

ADILSON PIMENTEL JÚNIOR

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA, FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA DA VIDEIRA
‘NIAGARA ROSADA’ EM DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO**

Botucatu

2020

ADILSON PIMENTEL JÚNIOR

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA, FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA DA VIDEIRA
'NIAGARA ROSADA' EM DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Horticultura).

Orientador: Dr. Marco Antonio Tecchio

**Botucatu
2020**

P644c Pimentel Júnior, Adilson
Caracterização agronômica, fisiológica e bioquímica da videira 'Niagara Rosada' em diferentes sistemas de condução / Adilson Pimentel Júnior. -- Botucatu, 2020
55 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Marco Antonio Tecchio

1. Fruticultura. 2. Viticultura. 3. Fitotecnia. 4. Sistema de Condução. 5. Manejo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA, FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA DA VIDEIRA
'NIAGARA ROSADA' EM DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO

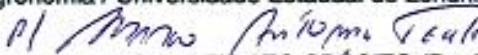
AUTOR: ADILSON PIMENTEL JÚNIOR

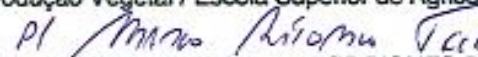
ORIENTADOR: MARCO ANTONIO TECCHIO

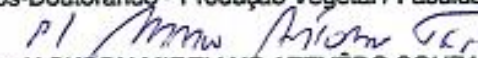
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA
(HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MARCO ANTONIO TECCHIO (Participação Virtual)
Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP


Prof. Dr. SERGIO RUFFO ROBERTO (Participação Virtual)
Agronomia / Universidade Estadual de Londrina


Prof. Dr. MARCEL BELLATO SPÓSITO (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz


Prof. Dr. MARLON JOCIMAR RODRIGUES DA SILVA (Participação Virtual)
Pós-Doutorando - Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu


Dr. JACKSON MIRELLYS AZEVEDO SOUZA (Participação Virtual)
Botucatu/SP / .

Botucatu, 17 de novembro de 2020

*Aos meus pais, Selma Jerônimo e Adilson Pimentel,
À minha avó, Helena Rosa Jerônimo.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por todo amparo espiritual. Aos meus pais, Adilson e Selma, à minha irmã Bianca e avó Helena por serem minha base.

Ao meu orientador, professor Dr. Marco Antonio Tecchio, pelo acolhimento, amizade e por todo conhecimento proporcionado.

As professoras Dr.^a Giuseppina Pace P. Lima e Dr.^a Sarita Leonel, pela disponibilidade dos laboratórios e os vários ensinamentos. A todos os estagiários do Grupo de Viticultura e Enologia da FCA/UNESP, pela imensa contribuição nas várias etapas dessa pesquisa.

Aos amigos que a pós-graduação me proporcionou, em especial o Francisco, Gean, Marlon, Ana Paula, Aline, Marcelo, Bruna, Lilian, Lidiane, Paola, Cristine, Daniel, Camilo e Carla.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e extensão São Manuel pela disponibilidade do local para condução dos experimentos de campo e por todo cuidado no manejo das videiras.

Ao Dr. Claudinei Paulo de Lima, professor do Centro Universitário de Ourinhos, pelo apoio e incentivo acadêmico.

Aos amigos especiais, que desde o ensino médio me acompanham, Stephany, Marielen, Lais e Cristian, que também sonharam com este momento assim como eu. A todos que participaram dessa trajetória e contribuíram de alguma forma nessa conquista.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Gratidão!

RESUMO

As videiras são altamente responsivas aos diferentes manejos adotados, dentre os quais, destaca-se o uso de diferentes sistemas de condução no aumento da produção e melhoria da qualidade das uvas. Objetivou-se com o presente estudo avaliar diferentes sistemas de condução para a videira 'Niagara Rosada', através dos aspectos agronômicos, fisiológicos e bioquímicos das plantas e dos frutos. O experimento foi realizado durante dois ciclos de produção (2017 e 2018), na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrônômicas, localizada no município de São Manuel, estado de São Paulo. Para tal, utilizou-se como copa a cultivar Niagara Rosada, enxertada sobre o portaenxerto 'IAC 572 Jales'. Os tratamentos consistiram nos sistemas de condução em espaldeira convencional, espaldeira alta e espaldeira dupla, sendo o delineamento experimental em blocos casualizados com 8 repetições de 6 plantas cada. Foram avaliados aspectos produtivos, químicos, bioativos e a evolução da maturação das uvas, bem como as características das plantas, pela fenologia, fertilidade de gemas, trocas gasosas e atividade enzimática nas folhas. Com base nos resultados, o sistema de condução espaldeira convencional proporcionou as videiras os melhores atributos agronômicos e fisiológicos, sendo o sistema recomendado para a produção comercial da uva 'Niagara Rosada', contudo, caso seja necessário o aumento de compostos bioativos da fruta, a espaldeira alta é o sistema de condução aconselhado.

Palavras-chave: *Vitis* sp. Fisiologia. Sustentação. Compostos bioativos. Atividade antioxidante. Fertilidade de gemas.

ABSTRACT

The vines are highly responsive to the different managements adopted, among which, the use of different conduction systems in increasing production and improving the quality of grapes stands out. The objective of the present study was to evaluate different conduction systems for the 'Niagara Rosada' vine, through agronomic, physiological and biochemical aspects of plants and fruits. The experiment was carried out during two production cycles (2017 and 2018), at the Fazenda Experimental the Faculdade de Ciências Agronômicas, located in the city of São Manuel, state of São Paulo. For this, the 'Niagara Rosada' cultivar was used as a crown, grafted on the 'IAC 572 Jales' rootstock. The treatments consisted of the conduction systems in conventional spreader, high spreader and double spreader, being the experimental design in randomized blocks with 8 repetitions of 6 plants each. Productive, chemical, bioactive aspects and the evolution of the maturation of the grapes were evaluated, as well as the characteristics of the plants, by phenology, bud fertility, gas exchange and enzymatic activity in the leaves. Based on the results, the conventional spreader conduction system provided the vines with the best agronomic and physiological attributes, being the system recommended for the commercial production of 'Niagara Rosada' grapes, however, in case it is necessary to increase the bioactive compounds of the fruit, the high spreader is the recommended conduction system.

Keywords: *Vitis* sp. Physiology. Support. Bioactive compounds. Antioxidant activity. Bud fertility.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
2.1	Localização e manejo da área experimental.....	18
2.2	Sistemas de condução e delineamento experimental.....	19
2.3	Avaliações.....	19
2.3.1	Características produtivas e físicas de cacho, baga e engaço.....	21
2.3.2	Composição química e bioativa da uva.....	21
2.3.3	Fenologia e evolução da maturação.....	22
2.3.4	Fertilidade de gemas e caracterização da vara.....	23
2.3.5	Trocas gasosas, enzimas e proteínas das folhas.....	24
2.4	Análise estatística.....	25
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
3.1	Características produtivas e físicas de cacho, baga e engaço.....	26
3.2	Composição química e bioativa da uva.....	30
3.3	Fenologia e evolução da maturação.....	34
3.4	Fertilidade de gemas e caracterização da vara.....	39
3.5	Trocas gasosas, enzimas e proteínas das folhas.....	42
3.6	Análise de Componentes Principais.....	48
4	CONCLUSÕES.....	50
	REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

A videira é cultivada em vários países do mundo, onde se destacam a *Vitis vinifera* L. (uvas europeias) e a *Vitis labrusca* L. (uvas americanas). A uva 'Niagara Rosada', mutação da uva 'Niagara Branca', foi descoberta no Brasil, sendo obtida a partir do cruzamento entre as cultivares 'Concord' (*V. labrusca* L.) e 'Cassady' (*V. labrusca* x *V. vinifera*), deste modo, sua genealogia apresenta 75 % de *V. labrusca* L. e 25 % de *V. vinifera* L. (MAIA; CAMARGO, 2012).

A cultivar 'Niagara Rosada' é considerada uva para mesa, denominada como rústica ou comum, por ser menos exigente em tratos culturais, tolerante as doenças fúngicas e adaptada ao clima quente e úmido (GIOVANINI, 2014).

A produção de uvas no Brasil, em 2019, foi de 1,44 milhão de t, com área plantada de 74.475 ha, conforme dados do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) do IBGE (IBGE, 2020), sendo que, do total de uvas, 51% foram destinadas ao processamento e 49% para mesa. Vale destacar que, 30% do volume total de uva para mesa correspondente a frutos da cultivar 'Niagara Rosada' (CARVALHO; KIST; BELING, 2020).

O estado do Rio Grande do Sul se destaca como maior produtor de uvas para processamento, com volume de produção em 2019 de 823.698 t. Já o estado de Pernambuco, segundo maior produtor nacional, com 426.392 t, se destaca na produção de uvas para mesa. O estado de São Paulo é o terceiro maior produtor nacional, com produção de 138.379 t de uvas em 2019, sendo mais de 95% da produção destinada ao consumo *in natura* (IBGE, 2020).

São Paulo é o estado que tem tradição no cultivo da uva 'Niagara Rosada', principalmente nas regiões agrícolas de Campinas, Itapetininga, Jales e Sorocaba. Outros estados também produzem essa cultivar, como Paraná, Minas gerais e Goiás (IEA, 2019).

O que possibilita o Brasil apresentar potencial na viticultura, são os climas e as tecnologias no manejo, como a aplicação de indutores de brotação (BOTELHO; PIRES; TERRA, 2004), reguladores vegetais (TECCHIO et al., 2017), tipos de poda (ROBERTO; MASHIMA; COLOMBO, 2015) e uso de irrigação. Além do manejo cultural, o melhoramento genético de cultivares copa desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e de portaenxertos pelo Instituto

Agrônomo (IAC), também trouxeram importante contribuição para a viticultura brasileira.

Outra técnica no cultivo de videiras é o uso de sistemas de condução, visando à sustentação dos ramos das plantas, que apresentam hábito trepador. A escolha do sistema de condução deve permitir os cultivos intensivos com poda severa e definição da arquitetura do dossel da planta (MAIA; CAMARGO, 2012), que interfere diretamente na interceptação de raios solares, no vigor da planta e microclima da copa (LIRA et al., 2017), além da taxa fotossintética das folhas (SANCHEZ-RODRIGUEZ; DIAS; SPÓSITO, 2016), que reflete diretamente no volume e qualidade da produção (LEÃO; SOUZA; MELO, 2021).

Dentre os vários sistemas utilizados para a condução da videira, a espaldeira se consolidou pela construção simples e de baixo custo, permitindo maior adensamento de plantio. Este sistema consiste em postes consecutivos posicionados com vãos entre 4 a 6 m, apresentando um primeiro fio de arame variando de 0,9 a 1,2 m acima do solo e mais dois fios espaçados de 0,3 a 0,4 m que acomodam verticalmente os ramos produtivos durante seu crescimento (MAIA; CAMARGO, 2012; (ZABAWA et al., 2020).

Com o surgimento de novas técnicas de produção, principalmente pelo uso de novos portaenxertos, houve a necessidade de se estudar derivações da espaldeira convencional, de modo a se adequar o equilíbrio de vigor da copa e produção das videiras. Dentre os inúmeros sistemas de condução utilizados atualmente, destacam-se a espaldeira alta e a espaldeira dupla.

A espaldeira alta surgiu como alternativa para aumentar a área foliar dos ramos produtivos, pois se adiciona mais um fio de arame acima do sistema de espaldeira convencional, aumentando o número de folhas acima do cacho, podendo influenciar na produtividade e qualidade dos frutos (SANCHEZ-RODRIGUEZ; SPÓSITO, 2020). Por outro lado, na espaldeira dupla, duplica-se o comprimento do cordão esporonado e conseqüentemente do número de ramos produtivos, aumentando a área foliar e número de cachos por planta (PEDRO JÚNIOR et al., 2007).

O sistema de condução para as videiras deve trazer praticidade ao manejo, altos rendimentos de cachos por planta, além de agregar qualidade sensorial às frutas, como coloração, sabor e textura (CEAGESP, 2002). Atualmente estudos médicos e nutricionais vem estimulando o aumento do consumo de produtos não fermentados (em particular uvas para mesa), como fonte alternativa de compostos bioativos que

podem expressar atributos benéficos para a saúde humana, incluindo propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (COLOMBO et al., 2019).

As uvas são ricas em polifenóis, com grande contribuição de compostos fenólicos e antocianinas encontrados na casca da uva, enquanto a polpa contém principalmente os ácidos orgânicos, formadores de açúcares (PARKER et al., 2014). Embora os compostos bioativos presentes nas uvas tenham sido amplamente analisados (BURIN et al., 2014; VANZELA et al., 2011), são escassos estudos quanto à influência dos diferentes sistemas de condução na qualidade nutricional das frutas.

Em vinhedos comerciais é comum manipular o dossel vegetativo, a fim de alterar o número e posicionamento das varas e das folhas. Dessa forma há uma significativa interferência na produção e translocação de hormônios e fotoassimilados pela planta (TEOBALDELLI et al., 2020), refletindo nas características sensoriais e nutritivas das uvas (SANCHEZ-RODRIGUEZ; SPÓSITO, 2020).

Outros aspectos importantes a serem verificados nas videiras submetidas a diferentes sistemas de condução é a fertilidade de gemas (ELTOM; WINEFIELD; TROUGHT, 2014), a duração das fases fenológicas (HERNANDES et al., 2010) e o conhecimento da sazonalidade de produção (ROBERTO; MASHIMA; COLOMBO, 2015), que resultam na produtividade a cada ciclo e torna possível a programação de diferentes manejos, auxiliando na gestão da mão de obra e comercialização das frutas.

Com base nas informações supracitadas, objetivou-se com o presente trabalho caracterizar de forma agronômica, fisiológica e bioquímica a videira ‘Niagara Rosada’ em diferentes sistemas de condução.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e manejo da área experimental

O experimento foi realizado em dois ciclos produtivos (ciclo I: 2017 e ciclo II: 2018) na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA - UNESP), localizada no município de São Manuel (22° 44' S e 48° 34' O e altitude de 740 m), situado no estado de São Paulo, Brasil. O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo *Cfa*, ou seja, subtropical úmido (ALVARES et al., 2013). As chuvas são concentradas de novembro a abril, com precipitação e temperatura média anual de 1.465 mm e 20,8 °C, respectivamente (AGRITEMPO, 2020). As parreiras foram irrigadas diariamente por meio de sistema de gotejamento. O solo da unidade experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (SANTOS et al., 2018).

O experimento foi realizado com a cultivar Niagara Rosada (*Vitis labrusca* x *Vitis vinifera*), enxertada sobre o portaenxerto 'IAC 572 Jales' (*Vitis tiliacifolia* x [*V. riparia* x *V. rupestris*]). Todo o vinhedo, formado por plantas propagadas através de enxertia de mesa, foi instalado em setembro de 2014 em espaçamento de 0,8 metros entre plantas e 2 metros entre linhas (6.250 plantas ha⁻¹) com cordão bilateral. A adubação de fundação foi realizada conforme resultados da análise do solo e recomendações para a cultura (RAIJ et al., 1997).

No ciclo I a poda de produção foi realizada em 20 de julho de 2017 e a colheita em 27 de novembro do mesmo ano (duração de 130 dias), já no ciclo II, a poda de produção ocorreu em 19 de julho de 2018 e a colheita em 11 de dezembro (duração 145 dias).

Em todos os ciclos, realizou-se a poda curta de produção, deixando uma gema por esporão, onde se fez a aplicação direcionada de cianamida hidrogenada a 5%, visando à uniformidade de brotação. Após a poda, foi realizada a desbrota e fixação das varas nos arames. O desponte apical foi realizado na terceira folha acima do último fio de arame dos sistemas de condução.

As pulverizações com fungicidas foram realizadas em decorrência das chuvas e incidência de doenças. Com início da mudança de cor das bagas, a área experimental foi protegida com tela anti-granizo. As colheitas foram realizadas assim que as bagas

apresentaram teor de sólidos solúveis acima de 14 °Brix e estabilização dos valores de pH, sendo acima de 3 e acidez menor que 1%.

2.2 Sistemas de condução e delineamento experimental

Os tratamentos utilizados consistiram em três sistemas de condução, sendo eles, a espaldeira convencional (Figura 1-A), a espaldeira alta (Figura 1-B) e a espaldeira dupla (Figura 1-C). Utilizaram-se postes de eucalipto tratado espaçados em 4,8 m na linha de plantio, correspondendo ao espaçamento de 6 videiras na parcela experimental.

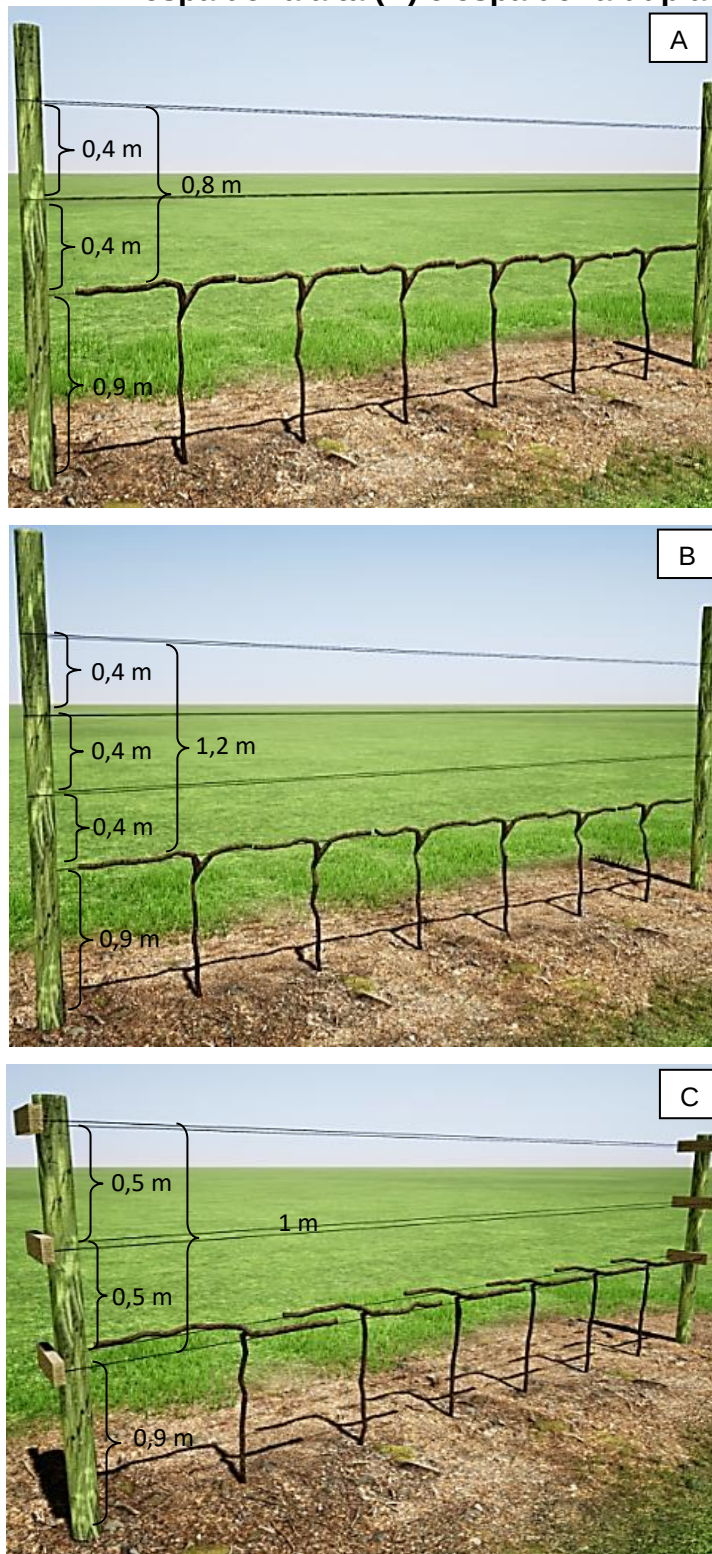
A espaldeira convencional foi construída com 3 segmentos de fios de aço galvanizado, sendo o primeiro situado a 0,9 metros do solo e em 0,4 metros acima se encontra fios duplos distante em 0,2 metros entre si, o último equidistante em 0,4 metros possibilita a extensão da vara em 0,8 metros, logo a espaldeira alta se adiciona um fio de arame na extremidade da instalação, atribuindo ao sistema e as varas 1,2 metros. A espaldeira dupla apresenta fios duplos espaçados entre si em 0,5 metros, somando até 1 metros de extensão.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três tratamentos e oito repetições, totalizando 24 parcelas, constituídas de seis plantas cada.

2.3 Avaliações

Durante os ciclos produtivos foram avaliados os aspectos relacionados à produtividade; características físicas do cacho, baga e engajo; químicos e bioquímicos do mosto da uva; duração dos estádios fenológicos e a evolução da maturação. As características de fertilidade de gemas, atributos das varas, trocas gasosas e atividade enzimática das folhas foram analisadas apenas no II ciclo produtivo.

Figura 1 – Tipos e dimensões dos sistemas de condução para videira utilizados no referido estudo, com a espaldeira convencional (A), espaldeira alta (B) e espaldeira dupla (C)



Fonte: Pimentel Júnior, A. 2020.

2.3.1 Características produtivas e físicas de cacho, baga e engaço

Na ocasião da colheita, a produção foi determinada pela massa dos cachos de cada parcela e o valor dividido pelo número de plantas (6 plantas). Obteve-se a estimativa da produtividade (t ha^{-1}) multiplicando-se a produção pela densidade de plantas por hectare (6.250 plantas).

Amostraram-se 10 cachos representativos, por parcela experimental, para determinação da massa fresca (g), utilizando-se balança de precisão (0,01g), e do comprimento (cm) e da largura (cm) dos cachos, com o auxílio de régua graduada. Em amostras de 10 bagas por cacho, determinou-se a massa fresca (g), o comprimento (cm) e a largura das bagas (cm). E, após a retirada de todas as bagas dos cachos, determinou-se a massa fresca (g), comprimento (cm) e largura do engaço (cm).

O número de bagas por cacho foi determinado mediante subtração da massa do cacho pela massa do engaço e o valor dividido pela massa da baga. Já o número de cachos por planta foi estimado mediante a contagem dos cachos nas plantas antes da colheita.

2.3.2 Composição química e bioativa da uva

No mosto de 100 bagas de cada parcela experimental foram determinados os teores de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), por refratometria direta, com auxílio de refratômetro digital (Atago®, modelo PAL-1, Ribeirão Preto, SP, Brasil). O potencial hidrogeniônico, pH, foi obtido por meio de pHmetro (Tecnal®, Piracicaba, SP, Brasil).

A acidez titulável (% ácido tartárico 100 g^{-1} de uva), foi determinada por volumetria potenciométrica, titulando-se solução de hidróxido de sódio ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$), com uso de três gotas de fenolftaleína como indicadora para a viragem de cor. Todas as análises foram realizadas conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

O índice de maturação foi calculado mediante a divisão entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável. Para determinação do teor de açúcar (%) foi utilizado o método reducional colorimétrico de Somogyi-Nelson (NELSON, 1944), com base em curva analítica de glicose e as leituras realizadas em espectrofotômetro UV/vis (BEL Photonics®, Piracicaba, SP, Brasil) a 510 nm.

Para a determinação dos compostos bioativos, 100 g de bagas de cada repetição foram maceradas na presença de nitrogênio líquido com auxílio de grau e pistilo. As sementes foram previamente descartadas. Para a obtenção dos extratos, as amostras foram diluídas em solvente na proporção de 1:2 (m/v) de amostra e solvente, sendo o solvente, metanol acidificado na proporção 80:19:1 (v/v/v) de metanol, água e ácido clorídrico, respectivamente. As amostras foram agitadas em vortex por 1 min, incubadas no escuro por 2 horas a 8 °C e centrifugadas a 4.500 rpm por 7 min a 5 °C. O sobrenadante foi separado e armazenado a -20 °C para posteriores análises, todas em triplicata.

A quantificação dos compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico equivalente 100 g⁻¹ de uva) foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI JR, 1965). O teor de flavonoides totais (mg equivalente de quercetina 100 g⁻¹ de uva) foi obtido por espectrofotometria (POPOVA et al., 2004).

Foi determinado o conteúdo de antocianinas monoméricas totais (mg de cianidina 3-glicosídeo equivalente 100 g⁻¹ de uva) pelo método do pH-diferencial (LEE; DURST; WROLSTAD, 2005). A atividade antioxidante *in vitro* foi determinado via DPPH (mg equivalente Trolox g⁻¹ de uva) e FRAP (mg Fe²⁺ g⁻¹ de uva), sendo o primeiro utilizando o método que se baseia no sequestro de radicais livres do DPPH-2,2-difenil-1-picrilhidrazil (KIM; GUO; PACKER, 2002), e o método FRAP foi baseado na capacidade de redução do íon ferro (BENZIE; STRAIN, 1996). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o espectrofotômetro Instrutherm® UV-Vis UV 2000A (São Paulo, SP, Brasil).

2.3.3 Fenologia e evolução da maturação

Avaliou-se a duração em dias dos estádios fenológicos utilizando o critério de escala de Eichhorn e Lorenz (E-L), realizando-se três avaliações visuais por semana, até o florescimento, e duas vezes por semana após o florescimento. Avaliou-se os seguintes estádios fenológicos: E-L3 - gema algodão, E-L4 - gema ponta verde, E-L7 - primeira folha separada, E-L9 - 2 ou 3 folhas separadas, E-L12 - 5 folhas separadas ou inflorescência visível, E-L15 - alongamento da inflorescência ou flores agrupadas, E-L17 - inflorescência desenvolvida ou flores separadas, E-L19 - início da floração, E-L23 - plena floração ou 50% das flores abertas, E-L27 - frutificação (bagas > 2 mm de diâmetro), E-L29 - baga tamanho “chumbinho” (4 mm de diâmetro), E-L31 - baga

tamanho “ervilha” (7 mm de diâmetro), E-L32 - início da compactação do cacho, E-L35 - início da maturação, e E-L38 - plena maturação ou colheita (COOMBE, 2008).

A evolução da maturação das uvas foi determinada do início da maturação das bagas até a plena maturação. Em cada parcela experimental foram selecionados e identificados 10 cachos, nos quais, realizaram-se amostragem de 20 bagas a cada 5 dias, nas porções superior, mediana e basal dos cachos.

Nas bagas amostradas, avaliaram-se o teor de sólidos solúveis (°Brix), pH, acidez titulável (% ácido tartárico 100 g⁻¹), índice de maturação e açúcar (%), conforme metodologia descrita no item anterior.

2.3.4 Fertilidade de gemas e caracterização da vara

A estimativa de fertilidade de gemas, foi realizada em 10 varas coletadas por parcela no momento da poda de produção, analisaram-se desde as gemas basais até a 8ª gema. Para esta, realizou-se um corte transversal nas gemas com o auxílio de um bisturi de lâmina 11, sendo posteriormente observado em lupa estereoscópio (Zeiss®, modelo Stemi DV4) com aumento de 30 a 40 vezes, onde se teve a contagem do número de primórdios de inflorescência na gema principal e do número de ápices meristemáticos em cada gema composta.

No estágio de plena maturação (E-L38), amostraram-se 10 varas por parcela experimental para determinação da massa seca (g), com auxílio de uma balança de precisão; diâmetro (mm), com o auxílio de um paquímetro digital, sendo calculado a média do terço inferior, médio e apical de cada vara; número de folhas por vara; largura de folhas (cm), feita em folhas completamente expandidas e sem danos aparentes medindo-se a maior largura horizontal, com uma régua graduada em cm; área foliar da vara, da planta e por m² de copa, por meio de um método não destrutivo, pela transformação da largura da folha em área do círculo ($\text{Área do círculo} = 3,1416 \cdot (\text{Largura da folha}/2)^2$) e o resultado aplicado em um modelo de regressão ($\text{Área foliar} = 0,82 \cdot \text{Área do círculo} + 16,12$), sendo estimado a área foliar em m² (PERMANHANI et al., 2014).

Aa estimativa de área foliar da planta foi obtida multiplicando a área da folha pelo número de folhas por planta.

2.3.5 Trocas gasosas, enzimas e proteínas das folhas

As trocas gasosas foram medidas com um analisador portátil de sistema aberto de assimilação de CO₂ com a aferição de CO₂ e vapor de água por radiação infravermelha (Infra Red Gas Analyser - IRGA, modelo LI-6400, Lincoln NE, EUA).

As medições foram realizadas das 9 h às 11 h em um dia ensolarado em três folhas oposta ao cacho por parcela, expostas à máxima radiação solar. As medições foram realizadas em 5 estádios fenológicos, sendo em flores separadas (E-L17), plena floração (E-L23), frutificação (E-L27), início da maturação (E-L35) e em plena maturação (E-L38).

Para garantir que as condições experimentais fossem consistentes, o equipamento (IRGA) foi padronizado através do uso de um sensor emissor de luz acoplado à câmara de assimilação de CO₂, que emitiu 1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sendo a luminosidade saturante. A concentração de referência de CO₂ foi a do ambiente, que variou de 400 a 500 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ de ar.

As características de trocas gasosas analisadas foram: transpiração (E, $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), assimilação de CO₂ (A, $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração intercelular de CO₂ (C_i, $\text{mol CO}_2 \text{mol}^{-1} \text{ar}$), condutância estomática (g_s, $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), rendimento quântico máximo (F_v/F_m), eficiência da carboxilação (A/C_i), eficiência no uso da água (EUA, $\mu\text{mol CO}_2 \text{mmol H}_2\text{O}^{-1}$) e eficiência do transporte de elétrons (ETR, $\text{mol elétron m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Todas as características foram calculadas pelo programa de análise de dados do equipamento medidor de assimilação de CO₂, que utiliza a equação geral de trocas gasosas (VON CAEMMERER, S.; FARQUHAR, 1981).

Para a atividade enzimática e teor de proteínas solúveis das folhas, foram coletadas três folhas por parcela, sendo a folha oposta ao cacho, no estágio de plena floração (E-L23). As amostras foram imediatamente transportadas em nitrogênio líquido, pulverizadas e armazenadas a -80 °C até o momento das análises.

Para obtenção dos extratos enzimáticos, 300 mg de amostra de folhas foram homogeneizadas em 2 mL de tampão fosfato de potássio resfriado (0,1 M L⁻¹; pH 6,8; 5 °C) com adição de 100 mg de polivinilpolipirrolidona (PVP) para evitar a oxidação do material. As amostras foram centrifugadas a 3.500 rpm por 15 min a 4 °C e os sobrenadantes foram utilizados para ensaios enzimáticos (KAR, M.; MISHRA, 1976).

A atividade da enzima peroxidase (μmol purpurogalina $\text{min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ proteína), foi verificada medindo a formação de purpurogalina a 430 nm (TEISSEIRE, H.; GUY, 2000). A atividade da superóxido dismutase (U mg^{-1} proteína) foi determinada medindo a inibição fotoquímica do azul de cloreto de nitrotetrazólio (NBT) a 560 nm (PEIXOTO et al., 1999), sendo uma unidade de atividade SOD (U) definida como a quantidade de enzima necessária para inibir a foto-redução de NBT em 50%.

A atividade da catalase (nmol peróxido de hidrogênio $\text{min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ proteína) foi avaliada monitorando o consumo de peróxido de hidrogênio a 240 nm por 80 s (PEIXOTO et al., 1999). O teor de proteínas solúveis (mg g^{-1} folha) foi determinado usando a caseína como padrão a 595 nm (BRADFORD, 1976).

2.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Para os dados da evolução da maturação, as médias das épocas de amostragem foram ajustados modelos de regressão com base na significância do teste F ($p < 0,05$). As análises foram realizadas por meio do programa estatístico SISVAR versão 5.4 (Lavras, MG, Brasil).

Para a definição do grau de associação entre os dados das 42 características estudadas nos sistemas de condução, os dados médios dos ciclos produtivos foram submetidos à análise de componentes principais por meio de programa computacional implementadas no software R 3.0.1 (R Development Core Team, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características produtivas e físicas de cacho, baga e engaço

Houve interação significativa entre os sistemas de condução com os ciclos produtivos para todas as características produtivas da videira (Tabela 1).

Tabela 1 – Características produtivas da videira ‘Niagara Rosada’ cultivada sobre diferentes sistemas de condução em dois ciclos produtivos em São Manuel, SP

Variável	Ciclo	Espaladeira			CV1 (%)	CV2 (%)
		Convencional	Alta	Dupla		
Número de bagas por cacho	I	67,27 aA	59,66 bA	54,71 bA	19,89	12,84
	II	61,71 aB	58,47 aA	60,41 aA		
Número de cachos por planta	I	12,68 bA	12,71 bA	13,11 aA	11,32	5,21
	II	12,75 bA	12,34 bA	13,32 aA		
Produção (kg/planta)	I	3,84 aA	3,57 aA	3,55 aA	18,46	9,24
	II	3,51 aB	3,56 aA	3,57 aA		
Produtividade (t ha ⁻¹)	I	24,02 aA	22,34 abA	21,77 bA	18,84	9,75
	II	21,96 aA	22,29 aA	22,35 aA		

Letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúscula na coluna indica diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Descrições: CV: coeficiente de variação. I: ciclo produtivo 2017. II: ciclo produtivo 2018.

O número de bagas por cacho foi estatisticamente superior no sistema de espaladeira convencional, em ambos os ciclos, com valor máximo obtido de 67 bagas por cacho. Em videiras conduzidas nos sistemas de espaladeira alta e dupla, os valores de número de bagas por cacho em ambos ciclos produtivos foram semelhantes.

Para o número de cachos por planta, a espaladeira dupla proporcionou maiores valores independente dos ciclos produtivos, com 13 cachos, valor considerado médio segundo outros trabalhos que relatam o número de cachos em uma planta de ‘Niagara Rosada’ pode variar entre 8 (SILVA et al., 2018) e 25 (SANCHEZ-RODRIGUEZ; SPÓSITO, 2020), sendo essa variação relacionada ao espaçamento entre as plantas, manejos e tipo de sistema de condução, por interferir na quantidade de ramos produtivos e na fertilidade de gemas das varas (BOTELHO; PIRES; TERRA, 2006).

Quanto à produção e produtividade, houve estabilidade diante os tratamentos em relação aos ciclos produtivos, com destaque para as plantas em espaladeira

convencional, que apresentaram a média de 3,8 kg/planta e 24 t ha⁻¹, respectivamente.

Estes valores obedecem a faixa média de produtividade da videira 'Niagara Rosada', em espaldeira convencional, que é de 20 a 30 t ha⁻¹, lembrando que fatores como densidade do vinhedo e as práticas culturais colaboram diretamente na variação da produção dessa fruteira (MAIA; CAMARGO, 2012).

Em condições similares ao presente estudo, Pedro Júnior et al. (2007) pesquisando sistemas de condução, obtiveram em videiras 'Niagara Rosada' em média 5,82 Kg/planta e 29 cachos por planta em espaldeira dupla, e 3,57 Kg/planta e 20 cachos por planta em espaldeira convencional, produção superior à encontrada nesse estudo, o que pode ser explicado pelo maior comprimento do cordão esporonado e número de esporões por planta, que dobra no sistema em espaldeira dupla quando comparados à espaldeira convencional.

A idade das videiras é outro fator a ser considerado, uma vez que as plantas estudadas pelos autores acima se apresentavam no 8º ano de produção, atingindo seus picos de produção, e as do presente trabalho em seus primeiros anos, com produção ainda crescente (MAIA; CAMARGO, 2012).

É importante atrelar os resultados produtivos ao equilíbrio do vigor da planta conferido pelo sistema de condução, que altera a arquitetura das videiras, afetando na translocação de água e nutrientes em todo dossel, sendo que a espaldeira dupla e alta existe maiores varas que alojam maior número de folhas, logo a espaldeira convencional um sistema compacto, por não permiti uma vara maior que 0,8 metros.

Contudo, as condições de clima e solo, uso de portaenxertos vigorosos e eficientes podem refletir em excesso de vigor vegetativo à copa, interferido de forma contrária nas características produtivas (MAIA; CAMARGO, 2012); LEÃO; SOUZA; MELO, 2021) o que não ocorreu até então no presente estudo.

Assim como os atributos produtivos, houve interação significativa em todas as características físicas dos cachos gerada pelos sistemas de condução e ciclos de cultivo (Tabela 2).

Considerando as características físicas do cacho, videiras conduzidas em espaldeira convencional e alta apresentaram maior massa de cacho, com média de 290 g, contudo a espaldeira convencional proporcionou cachos mais compridos, com 16,45 cm.

Tabela 2 - Características físicas de cacho, baga e engão da videira ‘Niagara Rosada’ cultivada sobre diferentes sistemas de condução em dois ciclos produtivos em São Manuel, SP

Variável	Ciclo	Espaladeira			CV1 (%)	CV2 (%)
		Convencional	Alta	Dupla		
Massa cacho (g)	I	303,87 aA	281,68 abA	267,03 bA	16,99	9,12
	II	277,36 aB	280,74 aA	269,38 aA		
Comprimento cacho (cm)	I	16,45 aA	14,95 bA	14,58 bA	8,81	6,19
	II	14,44 aB	14,73 aA	15,08 aA		
Largura cacho (cm)	I	9,08 aA	9,05 aA	8,61 aA	13,32	6,87
	II	8,39 aB	8,81 aA	8,84 aA		
Massa baga (g)	I	3,94 bA	4,20 aA	4,31 aA	8,07	5,89
	II	4,02 bA	4,25 aA	3,97 bB		
Comprimento baga (cm)	I	2,08 bA	2,12 aA	2,09 abA	3,41	2,54
	II	2,09 aA	2,11 aA	2,00 bB		
Largura baga (cm)	I	1,84 abA	1,82 bA	1,87 aA	2,39	2,54
	II	1,82 bB	1,85 aA	1,80 bB		
Massa engão (g)	I	10,35 aA	7,64 bA	7,76 bA	25,44	13,58
	II	7,51 aB	7,66 aA	8,01 aA		
Comprimento engão (cm)	I	12,72 aA	12,90 aA	11,81 bB	11,36	6,85
	II	11,35 bB	12,36 aA	12,42 aA		
Largura engão (cm)	I	7,30 aA	6,47 bA	6,15 bA	17,92	12,32
	II	6,55 aB	6,29 aA	6,49 aA		

Letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúscula na coluna indica diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Descrições: CV: coeficiente de variação. I: ciclo produtivo 2017. II: ciclo produtivo 2018.

Para a largura do cacho, não houve diferença significativa dentro dos sistemas estudados, contudo a espaladeira convencional proporcionou maiores valores deste atributo, ou seja 9,08 cm. Quando se observa os ciclos produtivos, apenas a espaladeira convencional expressou nos cachos diferenças significativas, sendo que no ciclo produtivo I os valores foram superiores aos do ciclo II, para todos os atributos do cacho.

Considerando uma escala que varia de 1 a 5, proposta pelo CEAGESP (2002), os valores médios de massa fresca dos cachos obtidos nos três sistemas de condução,

enquadram-se na classificação do tipo 3, sendo a massa fresca de cachos variando entre 250 e 350 g.

Em outros trabalhos, a massa fresca dos cachos de 'Niagara Rosada' em sistema espaldeira convencional foram inferiores ao presente estudo, variando de 113 g (MOTA et al., 2010) a 240 g (SILVA et al., 2018), enquanto em espaldeira dupla, a massa foi inferior, de 203 g (PEDRO JÚNIOR et al., 2007).

Em relação aos atributos da baga, a espaldeira alta proporcionou as maiores médias independente dos ciclos, não diferindo da espaldeira dupla no ciclo I, com média de 4,25 g, mesmo ocorreu com o comprimento da baga, ainda em espaldeira alta, apresentaram os maiores valores, com 2,12 cm.

Logo bagas largas foram observadas em cachos sobre espaldeira dupla, bem como a espaldeira convencional no ciclo I, já no ciclo II o destaque foi em bagas em espaldeira alta.

A uva 'Niagara Rosada' apresenta bagas de tamanho pequeno quando comparado as outras cultivares de uva para mesa, principalmente as finas (MAIA; CAMARGO, 2012). Outros trabalhos mostraram valores de características físicas da baga semelhantes aos do presente trabalho, tanto em espaldeira convencional (MOTA et al., 2010), como em espaldeira alta (SILVA et al., 2018b).

Os diferentes manejos adotados nas videiras podem resultar em pequenas alterações físicas nos cachos e bagas, porém esses fatores estão condicionados, em grande parte, as características genéticas específicas das variedades.

A massa da baga foi influenciada principalmente pelas varas longas as quais são responsáveis por alojar maior número de folhas, apresentando maior área foliar da planta e a concentração intercelular de CO₂.

Todas essas variáveis definem o equilíbrio hormonal e vegetativo das videiras, este fato contribui para maior translocação de água e açúcares pelas bagas (DOMINGUES NETO et al., 2017).

O comprimento da baga proporciona o aumento do teor de antocianinas, de compostos fenólicos, flavonóides e da atividade antioxidante das frutas. As dimensões das bagas em uvas para mesa são importantes, pois além de resultar em maior superfície de casca e volume de polpa, que acomoda maiores concentrações de compostos bioativos, atrai visualmente os consumidores garantindo a compra da fruta (CAMARGO; TONETTO; HOFFMANN, 2011).

Para o engaço, houve destaque na massa em espaldeira convencional no ciclo I, sendo a média de 10,35 g, não diferindo os tratamentos no ciclo II. O comprimento do engaço foi estatisticamente superior em espaldeira alta, expressando 12,90 cm. Houve destaque na largura do engaço em espaldeira convencional, 7,30 cm.

O engaço é uma estrutura importante para a manutenção pós colheita das uvas, sendo preferível que este órgão mantenha sua coloração e umidade por um maior período de tempo, contudo as enzimas são substâncias que estão relacionadas a este escurecimento oxidativo, e as trocas gasosas desempenha seu papel de assimilação de reservas no desenvolvimento de sua estrutura, como evidenciado na correlação.

Outro fato é que as bagas se alojam nos engaços, com isso quanto maior sua estrutura, melhor é sua distribuição, isso aumenta a eficiência de cobertura na aplicação de produtos fitossanitários ou de reguladores vegetais, que tem por objetivo proteger as videiras ou agregar qualidade ao produto (ROBERTO et al., 2015).

De modo geral, os ciclos produtivos interferiram em grande parte dos aspectos físicos das uvas, sendo que no ciclo II as plantas se expressaram de forma reduzida em comparação ao ciclo I em função das variações climáticas, especialmente das temperaturas locais, entre os ciclos, além disso grande parte das plantas frutíferas apresentam a característica de picos alternados de produção no decorrer dos anos, caracterizado como bianualidade de produção, devido ao gasto energético que o vegetal exibem (MAIA; CAMARGO, 2012).

3.2 Composição química e bioativa da uva

Não houve interação significativa entre os tratamentos e ciclos produtivos, avaliando a média dos tratamentos, apenas o teor de sólidos solúveis diferiu significativamente entre os sistemas de condução (Tabela 3).

O teor de sólidos solúveis nas uvas em espaldeira dupla foi de 16,68 °Brix, valor acima do adequado para a cultivar, ou seja, de 14 °Brix (MAIA; CAMARGO, 2012).

Diversos trabalhos mostram uma ampla variação do teor de sólidos solúveis em decorrência do tipo de condução (CHOWANIAK et al., 2020), no geral, a espaldeira convencional proporciona menores teores dos °Brix (SILVA et al., 2018) pois a arquitetura atribuída à planta permite maior interceptação solar nas varas e principalmente incidente diretamente nos cachos (SABBATINI et al., 2015).

Tabela 3 – Composição química da uva ‘Niagara Rosada’ cultivada sobre diferentes sistemas de condução em São Manuel, SP

Variável	Espaladeira			CV (%)
	Convencional	Alta	Dupla	
Sólidos solúveis (°Brix)	15,94 b	15,89 b	16,68 a	2,99
pH	3,22 a	3,25 a	3,27 a	1,77
Acidez titulável (%)	0,90 a	0,93 a	0,98 a	8,95
Índice de maturação	18,55 a	17,44 a	17,52 a	9,16
Açúcares redutores (%)	14,95 a	14,73 a	15,15 a	4,49

Letras diferentes na mesma linha indica diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Descrições: CV: coeficiente de variação.

Outro fator não menos importante é que em espaladeira convencional as plantas possuem um volume reduzido de copa que otimiza a síntese e assimilação de açúcares (SANCHEZ-RODRIGUEZ; SPÓSITO, 2020), em contrapartida, a planta requer essas substâncias nos processos respiratórios, para o desenvolvimento vegetativo, este fato, quando não bem administrado pode reduzir o acúmulo dessa substância nas bagas (SABBATINI et al., 2015).

Na colheita o valor médio do pH foi de 3,25, da acidez titulável 0,94 %, o índice de maturação com 17,84 e de açúcares redutores foi de 14,94 %, por se tratar de uma cultivar para mesa, a uva ‘Niagara Rosada’ apresentou um harmônico balanço entre açúcares, pH e acidez, os quais indicam qualidade sensorial da fruta (MAIA; CAMARGO, 2012), que atrai e/ou satisfaz o consumidor principalmente pelo sabor.

Silva et al. (2018) estudando níveis de desponte na videira ‘Niagara Rosada’, obtiveram valores similares no pH, relatam que conduções que favorecem maior vigor à copa, como é o caso da espaladeira alta, proporciona melhor equilíbrio entre fonte (folhas) e dreno (cachos), beneficiando as características químicas da uva, no presente trabalho foi possível observar o que os autores relatam, principalmente em espaladeira dupla.

Agora, para os valores de pH do mosto, que está relacionado com a salinização dos ácidos orgânicos e ao aumento do cátion potássio no interior da baga, é possível afirmar sua influência pela eficiência da translocação de fotoassimilados para o cacho, dados pelos atributos de robustez das varas, às responsáveis pela translocação de seiva na planta (SANCHEZ-RODRIGUEZ; SPÓSITO, 2020).

No entanto, o pH é um parâmetro importante por estar diretamente relacionado à estabilidade das antocianinas e, com isso, mantém a intensidade de cor da casca (SHAHAB et al., 2020), importante em uvas para mesa.

Todos os compostos bioativos das uvas apresentaram interações significativas entre os diferentes sistemas de condução e ciclos produtivos (Tabela 4).

Tabela 4 – Compostos bioativos da uva ‘Niagara Rosada’ cultivada sobre diferentes sistemas de condução em dois ciclos produtivos em São Manuel, SP

Variável	Ciclo	Espaladeira			CV1 (%)	CV2 (%)
		Convencional	Alta	Dupla		
Fenólicos totais (mg 100 g ⁻¹)	I	234,98 bA	316,09 aA	180,91 cB	4,37	3,16
	II	235,14 bA	326,44 aA	247,89 bA		
Flavonóides totais (mg 100 g ⁻¹)	I	10,52 bA	13,50 aA	7,13 cB	6,39	4,87
	II	11,76 bA	13,68 aA	10,36 bA		
Antocianinas totais (mg 100 g ⁻¹)	I	0,86 bA	1,09 aA	0,59 cB	3,74	2,85
	II	0,87 bA	1,12 aA	0,76 cA		
Atividade antioxidante FRAP (mg g ⁻¹)	I	2,38 bA	3,08 aA	1,64 cB	2,96	3,60
	II	2,40 bA	3,16 aA	2,38 bA		
Atividade antioxidante DPPH (mg g ⁻¹)	I	1,73 bA	1,91 aA	1,27 cB	5,08	4,17
	II	1,76 bA	1,92 aA	1,74 bA		

Letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúscula na coluna indica diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Descrições: CV: coeficiente de variação. I: ciclo produtivo 2017. II: ciclo produtivo 2018. Fenólicos totais: mg de ácido gálico equivalente 100 g⁻¹ de uva. Flavonoides totais: mg equivalente de quercetina 100 g⁻¹ de uva. Antocianinas totais: mg de cianidina 3-glicosídeo equivalente 100 g⁻¹ de uva. Capacidade antioxidante via DPPH: mg equivalente Trolox g⁻¹ de uva. Capacidade antioxidante via FRAP: mg Fe²⁺ g⁻¹ de uva.

Observando o ciclo produtivo, apenas a espaladeira dupla proporcionou diferenças significativas em todos os compostos bioativos avaliados, sendo que no ciclo II maiores concentrações foram encontradas nas uvas em relação ao ciclo I.

O teor de compostos fenólicos totais na uva foi superior nos cachos em espaladeira alta, apresentando o valor máximo de 326,44 mg 100 g⁻¹ de uva. Todos os valores foram superiores aos encontrados por Silva et al. (2018b), onde os autores obtiveram com a mesma cultivar conduzida no sistema de convencional 106 mg 100 g⁻¹.

O conteúdo de compostos fenólicos está diretamente relacionado com a atividade antioxidante e com o teor flavonóides, bem como com o número de folhas e área foliar da planta, pois, em sistemas de condução que possibilita maior volume de copa estes

compostos se acrescentam (MOTA et al., 2010), principalmente pelo aumento de insolação incidente de forma direta ou indireta nos cachos e tecidos fotossinteticamente ativos (DOWNEY; HARVEY; ROBINSON, 2004).

Vale ressaltar que, 80 % dos compostos fenólicos se encontram na casca e 20% na polpa de uvas tintas (VANZELA et al., 2011). As *Vitis vinifera* apresentam os maiores conteúdos dentre todas as espécies, que reforçaram as origens genéticas da uva 'Niagara Rosada' (KATALINIĆ et al., 2010).

Os resultados mencionados confirmam que as partes comestíveis dessa uva, principalmente a casca, constituem uma rica fonte de compostos fenólicos, sobretudo em sistema espaldeira dupla.

O conteúdo de flavonóides totais apresentou ampla variação nas uvas diante os sistemas de condução e certa estabilidade dentre os ciclos produtivos, com destaque para uvas cultivadas em espaldeira alta com média de 13,68 mg 100 g⁻¹, contudo, os valores estão abaixo dos encontrados por outros autores, que verificaram, na mesma uva em sistema espaldeira convencional, 56 mg 100 g⁻¹ (SANCHEZ-RODRIGUEZ; DIAS; SPÓSITO, 2016).

O teor de flavonóides totais também varia com as características de área foliar das plantas, explicando os maiores níveis em espaldeira alta, pois os fatores ambientais, como temperatura e luminosidade do dossel quando intensificados reflete no aumento dessa substancia (CORSO et al., 2016), contudo, o acúmulo destes conteúdos não seguem um padrão nos cachos no que se refere aos diferentes sistemas de condução avaliados.

As antocianinas se destacaram em conteúdo em uvas conduzidas em espaldeira dupla, com valor de 1,12 mg 100 g⁻¹, quando comparado à outros trabalhos, os valores foram superiores para mesma cultivar sobre espaldeira convencional (TECCHIO et al., 2017) e similares as uvas em sistema em lira (PALLIOTTI, 2012), sendo o último sistema apresenta maior área foliar, assim como a espaldeira alta, o que contribui para o incremento deste composto.

Isso ocorre, pois a concentração de antocianinas é dependente dos níveis de radiação solar, tanto no dossel vegetativo quando diretamente nos cachos (SUN et al., 2012).

Logo, videiras em espaldeira dupla tem a duplicação do dossel, refletindo na distribuição da incidência de luz nas folhas e principalmente nos cachos, afetando a síntese de compostos bioativos e pigmentos antociânicos, principalmente das cascas.

Outros autores também relatam a alta correlação entre as antocianinas e área foliar da planta e outros compostos bioativos nas frutas (SANCHEZ-RODRIGUEZ; DIAS; SPÓSITO, 2016), sendo que as concentrações de antocianinas foram semelhantes aos outros compostos bioativos, principalmente com os teores de flavonóides, devido serem originados da mesma via de biossíntese (XI et al., 2016).

A atividade antioxidante das uvas foi maior em espaldeira alta, independentemente do método analítico, sendo obtido 3,16 mg g⁻¹ no método FRAP, e 1,92 mg g⁻¹ no método DPPH.

Outros trabalhos mostram uma considerável oscilação dessa variável, ainda mais quando comparado à diferentes métodos analíticos, tanto em concentrações superiores (SILVA et al., 2018) e inferiores (BURIN et al., 2014) na uva 'Niagara Rosada'.

É conhecido que a atividade antioxidante da uva e seus derivados é influenciada diretamente pela sua composição fenólica, motivado por sua herança genética e condições ambientais na qual o tipo de sistema de condução da planta pode interferir nas concentrações finais da uva (VANZELA et al., 2011).

Contudo, maior atividade antioxidante foi obtida através do método FRAP, o que corrobora com a literatura (KATALINIĆ et al., 2010), porém por DPPH também expressa de forma precisa a atividade antioxidante de uvas (BURIN et al., 2014), contudo existe dificuldades em padronizar as unidades de medida e o tecido da baga a ser analisado.

3.3 Fenologia e evolução da maturação

Houve interação significativa para a duração em dias após a poda de todos os estádios fenológicos da videira 'Niagara Rosada' em relação aos diferentes sistemas de condução e ciclos produtivos (Tabela 5).

No aspecto geral, considerando o ciclo I de produção, as plantas se desenvolveram de forma precoce, sendo a diferença com o ciclo II em torno de 5 dias, desde o primeiro ciclo se estendendo até a colheita.

Videiras em espaldeira convencional apresentaram as maiores variações dentro dos ciclos, contudo, as conduzidas em espaldeira alta apresentaram maior estabilidade nos anos avaliados.

Tabela 5 – Duração, em dias após a poda, dos estádios fenológicos da videira ‘Niagara Rosada’ cultivada sobre diferentes sistemas de condução em São Manuel, SP

Estádio	Ciclo	Espaladeira			CV1 (%)	CV2 (%)
		Convencional	Alta	Dupla		
E-L3	I	19 bA	19 bA	21 aB	14,67	7,46
	II	21 bA	20 bA	23 aA		
E-L4	I	23 bA	20 cA	26 aB	15,98	9,10
	II	23 bA	20 cA	28 aA		
E-L7	I	27 bB	26 bA	32 aA	21,88	6,99
	II	30 bA	26 cA	34 aA		
E-L9	I	34 bB	34 bA	37 aB	11,51	5,18
	II	36 bA	34 cA	39 aA		
E-L12	I	39 bA	36 cA	42 aB	10,33	3,94
	II	40 bA	37 cA	44 aA		
E-L17	I	46 bB	46 bA	48 aB	5,45	2,74
	II	47 bA	46 cA	49 aA		
E-L19	I	49 bB	50 aB	50 aA	3,61	1,74
	II	52 aA	52 aA	51 bA		
E-L23	I	52 bB	53 aB	53 aA	2,75	1,47
	II	54 aA	54 aA	53 bA		
E-L27	I	55 aB	55 aA	55 aA	2,25	1,37
	II	57 aA	56 bA	56 bA		
E-L29	I	58 bB	58 bB	60 aA	3,93	2,52
	II	60 aA	60 aA	60 aA		
E-L31	I	62 aB	62 bB	67 aA	4,82	4,38
	II	65 aA	65 aA	66 aA		
E-L32	I	78 bB	80 aA	80 aA	3,20	2,78
	II	81 aA	81 aA	81 aA		
E-L35	I	125 aA	124 bB	125 aB	0,99	0,78
	II	126 bA	126 bA	127 aA		
E-L38	I	130 aB	130 aB	130 aB	1,09	0,98
	II	145 aA	145 aA	145 aA		

Letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúscula na coluna indica diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Descrições: EF: estágio fenológico. E-L3: gema algodão. E-L4: gema ponta verde. E-L7: primeira folha separada. E-L9: 2 ou 3 folhas separadas. E-L12: 5 folhas separadas ou inflorescência visível. E-L17: inflorescência desenvolvida ou flores separadas. E-L19: início da floração. E-L23: plena floração ou 50% das flores abertas. E-L27: frutificação (bagas > 2 mm de diâmetro). E-L29: baga tamanho “chumbinho” (4 mm de diâmetro). E-L31: baga tamanho “ervilha” (7 mm de diâmetro). E-L32: início da compactação do cacho. E-L35: início da maturação. E-L38: plena maturação ou colheita. CV: coeficiente de variação. I: ciclo produtivo 2017 II: ciclo produtivo 2018.

Observando os sistemas de condução, plantas em espaldeira alta apresentaram desenvolvimento precoce, desde o estágio de gema algodão (E-L3) até 5 folhas separadas (E-L12), totalizando em média 36 dias após a poda.

A partir do estágio do início da floração (E-L19), aos 50 dias, as plantas conduzidas no sistema de espaldeira convencional e alta apresentaram precocidade, mantendo essa característica até o estágio de baga tamanho “chumbinho” (E-L29), aos 58 dias após a poda.

Nos estádios finais, como início da maturação (E-L35) e colheita (E-L38) das uvas não houve diferença entre os sistemas estudados, como dito apenas os ciclos interferiram atribuindo uma diferença de 15 dias.

Contudo, plantas em espaldeira alta apresentam precocidade no desenvolvimento inicial, até pouco antes da floração enquanto a espaldeira dupla proporciona antecipação entre os estádios de florescimento até a compactação dos cachos.

Poucos foram os dias de diferença das fases fenológicas das plantas nos sistemas de condução, pois as plantas apresentam alta plasticidade durante seu crescimento, se adaptando as diferentes condições de cultivo, ainda mais se forem a mesma cultivar (MAIA; CAMARGO, 2012).

Diversos autores, estudando a fenologia da videira ‘Niagara Rosada’ em condição similar de clima, verificaram diferentes durações dos ciclos produtivos através da fenologia, da poda até a colheita pode ocorrer uma variação de 130 (HERNANDES et al., 2010) a 150 dias (TECCHIO et al., 2013), os quais estão em conformidade aos presentes dados, sendo que o clima e os manejos adotados estão diretamente relacionados a essas durações (HERNANDES; PEDRO JÚNIOR; BLAIN, 2011).

A fenologia, quando relacionada aos diferentes manejos nos parreirais, como uso de portaenxertos, tipo do sistema de condução, uso de reguladores vegetais e tipos de poda, pode resultar em até duas safras ao ano em determinadas regiões do Brasil (ANZANELLO; SOUZA; COELHO, 2010; (KOYAMA et al., 2020), o que permite ampliar o período de oferta da fruta ao consumidor e obter uvas tardias ou precoces alcançando maior preço de mercado, principalmente nos períodos de entressafra.

Não houve interação significativa entre os sistemas de condução e a época de amostragem das bagas na determinação das evoluções de maturação das uvas, sendo os efeitos de cada fator analisados separadamente e em seus respectivos ciclos produtivos (Figura 2).

Modelos de regressão linear crescente foram ajustados para expressar o aumento de sólidos solúveis nos dois ciclos da uva 'Niagara Rosada' sobre os diferentes sistemas de condução, apenas a espaldeira dupla proporcionou ajuste quadrático no ciclo I.

Em ambos os ciclos, os teores de sólidos solúveis atingiram o valor máximo no dia da colheita, alcançando aproximadamente 16,50 °Brix nas uvas.

Modelos de regressão quadrática foram usados para expressar o aumento de pH nos dois ciclos, apenas uvas em espaldeira alta essa variável se ajustou de forma linear no ciclo II, a maior média foi observada na colheita com o valor de 3,25.

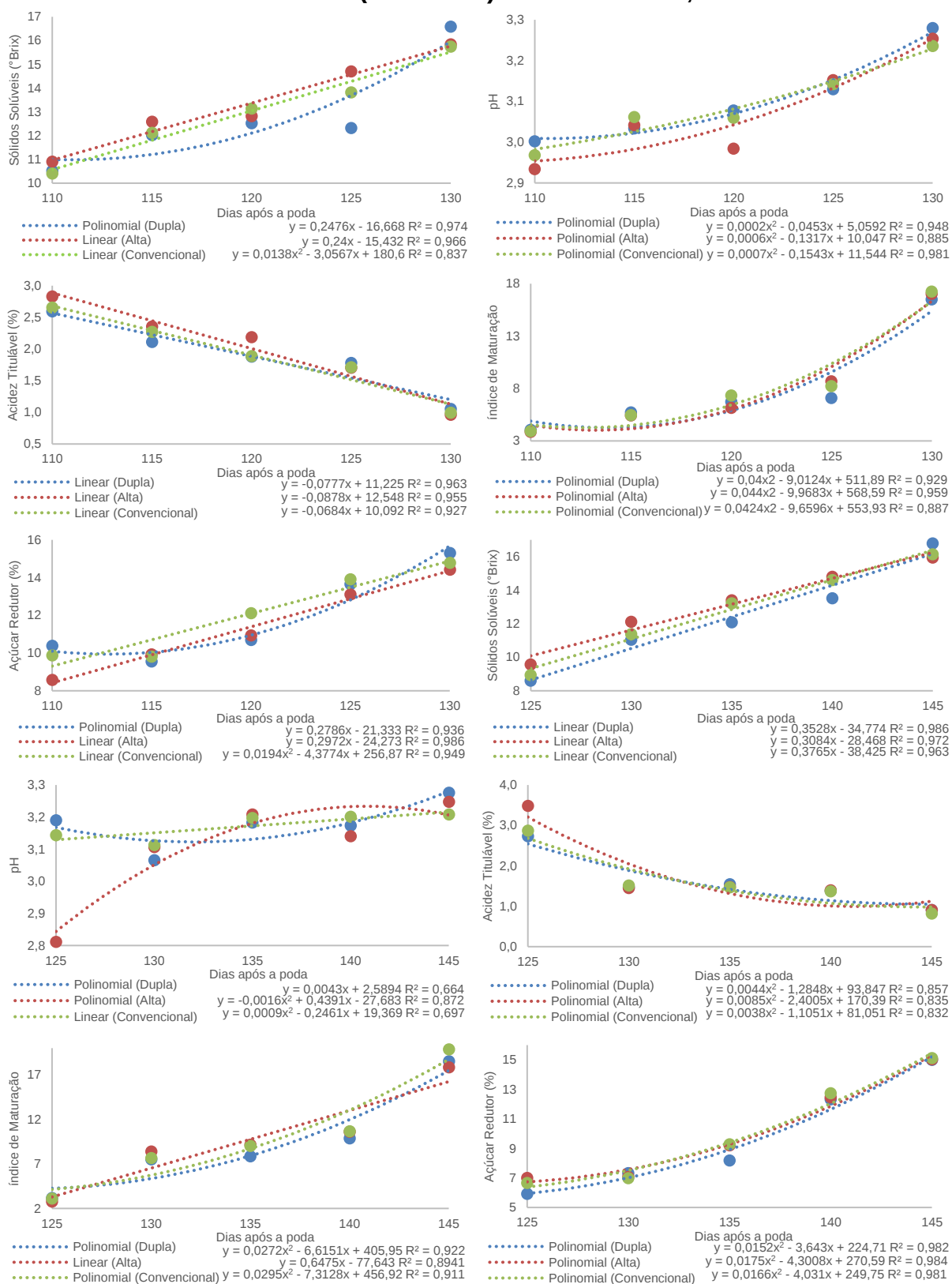
O pH sofre interferência direta da redução das concentrações dos ácidos málico e principalmente o tartárico e a deposição de potássio e outros sais na baga, o que também indica que a fruta está em síntese de acúmulo de açúcares (MANFROI et al., 2004).

A acidez titulável reduziu de forma linear no ciclo I e quadrática no ciclo II, quando atingiu 0,95 % de ácido tartárico em todos os tratamentos. O início da maturação é caracterizado pelas altas concentrações de ácidos orgânicos (ácido tartárico e málico) presentes na baga (MANFROI et al., 2004), conforme a planta aumenta sua atividade fotossintética, ocorre a degradação dos ácidos e a síntese açúcar (PARKER et al., 2014), contudo o clima também interfere na concentração destes compostos, pois altas temperaturas e baixos níveis de água no solo contribuem no aumento de sólidos solúveis e redução de acidez nas bagas (KOYAMA et al., 2020).

O índice de maturação se justou no modelo polinomial em ambos os ciclos produtivos, com exceção as uvas em espaldeira alta no segundo ciclo produtivo, contudo os maiores valores também foram observados próximo a colheita, com média de 19.

No início da maturação o teor de açúcar nas bagas é baixo e aumenta até a colheita, o oposto ocorre para a acidez, logo os novos pontos de crescimento e os frutos são importantes drenos que consomem parte dessa fonte de energia, com isso o índice de maturação, também conhecido como *veraison* ou *ratio*, se eleva, significando que a uva apresenta melhores características sensoriais ao consumidor, principalmente na harmonia do sabor (MANFROI et al., 2004; PARKER et al., 2014).

Figura 2 – Evolução da maturação da uva ‘Niagara Rosada’ cultivada sobre diferentes sistemas de condução em dois ciclos produtivos (2017/2018) em São Manuel, SP



Descrição: *: coeficiente de determinação (R^2) significativo a $p < 0,05$. Acidez em % de ácido tartárico.

No primeiro ciclo houve apenas um ajuste linear para o conteúdo de açúcares redutores, para as uvas em espaladeira dupla, logo para espaladeira alta e convencional a expressão foi linear, no ciclo II todos os tratamentos expressaram nas uvas ajuste foi quadrático, o conteúdo de açúcar redutor atingiu o valor máximo próximo ao dia da colheita assim como as outras variáveis, quando a uva apresentava 15 % em média.

As variáveis, sólidos solúveis e açúcar redutor, apresentam semelhança em seu acúmulo devido a presença de pequenas quantidades de sacarose e outros carboidratos na uva, como a glicose e frutose no final do ciclo (CONDE et al., 2007).

De modo geral, os parâmetros que indicam a evolução da maturação são influenciados por diversos fatores, sobretudo os ambientais, como o tipo de solo, temperatura e precipitação (DOWNEY; HARVEY; ROBINSON, 2004), e de manejo, como a época de poda (KOYAMA et al., 2020) e tipo de portaenxerto (CORSO et al., 2016).

Assim sendo, é possível afirmar através dos resultados obtidos que, uvas em espaladeira convencional, alta ou dupla apresentam ótimos índices de maturação independente do ciclo produtivo.

3.4 Fertilidade de gemas e caracterização da vara

Apenas a 4^a, 8^a, 9^a e 10^a gema apresentaram diferença significativa para o número de primórdios de inflorescência nas varas de 'Niagara Rosada' sobre os diferentes sistemas de condução (Tabela 6).

A espaladeira dupla proporcionou os maiores números de inflorescências em todas as gemas, 1,5 unidades, sendo que a 4^a gema em espaladeira alta apresentou menor número de primórdios de inflorescência, 1 unidade.

Na 8^a, 9^a, e 10^a gema em espaladeira dupla a planta manteve sua fertilidade, enquanto em espaladeira convencional e alta apresentaram apenas 0,5 unidade. A espaladeira convencional proporcionou apenas 8 gemas por vara, devido sua restrição em altura.

Na literatura, os resultados mostram que a uva 'Niagara Rosada' em espaladeira convencional apresenta resultados iguais ao presente trabalho com 1,3 primórdios de inflorescência, em sistemas que proporciona maior vegetação do dossel, como a latada, proporcionou 1,6 unidades, similar em espaladeira dupla (VIEIRA et al., 2006).

Tabela 6 – Número de primórdio de inflorescência do meristema principal e de ápice meristemático de gemas da videira ‘Niagara Rosada’ cultivada sobre diferentes sistemas de condução em São Manuel, SP

Gema	Número de inflorescência			CV (%)	Número de meristema			CV (%)
	Espaladeira				Espaladeira			
	Convencional	Alta	Dupla		Convencional	Alta	Dupla	
1 ^{a*}	1,9 a	1,6 a	1,5 a	13,68	4,0 a	4,0 a	3,6 b	4,12
2 ^a	1,6 a	1,5 a	1,6 a	14,47	4,0 a	4,0 a	3,7 a	5,54
3 ^a	1,4 a	1,3 a	1,7 a	18,71	4,1 a	3,9 a	3,9 a	5,78
4 ^a	1,4 a	1,0 b	1,6 a	14,94	4,0 a	3,8 a	3,8 a	3,05
5 ^a	1,4 a	1,0 a	1,2 a	10,61	3,8 a	3,8 a	3,4 a	7,40
6 ^a	1,0 a	1,2 a	1,4 a	11,27	3,4 b	3,8 a	3,9 a	4,86
7 ^a	0,6 a	0,8 a	1,1 a	12,81	3,6 a	3,9 a	3,9 a	3,92
8 ^a	0,4 b	0,8 b	1,3 a	9,45	2,8 b	3,8 a	3,7 a	7,52
9 ^a	-	0,6 b	1,2 a	6,63	-	3,5 a	3,7 a	4,03
10 ^a	-	0,1 b	0,6 a	5,98	-	2,6 a	3,0 a	7,48

Letras diferentes na linha indica diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Descrições: CV: coeficiente de variação. *: posição das gemas na vara.

Este fato pode estar relacionado à maior incidência de luz e aumento da temperatura na região das gemas em espaladeira dupla (PEDRO JÚNIOR et al., 2007), que favorece a síntese de citocininas que estimulam o crescimento das gemas laterais por mobilizar os fotoassimilados, promovendo maior fertilidade (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Quanto ao número de ápices meristemáticos, houve diferença significativa no para a 1^a, 6^a e 8^a gema nas varas de ‘Niagara Rosada’ sobre os diferentes sistemas de condução (Tabela 6).

Varas em espaladeira convencional e alta apresentaram os maiores número de meristemas, com 4 unidades, logo na 6^a e 8^a gema o número de meristemas foi inferior apenas em espaladeira convencional, apresentando 3,4 e 2,8 unidades, respectivamente. Estes valores são superiores aos encontrados por Vieira et al., (2006), que obtiveram, 1,6 ápices meristemáticos, em espaladeira convencional.

Dessa forma, a incidência de luz sobre as gemas contribui para o aumento da fertilidade de gemas (DRY, 2000).

O manejo do vinhedo, a partir da escolha do sistema de condução, deve ser orientado visando não somente o desenvolvimento dos cachos produzidos, mas também a adequada formação de gemas férteis nos ciclos subsequentes, sendo que a espaladeira dupla promoveu um melhor equilíbrio do vigor das varas e a adequada exposição das gemas à luz.

Vale ressaltar que a videira ‘Niagara Rosada’ apresenta boa fertilidade de gemas na região basal da vara (MAIA; CAMARGO, 2012), evidenciado no presente estudo.

Considerando as características da vara das plantas, houve diferenças significativas para todas as variáveis na videira ‘Niagara Rosada’ nos diferentes sistemas de condução (Tabela 7).

Tabela 7 – Características da vara da videira ‘Niagara Rosada’ cultivada sobre diferentes sistemas de condução em São Manuel, SP

Características da vara	Espaladeira			CV (%)
	Convencional	Alta	Dupla	
Diâmetro da vara (mm)	4,88 b	5,13 b	5,89 a	5,24
Massa da vara (g)	24,27 c	28,61 b	38,41 a	11,93
Área foliar da vara (m ²)	0,30 b	0,45 a	0,32 b	18,82
Área foliar da planta (m ²)	3,10 b	4,57 a	4,70 a	19,47

Letras diferentes na linha indica diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Descrições: CV: coeficiente de variação.

Para o diâmetro e massa das varas, a espaladeira dupla proporcionou 5,89 mm e 38,41 g, respectivamente. Os resultados foram similares aos encontrados por outros autores com a cultivar ‘Rubi’ em latada (BOTELHO; PIRES; TERRA, 2004), obtiveram 7,4 mm das varas e 42,5 g, evidenciando o alto vigor vegetativo da videira ‘Niagara Rosada’ quando comparado a uma uva fina para mesa em um sistema de ampla vegetação.

A área foliar estimada em cada vara variou de 0,30 m² 0,45 m², com maior média em espaladeira alta. Ao se referir as plantas, a área foliar variou entre 3,10 e 4,70 m². O destaque foi em plantas conduzidas em espaladeira alta e dupla, com diferença de 35 % a mais de área folia em comparação a espaladeira convencional, valores semelhantes foram encontrados na literatura por outros autores (PALLIOTTI, 2012; SANCHEZ-RODRIGUEZ; DIAS; SPÓSITO, 2016).

O vigor das varas é definido como sendo sua taxa de crescimento e pode ser caracterizado pela sua espessura, comprimento, área foliar, ou ainda pela massa do material podado de uma videira, considerado uma medida de desenvolvimento (BOTELHO; PIRES; TERRA, 2006).

Logo, a escolha do sistema de condução é um dos fatores associado à expressão do vigor da copa, pois define uma arquitetura eficiente da planta, a hipótese se refere a área de superfície foliar útil seja para a captura de luminosidade, aumentando as

trocas gasosas, permitindo avaliar o potencial qualitativo do sistema de condução, em contrapartida, quando há excesso de área foliar se produz sombreamento de parte das folhas e aumento da radiação difusa, reduzindo a eficiência na assimilação de CO₂ (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Portanto, a arquitetura da copa pode determinar a quantidade de camadas foliares e a eficiência de interceptação de luz pelas folhas, sistemas com disposição vertical apresentam maior nível de sombreamento basal, logo plantas com ramos horizontais ou oblíquos apresentam maior exposição em toda sua vara (QUEIROZ-VOLTAN et al., 2011).

3.5 Trocas gasosas, enzimas e proteínas das folhas

Houve diferença estatística para a maioria das variáveis envolvendo as trocas gasosas, principalmente na fase fenológica de inflorescência desenvolvida (E-L17) e plena floração (E-L23) (Tabela 8).

Diferença significativa foi verificada para a assimilação de CO₂, concentração intercelular de CO₂ e eficiência no uso da água no estágio de frutificação (E-L27) e apenas para a eficiência do uso da água no início da maturação (E-L35).

Não houve diferenças significativas para as trocas gasosas no estágio de plena maturação (E-L38) para a videira 'Niagara Rosada' em diferentes sistemas de condução.

Como visto nos resultados, as plantas apresentaram diferenças consideráveis nos dois primeiros estádios de desenvolvimento.

No estágio de inflorescência desenvolvida (E-L17) não houve diferenças para a transpiração das videiras nos diferentes sistemas de condução, sendo a média de 2,75 mmol H₂O m⁻² s⁻¹. Para a assimilação de CO₂, videiras em espaldeira dupla e alta apresentaram 16,36 e 13,72 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, respectivamente.

Plantas conduzidas em espaldeira dupla não diferiram estatisticamente da espaldeira convencional, que proporcionou 10,31 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹.

A concentração intercelular de CO₂ as videiras em espaldeira convencional apresentaram 212,03 mol CO₂ mol⁻¹ e em espaldeira dupla 138,42 mol CO₂ mol⁻¹, o último não diferindo em espaldeira alta, com a média de 147,65 mol CO₂ mol⁻¹.

A espaldeira dupla e alta proporcionou para as plantas maior condutância estomática com 0,20 e 0,18 mol H₂O m⁻² s⁻¹, respectivamente, o oposto para a média

de rendimento quântico, onde plantas conduzidas em espaldeira convencional apresentaram $0,89 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Tabela 8 – Trocas gasosas em diferentes estádios fenológicos videira ‘Niagara Rosada’ cultivada sobre diferentes sistemas de condução em São Manuel, SP

EF	Espaldeira	E	A	Ci	g _s	Fv/Fm	A/Ci	EUA	ETR
E-L17	Convencional	2,79 a	10,31 b	212,03 a	0,10 b	0,89 a	0,05 b	3,88 b	53,41 b
	Alta	2,45 a	13,72 ab	147,65 b	0,18 a	0,82 b	0,09 a	5,53 a	88,83 a
	Dupla	3,00 a	16,36 a	168,42 ab	0,20 a	0,79 b	0,10 a	5,44 a	100,8 a
	CV (%)	16,3	15,51	17,67	21,58	4,17	29,34	15,3	22,37
E-L23	Convencional	1,56 a	11,36 a	152,61 c	0,10 a	0,89 a	0,08 a	6,21 b	52,95 a
	Alta	0,66 b	6,48 b	238,97 a	0,08 b	0,91 a	0,03 c	6,05 b	44,20 b
	Dupla	1,59 a	11,53 a	201,37 b	0,11 a	0,90 a	0,06 b	7,10 a	46,19 b
	CV%	7,43	6,99	8,75	7,91	1,65	15,86	6,79	5,14
E-L27	Convencional	3,31 a	18,12 a	191,92 a	0,19 a	0,80 a	0,10 a	0,19 a	98,98 a
	Alta	2,22 b	17,09 a	125,66 b	0,18 a	0,81 a	0,14 a	0,13 b	94,75 a
	Dupla	2,05 b	16,35 a	128,61 b	0,16 a	0,83 a	0,13 a	0,12 b	82,42 a
	CV (%)	13,87	18,07	15,68	18,13	4,07	25,33	18,44	18,83
E-L35	Convencional	1,83 a	10,96 a	174,58 a	0,10 a	0,89 a	0,06 a	0,17 ab	51,60 a
	Alta	1,91 a	9,14 a	218,06 a	0,09 a	0,90 a	0,04 a	0,20 a	47,84 a
	Dupla	1,42 a	9,91a	192,88 a	0,08 a	0,91 a	0,05 a	0,14 b	42,10 a
	CV (%)	39,86	32,89	19,5	20,24	2,07	24,04	13,43	18,43
E-L38	Convencional	1,47 a	17,36 a	53,51 a	0,18 a	0,81 a	0,40 a	0,09 a	93,72 a
	Alta	1,35 a	16,70 a	55,22 a	0,17 a	0,83 a	0,44 a	0,08 a	87,08 a
	Dupla	1,37 a	18,12 a	39,72 a	0,17 a	0,82 a	0,58 a	0,07 a	88,80 a
	CV (%)	8,24	12,87	27,16	13,93	3,02	29,31	9,5	14,01

Letras diferentes na mesma coluna indica diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Descrições: EF: estágio fenológico. E-L17: inflorescência desenvolvida ou flores separadas. E-L23: plena floração ou 50% das flores abertas. E-L27: frutificação (bagas > 2 mm de diâmetro). E-L35: início da maturação. E-L38: plena maturação ou colheita. E: transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). A: assimilação de CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Ci: concentração intercelular de CO_2 ($\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$); g_s: condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Fv/Fm (fluorescência variável/fluorescência máxima): rendimento quântico máximo. A/Ci: eficiência da carboxilação. EUA: eficiência no uso da água ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$). ETR: eficiência do transporte de elétrons ($\text{mol elétron m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). CV: coeficiente de variação.

Para a eficiência da carboxilação, eficiência no uso da água e eficiência do transporte de elétrons, videiras conduzidas em espaldeira alta e dupla, apresentaram médias superiores às obtidas em videiras em espaldeira convencional, com valores médios de 0,10 de eficiência da carboxilação, $5,48 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$ para eficiência no uso da água e na eficiência do transporte de elétrons $94,81 \text{ mol elétron m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

No estágio de plena floração (E-L23), as plantas apresentaram níveis inferiores a amostragem do estágio anterior, também com várias diferenças significativas das trocas gasosas. A espaldeira convencional e dupla proporcionaram destaque, com a média de $1,57 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para transpiração e $11,44 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para assimilação de CO_2 , respectivamente.

A concentração intercelular de CO_2 foi maior em espaldeira alta, com videiras apresentando $238,97 \text{ mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$. Plantas em espaldeira convencional e dupla apresentaram condutância estomática de $0,11 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em média, logo para o rendimento quântico, não houve diferenças entre os sistemas estudados, sendo o valor médio 0,90.

Para a eficiência da carboxilação e eficiência do transporte de elétrons, videiras conduzidas em espaldeira convencional, apresentaram médias superiores aos demais sistemas, com valores de 0,08 e $52,95 \text{ mol elétron m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. A espaldeira dupla proporcionou maior eficiência do uso da água, $7,10 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$.

As trocas gasosas das videiras passaram a ter poucas alterações a partir da terceira análise, ou seja, na frutificação (E-L27). Porém a espaldeira convencional proporcionou alterações significativas para a transpiração, concentração intracelular de carbono e eficiência do uso da água, com valores de $3,31 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $191,92 \text{ mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ e $0,19 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$.

Na avaliação do início da maturação (E-L35), os sistemas de condução já não interferiram nas trocas gasosas, exceto para a eficiência do uso da água, que foi maior em espaldeira convencional e alta, com as plantas apresentando 0,17 e $0,20 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$, respectivamente. Os sistemas estudados não influenciaram as trocas gasosas no estágio de plena maturação (E-L38).

Ao se referir no processo fotossintético, que se trata da conversão da energia luminosa em energia química, a espaldeira convencional, por apresentar menor área foliar, proporcionou menor sensibilidade à falta de água pelas plantas, observada pela menor condutância estomática e maior taxa de transpiração, esta situação também foi observada por outros autores, concluíram que tal fator permite otimizar a disponibilidade de água à planta, atribuindo maior taxa de transpiração (SANCHEZ-RODRIGUEZ; DIAS; SPÓSITO, 2016).

Os valores de trocas gasosas e condutância estomática não foram afetados pelo sistema de condução nos estádios mais avançados da videira, provavelmente em

virtude da menor necessidade de suprir fotoassimilados para os drenos, os cachos, já definidos, e preparação para a fase de repouso vegetativo.

Outros trabalhos mostram que a uva 'Niagara Rosada' em espaladeira convencional apresenta um limbo foliar maior, porém pouco ativas fotossinteticamente, gerando menor número de estômatos por área, ocorrendo uma redução da difusão de CO_2 (QUEIROZ-VOLTAN et al., 2011), esta situação pode ter influenciado as menores taxas fotossintéticas nos estádios que antecede a floração.

Um fato importante é que a transpiração em plantas cultivadas em espaladeira convencional evita o estresse térmico e estômatos fechados, além de promover maior concentração intracelular de CO_2 sem aumentar os valores da assimilação de CO_2 (LEÃO; SOUZA; MELO, 2021).

Uma possível explicação, é a redução da produção de ATP causada pelo bloqueio do transporte de elétrons, que retarda o aumento da taxa de assimilação de CO_2 , pela redução temporária da respiração, não contribuindo no funcionamento normal do metabolismo nas células guarda, reduzindo o turgor e abertura estomática (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Se referindo ao rendimento quântico, na primeira avaliação, seu declínio significa dano fotoinibitório, indicando estresse do vegetal, com isso a condução em espaladeira alta e dupla, pode ter dissipado de 95 a 97% da energia absorvida na forma de calor e 2,5 a 5,0% na forma de fluorescência, em espaladeira convencional o rendimento quântico foi elevado, indicando que cerca de 97% da energia dos fótons absorvidos podem ser usadas na produção de ATP (trifosfato de adenosina) e NADPH (nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato), 2,5% é transformada em calor e 0,5% é reemitida como fluorescência (BOLHÁR-NORDENKAMPF; ÖQUIST, 1993).

O parâmetro de eficiência do uso da água das plantas foi alto em espaladeira dupla e alta até a floração e em espaladeira convencional na frutificação, como resultado da maior transpiração e assimilação de CO_2 .

Isso pode ser explicado pelo fato de que apenas níveis criticamente baixos de condutância estomática afetam a assimilação de CO_2 , e se correlaciona intimamente com o rendimento quântico e eficiência do transporte de elétrons (BOLHÁR-NORDENKAMPF; ÖQUIST, 1993).

Portanto, maiores eficiências das trocas gasosas foram obtidas em plantas em espaladeira convencional, com um aumento de 12% (no estádio E-L17) em relação às plantas em outros sistemas, conforme indicado pelo rendimento quântico.

Nos estádios correspondentes após frutificação das uvas, outros autores também encontraram interferência dos sistemas de condução nos componentes das trocas gasosas da videira 'Niagara Rosada' (LEÃO; CHAVES, 2019; SANCHEZ-RODRIGUEZ; SPÓSITO, 2020).

Com base nas informações descritas até o momento, a adoção de diferentes sistemas de condução proporcionou ganhos significativos nas trocas gasosas até a plena floração, não interferindo nos estádios posteriores.

Para as enzimas oxidativas e proteínas solúveis das folhas da videira 'Niagara Rosada', houve diferenças significativas nos sistemas de condução (Tabela 9).

Tabela 9 – Enzimas oxidativas e proteínas das folhas da videira 'Niagara Rosada' cultivada sobre diferentes sistemas de condução na fazenda de plana floração em São Manuel, SP

Enzimas*	Espaladeira			CV (%)
	Convencional	Alta	Dupla	
Peroxidase ($\mu\text{mol pur. min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{pt}$)	9,16 a	5,05 b	3,05 c	3,97
Superóxido dismutase ($\text{U mg}^{-1} \text{pt}$)	347,63 a	222,57 b	221,22 b	11,65
Catalase ($\text{nmol H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{pt}$)	70,58 a	44,98 b	43,91 b	11,5
Proteínas solúveis ($\text{mg g}^{-1} \text{folha}$)	13,77 b	21,64 a	21,78 a	10,93

Letras diferentes na linha indica diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Descrições: CV: coeficiente de variação. * Folhas coletadas no estágio E-L23: plena floração ou 50% das flores abertas.

Videiras em espaladeira convencional apresentaram os maiores teores de enzimas oxidativas, 9,16 μmol da enzima peroxidase, 347,63 U da superóxido dismutase e 70,58 nmol da catalase. O oposto ocorreu para o conteúdo de proteínas solúveis, onde plantas em espaladeira alta e dupla apresentaram a média de 21,7 mg g^{-1} de folha.

Não há relatos na literatura de estudos com enzimas oxidativas em videiras e sistemas de condução, os resultados mostram que diferentes conduções podem estar relacionadas com o estresse oxidativo das plantas, pelo aumento da produção de radicais livres altamente tóxicos as células.

Várias enzimas estão envolvidas nos mecanismos de proteção da integridade celular, esta defesa inclui enzimas antioxidantes capazes de remover ou neutralizar os radicais livres e compostos intermediários, entre essas enzimas, destacam-se a peroxidase (JIMÉNEZ et al., 1998), a catalase (BREUSEGEM et al., 2001) e a superóxido dismutase (CORPAS; BARROSO; LUIS, 2001).

Os mecanismos de eliminação de radicais ativos de oxigênio envolvem a superóxido dismutase, cuja síntese é induzida pelo aumento de produção de O_2 , a

qual converte O_2 em peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e, então, a peroxidase e a catalase removem o peróxido formado.

O peróxido de hidrogênio e os radicais superóxidos livres podem exercer efeitos deletérios nas células, atuando na peroxidação de lipídeos das membranas, como também danificando o DNA (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A espaladeira convencional fez com que as plantas apresentassem altos níveis de enzimas oxidativas, 300 % a mais de peroxidase, 157 % de superóxido dismutase e 160 % de catalase em relação aos outros sistemas.

Um estudo demonstrou que o conteúdo da enzima catalase não seja apenas um sinal de estresse, mas também um sinal essencial ao crescimento e desenvolvimento das plantas (BREUSEGEM et al., 2001).

A enzima peroxidase, no entanto, são as mais atuantes no mecanismo oxidativo da senescência, porque são capazes de responder ao aumento da produção de oxigênio com maior síntese de compostos antioxidantes que podem neutralizar parcialmente o acúmulo de espécies reativas de oxigênio (JIMÉNEZ et al., 1998).

A superóxido dismutase foi a enzima majoritária nas folhas, nas células vegetais, tem um papel importante no sistema de proteção contra o estresse oxidativo (CORPAS; BARROSO; LUIS, 2001).

Uma provável explicação dos fatos é a inibição parcial da cadeia de transporte de elétrons antes da floração, verificado pela assimilação de CO_2 , eficiência do uso da água e da eficiência do transporte de elétrons nas videiras em espaladeira convencional, que causa uma diminuição nos níveis celulares de ATP e, conseqüentemente, um aumento na concentração de prótons (H^+) no citosol, diminuindo o pH, acidificando o meio, levando ao aumento da atividade das enzimas oxidativas e redução do teor de proteínas solúveis (TAIZ; ZEIGER, 2017).

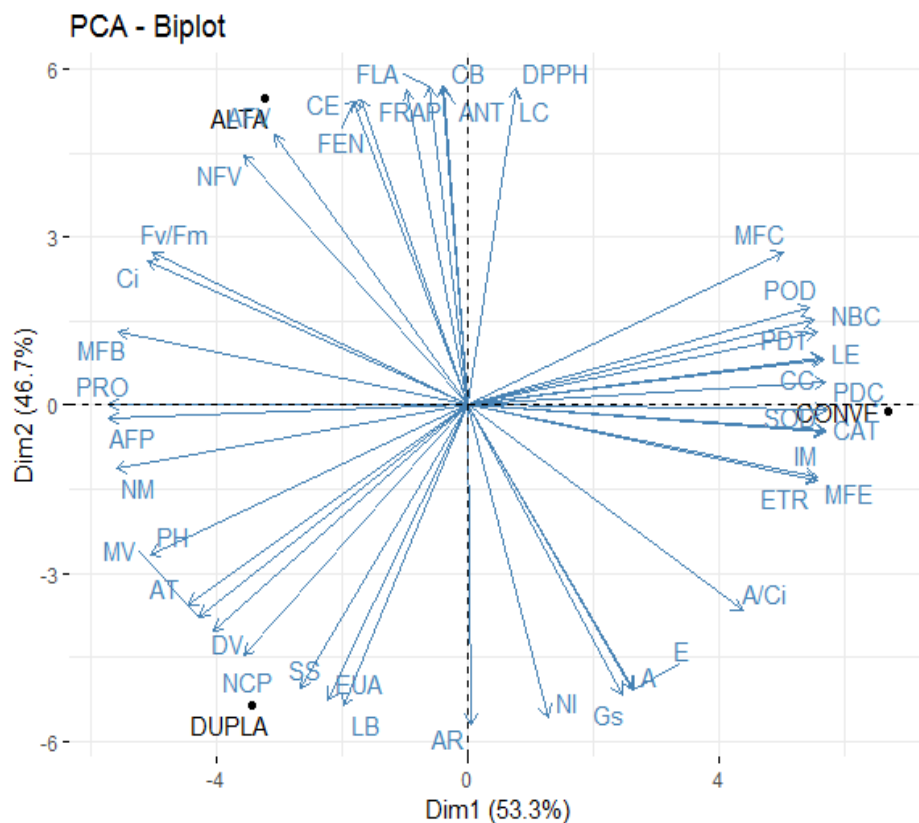
3.6 Análise de componentes principais

Com base na média dos dois ciclos produtivos, os resultados obtidos pela técnica dos componentes principais, os respectivos autovalores e porcentagens da variância explicada por cada um estão apresentados na Figura 3.

As duas primeiras dimensões (Dim) foram responsáveis por 100 % da variação total, sobre 42 variáveis da uva 'Niagara Rosada' em diferentes sistemas de

condução, em que a Dim1 foi responsável por 53,3 % e a segunda, Dim2, por 46,7% das variações dos dados.

Figura 3 – Análise de componentes principais (PCA) das 42 características produtivas, físicas e químicas analisadas na uva ‘Niagara Rosada’ em diferentes sistemas de condução em São Manuel, SP.
Dim1/Dim2 explicando 100 % da variação total



Descrições: MFC: massa do cacho. CC: comprimento do cacho. LC: largura do cacho. MFB: massa da baga. CB: comprimento da baga. LB: largura da baga. MFE: massa do engaço. CE: comprimento do engaço. LE: largura do engaço. NBC: número baga cacho. NCP: número de cacho por planta. PDÇ: produção. PDT: produtividade. SS: sólidos solúveis. PH: pH. AT: acidez titulável. IM: índice de maturação. AR: açúcar redutor. ANT: antocianinas. FEN: compostos fenólicos totais. DPPH: atividade antioxidante. FRAP: atividade antioxidante. FLA: flavonóides totais. NI: número de inflorescência. NM: número de meristema. MV: massa da vara. DV: diâmetro da vara. NFV: número de folha por vara. AFV: área foliar da vara. AFP: área foliar da planta. PRO: proteína. POD: peroxidase. SOD: superóxido dismutase. CAT: catalase. E: transpiração. A: assimilação de CO₂. Ci: concentração interna carbono. A/Ci: eficiência da carboxilação. EUA: eficiência do uso da água Fv/Fm: rendimento quântico. Gs: condutância estomática. ETR: eficiência do transporte elétrons.

Analisando o *Biplot* Dim1 x Dim2 com os sistemas de condução sobre as características da videira, pode-se observar que, as variáveis com maior contribuição na separação da Dim1 através dos scores, sugerem que a espaldeira convencional proporciona para as videiras melhora nas características produtivas, tais como, massa fresca do cacho (MFC), comprimento do cacho (CC), largura do cacho (LC), massa

fresca do engaço (MFE), comprimento do engaço (CE), largura do engaço (LE), número bago cacho (NBC), produção (PDÇ), produtividade (PDT), e também interferiu nas características fisiológicas das plantas através do aumento da peroxidase (POD), superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), transpiração (E), assimilação de CO₂ (A), eficiência da carboxilação (A/Ci), condutância estomática (Gs) e eficiência do transporte elétrons (ETR).

A Dim2 scores separou de forma clara os sistemas de condução espaldeira alta e espaldeira dupla, em ambos os ciclos produtivos. A espaldeira dupla foi posicionada na parte inferior do eixo Dim2, atribuindo agregamento das variáveis de número de cacho por planta (NCP), largura da bago (LB), pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), açúcar redutor (AR), número de meristema (NM), massa da vara (MV) diâmetro da vara (DV), área foliar da planta (AFP), e eficiência do uso da água (EUA).

A espaldeira alta se posicionou na extremidade superior da Dim 2, os *loadings* sugere que essas separações estão relacionadas a massa da bago (MFB), comprimento da bago (CB), índice de maturação (IM), antocianinas (ANT), compostos fenólicos totais (FEN), atividade antioxidante (DPPH), atividade antioxidante (FRAP), flavonóides totais (FLAV), número de inflorescência (NI), número de folha por vara (NFV), área foliar da vara (AFV), proteína (PRO), concentração interna carbono (Ci) E rendimento quântico (Fv/Fm).

Através do presente trabalho foi possível ampliar a compreensão do uso de diferentes sistemas de condução para as videiras e responder as hipóteses levantadas para a 'Niagara Rosada', principalmente sobre os aspectos de produtividade, de atributos físicos e bioquímicos da uva e fisiológicos das plantas.

Contudo, surge a necessidade de se estudar os parâmetros econômicos (investimento e retorno) dos diferentes sistemas de condução, em diferentes regiões vitivinícolas, a fim de recomendar de forma concreta o melhor manejo para as videiras.

4 CONCLUSÕES

O sistema de condução espaldeira convencional proporcionou as videiras os melhores atributos agronômicos e fisiológicos, sendo o sistema recomendado para a produção comercial da uva 'Niagara Rosada', contudo, caso seja necessário o aumento de compostos bioativos da fruta, a espaldeira alta é o sistema de condução aconselhado.

REFERÊNCIAS

- AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/HistoricoChuvvas/mapas.jsp?siglaUF=S>>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ANZANELLO, R.; SOUZA, P. V. D. DE; COELHO, P. F. Uso da poda seca e da poda verde para obtenção de duas safras por ciclo vegetativo em três cultivares de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 196–203, 2010.
- BENZIE, I. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”. **Analytical biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70–76, 1996.
- BOLHÁR-NORDENKAMPF, H. R.; ÖQUIST, G. **Photosynthesis and Production in a Changing Environment**. 1993. ed. London: [s.n.].
- BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M. Fertilidade de gemas em videiras fisiologia e fatores envolvidos. **Ambiência**, v. 2, n. 1, p. 129–144, 2006.
- BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M. Influência do ácido giberélico na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv. Rubi. **Revista Brasileira de Aegrociência**, v. 10, n. 4, p. 439–443, 2004.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, n. 1–2, p. 248–254, 1976.
- BRASIL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. [s.l.: s.n.].
- BREUSEGEM, F. VAN et al. The role of active oxygen species in plant signal transduction. **Plant Science**, v. 161, p. 405–414, 2001.
- BURIN, V. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca* grapes: Evaluation of different extraction methods. **Microchemical Journal**, v. 114, p. 155–163, 2014.
- CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Advances in grape culture in Brazil. **Bras. Frutic.**, v. Volume esp, p. 144–149, 2011.
- CARVALHO, C. DE; KIST, B. B.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro de horti&fruti 2020**. Gazeta ed. Santa Cruz do Sul: [s.n.].
- CEAGESP. **Uva Americana (Vitis Labrusca L.) Normas de Classificação**. 1. ed. São Paulo: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2002.
- CHOWANIAK, M. et al. The Impact of Training Systems on Productivity and GHG

Emissions from Grapevines in the Sughd. **Agronomy**, v. 10, n. 818, p. 1–14, 2020.

COLOMBO, F. et al. Phenolic profiles and anti-inflammatory activities of sixteen table grape (: *Vitis vinifera* L.) varieties. **Food and Function**, v. 10, n. 4, p. 1797–1807, 2019.

CONDE, C. et al. Special Feature Food ©2007 Global Science Books Biochemical Changes throughout Grape Berry Development and Fruit and Wine Quality. 2007.

CORPAS, F. J.; BARROSO, J. B.; LUIS, A. Peroxisomes as a source of reactive oxygen species and nitric oxide signal molecules in plant cells. **Plant Science**, v. 6, n. 4, p. 145–150, 2001.

CORSO, M. et al. Grapevine rootstocks differentially affect the rate of ripening and modulate auxin-related genes in cabernet sauvignon berries. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1–14, 2016.

DOMINGUES NETO, F. J. et al. Efeitos Fisiológicos Do Ácido Abscísico Em Uvas : Uma Revisão. **Revista Mirante**, v. 10, n. 5, p. 184–194, 2017.

DOWNEY, M. O.; HARVEY, J. S.; ROBINSON, S. P. The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 10, n. 1, p. 55–73, 2004.

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

ELTOM, M.; WINEFIELD, C. S.; TROUGHT, M. C. T. Effect of pruning system, cane size and season on inflorescence primordia initiation and inflorescence architecture of *Vitis vinifera* L. Sauvignon Blanc. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 20, n. 3, p. 459–464, 2014.

GIOVANINI, E. **Manual de viticultura**. 1. ed. Porto Alegre: [s.n.].

HERNANDES, J. L.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; BLAIN, G. C. Microclima e produção da uva de mesa “Niagara Rosada” conduzida em espaldeira a céu aberto e em manjedoura na forma de ‘Y’ sob cobertura de telado plástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. spe1, p. 499–504, 2011.

HERNANDES, J. LUIZ et al. Fenologia e produção de cultivares americanas e híbridos de uvas para vinho, em Jundiaí-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 135–142, 2010.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - LSPA**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

IEA, I. DE E. A. **Estatísticas da produção paulista**.

JIMÉNEZ, A. et al. Role of the Ascorbate-Glutathione Cycle of Mitochondria and Peroxisomes in the Senescence of Pea Leaves. **Plant Physiology**, v. 118, p. 1327–1335, 1998.

KAR, M.; MISHRA, D. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. **Plant Physiology**, v. 57, p. 315–319, 1976.

KATALINIĆ, V. et al. Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 *Vitis vinifera* varieties grown in Dalmatia (Croatia). **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 715–723, 2010.

KIM, Y. K.; GUO, Q.; PACKER, L. Free radical scavenging activity of red ginseng aqueous extracts. **Toxicology**, v. 172, p. 149–156, 2002.

KOYAMA, R. et al. Phenology and Yield of the Hybrid Seedless Grape ‘BRS Melodia’ Grown in an Annual Double Cropping System in a Subtropical Area. **Horticulturae**, v. 6, n. 3, p. 1–11, 2020.

LEÃO, P. C. D. S.; CHAVES, A. R. D. M. Training systems and rootstocks on yield and agronomic performance of ‘Syrah’ grapevine in the Brazilian semiarid. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 43, p. 1–9, 2019.

LEÃO, P. C.; SOUZA, R. A.; MELO, C. Agronomic responses of grapevine ‘Chenin Blanc’ as a function of training systems and rootstocks. **Scientia Agricola**, v. 78, n. 1, p. 1–7, 2021.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 88, n. 5, p. 1269–1278, 2005.

LIRA, M. M. C. DE et al. Influência dos sistemas de condução no microclima da videira ‘Chenin blanc’. **Agrometeoros**, v. 25, n. 1, p. 121–131, 2017.

MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. 1. ed. Brasília: 2012, 2012.

MANFROI, L. et al. Evolução da maturação da uva Cabernet Franc. Ripening evolution of Cabernet Franc grapes conducted in the lyre system. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n. 2, p. 306–313, 2004.

MOTA, R. V. et al. Composição de bagas de “Niágara Rosada” e “Folha-de-Figo” relacionadas ao sistema de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1116–1126, 2010.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v. 135, n. 1, p. 136–175, 1944.

PALLIOTTI, A. A new closing Y-shaped training system for grapevines. **Australian journal of grape and wine research**, v. 18, n. 1, p. 57–63, 2012.

PARKER, A. K. et al. Leaf area to fruit mass ratio determines the time of veraison in Sauvignon Blanc and Pinot Noir grapevines. **Australian Journal of Grape and Wine**

Research, v. 20, n. 3, p. 422–431, 2014.

PEDRO JÚNIOR, M. et al. 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**, v. 29, n. 2, p. 313–317, 2007.

PEIXOTO, P. H. P. et al. Aluminum effects on lipid peroxidation and on the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 11, n. 3, p. 137–143, 1999.

PERMANHANI, M. et al. Estimativa de área foliar da videira ‘niagara rosada’ conduzida em sistema de latada, região norte fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 1034–1040, 2014.

POPOVA, M. et al. Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. **Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques**, v. 15, n. 4, p. 235–240, 2004.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B. et al. Variações na anatomia foliar de videira niagara em diferentes sistemas de condução. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 488–493, 2011.

RAIJ, B. V. et al. **Boletim Técnico 100**. 2. ed. Campinas: [s.n.].

ROBERTO, S. R. et al. Berry-cluster thinning to prevent bunch compactness of ‘BRS Vitoria’, a new black seedless grape. **Scientia Horticulturae**, v. 197, n. 14, p. 297–303, 2015.

ROBERTO, S. R.; MASHIMA, C. H.; COLOMBO, R. C. Phenological characterization and quality of the ‘Black Star’ table grape. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 1, n. 2, p. 77–82, 2015.

SABBATINI, P. et al. Impact of Training System and Pruning Severity on Yield, Fruit Composition, and Vegetative Growth of ‘Niagara’ Grapevines in Michigan. **International Journal of Fruit Science**, v. 15, n. 3, p. 237–250, 2015.

SANCHEZ-RODRIGUEZ, L. A.; DIAS, C. T. S.; SPÓSITO, M. B. Fisiologia e produção da videira “Niágara Rosada” nos sistemas de condução em espaldeira e em Y. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 12, p. 1948–1956, 2016.

SANCHEZ-RODRIGUEZ, L. A.; SPÓSITO, M. B. Influence of the trellis/training system on the physiology and production of *Vitis labrusca* cv. Niagara Rosada in Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 261, n. June, p. 109043, 2020.

SANTOS, H. G. DOS et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: [s.n.].

SHAHAB, M. et al. Scientia Horticulturae Relationship between anthocyanins and skin color of table grapes treated with abscisic acid at different stages of berry ripening. **Scientia Horticulturae**, v. 259, n. July 2019, p. 108859, 2020.

SILVA, M. J. R. et al. Shoot topping of “Niagara Rosada” grapevine grafted onto different rootstocks. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 3, p. 496–504, 2018.

SINGLETON, V. L.; ROSSI JR, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdenicphosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144–158, 1965.

SUN, Q. et al. Impact of shoot and cluster thinning on yield, fruit composition, and wine quality of Corot noir. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 63, n. 1, p. 49–56, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: [s.n.].

TECCHIO, M. A. et al. 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**, v. 35, n. 4, p. 1073–1080, 2013.

TECCHIO, M. A. et al. Improvement of color and increase in anthocyanin content of Niagara Rosada grapes with application of abscisic acid. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n. 25, p. 1400–1403, 2017.

TEISSEIRE, H.; GUY, V. Copper-induced changes in antioxidant enzymes activities in fronds of duck weed (*Lemna minor*). **Plant Science**, v. 81, n. 1, p. 65–72, 2000.

TEOBALDELLI, M. et al. Scientia Horticulturae Developing a fast and accurate model to estimate allometrically the total shoot leaf area in grapevines. **Scientia Horticulturae**, v. 259, n. June 2019, p. 108794, 2020.

VANZELA, E. S. L. et al. Phenolic composition of the Brazilian seedless table grape varieties BRS clara and BRS morena. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 15, p. 8314–8323, 2011.

VIEIRA, C. R. Y. I. et al. Fertilidade de gemas de videiras “Niagara Rosada” de acordo com o sistema de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 136–138, 2006.

VON CAEMMERER, S.; FARQUHAR, G. D. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. **Planta**, v. 153, n. 4, p. 376–387, 1981.

XI, X. et al. Impact of cluster thinning on transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis-related genes in ‘Summer Black’ grapes. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 104, n. 1, p. 180–187, 2016.

ZABAWA, L. et al. Counting of grapevine berries in images via semantic segmentation using convolutional neural networks. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 164, n. October 2019, p. 73–83, 2020.