (*Vitis Vinifera* L . Cv . Xinomavro). **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, Villenave d'Ornon, v. 49, p. 71–84, 2015.

LORENZ, D.H.; EICHHORN, K.W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L . ssp . vinifera): Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 1, p. 100–103, 1995.

MAIA, J.D.G.; CAMARGO, U.A. (Ed.). **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2012. 301p.

MARTINS, W.A.; SANTOS, S.C.; SMILJANIC, K. B.A. Exigência térmica e produção da videira ‘Niagara Rosada’ em diferentes épocas de poda no Cerrado do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 37, n. 1, p. 171–178, 2014.

MOTA, R.V.; SILVA, C.P.C.; CARMO, E.L.; FONSECA, A.R.; FAVERO, A.C.; PURGATTO, E.; SHIGA, T.M.; REGINA, M.D.A. Composição de bagas de ‘Niágara Rosada’ e ‘Folha-de-Figo’ relacionadas ao sistema de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, p. 1116–1126, 2010.

NORBERTO, P.M.; REGINA, M.D.A.; CHALFUN, N.N.J.; SOARES, A.M. Efeito do sistema de condução em algumas carcaterísticas ecofisiológicas da videira (*Vitis labrusca* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 721–726, 2009.

PALLIOTTI, A. A new closing Y-shaped training system for grapevines. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 18, p. 57–63, 2012.

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.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; SENTELHAS, P.C.; POMMER, C.V; MARTINS, F.P. Determinação da temperatura-base, graus-dia e índice biometeorológico para a videira ‘Niagara Rosada’. **Revista Brasileira de Agrometeorologia,** Santa Maria, v. 2, p. 51–56, 1994.

REYNIER, A. **Manual de viticultura**. 5. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1995. 407p.

REYNOLDS, A.G.; VANDEN HEUVEL, J.E. Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 60, n. 3, p. 251–268, 2009.

RIBEIRO, D.; CORSATO, C.; LEMOS, J.; SCARPARE, J. Desenvolvimento e exigência térmica da videira'Niagara Rosada', cultivada no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 890–895, 2009.

ROSIER, J.P.; CARBONNEAU, A. Medidas de superficie foliar na comparaçaõ de dois sistemas de condução da videira cultivada em solos argiloso e arenoso. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 42, n. 241, p. 253–262, 1995.

SAS. **Statistical Analysis System.** Cary, North Carolina, USA: SAS Institute Inc, 2002.

SCARPARE, F.V.; ANGELOCCI, L.R.; SCARPARE FILHO, J.A.; SILVA, J.; RODRIGUES, A. Determinação de índices biometeorológicos da videira 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca* L.) podada em diferentes épocas e fases do ciclo vegetativo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 782–789, 2013.

SCARPARE, F.V.; FILHO, J.A.S.; RODRIGUES, A.; REICHARDT, K.; ANGELOCCI, L.R. Growing degree-days for the 'Niagara Rosada' grapevine pruned in different seasons. **International Journal of Biometeorology**, Milwaukee, v. 56, n. 5, p. 823–830, 2012.

SCHENEIDER, C.; ANCEL, J.; ITEYWANG, M. Etude comparative entre plusieurs systemes de conduite sur deux cépages d'Alsace. **Compte Rendu**, Bordeaux, v. 4, p. 97–108, 1989.

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**, Sete Lagoas, MG, v. 5, n. 2, p. 199–206, 1997.

SCHULTZ, H.R. Grape canopy structure, light microclimate and photosynthesis. I. A two-dimensional model of the spatial distribution of surface area densities and leaf ages in two canopy systems. **Vitis - Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 34, n. 4, p. 211–215, 1995.

SMART, R.E. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 36, n. 3, p. 230–239, 1985.

SMART, R.; ROBINSON, M. **Sunlight into wine;** a handbook for wine grape canopy arrangement. Adelaide: Winetitles SA, 1991. 88p.

SOARES, J.M.; LEÃO, P.C. de S. (Ed.). **A vitivinicultura no semiárido brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Semi-Árido, 2009. 756p.

TECCHIO, M.A.; MOURA, M.F.; PAIOLI-PIRES, E.J.; TERRA, M.M. Efeito do porta-enxerto e da época de poda na duração das fases fenológicas e no acúmulo de graus-dia pela videira 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1073–1080, 2013.

4 FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA VIDEIRA 'NIAGARA ROSADA' CONDUZIDA EM ESPALDEIRA E EM LATADA

Resumo

Na cultura da videira, a produtividade está fortemente relacionada ao sistema de condução utilizado, devido ao efeito da quantidade de superfície foliar exposta à radiação solar, o que implica em respostas fisiológicas na planta que são expressas em termos de produção e qualidade dos frutos. A videira americana 'Niágara Rosada' foi estabelecida no estado de São Paulo utilizando-se o sistema de condução em espaldeira. Entretanto em áreas onde eram plantadas uvas europeias e foram substituídas por 'Niágara Rosada' o produtor utilizou o sistema de condução já existente, no caso em latada. O objetivo deste trabalho foi avaliar a fisiologia e produção de videiras 'Niágara Rosada', plantadas em 2007, conduzidas nos sistemas em latada e em espaldeira, no município de Piracicaba-SP. Foram avaliados os ciclos de produção de 2014 e 2015. Nos dois anos de avaliação, o sistema de condução não influenciou a duração em dias e graus-dia do ciclo da videira desde a poda até a colheita, nem na taxa de crescimento absoluto dos ramos. O índice de área foliar e a área de superfície foliar foram superiores no sistema em latada, porém algumas respostas nas trocas gasosas foram afetadas somente no ano mais seco (2014). No segundo ano de avaliação não houve diferenças nas variáveis ecofisiológicas. O crescimento do fruto e as mudanças de cor foram iguais, nos dois anos de avaliação, independentemente do sistema de condução adotado. O sistema em latada apresenta melhores relações entre a área de superfície foliar e produção, como também maiores valores de produtividade. Entretanto, uvas produzidas no sistema em espaldeira, apresentam frutos de melhor qualidade.

Palavras chave: *Vitis labrusca* L; Trocas gasosas; Área de superfície foliar; Índice de área foliar; Fenologia

Abstract

In vine culture, the yield is strongly related to the training system used, due to the effect of the leaf surface exposed to solar radiation, which imply physiological responses that are expressed in terms of fruit production and quality. The american vine 'Niagara Rosada' was first planted in São Paulo state using the conduction system in vertically shoot-positioned (VSP). However, in areas where european grapes were replaced by 'Niagara Rosada', grape growers usually uses the existing training system, which is pergola system. The aim of this study was to evaluate the physiology and production of 'Niagara Rosada' vines, planted in 2007, trained in pergola and VSP system, in Piracicaba-SP for the 2014 and 2015 seasons. The training system had no influence the duration in total days and degrees-days from pruning to harvest data, neither the absolute growth rate of the branches for both of the years. The leaf area index and leaf surface area were higher in the pergola system, however some effects in ecophysiological variables were affected in the dry year (2014). In the second year of evaluation there were no differences in ecophysiological variables. Fruit growth and color changes were similar for both of the years, regardless of the adopted training system. The pergola system presents

the best ratio between area of leaf surface and production, as well as higher yields. However, grapes produced in the VSP system have the best quality fruits.

Keywords: *Vitis labrusca* L; Gas exchange; Leaf surface area; Leaf area index; Phenology

4.1 Introdução

A videira americana ‘Niágara Rosada’ (*Vitis labrusca* L.) foi estabelecida no estado de São Paulo para diversificar a matriz produtiva, baseada em cultivares de uvas europeias (*Vitis vinifera*), como a ‘Itália’ e sua mutação ‘Rubi’. Essa mudança deveu-se principalmente, a sua menor necessidade de mão-de-obra para os tratos culturais, maior resistência a doenças e melhor retorno econômico (MAIA; CAMARGO, 2012). Com a mudança de espécies, muitos parreirais de ‘Niágara Rosada’ foram implantados utilizando o sistema de condução em latada, já existente nas propriedades para uvas europeias (MAIA; KUHN, 2001). No sistema em latada, as copas das plantas são conduzidas em um plano horizontal, proporcionando maior expansão dos ramos e maior produtividade, embora apresente um alto custo de implantação, devido à complexidade da estrutura física (SOUSA, 1996; CAPPELLO, 2014). Em áreas em que não foram utilizadas as estruturas das uvas europeias (latada), os vinhedos foram estabelecidos no sistema em espaldeira, devido ao menor custo de instalação e manutenção (CAPPELLO, 2014). No sistema de condução em espaldeira as copas das plantas são conduzidas em um único plano vertical, proporcionando facilidade para a mecanização dos parreirais. O sistema em espaldeira é mais simples do que o sistema em latada, e mais barato para a implantação, porém proporciona produtividade inferior (MIELI; MANDELLI, 2005).

A produtividade na cultura da videira está fortemente relacionada ao sistema de condução utilizado, devido ao efeito da quantidade de superfície foliar exposta à radiação solar e distribuição espacial das folhas, o que modifica as interações entre o dossel e o ambiente externo. Estas interações implicam respostas fisiológicas especificas na planta que são expressas em termos de produção e qualidade dos frutos (GLADSTONE; DOKOOZLIAN, 2003).

Desta forma, o objetivo do trabalho foi caracterizar as variáveis fisiológicas e produtivas da videira ‘Niágara Rosada’ nos sistemas de condução em latada e espaldeira em clima Cwa.

4.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido nos ciclos produtivos de 2014 e 2015, na área do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, localizada no município de Piracicaba-SP (22°42’34’’ S; 47°37’38’’ O, e altitude de 546 metros). A classificação climática conforme Koeppen é a Cwa, caracterizada pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno (CEPAGRI, 2016).

Utilizou-se no experimento plantas da cultivar Niágara Rosada (*Vitis labrusca* L), enxertadas em ‘IAC 766 Campinas’ [(*V. riparia* – *V. rupestris* x *V. cordifolia* 106-8 Mgt) x *V. caribaea*], plantadas em 2007. Os sistemas de condução utilizados foram em latada, com espaçamento de 2,7 metros entre linhas e 2 metros entre plantas, e em espaldeira, com espaçamento de 2 metros entre linhas e 1 metro entre plantas. A área experimental contou com cinco repetições e três plantas por repetição, totalizando 15 plantas por sistema de condução.

As plantas foram podadas, no primeiro ciclo avaliado, em 13 de agosto de 2014 e, no segundo ciclo, em 12 de agosto de 2015. Foi realizada a poda curta, deixando uma ou duas gemas por ramo produtivo, e seguida da aplicação de cianamida hidrogenada (Dormex©), na concentração de 5%. As adubações foram realizadas de acordo com a análise de solo, para uma meta de produtividade de 13 a 22 t ha^{-1}, e aplicações regulares de fungicidas foram feitas de acordo com a incidência de chuvas e a ocorrência de sintomas iniciais de doenças (BUENO, 2010).

Para os dois sistemas de condução, o período entre os estádios fenológicos das videiras, segundo a escala fenológica BBCH (LORENEZ et al., 1995), foi calculado em dias e em graus-dia. O cálculo dos graus-dia foi feito segundo a equação proposta por Winkler (1948), apud Hidalgo (1993), utilizando-se como temperatura-base 10°C (PEDRO JÚNIOR et al., 1994): $GD = \sum((Tmax+Tmin)/2) - 10ºC$, em que: GD = Graus-dia; Tmax = Temperatura máxima diária; Tmin = Temperatura mínima diária. Os dados climáticos foram obtidos de uma estação

meteorológica automática localizada junto ao experimento (Dependências do LEB - Departamento de Engenharia de Biossistemas da ESALQ - USP).

O comprimento dos ramos foi medido duas vezes por semana, a partir da brotação até o desponte, em dois ramos marcados por planta, para o cálculo da taxa de crescimento absoluto (TCA), segundo a equação: TCA = (Cf-Ci)/(Tf-Ti), em que: Cf = Comprimento final (cm); Ci = Comprimento inicial (cm); Tf = tempo final (dia); Ti = tempo inicial (dia).

O índice de área foliar (IAF) foi estimado com o uso do analisador de copa LAI-2000 (LI-COR), em quatro estádios fenológicos segundo a escala BBCH: floração total, frutos jovens começam a inchar, início da maturação e frutos maduros para a colheita. A área de superfície foliar (AS) foi calculada a partir das dimensões da superfície foliar externa do dossel por planta, nos sistemas de condução. Todas as áreas das secções do dossel foram aproximadas para retângulos e calculadas pela fórmula altura x comprimento. No sistema em espaldeira foi utilizada a somatória das áreas do topo e das laterais, por serem os planos que interceptam a radiação solar (SMART, 1985). Na latada foi calculada a área de superfície baseada unicamente no topo da planta, responsável pela captação de luz.

A taxa fotossintética (*A*) (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}), transpiração (*E*) (mmol H_2O m^{-2} s^{-1}) e condutância estomática (*gs*) (mol H_2O m^{-2} s^{-1}) foram avaliadas com o analisador portátil de gases por infravermelho (IRGA), LI-COR modelo Li-6400xt, em duas folhas maduras, sadias e expostas à radiação solar máxima. As leituras foram realizadas entre as 9h e 12h, com o fluxo de fótons fotossintéticos ajustado para 1000 µmol m^{-2} s^{-1}, concentração de CO_2 na câmara em torno de 400 µmol mol^{-1}, com a temperatura do ar externo e utilizando uma câmara 6 cm^2. As avaliações foram realizadas nos estádios fenológicos de: floração total, frutos jovens começam a inchar, início da maturação e frutos maduros para a colheita, segundo a escala BBCH.

O diâmetro e a cor das bagas foram avaliados duas vezes por semana, a partir do estádio fenológico de bagas do tamanho de ervilha até a colheita. Foram utilizados cinco cachos marcados por sistema de condução e três partes dos cachos (acima, médio e inferior). O diâmetro das bagas foi medido na região equatorial dos frutos com o auxílio de paquímetro digital. Para as análises de cor utilizou-se o colorímetro Konica Minolta Chromameter CR-400, para obtenção das coordenadas L*, a* e b*. Os valores de a* e b* foram utilizados para calcular a cromaticidade “C”,

pela fórmula $C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5}$ e o ângulo Hue, calculado pela fórmula $Hue = Tang^{-1}(b^*/a^*)$. Com base nestes dados, foi calculado o índice específico para bagas de cor vermelha, CIRG (*Color index for red grapes*), com a equação: CIRG = 180-hue*/(L*+C). Valores do índice CIRG próximos a zero correspondem a bagas de coloração verde, enquanto que valores próximos a 4 correspondem a bagas de coloração vermelha e valores próximos a 5 a bagas de coloração violeta (CARREÑO et al., 1995).

Para a determinação do ponto de colheita, a partir do início da maturação dos cachos, duas vezes por semana foram amostradas 50 bagas ao acaso por sistema de condução. Avaliou-se o teor de sólidos solúveis totais em refratômetro portátil, até atingir valores acima de 14°Brix. Por ocasião da colheita, foi avaliada a produção por planta, o número de cachos, a massa média dos cachos, o número bagas por cacho e calculou-se a produtividade por hectare.

Para a análise química dos frutos, após a colheita, foram esmagadas manualmente 50 bagas amostradas ao acaso por planta, em 15 plantas por sistema de condução. O mosto extraído foi utilizado para as análises físico-químicas do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) em refratômetro portátil e acidez total titulável por titulação com NaOH 0,1 N. As cascas foram utilizadas para determinar o conteúdo de antocianinas e flavonóis pelo método de Francis, (1982). Para a extração das antocianinas, pesou-se 1 g de casca e adicionou-se 10 mL da solução de etanol-HCL (1,5 N). O conteúdo foi colocado em um almofariz e macerado por 1 min, sendo em seguida transferido para um balão volumétrico de 30 mL (sem filtrar) onde foi aferido o volume com etanol-HCL (1,5 N). A solução foi transferida para um frasco de vidro, envolto em papel alumínio, onde descansou por 24 horas em geladeira (8ºC). Após doze horas filtrou-se o material para um Becker envolto com papel alumínio, e realizou-se a leitura em um espectrofotômetro com comprimento de onda de 535 nm. O “branco” foi composto apenas da solução de etanol-HCL (1,5 N). O cálculo de antocianina total foi feito em mg $100g^{-1}$ pela fórmula: Antocianina total = absorbância * fator de diluição / 98,2. O conteúdo de Flavonóis foi determinado com o uso da mesma metodologia descrita anteriormente, com leitura em espectrofotômetro feita em comprimento de onda de 374 nm.

Para as variáveis de fenologia, comprimento do ramo, índice de área foliar, diâmetro e cor de fruto, fotossínteses, transpiração e condutância estomática, feitas ao longo do tempo, foram calculadas a área abaixo da curva e comparadas por meio

da análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis de produção e qualidade de frutos foram avaliadas apenas no dia da colheita, sendo apresentadas as médias dos dois anos de avalição, quando não houve interação entre ano e sistema de condução. As médias foram comparadas pela análise da variância multivariada com teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a caracterização dos sistemas de condução foi feita uma análise multivariada de componentes principais e apresentado o gráfico biplot. Foi utilizado o pacote estatístico SAS 9.0 (SAS, 2002).

4.3 Resultados e discussão

Independentemente do sistema de condução, o primeiro ciclo de produção avaliado (2014), com poda em 13 de agosto e colheita em 17 de dezembro, teve uma duração de 126 dias. No segundo ciclo de produção (2015), com poda em 12 de agosto e colheita em 16 de dezembro, o ciclo foi de 125 dias. A duração de cada estádio fenológico, nos dois sistemas de condução avaliados foi similar. O total dos ciclos, em graus-dia foi de 1799, para 2014, e 1923, para 2015 (Tabela 7).

Tabela 7 – Duração em dias desde a poda até os principais estádios fenológicos da videira 'Niágara Rosada', conduzida em latada e em espaldeira, em dois anos de avaliação, em Piracicaba – SP

Estádio Fenológico	2014		2015	
	Latada	Espaldeira	Latada	Espaldeira
	Dias após a poda			
Brotação	21	21	19	19
Duas folhas abertas	23	23	22	22
Inflorescência visível	27	27	26	26
Florescimento	41	41	40	43
Frutificação	44	44	45	50
Bagas em ervilha	51	55	54	57
Mudança de cor	99	99	110	114
Colheita	126	126	125	125
Acúmulo de Graus-dia (GD)	1799	1799	1923	1923

Os valores em dias obtidos nos dois ciclos produtivos avaliados foram similares aos observados por Scarpare et al. (2013), entre 126 e 147 dias, em

experimento conduzido na mesma região deste ensaio, com plantas de ‘Niágara Rosada’ conduzidas em espaldeira. Quanto ao acúmulo de graus-dia (GD), Scarpare et al. (2012) obtiveram uma média de 1699 GD nas mesmas condições descritas anteriormente. Tecchio et al. (2011), na região de Votuporanga – SP, em plantas com a mesma combinação de porta-enxerto e copa, no sistema em latada, obtiveram um acúmulo de 1589 GD e duração de 112 dias, desde a poda até a colheita. Da mesma forma, em plantas da mesma cultivar conduzidas em espaldeira na região de Louveira-SP, foi reportada uma duração do ciclo entre a poda e a colheita de 135 dias e acúmulo entre 1558 e 1603 GD, em dois anos de avaliação (TECCHIO et al., 2013). Pedro Júnior et al. (1993) em plantas ‘Niágara Rosada’, em espaldeira e em diferentes regiões paulistas, verificaram uma variação da necessidade térmica em função do local, de 1248 a 1386 GD. Em plantas de ‘Niágara Rosada’ plantadas em outras regiões do Brasil, como em Eldorado do Sul-RS foi obtida uma duração em dias de 154 e soma de graus-dia de 1534, no sistema em espaldeira (ANZANELLO et al., 2012). De igual forma no cerrado brasileiro (Goiás) foram reportados valores de 122 dias e 1700 GD (MARTINS; SANTOS; SMILJANIC, 2014). As diferenças em dias e em graus-dia, reportadas nos experimentos, para a duração dos estádios fenológicos, podem ser devidas à disponibilidade térmica de cada região de cultivo, tendo a temperatura do ar uma estreita relação com o início da brotação e com a fase de florescimento (PEDRO JÚNIOR et al., 1993). Também, as diferenças genéticas ocasionadas pela combinação copa/porta-enxerto podem induzir diferentes vigores e influenciar na precocidade de brotação (TECCHIO et al., 2011). Portanto, o uso de graus-dia com temperatura base de 10°C, para a cultivar ‘Niágara Rosada’, não se mostrou adequado na determinação do ciclo da cultura, apresentando variabilidade similar à apresentada para dias acumulados, entre safras e entre regiões de cultivo.

O comprimento do ramo e a taxa de crescimento absoluto não apresentaram diferenças entre as plantas conduzidas nos sistemas em latada e em espaldeira, no ano de 2014. No ano 2015, o comprimento do ramo foi superior no sistema em latada, porém, a taxa de crescimento foi igual entre os sistemas de condução (Figura 11 e Tabela 8). A partir do início da brotação observou-se um rápido aumento no comprimento dos ramos até 50 dias após a poda (DAP) quando foi feita a remoção do broto apical com cerca de 100 a 120 cm. Nos dois ciclos produtivos foi observada uma alta taxa de crescimento dos ramos logo no início da brotação até o

florescimento (40 DAP), alcançando entre 4 e 5 cm dia^{-1}, nos dois sistemas de condução. Nesse período o crescimento dos ramos é dependente de carboidratos e compostos nitrogenados armazenados em outras partes da planta (KELLER, 2015). Após esse período, houve estabilização da velocidade de crescimento, com média de 5 cm dia^{-1} no primeiro ano de experimentação e de 7 cm dia^{-1}, no segundo ano. Após o florescimento, a taxa de crescimento dos ramos diminuiu, provavelmente, pela competição entre os órgãos vegetativos e reprodutivos (HIDALGO, 1993; REYNIER, 1995).

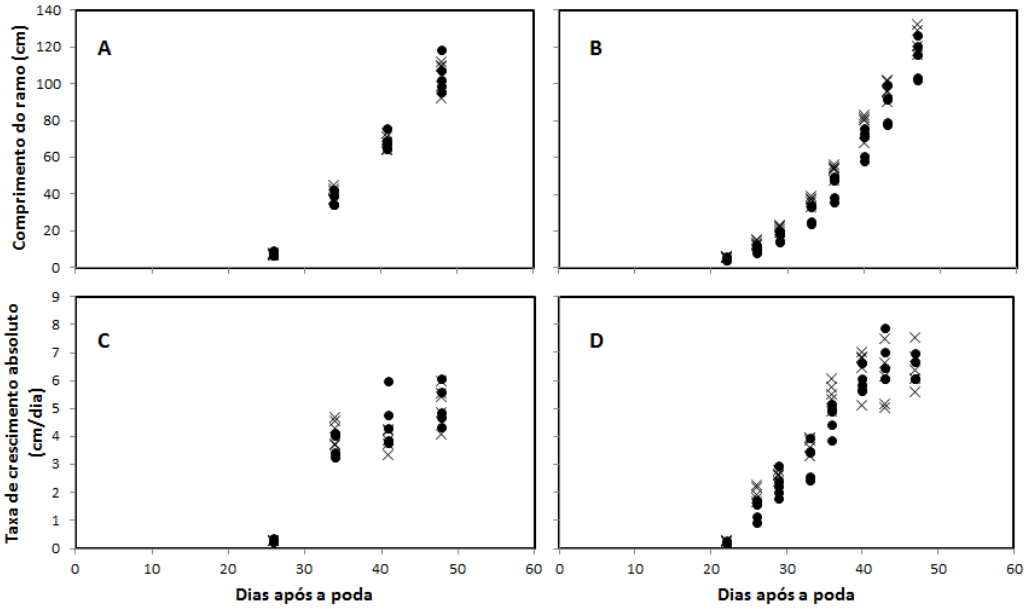

Figura 11 – Comprimento de ramos (A e B) e taxa de crescimento absoluto de ramos (C e D) de videiras 'Niágara Rosada' conduzidas em latada (**x**) e em espaldeira (●), nos anos de 2014 (A e C) e 2015 (B e D), em Piracicaba – SP

O índice de área foliar (IAF) foi influenciado pelo sistema de condução nos dois anos de avaliação (Tabela 8). O sistema em latada apresentou os maiores valores de 2 e 2,7 m^2 m^{-2} em 2014 e 2015, respectivamente (Figura 12). Esse resultado, provavelmente, foi devido ao maior número de ramos e espaço disponível para o desenvolvimento do dossel. No Chile, videiras da cultivar Sultana, conduzidas no sistema 'Parronal' (Quatro ramos principais orientados para norte, sul, leste e oeste, horizontalmente a 1,8 m de altura), tiveram valores de IAF de 2,1 m^2 m^{-2} no florescimento e de 4,5 m^2 m^{-2} na fase de crescimento ativo das bagas (DE CORTÁZAR; CÓRDOVA; PINTO, 2005). As plantas no sistema em espaldeira apresentaram valores de 1,1 e 1,3 m^2 m^{-2}, em 2014 e 2015, respectivamente. Estes

valores são similares ao valor médio reportado por Pedro Júnior et al. (2007) de 1,29 $m^2\ m^{-2}$ para 'Niágara Rosada' no sistema em espaldeira na região de Jundiaí, SP.).

Tabela 8 – Área abaixo da curva das variáveis de crescimento de videiras 'Niágara Rosada' conduzidas em latada e em espaldeira, em dois anos de avaliação, em Piracicaba – SP

Sistema de condução	Comprimento do ramo		Taxa de crescimento absoluto		Índice de área foliar	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Latada	1175,98	1312,3	77,93	106,06	90,13	117,53
Espaldeira	1154,91	1135,71	94,68	105,92	52,35	74,78
Sistema[a]	ns	*	ns	ns	*	*

[a] ns = não significativo; * = Indica significância pelo Teste de Tukey a 5%.

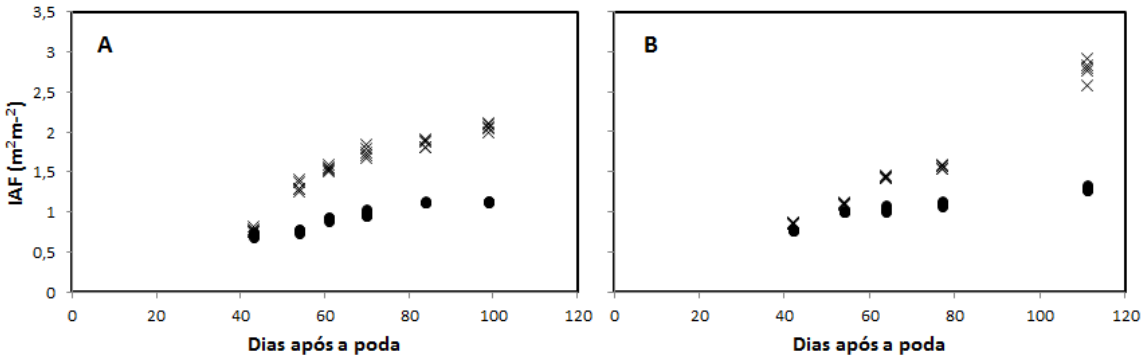

Figura 12 – Índice de área foliar (IAF) da videira 'Niágara Rosada' conduzida em latada (**x**) e em espaldeira (●) em dois anos de avaliação, 2014 (A) e 2015 (B), em Piracicaba – SP

A área foliar que desenvolve a planta da videira é um fator que determina a capacidade de produção, uma vez que a radiação solar é a principal fonte de energia utilizada para o processo da fotossíntese (ALMANZA-MERCHÁN; GONZALES-ALMANZA; BALAGUERA-LOPEZ, 2012). Alguns autores, entretanto, apontam que o acréscimo do IAF não representa necessariamente o aumento da atividade fotossintética, devido à deficiente penetração de luz causada por excesso de folhas no dossel e sombreamento das camadas inferiores de folhas (CHAVES, 1986; MULLINS; BOUQUET; WILLIAMS, 1994). Portanto, o IAF pode não representar uma avaliação precisa da quantidade de folhas potencialmente ativas, principalmente quando se compara sistemas de condução de várias configurações e tamanhos de copa (GLADSTONE; DOKOOZLIAN, 2003). Conforme avança o ciclo

de crescimento da videira, o dossel torna-se menos poroso pela quantidade de folhas, e começa a competição por luz e espaço entre elas. Como consequência, a fotossíntese geral da planta depende entre 80% e 95% das folhas exteriores, ou seja, da área de superfície foliar. A área de superfície foliar (AS), expressa em m^2 $planta^{-1}$, é a superfície do dossel definida pelo contorno da planta. Portanto, a AS permite avaliar o potencial qualitativo do sistema de condução, não importando a forma do dossel (SMART; ROBINSON, 1991; SÁNCHEZ-DE-MIGUEL et al., 2010).

Para o sistema em latada o AS foi de 6,16 m^2 $planta^{-1}$ em média dos dois anos avaliados, diferente do sistema em espaldeira com 2,49 m^2 $planta^{-1}$. Da mesma forma, plantas de 'Niágara rosada' conduzidas em latada na região de Caldas-MG, apresentaram maiores valores de superfície foliar exposta quando comparado à espaldeira (NORBERTO et al., 2008). O dossel das plantas em latada apresentam menos camadas de folhas, as quais são dispostas de maneira a cobrir à área disponível melhor do que no sistema em espaldeira.

A taxa fotossintética (*A*) apresentou diferenças entre os sistemas, no primeiro ano de condução do experimento (2014) (Figura 13 e Tabela 9). No sistema em latada os valores obtidos foram menores em 8,4% do que no sistema em espaldeira. Esse resultado ocorreu de maneira similar para a condutância estomática (*gs*) com uma redução de 21,8% no sistema em latada. Em videiras cv. Sultana, conduzidas em sistemas de condução horizontais, desenvolvidas com várias camadas de folhas no dossel, observou-se que a camada superior de folhas recebeu radiação direta contínua a maior parte do dia, o que causou fotoinibição (DE CORTÁZAR; CÓRDOVA; PINTO, 2005). Além disso, as demandas de água crescem com pequenas modificações na planta, como aumentos na altura do dossel e na área de superfície foliar (REYNOLDS; VANDEN HEUVEL, 2009), como é o caso da latada. Se essa demanda de água não é suprida adequadamente pode se tornar outro fator que predispõe as plantas para fotoinibição com efeitos negativos na condutância estomática. O fechamento dos estômatos é um dos principais mecanismos que limitam a fotossíntese, pois diminui a entrada de CO_2 nas células do mesofilo (KLIEWER, 1990). No ano 2014, a quantidade de chuva foi menor do que o ano 2015, o que pode explicar os resultados obtidos.

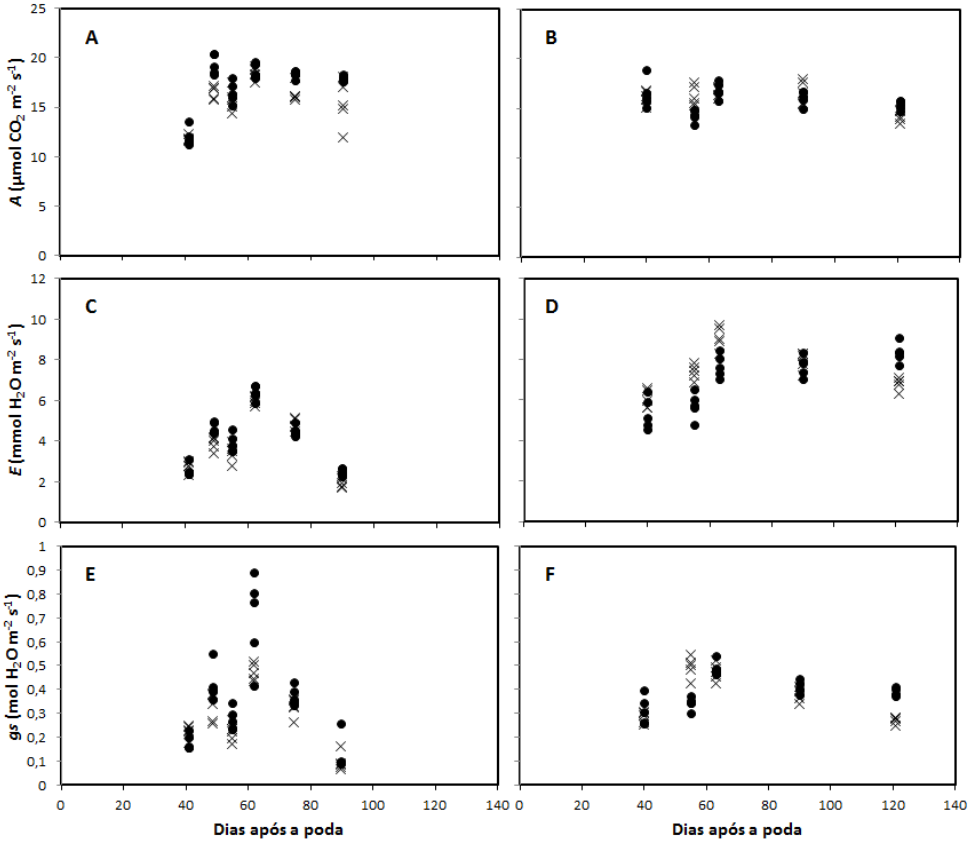

Figura 13 – Fotossíntese (***A***) (A e B), Transpiração (***E***) (C e D) e Condutância estomática (***gs***) (E e F) em videiras 'Niágara Rosada' conduzidas em latada (**x**) e em espaldeira (●) em dois anos de avaliação, 2014 (A, C e E) e 2015 (B, D e F), em Piracicaba – SP

Tabela 9 – Área abaixo da curva das variáveis ecofisiológicas de videiras 'Niágara Rosada' conduzidas em latada e em espaldeira em dois anos de avaliação, em Piracicaba – SP

Sistema de condução	Fotossíntese (*A*)		Transpiração (*E*)		Condutância estomática (*gs*)	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Latada	796,49	1304,04	203,18	625,30	14,56	31,27
Espaldeira	869,17	1288,81	213,91	593,21	18,61	32,69
Sistema[a]	*	ns	ns	ns	*	ns

[a] ns = não significativo; * = Indica significância pelo Teste de Tukey a 5%.

Em 2015, houve uniformidade das respostas nas trocas gasosas e condutância estomática entre os sistemas de condução. Nas condições de Caldas – MG, plantas de 'Niágara Rosada' conduzidas em latada, espaldeira e lira não apresentaram diferenças nas variáveis de troca gasosas, o que foi explicado pela igualdade das condições ambientais, com ausência de limitações meteorológicas e hídricas (NORBERTO et al., 2009). Estes autores reportaram valores de fotossíntese

entre 7 e 10 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} e condutância estomática entre 0,5 e 1 mol H_2O m^{-2} s^{-1}, sendo menores aos encontrados neste experimento. De forma similar, em plantas de 'Syrah', a taxa de assimilação de CO_2 não foi afetada pelos sistemas de condução avaliados (espaldeira e sistema de dossel dividido GDC) em dois ciclos produtivos avaliados (FAVERO et al., 2010). Estes resultados verificam que o sistema de condução não afeta as respostas ecofisiológicas, quando as plantas estão em boas condições agronômicas e hídricas.

Resultados diferentes foram reportados em videiras da cultivar Sangiovese, em que houve diminuição de 26% da fotossíntese em plantas conduzidas em espaldeira quando comparadas a plantas com um dossel de crescimento livre (PONI; INTRIERI, 2009). Os autores atribuíram esta diferença a menor quantidade de luz que penetra na parte interna da copa na espaldeira, já que o dossel é forçado entre os fios para dar a forma vertical. Da mesma forma, na Itália videiras da cultivar Erbaluce conduzidas em um sistema de cortina vertical tiveram menor assimilação de carbono por unidade de área foliar, em comparação com folhas de videiras conduzidas no sistema em latada (NOVELLO et al., 2001). O resultado foi explicado pela atividade enzimática mais eficiente de folhas de videiras conduzidas em latada e pela distribuição espacial dos ramos.

No desenvolvimento do fruto, o diâmetro e a taxa de crescimento absoluto tiveram o mesmo padrão de resposta para os dois sistemas de condução e nos dois anos avaliados (Figura 14). Em 2014, os frutos alcançaram valores de diâmetro de 18,4 mm e 17,5 mm nos sistemas em latada e em espaldeira, respectivamente. De forma similar em 2015 os valores alcançados foram de 19,7 mm e 18,8 mm, respectivamente. Esses valores corroboram com as características da baga descritas para esta cultivar, sendo arredondadas ou ovaladas com 19,8 mm a 20,8 mm de diâmetro (MAIA; CAMARGO, 2012). No começo da frutificação, a taxa de crescimento do fruto foi, em média, de 0,6 mm dia^{-1}, para os dois sistemas de condução. Após a frutificação ocorreu um decréscimo na taxa até aproximadamente 70 DAP, que coincide com o início do desenvolvimento das sementes e as mudanças bioquímicas das bagas (KELLER, 2015). Após este período, a taxa se manteve entre o intervalo de 0 e 0,3 mm dia^{-1} até a maturação das bagas.

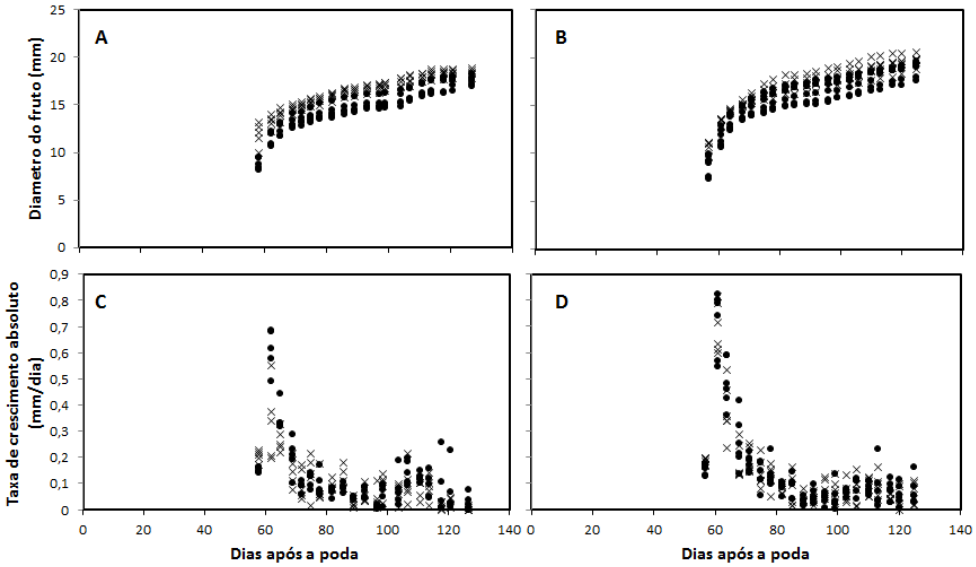

Figura 14 – Diâmetro do fruto (A e B) e taxa de crescimento absoluto do fruto (C e D) de videiras 'Niágara Rosada' conduzidas em latada (**x**) e em espaldeira (●), nos anos de 2014 (A e C) e 2015 (B e D), em Piracicaba – SP

Quanto à coloração das bagas, avaliada pelo Índice de cor para uvas vermelhas (CIRG), pode-se verificar que a mudança de cor, no primeiro ano de avaliação, ocorreu de forma mais rápida na latada, verificado pelos maiores valores de CIRG entre os 100 DAP e 120 DAP e maior área abaixo da curva (93,83) do que a espaldeira (68,17). Entretanto, no momento da colheita, os frutos de videiras conduzidos nos dois sistemas alcançaram valores similares (Figura 15). Em 2015, o desenvolvimento da cor das bagas não teve diferenças ao longo do tempo para os dois sistemas de condução (valores da área abaixo da curva de 55,43 e 61,10 para a latada e espaldeira respectivamente).

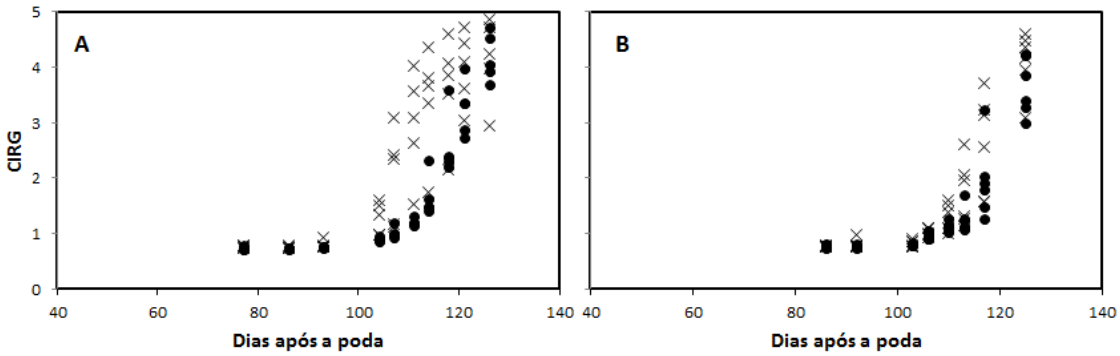

Figura 15 – Índice de cor para uvas vermelhas (CIRG) do fruto da videira 'Niágara Rosada' conduzida em latada (**x**) e espaldeira (●) em dois anos de avaliação, 2014 (A) e 2015 (B), em Piracicaba – SP

A mudança de cor começou em 99 DAP e 112 DAP para 2014 e 2015 respectivamente, evidenciada pelo aumento nos valores do CIRG a partir de um. A mudança de cor ocorre devido à degradação das clorofilas, que desmascara os carotenoides amarelos e laranja-vermelhos previamente invisíveis, e devido ao acúmulo simultâneo de pigmentos da antocianina como o vermelho, roxo ou azul (KELLER, 2015).

As videiras conduzidas no sistema em latada quando comparadas a videiras conduzidas no sistema em espaldeira apresentaram valores superiores para todas variáveis associadas à produção (Tabela 10).

Tabela 10 – Variáveis de produção da videira 'Niágara Rosada' conduzida em latada e em espaldeira em dois anos de avaliação em Piracicaba – SP

Sistema de condução	N° cachos ramo^{-1} (planta)	Massa cacho (g)	N° bagas (Cacho)	Produção (kg planta^{-1})	Produtividade (t ha^{-1})
Latada	1,81[b]	266,28	62,64	10,70	19,83
Espaldeira	1,56	222,33	57,09	3,22	16,10
Sistema[a]	*	*	*	*	*
Sistema x ano[a]	ns	ns	ns	ns	ns

[a] ns = não significativo; * = Indica significância pelo Teste de Tukey a 5%. [b] Dados médios de dois anos de avaliação (2014 e 2015).

Estudo com videiras 'Niágara Rosada', em Caldas – MG, no sistema em latada apresentaram maior produção como resultado da maior massa e número de cachos por planta quando comparado ao sistema em espaldeira (MOTA et al., 2010). Plantas da cultivar Isabel apresentaram produtividades superiores no sistema de condução em latada quando comparadas ao sistema de dossel dividido GDC e em espaldeira, nas condições do noroeste paulista (MAIA; CAMARGO; NATCHIGAL, 1999). A maior quantidade de cachos por planta está relacionada à fertilidade das gemas e ao maior número de ramos por planta, os quais são maiores em sistemas de condução horizontais (DRY, 2000). Apesar do menor número de plantas por hectare no sistema em latada (1852 plantas ha^{-1}), a produtividade foi compensada pela quantidade de ramos por planta (26 ramos planta^{-1}). A vantagem do sistema em latada é que os ramos cobrem a maioria do espaço no plano horizontal disponível por planta, portanto, há um melhor aproveitamento da área. No sistema em espaldeira, mesmo com o adensamento e número de plantas por hectare (5000 plantas ha^{-1}), as plantas ocupam uma pequena área do terreno, no plano vertical,

com espaço livre entre as linhas de plantio. Esta configuração reduz a quantidade de ramos (11 ramos planta^{-1}) e a área produtiva da videira, o que pode ser observado pela produtividade e produção de 'Niágara Rosada' entre os dois sistemas de condução (Tabela 10).

A eficiência de produção de uma planta, também, pode ser calculada por meio dos índices entre área de superfície foliar (AS) e a produção. Estes índices são úteis para quantificar a relação entre a área foliar e a carga de colheita em diversas arquiteturas do dossel (SMART; ROBINSON, 1991; PALLIOTTI, 2012). O sistema em latada apresentou a menor necessidade de folhas por quilograma de frutos produzidos, e, portanto, maior quantidade de frutos produzidos por quantidade de folhas disponíveis (0,64 m^2 kg^{-1} e 1,80 kg m^{-2}) quando comparada à espaldeira (0,92 m^2 kg^{-1} e 1,35 kg m^{-2}). O potencial de produção do sistema em latada aumentou conforme a AS, independentemente da taxa fotossintética. Estes valores são similares aos reportados em plantas da cultivar Syrah conduzidas em sistema de dupla cortina (GDC), as quais atingiram 1,0 m^2 de área foliar por kg de fruto, enquanto que em espaldeira, essa proporção aumentou para 1,35 m^2 kg^{-1} (FAVERO et al., 2010). Porém, os valores encontrados neste estudo estão abaixo da faixa considerada como necessária para atingir uma boa qualidade de frutos segundo Kliewer e Dokoozlian, (2005). Esses autores relatam que para ocorrer uma boa maturação dos frutos em termos de concentração de açúcar, peso da baga e coloração, é necessário um limiar de 1,2 a 1.5 m^2 kg^{-1} independentemente da grande variação entre genótipos, condições ambientais e práticas culturais. Williams (1996) afirma que com valores abaixo de 0,7 e 1,0 m^2 por kg começa a diminuir o nível de açúcar.

O teor de sólidos solúveis, antocianinas e flavonóis foram menores e a porcentagem de acidez maior no sistema em latada em comparação ao sistema em espaldeira (Tabela 11). Menores teores de sólidos solúveis e antocianinas também foram observados nas cultivares Niágara Rosada e Folha-de-Figo cultivadas em latada, em Caldas-MG (MOTA et al., 2010). A queda da concentração de açúcar na latada provavelmente seja uma resposta a maior competição por fotoassimilados entre a quantidade de fruta produzida e os órgãos vegetativos deste sistema, representada pelos resultados do índice entre AS e a produção descritos anteriormente. A diminuição das antocianinas e flavonóis tem sido associada muitas vezes com o aumento do sombreamento da copa (SMART; ROBINSON, 1991;

HASELGROVE et al., 2000; DOWNEY; DOKOOZLIAN; KRSTIC, 2006), o qual pode estar representado pelo maior IAF da latada. Smart e Robinson (1991) observaram aumento na intensidade de cor, teor de compostos fenólicos e antocianinas, em vinhos elaborados a partir de uvas cultivadas em sistema com dossel aberto quando comparados aos elaborados a partir de uvas em sistema com dossel denso. De acordo com os autores, a principal causa da redução da qualidade da uva e do vinho foi o sombreamento dos cachos. O efeito do sombreamento da copa pode ser resumido nas mudanças de luz e temperatura, as quais podem ser modificadas com o tipo de sistema de condução (DOWNEY; DOKOOZLIAN; KRSTIC, 2006). A exposição à luz e temperatura exercem um papel relativamente independente, isto é, antocianinas são mais sensíveis à temperatura, ao passo que flavonóis respondem mais diretamente à intensidade da luz (PONI; INTRIERI, 2009). O grau de abertura do dossel e o nível de exposição das bagas, necessários para um bom acúmulo de antocianina, é difícil de definir. Estudos sugerem que uma cobertura desejável para videiras cultivadas em condições climáticas quentes é aquela em que os cachos são moderadamente expostos. É necessária luz suficiente para a síntese de antocianina, mas onde as bagas são protegidas de aquecimento excessivo (HASELGROVE et al., 2000).

Tabela 11 – Variáveis de qualidade do fruto da videira 'Niágara Rosada' conduzida em latada e em espaldeira em dois anos de avaliação, em Piracicaba – SP

Sistema de condução	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (%)	Antocianinas (mg 100 g^{-1})	Flavonóis (mg 100 g^{-1})
Latada	14,92[b]	0,56	24,09	56,65
Espaldeira	15,81	0,51	31,18	48,36
Sistema[a]	*	*	*	*
Sistema x ano[a]	ns	ns	ns	ns

[a] ns = não significativo; * = Indica significância pelo Teste de Tukey a 5%. [b] Dados médios de dois anos de avaliação (2014 e 2015).

O vigor da planta também foi relatado como fator importante no teor de taninos e composição da casca em videiras. O conteúdo de proantocianidinas (composto precursor da antocianina) foi maior em plantas de vigor baixo na cultivar Pinot Noir (CORTELL et al., 2005). Porém, é incerto se o vigor afeta diretamente a via biosintética através da disponibilidade de carbono, ou tem um efeito indireto

através de mudanças na arquitetura da copa sobre a luz e o microclima térmico (DOWNEY; DOKOOZLIAN; KRSTIC, 2006).

Frutos produzidos no ano mais seco (2014) apresentaram teores de sólidos solúveis maiores (16,2 °Brix) aos observados nos frutos do ano seguinte (14,5 °Brix). O aumento dos teores de açúcares no final da maturação é resultado de sua concentração nas bagas devido à evapotranspiração. Desta forma, a menor incidência de chuvas durante a maturação favorece o aumento da concentração de açúcares na baga (DREIER; STOLL; RUFFNER, 2000).

A caracterização dos sistemas de condução em relação às variáveis avaliadas foi feita pela análise de componentes principais (ACP) (Figura 16).

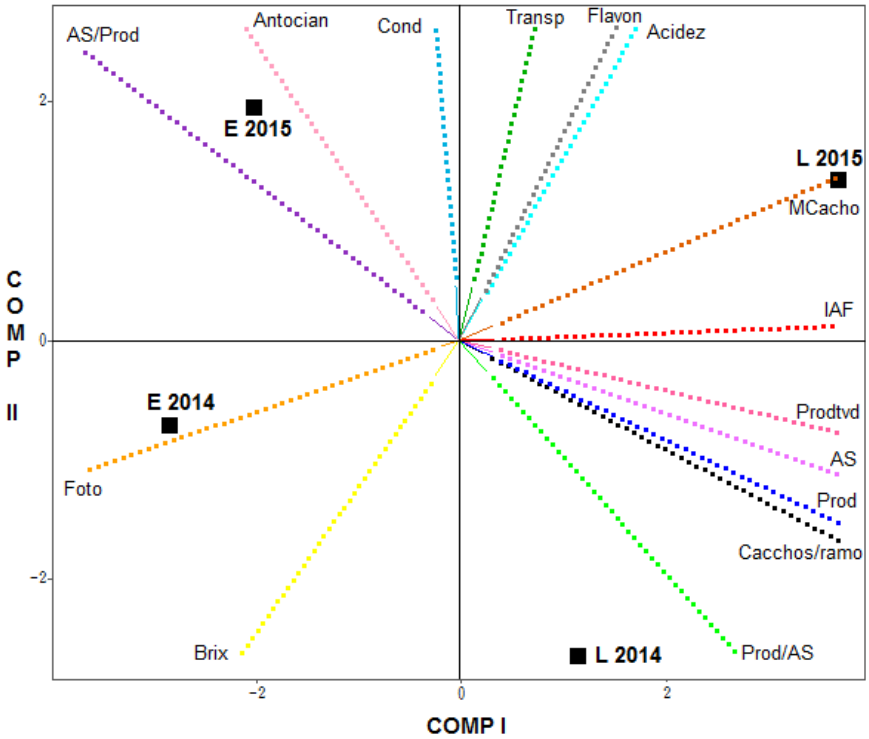

Figura 16 – Analise de componentes principais (ACP) da videira 'Niágara Rosada' conduzida nos sistemas de condução em latada (L) e em espaldeira (E) em dois anos de avaliação (2014 e 2015), em Piracicaba – SP. AS = Área de superfície foliar; AS/Prod = relação entre área de superfície e produção; IAF = Índice de área foliar; Flavon = Flavonóis; Transp = Transpiração; MCacho = Massa do cacho; Cond = Condutância estomática; Foto = Fotossíntese; Prodtvd = Produtividade; Prod/AS = relação entre a produção e a área de superfície foliar; Prod = Produção por planta; Antocian = Antocianinas

Dois componentes principais explicaram 89% da variação total, indicando que estes forneceram uma boa descrição dos dados. O componente I (COMP I) explicou 60% e o componente II (COMP II) 29%. De acordo com este analises o COMP I separou os sistemas de condução e o COMP II separou os anos de avaliação. Deste

modo o sistema em espaldeira foi caraterizado por um alto índice de AS/Prod e o sistema em latada por maiores valores de IAF, AS, massa de cacho, produção e produtividade. O ano 2014 foi caracterizado por apresentar maior teor de sólidos solúveis totais, e o ano 2015 pelas variáveis fisiológicas de condutância estomática e transpiração, além da porcentagem de acidez, antocianinas e flavonóis.

O sistema em latada pela sua estrutura permite um maior desenvolvimento do dossel em área o que favorece a produção por planta, a massa do cacho e em consequência a produtividade. Por outro lado, a espaldeira, pela menor estrutura foliar e produção por planta, afetou o índice de carga de colheita AS/Prod. Contudo, os valores de qualidade de fruto como teor de sólidos solúveis e antocianinas tiveram um melhor comportamento no sistema em espaldeira.

4.4 Conclusões

O sistema em latada apresenta melhores relações entre a área de superfície foliar e produção, como também maiores valores de produtividade. Entretanto, as uvas produzidas em latada apresentam qualidade inferior às uvas produzidas no sistema em espaldeira, que apresentam maior concentração de sólidos solúveis, antocianinas e flavonóis.

Referências

ALMANZA-MERCHÁN, P.J.; GONZALES-ALMANZA, S.D.; BALAGUERA-LOPEZ, H.E. La posición de la hoja y su efecto sobre la calidad y producción de frutos de vid (*Vitis vinifera* L.) var. Riesling x Silvaner. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, Tunja, v. 6, n. 1, p. 9–18, 2012.

ANZANELLO, R.; VITOR, P.; SOUZA, D.D.E.; COELHO, P.F. Fenologia, exigência térmica e produtividade de videiras ‘Niagara Branca’, ‘Niagara Rosada’ e ‘Concord’ submetidas a duas safras por ciclo vegetativo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 366–376, 2012.

BUENO, S.C.S. **Vinhedo Paulista**. Campinas: Coordenadora de Assistência Técnica Integral - CATI, 2010. 256p.

CAPPELLO, F.P. **Análise comparativa do custo de produção e rentabilidade da uva 'Niágara Rosada' cultivada em diferentes regiões do estado de São Paulo**. 2014. 105p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

CARREÑO, J.; MARTÍNEZ, A.; ALMELA, L.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.A. Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes. **Food Research International**, Barking, v. 28, n. 4, p. 373–377, 1995.

CEPAGRI. **Centro de pesquisas meteorológicas e climáticas aplicadas à agricultura**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_436.html>. Acesso em: 28 mar. 2016.

CHAVES, M.M. **Fotossíntese e repartição dos produtos de assimilação em *Vitis vinifera* L.** 1986. 220p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 1986.

CORTELL, J.; HALBEIB, M.; GALLAGHER, A.V.; RIGHETTI, T.L.; KENNEDY, J.A. Influence of vine vigor on grape (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir) and wine proanthocyanidins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, p. 5789–5797, 2005.

DE CORTÁZAR, V.G.; CÓRDOVA, C.; PINTO, M. Canopy structure and photosynthesis modelling of grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Sultana) grown on an overhead (parronal) trellis system in Chile. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 11, n. 3, p. 328–338, 2005.

DOWNEY, M.O.; DOKOOZLIAN, N.K.; KRSTIC, M.P. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: A review of recent research. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 57, n. 3, p. 257–268, 2006.

DREIER, L.P.; STOLL, G.S.; RUFFNER, H.P. Berry ripening and evapotranspiration in *Vitis vinifera* L. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 51, n. 4, p. 340–346, 2000.

DRY, P.R. Canopy management for fruitfulness. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 6, n. 2, p. 109–115, 2000.

FAVERO, A.C.; AMORIM, D.A.; MOTA, R.V.; SOUZA, C.R.; REGINA, M.D.A. Physiological responses and production of ‘Syrah’ vines as a function of training systems. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 3, p. 267–273, 2010.

FRANCIS, F. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 181–207.

GLADSTONE, E.A.; DOKOOZLIAN, N.K. Influence of leaf area density and trellis/training system on the light microclimate within grapevine canopies. **Vitis - Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 42, n. 3, p. 123–131, 2003.

HASELGROVE, L.; BOTTING, D.; HEESWIJCK, R.; HØJ, P.B.; DRY, P.R.; FORD, C.; LAND, P.G.I. Canopy microclimate and berry composition: The effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz grape berries. **Australian Journal Of Grape And Wine Research**, Adelaide, v. 6, p. 141–149, 2000.

HIDALGO, L. **Tratado de viticultura general**. Madrid: Mundi-Prensa, 1993. 983p.

KELLER, M. **The science of grapevines:** anatomy and physiology. 2nd . ed. Prosser, USA: Academic Press, 2015. 509p.

KLIEWER, W.M. **Fisiologia da videira :** como produz açúcar uma videira?. Campinas: Instituto agronômico, 1990. 20p. (Documentos IAC; 20).

KLIEWER, W.M.; DOKOOZLIAN, N.K. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit composition and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 56, n. 2, p. 170–181, 2005.

LORENZ, D.H.; EICHHORN, K.W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L . ssp . vinifera): Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 1, p. 100–103, 1995.

MAIA, J.D.G.; CAMARGO, U.A. (Ed.). **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2012. 301p.

MAIA, J.D.G.; CAMARGO, U.A.; NATCHIGAL, J.C. Avaliação de cultivares de uvas americanas em Jales, noroeste paulista, período 1996/97/98. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1999. Bento Gonçalves. **Anais**... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1999. p. 132-138

MAIA, J.D.; KUHN, G.B. **Cultivo da Niágara Rosada em áreas tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 72p.

MARTINS, W.A.; SANTOS, S.C.; SMILJANIC, K.B.A. Exigência térmica e produção da videira 'Niagara Rosada' em diferentes épocas de poda no Cerrado do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 37, n. 1, p. 171–178, 2014.

MIELI, A.; MANDELLI, F. **Sistemas de condução da videira.** Brasília, DF. Embrapa Uva e Vinho, 2005. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/siscond.html>.

MOTA, R.V.; SILVA, C.P.C.; CARMO, E.L.; FONSECA, A.R.; FAVERO, A.C.; PURGATTO, E.; SHIGA, T.M.; REGINA, M.D.A. Composição de bagas de 'Niágara Rosada' e 'Folha-de-Figo' relacionadas ao sistema de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, p. 1116–1126, 2010.

MULLINS, M.G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L.E. **Biology of the grapevine**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 239p.

NORBERTO, P.M.; REGINA, M.D.A.; CHALFUN, J.; SOARES, A.M.; FERNANDES, V.; GAJEGO, E. Superfície foliar da videira 'Folha de Figo' e 'Niagara Rosada' conduzida em diferentes sistemas de condução. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1866–1871, 2008.

NORBERTO, P.M.; REGINA, M.D.A.; CHALFUN, N.N.J.; SOARES, A.M. Efeito do sistema de condução em algumas carcaterísticas ecofisiológicas da videira (*Vitis labrusca* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 721–726, 2009.

NOVELLO, V.; DE PALMA, L.; BICA, D.; SANTOVITO, A. Photosynthesis, leaf and stem water potentials, chlorophyll and macroelement leaf concentration as influenced by two root and training systems in Erbaluce wine grape. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 15, p. 17–24, 2001.

PALLIOTTI, A. A new closing Y-shaped training system for grapevines. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 18, p. 57–63, 2012.

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.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; SENTELHAS, P.C.; POMMER, C.V; MARTINS, F.P. Determinação da temperatura-base, graus-dia e índice biometeorológico para a videira 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia,** Santa Maria, v. 2, p. 51–56, 1994.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; SENTELHAS, P.C.; POMMER, C.V; MARTINS, F.P.; GALLO, P.B.; DOS SANTOS, R.R.; BOVI, V.; SABINO, J.C. Caracterização fenológica da videira 'Niagara Rosada' em diferentes regiões paulistas. **Bragantia**, Campinas, v. 52, n. 2, p. 153–160, 1993.

PONI, S.; INTRIERI, C. Evolution of canopy management in Italy: a key to reconcile remunerative yield, desired grape composition and cost reduction in the vineyard In: DOKOOZLIAN, N.; WOLPERT, J. (Ed). RECENT ADVANCES IN GRAPEVINE CANOPY MANAGEMENT, 2009. Davis, CA. **Anais**... Davis, CA: University of California, 2009. p. 53-58.

REYNIER, A. **Manual de viticultura**. 5. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1995. 407p.

REYNOLDS, A.G.; VANDEN HEUVEL, J.E. Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 60, n. 3, p. 251–268, 2009.

SÁNCHEZ-DE-MIGUEL, P.; BAEZA, P.; JUNQUERA, P.; LISSARRAGUE, J.R. Vegetative development: Total leaf area and surface area indexes. In: DELROT, S.; MEDRANO, H.; OR, E.; BAVARESCO, L.; GRANDO, S. (Ed.). **Methodologies and Results in Grapevine Research**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. p. 31–44.

SAS. **Statistical Analysis System.** Cary, North Carolina, USA: SAS Institute , 2002.

SCARPARE, F.V.; ANGELOCCI, L.R.; SCARPARE FILHO, J.A.; SILVA, J.; RODRIGUES, A. Determinação de índices biometeorológicos da videira 'Niagara

Rosada' (*Vitis labrusca* L.) podada em diferentes épocas e fases do ciclo vegetativo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 782–789, 2013.

SCARPARE, F.V.; FILHO, J.A.S.; RODRIGUES, A.; REICHARDT, K.; ANGELOCCI, L.R. Growing degree-days for the 'Niagara Rosada' grapevine pruned in different seasons. **International Journal of Biometeorology**, Milwaukee, v. 56, n. 5, p. 823–830, 2012.

SMART, R.E. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 36, n. 3, p. 230–239, 1985.

SMART, R.; ROBINSON, M. **Sunlight into wine**; a handbook for wine grape canopy arrangement. Adelaide: Winetitles, 1991. 88p.

SOUSA, I. de J. S. **Uvas para o Brasil**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791p.

TECCHIO, M.A.; MOURA, M.F.; PAIOLI-PIRES, E.J.; TERRA, M.M. Efeito do porta-enxerto e da época de poda na duração das fases fenológicas e no acúmulo de graus-dia pela videira 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1073–1080, 2013.

TECCHIO, M.A.; TERRA, M.M.; MOURA, M.F.; PAIOLI-PIRES, E.J. Fenologia e acúmulo de graus-dia da videira 'Niagara Rosada' cultivada ao noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 248–254, 2011.

WILLIAMS, L.E. Grape. In: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A.A. (Ed.). **Photoassimilate distribution in plants and crops:** source-sink relationships. New York - USA: Marcel Dekker, 1996. p. 851–880.

ANEXOS

ANEXO A

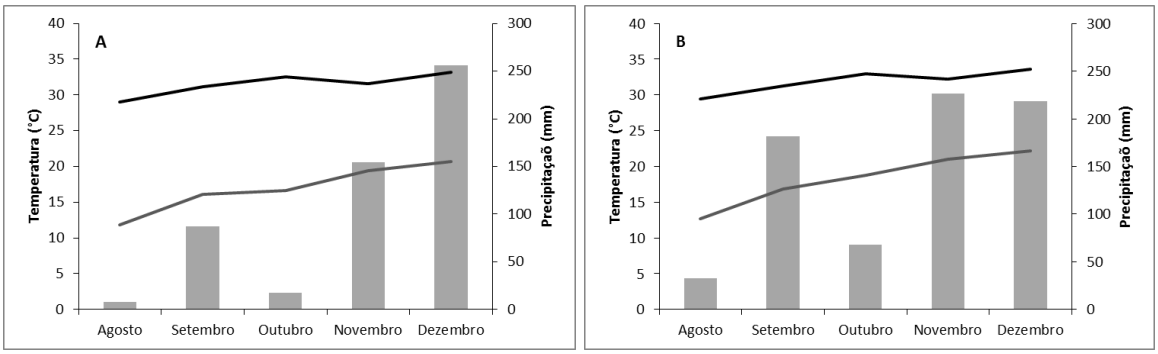

Figura 17 – Dados médios de temperatura máxima, mínima e pluviosidade (barras) no período de agosto a dezembro nos anos de avaliação (A) 2014 e (B) 2015. Fonte: Série de Dados Climatológicos do Campus Luiz de Queiroz de Piracicaba, SP, Departamento de Engenharia de Biossistemas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo

ANEXO B

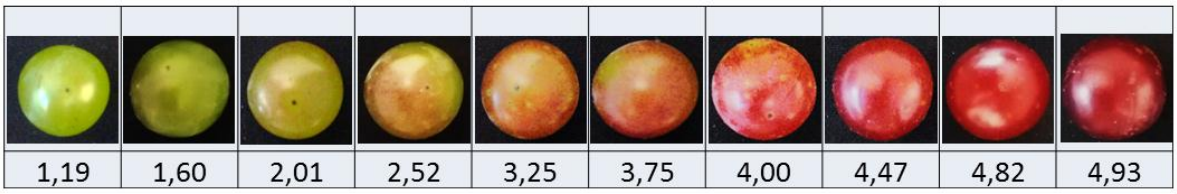

Figura 18 – Mudanças de cor de bagas ‘Niágara Rosada’ quantificadas pelo Índice de cor para uvas vermelhas (CIRG), em Piracicaba – SP