

Desempenho agrônômico e fotossintético de videiras das variedades Chardonnay e Pinot Noir em São Joaquim, Santa Catarina

Agronomic and photosynthetic performance of Chardonnay and Pinot Noir grapevine varieties in São Joaquim, Santa Catarina

Desempeño agronómico y fotosintético de viñas de las variedades Chardonnay y Pinot Noir en São Joaquim, Santa Catarina

Michelle Barbosa Teixeira-Loss

Mestre em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ e Doutoranda em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
michellebte2@gmail.com / <http://orcid.org/0009-0001-6515-9528>

Aline Dapont Goedel

Mestra em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
aline.goedel@gmail.com / <http://orcid.org/0000-0002-6196-591X>

Carolina Müller Zimmermann

Doutoranda e Mestra em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
carolzimmermann16@gmail.com / <http://orcid.org/0009-0005-7432-2402>

Luiz Humberto Mattos Brighenti

Mestre em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
lhmb013@gmail.com / <http://orcid.org/0009-0007-8332-3719>

Rodrigo Nogueira Giovanni

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Professor do Instituto Federal Catarinense – IFC.
rodrigo.giovanni@ifc.edu.br / <http://orcid.org/0000-0002-3911-078X>

Nelson Pires Feldberg

Mestre em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras – UFLA. Coordenador Técnico da Estação Experimental da Embrapa Clima Temperado/ Canoinhas, SC.
nelson.feldberg@embrapa.br / <http://orcid.org/0000-0002-5626-2427>

Denis Dall Agnolo

Mestre em Biotecnologia e Biociências pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
Biólogo do Centro de Ciências Biológicas da UFSC.
denis.dda@gmail.com / <http://orcid.org/0009-0005-7068-4748>

Aparecido Lima da Silva

Doutor em Sciences Biologiques pela Université de Bordeaux II, França. Professor Titular da
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
aparecido.silva@ufsc.br / <http://orcid.org/0000-0001-6282-8725>

Alberto Fontanella Brighenti

Doutor em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia da UFSC.
alberto.brighenti@ufsc.br / <http://orcid.org/0000-0002-6498-8826>

Recebido: 16/05/2023; Aceito: 16/02/2024; Publicado: 31/12/2024.

Resumo

O cultivo de videiras em regiões de altitude, como a região de São Joaquim, em Santa Catarina-SC, tem-se destacado na produção de vinhos finos. Objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico e fotossintético das variedades Chardonnay e Pinot Noir em São Joaquim, SC. O estudo foi conduzido durante a colheita de 2022/2023, em vinhedo comercial situado a 1230m de altitude. Foram analisadas as variáveis vegetativas, produtivas, fotossintéticas e maturação tecnológica. Para as variáveis número de ramos, de cachos, índice de fertilidade, produtividade, sólidos solúveis e índice Spad, a variedade Pinot Noir apresentou melhor desempenho em relação à Chardonnay. Os parâmetros de trocas gasosas (fotossíntese líquida, taxa transpiratória e eficiência da carboxilação) foram superiores na Chardonnay. Porém, isto não refletiu em aumento de produção e produtividade, mas provavelmente em maior vigor vegetativo. Para as condições do presente estudo, a variedade Pinot Noir é mais eficiente na utilização dos recursos disponíveis, pois destacou-se com maior área foliar, produção, produtividade, relações área foliar/produção, variáveis vegetativas, sólidos solúveis e índice Spad em relação à variedade Chardonnay.

Palavras-chave: Variáveis vegetativas; Variáveis produtivas; Viticultura de altitude.

Abstract

The cultivation of vines in regions of altitude, such as the region of São Joaquim, in Santa Catarina, SC, has stood out in the production of fine wines. The objective was to evaluate the agronomic and photosynthetic performance of Chardonnay and Pinot Noir varieties in São Joaquim, SC. The study was conducted during the 2022/2023 harvest, in a commercial vineyard located at 1230m of altitude. The vegetative, productive, photosynthetic and technological maturation variables were analyzed. For the variables number of branches, bunches, fertility index, productivity, soluble solids and Spad index, Pinot Noir variety presented better performance in relation to Chardonnay. Gas exchange parameters (net photosynthesis, transpiration rate and carboxylation efficiency) were higher in Chardonnay. However, this did not reflect in an increase in production and productivity, but probably in greater vegetative vigor. For the conditions of the present study, the Pinot Noir variety is more efficient in the use of available resources, as it stood out with greater leaf area, production, productivity, leaf area/production ratios, vegetative variables, soluble solids and Spad index in relation to the Chardonnay variety.

Keywords: Vegetative variables; Productive variables; Altitude viticulture.

Resumen

El cultivo de la vid en regiones de altura, como la región de São Joaquim, en Santa Catarina, SC, se ha destacado en la producción de vinos finos. El objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico y fotosintético de las variedades Chardonnay y Pinot Noir en São Joaquim, SC. El estudio se realizó durante la cosecha 2022/2023, en un viñedo comercial ubicado a 1230m. Se analizaron las variables de maduración vegetativa, productiva, fotosintética y tecnológica. Para las variables número de ramas, racimos, índice de fertilidad, productividad, sólidos solubles e índice de Spad, la variedad Pinot Noir presentó mejor desempeño en relación a Chardonnay. Los parámetros de intercambio de gases (fotosíntesis neta, tasa de transpiración y eficiencia de carboxilación) fueron mayores en Chardonnay. Sin embargo, esto no se reflejó en un aumento en la

producción y productividad, pero sí probablemente en un mayor vigor vegetativo. Para las condiciones del presente estudio, la variedad Pinot Noir es más eficiente en el uso de los recursos disponibles, ya que se destacó con mayor área foliar, producción, productividad, relaciones área foliar/producción, variables vegetativas, sólidos solubles e índice Spad en relación con la variedad Chardonnay.

Palabras clave: Variables vegetativas; Variables productivas; Viticultura de altura.

Introdução

A vitivinicultura brasileira desenvolvida em regiões de altitudes elevadas, como no caso do município de São Joaquim, Santa Catarina, pode ser considerada jovem, mas tem ganhado destaque pela alta qualidade dos vinhos e espumantes produzidos. A qualidade dos vinhos de altitude é resultante do terroir singular dessa região, sendo este associado as características geográficas e edafoclimáticas do local (Santos *et al.*, 2018; Mello & Machado, 2020; Rufato *et al.*, 2021; Palladini *et al.*, 2021).

Santa Catarina (SC) é um dos principais produtores nacionais de uva, sendo o município de São Joaquim a região vitivinícola mais alta e fria do Brasil (Santos *et al.*, 2018). Segundo esses autores, São Joaquim apresenta as seguintes características edafoclimáticas: (a) clima com temperatura média anual de 13°C, precipitação média total de 1680 mm ano⁻¹ e insolação média total de 1832 h ano⁻¹; (b) topografia com paisagens declivosas (43% das encostas com declividades entre 20 – 45 %) e com altitudes que variam de 715 a 1638 m; e (c) solos predominantemente do tipo Cambissolos e Neossolos Litólicos.

Em regiões com altitude acima de 1.300m, como é caso de muitos vinhedos de São Joaquim-SC, deve-se dar preferência a variedades viníferas que possuem um ciclo intermediário, com duração dos estágios fenológicos entre 15 de setembro até 15 de abril (Brighenti *et al.*, 2013). Esses autores avaliaram o desenvolvimento fenológico e determinaram as exigências térmicas de sete variedades de uvas viníferas (Chardonnay, Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Cabernet Franc e Sangiovese) durante três ciclos consecutivos (2004/05, 2005/06 e 2006/07) em regiões de altitude elevada de São Joaquim-SC, e verificaram que nos três ciclos avaliados, as variedades estudadas produziram uvas com características adequadas para a produção de vinhos finos de qualidade.

O ciclo das variedades viníferas avaliadas na região de São de Joaquim é mais longo do que o observado em outras regiões vitivinícolas do Brasil (Brighenti *et al.*, 2013). Este comportamento é devido à ocorrência de menores temperaturas noturnas e maior amplitude térmica, produzindo assim uvas com elevada qualidade enológica (Malinovski *et*

al. 2016). Sendo assim, estudos ecofisiológicos que correlacionam a taxa fotossintética por área foliar com a produtividade e qualidade das uvas de vinhedos de altitude são de extrema importância, pois estas variáveis refletem a expressão de diversos fatores naturais e de manejo no cultivo da videira (Malinovski *et al.*, 2017; Canto *et al.*, 2017; Rufato *et al.*, 2021).

As determinações de área foliar e teor de clorofilas em folhas de videira são utilizadas em estudos fisiológicos e agronômicos para avaliar o crescimento e o desenvolvimento das plantas (Amarante *et al.*, 2009). Estas variáveis são importantes no estudo do comportamento vegetativo de espécies frutíferas e na resposta das plantas às práticas de manejo que visam aumentar o potencial fotossintético e produtividade, principalmente relacionadas aos sistemas de condução, às condições edáficas e estimativas do vigor das plantas (Lopes, 1994; Girona *et al.*, 2011; Greven *et al.*, 2014; Silvestroni *et al.*, 2018).

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho agronômico e fotossintético das variedades Chardonnay e Pinot Noir em São Joaquim, Santa Catarina.

Material e Métodos

Local do Estudo e Variáveis Climáticas

O estudo foi desenvolvido no momento da colheita da uva, na safra 2022/2023, em um vinhedo comercial de propriedade da vinícola Quinta da Neve, localizado no município de São Joaquim, Santa Catarina (28°17'39" S e 49°55'56" O, a altitude 1230 m em relação ao nível do mar). Para as avaliações de desempenho agronômico e fotossintético utilizaram-se plantas de *Vitis vinífera* L., variedades Chardonnay e Pinot Noir, com plantas enxertadas sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, com espaçamentos de 3,5 x 1,2 m, conduzidas no sistema de condução espaldeira e implantadas em 2013.

O solo foi classificado como Cambissolo Háplico Distrófico, apresentando textura argilosa (Dortzbach, 2016). O clima da região, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfb, mesotérmico, úmido, sem estação seca, com verão ameno (<22°C) (Alvares *et al.*, 2013). Os tratos culturais nos vinhedos (poda, desfolha, desbrota, desponete e tratamentos fitossanitários) foram realizados pelo produtor rural de acordo com as recomendações dos responsáveis técnicos. O monitoramento das condições meteorológicas foi realizado com uso dos dados da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de São Joaquim – SC. Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros climáticos observados em São Joaquim nos subperíodos do desenvolvimento das variedades Chardonnay e Pinot Noir, na safra 2022/2023.

Tabela 1 - Parâmetros climáticos observados em São Joaquim nos subperíodos das variedades Chardonnay e Pinot Noir, na safra 2022/2023.

Variáveis climáticas	Subperíodo do ciclo da videira							
	Brotação a floração		Floração a mudança de cor das bagas		Mudança de cor das bagas a colheita		Brotação a colheita	
	Chardonnay (18/08 a 11/11)	Pinot Noir (26/08 a 13/11)	Chardonnay (12/11 a 27/01)	Pinot Noir (14/11 a 17/01)	Chardonnay (28/01 a 13/03)	Pinot Noir (18/01 a 14/03)	Chardonnay (18/08 a 14/03)	Pinot Noir (26/08 a 13/03)
Tmax (°C)	16,39	16,65	22,77	22,50	22,54	22,90	20,04	20,26
Tmin (°C)	6,18	6,73	12,18	11,86	13,74	13,86	9,99	10,32
Tmed (°C)	13,11	13,57	19,20	19,01	19,49	19,68	16,71	17,00
Amplitude térmica (Tmax-Tmin) (°C)	10,21	9,92	10,59	10,64	8,80	9,04	10,05	9,94
Precipitação (mm)	288,80	259,00	322,20	210,00	337,00	446,40	948,00	915,40
Radiação (MJ m ⁻²)	1.541,72	1.447,22	1,877,16	1.617,52	876,53	1.111,25	4.295,41	4.175,98
Umidade relativa (%)	81,95	82,50	78,93	78,64	83,56	82,90	81,18	81,36

Os subperíodos das variedades Chardonnay e Pinot Noir foram retirados de Brighenti *et al.* (2013), sendo a média de três ciclos de avaliação. Tmax= temperatura máxima, Tmin= temperatura mínima, Tmed= temperatura média.

Os dados constantes na Tabela 1 são essenciais para a videira, pois é uma cultura que exige condições climáticas específicas para o seu desenvolvimento (TEIXEIRA *et al.*, 2010). Ou seja, essas informações auxiliam e interferem direta e indiretamente nas variáveis de equilíbrio vegetativo e produtivo da videira, que serão apresentadas e discutidas neste trabalho.

Coleta de Material e Análises Realizadas

Por ocasião da colheita, foram avaliadas características vegetativas e produtivas das videiras. As variáveis analisadas, assim como o número de plantas, número de folhas, número de cachos para cada variável analisada, constam na Tabela 2.

Tabela 2 - Variáveis analisadas e número de observações avaliadas por variedade.

Variáveis analisadas	Número (n) de observações avaliadas por variedade vinífera
Número de ramos	Dez plantas
Número de cachos	Dez plantas
Índice de fertilidade	Número de cachos por ramos de 10 plantas
Índice de compactação	Massa de cachos por ramos de 4 plantas
Índice Spad de ramos	Folhas de três ramos inteiros
Índice Spad de folhas	Trinta folhas aleatórias
Área foliar via App Leaf Byte	Comprimento da nervura central (cm) e área foliar de 100 folhas aleatórias
Nervura central da folha	Comprimento da nervura (cm) de folhas de cinco ramos
Área foliar estimada	Todos os ramos de 10 plantas
Massa, sólidos solúveis e acidez titulável de 50 bagas	Três repetições com 50 bagas
Massa, comprimento e largura de cachos	Quatro repetições, sendo um cacho por planta
Distância entrenós	Oito entrenós aleatórios por variedade
Trocas gasosas	Medição com IRGA de cinco folhas adultas por variedade
Área foliar	Oito plantas por variedade
Produção e produtividade	Dez plantas por variedade
Relação AF/Produção e Produção/AF	Quatro plantas por variedade

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo o número de repetições variável, conforme dados constantes na Tabela 2. Para as avaliações realizadas, duas linhas de plantas de cada variedade foram delimitadas, sendo avaliadas, de maneira geral, 10 plantas por variedade. Os vinhedos com as variedades Chardonnay e Pinot Noir estavam localizados um ao lado do outro.

Área Foliar

Para área foliar utilizaram-se 100 folhas completas e sadias de diferentes tamanhos e sarmentos de cada variedade, através do método estabelecido por Carbonneau (1976). As folhas com comprimento da nervura central inferior a 3,0 centímetros não foram avaliadas, conforme recomendado por Lopes e Pinto (2000). A área foliar foi avaliada através do aplicativo Leaf Byte para posteriormente gerar equações matemáticas para estimar a área foliar através do comprimento da nervura central das folhas, que foi medido com auxílio de uma régua, em centímetros. A área foliar total por ramo foi obtida segundo os modelos matemáticos que resultaram da relação entre a área foliar (cm^2) avaliada pelo aplicativo Leaf Byte e o comprimento da nervura central das folhas (cm).

Trocas Gasosas

As medições das trocas gasosas foram realizadas por meio de um analisador de gases por infravermelho (IRGA) LI-6400 XTR (LICOR, EUA), em circuito aberto. Para obter os dados de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E) e carbono interno (C_i), as avaliações foram realizadas durante a colheita em cinco folhas sadias e completas no terço médio dos ramos de cinco plantas por variedade, durante o período das 9h às 11h da manhã. Para a calibração foram utilizadas as configurações de área de câmara de 2 cm^2 , concentração de CO_2 de 400 ppm, temperatura de bloco de 25°C e irradiância de fótons de $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Hall *et al.*, 1993). Por meio da relação entre a quantidade de CO_2 assimilado (A) por unidade de água perdida pela transpiração (E), foi obtida a eficiência no uso da água ($\text{EUA} = A/E$) e da relação entre a quantidade de CO_2 assimilado (A) por concentração interna de CO_2 (C_i), foi obtida a eficiência de carboxilação *in vivo* da Ribulose-1,5-difosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco = A/C_i).

Índice SPAD de Clorofila

Para avaliar o teor de clorofila, foi utilizado o medidor portátil de clorofila denominado clorofilômetro minolta SPAD-502 (Soil and Plant Analysis Development), que realiza medida instantânea e não destrutiva da folha, dando um valor de absorbância do comprimento de onda na região do vermelho (pico em 650 nm), região de alta absorbância pelas moléculas de clorofila. O aparelho possui dois LEDs (diodo emissor de luz) posicionados na ponta do medidor, que emitem luz na faixa de 600 a 700 nm e na faixa de 860 a 1060 nm, em sequência, quando está fechado (Godoy, 2002). A luz passa pela janela de emissão, sendo que a parte que atravessa a folha atinge um receptor (fotodiodo de silicone), é então convertida em sinais elétricos, amplificados e transformados em sinais

digitais, usados por um microprocessador para calcular os valores SPAD, que são mostrados num visor. Esta avaliação foi realizada em 30 folhas aleatórias por variedade (Spad folhas) e também em todas as folhas de três ramos inteiros por variedade (Spad ramos).

Produção e Produtividade das Variedades Viníferas

Por ocasião da colheita, foram avaliadas as seguintes características relacionadas à produção: i) produção por planta (kg planta^{-1}), onde foram contados o número de cachos de 10 plantas por variedade e, através da sua massa e do número de cachos por planta, obteve-se a produção por planta; ii) a produtividade estimada (Mg ha^{-1}) foi obtida a partir da densidade de plantas por hectare ($2.381 \text{ plantas ha}^{-1}$) e da produção por planta.

Relação entre Área Foliar e Produção

A mensuração do equilíbrio entre o crescimento vegetativo e produtivo foi realizada através da obtenção das relações entre área foliar (m^2 ou cm^2) e produção ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$) e produção por área foliar (kg m^2), obtidas pela relação dos valores médios de área foliar e produção por planta.

Variáveis Físicas dos Cachos

Em amostras de quatro cachos por variedade foram obtidas a massa de cacho (g), com uma balança semianalítica; o comprimento e a largura do cacho (cm), mensurados com uma régua. A partir desses dados calcularam-se: i) o índice de fertilidade, que foi obtido por meio da divisão do número de cachos por planta pelo número de ramos por planta, ii) o índice de compactação (IC) através da fórmula: $\text{IC} = [(\text{Massa do cacho}) / (\text{Comprimento do cacho})^2]$ (Tello & Ibáñez, 2014).

Variáveis de Maturação Tecnológica

As análises de maturação foram realizadas no momento da colheita a partir do mosto obtido pelo esmagamento de 50 bagas por variedade. Foram determinados os sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$) e a acidez total titulável (meq L^{-1}), segundo o método recomendado pelo OIV (2019).

O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado utilizando um refratômetro digital para açúcar, marca Atago – Modelo B427286. O aparelho foi calibrado com água destilada, em seguida o mosto foi distribuído sobre o prisma, a leitura foi realizada diretamente em $^{\circ}\text{Brix}$. A acidez total (AT) foi obtida através da titulação do mosto com solução alcalina

padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N, utilizando como indicador azul de bromotímol, sendo os resultados expressos em meq L⁻¹.

Análises Estatísticas

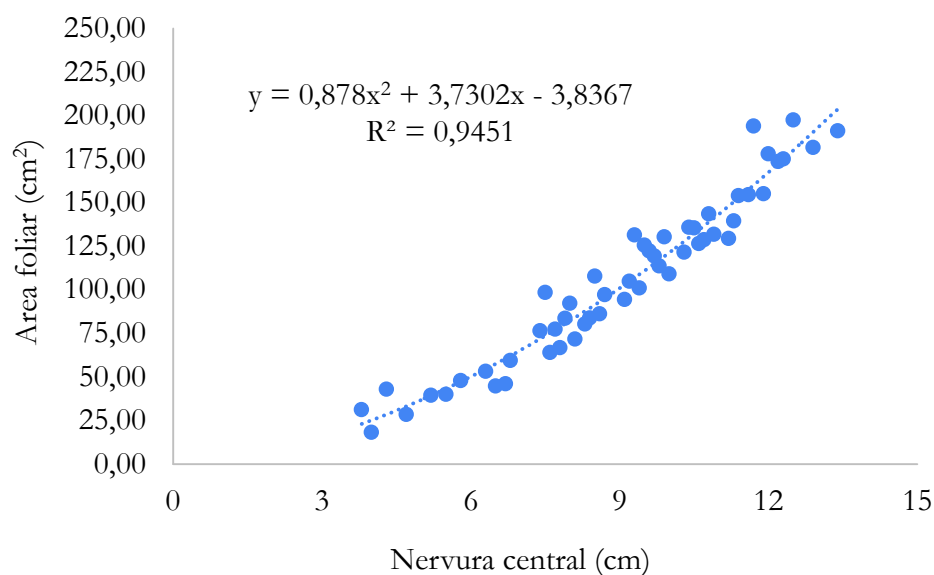
Para estimativa da área foliar, foi realizada uma análise de regressão para verificar a significância dos modelos testados, sendo adotado o modelo com melhor ajuste dos dados. Para todos os dados obtidos, estes foram submetidos à análise de variância. Os resultados com diferenças significativas, pelo teste F, tiveram suas médias submetidas ao teste t (5 % de probabilidade), utilizando o programa estatístico SISVAR®, versão 5.6 (Ferreira, 2014).

Resultados e Discussão

Variáveis de Equilíbrio entre o Crescimento Vegetativo e Produção

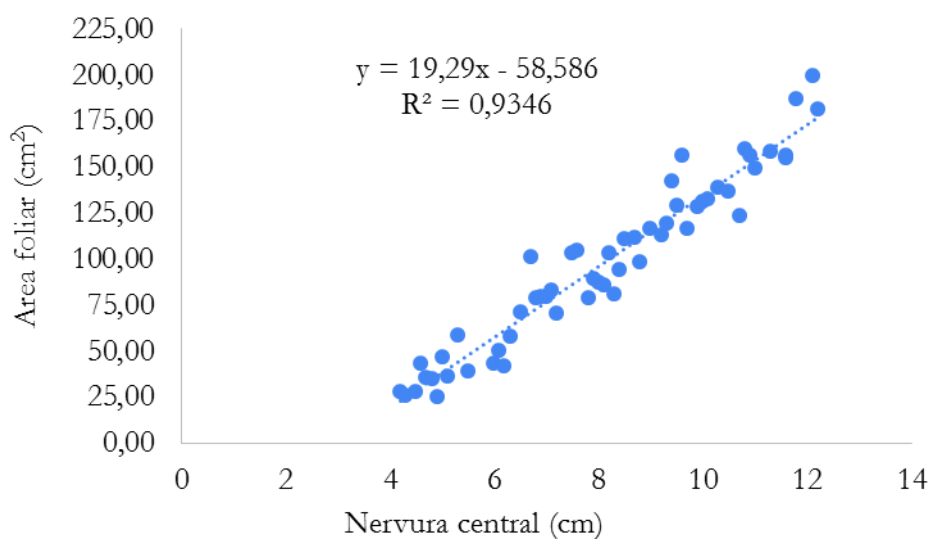
Para estimativa da área foliar, os modelos matemáticos resultaram da relação entre a área foliar avaliada e o comprimento da nervura central. Os dados da análise da área foliar forneceram uma função quadrática para a variedade Chardonnay (Figura 1) e linear para a variedade Pinot Noir (Figura 2). Os dois modelos gerados apresentaram bom ajuste aos dados, com valor de R² de 0,9451 para a Chardonnay e 0,9346 para a Pinot Noir.

Figura 1 – Modelo da relação entre área foliar e nervura central de folhas de videira variedade Chardonnay no município de São Joaquim-SC.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Figura 2 - Modelo da relação entre área foliar e nervura central de folhas de videira variedade Pinot Noir no município de São Joaquim, SC.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A partir dos modelos entre área foliar e a nervura central (Figuras 1 e 2) foram estimados os valores da área foliar das variedades viníferas. A Pinot Noir apresentou maior valor de área foliar ($7,03 \text{ m}^2 \text{ planta}^{-1}$) em comparação com a Chardonnay ($5,01 \text{ m}^2 \text{ planta}^{-1}$) (Tabela 3). Os valores de área foliar estimados neste estudo são semelhantes aos resultados encontrados por Borghezán *et al.* (2010, 2011), que utilizaram uma função quadrática com R^2 de 0,9744 para a variedade Merlot, em São Joaquim-SC. Destaca-se que os valores de área foliar encontrados por Borghezán *et al.* (2011) foram de $6,95$ e $7,46 \text{ m}^2 \text{ planta}^{-1}$, respectivamente, para as safras 2005/06 e 2006/07.

Tabela 3 - Variáveis de equilíbrio entre o crescimento vegetativo e produção de videira *Vitis vinifera* L. var. Chardonnay e Pinot Noir em região de altitude elevada de Santa Catarina. Safra 2023.

Variáveis	Tratamentos		CV (%)
	Chardonnay	Pinot Noir	
Área foliar ($\text{m}^2 \text{ planta}^{-1}$)	5,01 b	7,03 a	11,79
Produção (kg planta^{-1})	1,41 b	3,03 a	9,84
Produção/Área foliar (kg m^{-2})	0,29 b	0,43 a	16,95
Área foliar/produção ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$)	35,52 a	23,45 b	16,62

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$). ns= não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

Os valores de área foliar estimados a partir do comprimento central da nervura das folhas, utilizando as equações obtidas neste estudo (Figuras 1 e 2), apresentam alta precisão

($R^2 > 0,93$), sendo estes resultados concordantes com a literatura para variedades de *Vitis vinifera* (Elsner e Jubb, 1988; Gonçalves *et al.*, 2002; Borghezani *et al.*, 2011).

A área foliar (AF) é de fundamental importância para que a videira possa realizar níveis adequados de fotossíntese, para acumular reservas e alcançar uma maturação adequada das bagas (Poni, 2003; Kliewer e Dokoozlian, 2005; Borghezani *et al.*, 2011). Sendo assim, a AF é uma variável importante para se avaliar o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e a produção das videiras. A variedade Pinot Noir apresentou AF maior do que a Chardonnay, o que refletiu em maior produção de frutos por plantas (Tabela 3).

A variável produção/área foliar (kg m^{-2}) (Prod/AF) é um indicador de eficiência na utilização dos recursos disponíveis para a produção. E a relação AF/Prod ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) indica a capacidade da planta em completar a maturação das uvas, já que visa diretamente a relação entre o suprimento e demanda de energia e carbono na planta (Jackson, 2008). Portanto, verifica-se na Tabela 3, que a Pinot Noir apresentou maiores e menores valores que a Chardonnay para os índices Prod/AF e AF/Prod, respectivamente.

Para a maioria das variedades de uva, as proporções ideais entre a AF e Prod tendem a permanecer em torno de 6 a 10 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ (0,6-1,0 $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$). Quando se tem valores menores que esses, há dificuldades para o amadurecimento pleno do fruto; mas quando os valores são muito superiores aos elencados anteriormente, tem-se problemas relacionados ao sombreamento excessivo, o que pode acarretar em reduzido teor de antocianinas, e atraso na maturação (Jackson, 2008). Portanto, os índices apresentados na Tabela 3 indicam desequilíbrio na distribuição dos fotoassimilados. Esses resultados mostram que os fotoassimilados foram distribuídos preferencialmente para as estruturas vegetativas, o que favorece a continuidade do vigor, enquanto que a carga existente se torna sombreada, suscetível a doenças e a maturação é lenta, incompleta e não uniforme (Jackson, 2008).

Verificou-se que a relação entre a área foliar e a produção (Tabela 3) está acima dos limites considerados adequados, o que segundo Jackson (2008) e Wurz (2018), demonstra que há crescimento vegetativo excessivo e, portanto, há a necessidade de ajuste do manejo do dossel para promover o equilíbrio dos vinhedos de altitude. Todavia, convém destacar que existem valores ideais dessa relação, os quais foram estabelecidos especificamente em vinhedos de altitude em São Joaquim, SC, sendo para as variedades Merlot e Malbec, valores de 23 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ (Borghezani *et al.*, 2011) e 24,5 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ (Silva *et al.*, 2008), respectivamente. Esses resultados são semelhantes aos obtidos para a variedade Pinot Noir, indicando melhor desempenho vegeto-produtivo em relação à variedade Chardonnay, o

que está associado aos maiores valores de produção (kg planta⁻¹) e área foliar (m²/planta) apresentados pela Pinot Noir (Tabela 3).

Variáveis Vegetativas e Produtivas

Os maiores valores de número de ramos, de cachos, índice de fertilidade e produtividade, foram evidenciados para a variedade Pinot Noir, com exceção do número de folhas por ramos, que foi maior na variedade Chardonnay. Para a distância entrenó não foram verificadas diferenças significativas (Tabela 4).

Tabela 4 - Variáveis vegetativas e produtivas de videira *Vitis vinifera* L. var. Chardonnay e Pinot Noir em região de altitude elevada de Santa Catarina. Safra 2023. São Joaquim, 2023.

Variáveis	Tratamentos		CV (%)
	Chardonnay	Pinot Noir	
Número de ramos/planta	19,37 b	28,87 a	14,73
Número de cachos/planta	13,62 b	29,12 a	26,19
Produtividade (Mg ha ⁻¹)	3,35 b	7,21 a	9,79
Índice de fertilidade	0,70 b	1,00 a	19,11
Número de folhas por ramos	39,60 a	30,60 b	17,28
Distância entrenós (cm)	6,98 ^{ns}	7,12	18,77

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$). ns= não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

Os resultados constantes na Tabela 4 indicam que para a safra 2022/2023, a variedade Pinot Noir apresentou melhor desempenho em relação à Chardonnay. Destaca-se que a produção (Tabela 3) e a produtividade (Tabela 4) foram mais que o dobro para a variedade Pinot Noir (3,03 kg planta⁻¹ e 7,21 Mg ha⁻¹, respectivamente) em comparação à Chardonnay (1,41 kg planta⁻¹ e 3,35 Mg ha⁻¹, respectivamente). Apesar da variedade Chardonnay apresentar maior número de folhas por ramos, a Pinot Noir apresentou maior número de cachos e ramos, o que resultou em maior índice de fertilidade (1,00 para Pinot Noir e 0,70 para Chardonnay), com consequente maior produção e produtividade (Tabelas 3 e 4).

Em geral, um maior índice de fertilidade pode indicar que a videira está produzindo uma quantidade maior de frutos por unidade de área, o que pode aumentar a produtividade. Dessa forma, para as condições do presente estudo, a variedade Pinot Noir destacou-se com um potencial produtivo maior do que a Chardonnay em regiões de altitude elevada, como é o caso de São Joaquim. No entanto, é importante ressaltar que os resultados podem variar de acordo com as condições específicas de cada região e safra

(variáveis bioclimáticas), bem como com as práticas de manejo adotadas pelos produtores. Além disso, é necessário considerar outros fatores além da produtividade, como a qualidade da uva produzida, para determinar qual variedade é mais adequada para determinada região.

O aumento da produtividade está diretamente relacionado ao número de cachos/planta (Fawzi *et al.*, 2010; Greven *et al.*, 2014; Wurz, 2018) e a massa de cachos/planta, porém com maior influência do número de cachos/planta, o que é decorrente do maior número de ramos por planta (Greven *et al.*, 2014). Este comportamento foi evidenciado neste estudo, onde observou-se maior número de cachos/planta e ramos/planta na Pinot Noir (Tabela 4) e ausência de diferenças para massa de cachos/planta (Tabela 5). De acordo com Greven *et al.* (2014, 2015), o aumento do rendimento está relacionado ao número de cachos, pois a massa de cachos, a massa e tamanho de bagas são variáveis menos influenciadas pelas alterações e produtividade do vinhedo.

Variáveis Físicas de Cachos e Bagas

Não foram evidenciadas diferenças significativas para nenhuma das variáveis físicas de cachos e bagas (Tabela 5).

Tabela 5 - Variáveis físicas dos cachos e bagas de videira *Vitis vinifera* L. var. Chardonnay e Pinot Noir em região de altitude elevada de Santa Catarina. Safra 2023. São Joaquim, 2023.

Variáveis	Tratamentos		CV (%)
	Chardonnay	Pinot Noir	
Massa de cachos (g planta ⁻¹)	103,25 ^{ns}	104,00	7,54
Largura de cachos (cm)	6,58 ^{ns}	6,72	13,96
Índice de compactação	0,78 ^{ns}	0,80	7,24
Massa de 50 bagas (g)	94,67 ^{ns}	93,67	6,99

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$). ns= não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

Em estudo realizado na região de São Joaquim, Wurz (2018) avaliou o efeito da carga de gemas/plantas sobre as variáveis físicas (peso de 100 bagas, massa de cacho, massa de бага, massa de ráquis, número de bagas e índice de compactação) da variedade Sauvignon Blanc na safra 2017 e não encontrou diferenças para nenhum dos parâmetros avaliados em função das diferentes cargas de gemas/planta. A massa de cachos e o peso de 110 bagas, na menor carga de gemas (15), foi de 107,7 g e 116,3 g, respectivamente.

Para o índice de compactação, Wurz (2018) encontrou valores variando de 0,79 na maior carga de gemas (50 e 75) e 0,82 na menor carga (15). Estes índices são semelhantes aos encontrados neste estudo (Tabela 5). O índice de compactação do cacho é considerado um fator importante na avaliação da qualidade da uva (Tello & Ibañez, 2014). A compactação dos cachos não é favorável do ponto de vista fitossanitário, pois pode possibilitar maior suscetibilidade ao ataque de patógenos (Evers *et al.*, 2010).

Variáveis de Maturação Tecnológica

Para elaboração de vinhos de qualidade, segundo Jackson (2014), são necessários teores de sólidos solúveis (SS) acima de 20 °Brix e acidez titulável (AT) menor que 135 meq L⁻¹. As duas variedades apresentaram valores de AT menores que 135 meq L⁻¹, porém apenas a Pinot Noir apresentou valores de SS acima de 20 °Brix (Tabela 6). Sendo assim, a variedade Pinot Noir também se destaca em relação a Chardonnay, com maiores valores de SS. Para as condições do presente estudo, na região de altitude elevada de São Joaquim, a variedade Pinot Noir é mais eficiente na utilização dos recursos disponíveis para a produção de frutos (Tabela 3), produtividade (Tabela 4) e sólidos solúveis (Tabela 6) em comparação com a Chardonnay.

Tabela 6 - Variáveis de maturação tecnológica das bagas de videira *Vitis vinifera* L. var. Chardonnay e Pinot Noir em região de altitude elevada de Santa Catarina. Safra 2023. São Joaquim, 2023.

Tratamentos	Sólidos Solúveis	Acidez Total Titulável
	(°Brix)	(meq L ⁻¹)
Chardonnay	19,93 b	109,33 ^{ns}
Pinot noir	21,40 a	116,00
CV (%)	1,25	5,52

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$). ns= não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

Os valores de SS e AT encontrados neste estudo são similares aos relatados por Brighenti *et al.* (2013), que encontraram valores médios de 19,2 e 19,6 °Brix para SS e 128,3 e 135 meq L⁻¹ para AT, nas variedades Chardonnay e Pinot Noir, respectivamente, para a região de São Joaquim, nas safras 2004 a 2007.

Variáveis Fotossintéticas

O teor de clorofila, medido pelo equipamento Spad, apresentou diferenças para a avaliação feita nas folhas dos ramos por planta (Spad ramos), sendo maior na variedade Pinot Noir. Para a avaliação feita aleatoriamente nas folhas da planta, não foram verificadas

diferenças entre as variedades (Tabela 7). O maior índice Spad nas folhas dos ramos na variedade Pinot Noir pode indicar um melhor funcionamento do aparelho fotossintético, o que se relaciona diretamente à maior área foliar e produção (Tabela 3), assim como a maior produtividade (Tabela 4) em comparação com a variedade Chardonnay. O teor de clorofila na folha pode revelar informações do desenvolvimento de plantas para comparar genótipos e investigar possíveis danos no aparelho fotossintético. Esse parâmetro revela eficiência fotoquímica no processo fotossintético (Viana, 2007).

Tabela 7 - Índice Spad e variáveis relacionadas as trocas gasosas de videira *Vitis vinifera* L. var. Chardonnay e Pinot Noir em região de altitude elevada de Santa Catarina. Safra 2023. São Joaquim, 2023.

Variáveis	Tratamentos		CV (%)
	Chardonnay	Pinot Noir	
Spad ramos	29,15 b	33,58 a	5,16
Spad folhas	30,43 ^{ns}	30,84	13,60
Fotossíntese líquida - A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	16,24 a	13,65 b	10,38
Condutância estomática ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	0,27 ^{ns}	0,24	13,67
Concentração interna de CO_2 - C_i ($\mu\text{mol.mol}^{-1}$)	263,91 ^{ns}	272,81	4,95
Taxa transpiratória - E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	4,43 a	3,78 b	9,53
Eficiência no uso da água (A/E)	3,69 ^{ns}	3,62	11,05
Eficiência da carboxilação <i>in vivo</i> da enzima Rubisco (A/C_i)	0,062 a	0,050 b	14,05

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$). ns=não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. CV=coeficiente de variação.

Para a fotossíntese líquida (A), taxa transpiratória (E) e eficiência da carboxilação (A/C_i), os maiores valores foram encontrados para a variedade Chardonnay. Para condutância estomática, concentração interna de CO_2 (C_i) e eficiência no uso da água (A/E), não foram observadas diferenças estatísticas (Tabela 7). Os maiores valores de trocas gasosas (A , E e A/C_i) na variedade Chardonnay podem ser decorrentes do maior número de folhas por ramos (Tabela 4), uma vez que as demais variáveis de solo e clima são as mesmas. Segundo Regina e Audeguin (2005), uma planta mais vigorosa apresenta valores mais elevados de fotossíntese líquida em resposta à maior demanda por fotoassimilados, visto que o excesso de ramos e folhas atua como drenos e influência de forma positiva a fotossíntese. Neste estudo, a variedade Chardonnay apresentou maior número de folhas que a Pinot Noir (Tabela 4).

Os parâmetros ecofisiológicos relacionados à área foliar da videira são fundamentais para determinar a interceptação de luz, transpiração foliar, fotossíntese, relações fonte-dreno e produtividade (Beslic *et al.*, 2010; Silvestroni *et al.*, 2018). A área foliar da videira afeta o total de trocas gasosas e a transpiração (Poni *et al.*, 2003; Girona *et al.*, 2011), ou seja, ela influencia positivamente ou negativamente as relações fonte-dreno e água.

A relação fonte-dreno da videira pode ser alterada, visto que se aumentar ou diminuir a força da fonte, altera-se a taxa fotossintética da planta cultivada, ou a força do dreno, alteram-se os órgãos que demandam os fotoassimilados. Quando há excesso de vigor nas videiras, ocorre o aumento da distribuição de matéria seca para os órgãos vegetativos e redução da distribuição para os frutos (Heuvelink, 1995; Peil e Gálvez, 2002). Porém, quando há aumento no número de frutos, aumenta-se a distribuição de fotoassimilados para os mesmos, em comparação à fração vegetativa, reduzindo-se a fração para cada dreno, considerado individualmente (Heuvelink, 1997; Duarte e Peil, 2010).

Dessa forma, pode-se inferir que a variedade Chardonnay, que apresentou maior número de folhas por ramo e menores valores de área foliar, produção e produtividade, investiu mais em crescimento vegetativo, refletindo em maiores valores de trocas gasosas (A , E e A/C_i). No estudo de Greven *et al.* (2014) e Wurz (2018), o aumento da carga de gemas/planta resultou em redução do comprimento e diâmetro de ramo, e no número de folhas/ramo, sendo portanto, reconhecido fenotipicamente como redução do vigor vegetativo da planta.

Conclusão

Para as condições do presente estudo, a variedade Pinot Noir é mais eficiente na utilização dos recursos disponíveis, pois destacou-se com maior área foliar, produção, produtividade, relações área foliar/produção, variáveis vegetativas, sólidos solúveis e índice Spad para folhas do ramo em relação à variedade Chardonnay.

Os parâmetros de trocas gasosas - fotossíntese líquida, taxa transpiratória e eficiência da carboxilação - e número de folhas por ramos, foram superiores na variedade Chardonnay. Porém, isto não refletiu em aumento de produção e produtividade, mas provavelmente em maior vigor vegetativo.

Agradecimentos

Ao apoio financeiro recebido pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) por meio do processo FAPESC n. 733/2024. Ao Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho (NEUVIN), pelo apoio na realização dos trabalhos de campo e laboratório.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2013.

AMARANTE, C. V. T.; ZANARDI, O. Z.; MIQUELOTO, A.; STEFFENS, C. A.; ERHART, J.; ALMEIDA, J. A. Quantificação da área e do teor de clorofilas em folhas de plantas jovens de videira 'Cabernet Sauvignon' mediante métodos não destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 680-686, 2009.

BESLIC, Z.; TODIC, S.; TESIC, D. Validation of non-destructive methodology of grapevine leaf area estimation on cv. Blaufränkisch (*Vitis vinifera* L.). **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 31, n. 1, p. 22-25, 2010.

BORGHEZAN, M.; PIT, F. A.; GAVIOLI, O.; MALINOVSKI, L. I.; SILVA, A. L. Efeito da área foliar sobre a composição da uva e a qualidade sensorial dos vinhos da variedade Merlot (*Vitis vinifera* L.) cultivada em São Joaquim, SC, Brasil. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v. 26, n. 1, p. 1-09, 2011.

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

BRIGHENTI, A. F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina – Brasil. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1162-7. 2013.

CANTON, M.; BORGHEZAN, M.; SILVA, T. C.; WELTER, J. F.; VILLAR, L.; ROSA, D. J.; SILVA, A. L.; PESCADOR, R. Chlorophyll evaluation on leaves of -Sauvignon Blanc during vegetative growth in São Joaquim, Santa Catarina, Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1, p. 15-20, 2017.

DORTZBACH, D. **Caracterização dos solos e avaliação da aptidão agrícola das regiões produtoras de vinhos finos de altitude de Santa Catarina**. 2016. 192 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo) – Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

DUARTE, T. S.; PEIL, R. M. N. Relações fonte-dreno e crescimento vegetativo do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 271-276. 2010.

ELSNER, E. A.; JUBB JR., G. L. Leaf area estimation of Concord grape leaves from simple linear measurements. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 39, n. 1, p. 95-97, 1988.

EVERS, D.; MOLITOR, D.; ROTHMEIER, M.; BEHR, M.; FISCHER, S.;
HOFFMANN, L. Efficiency of different strategies for the control of grey mold on grapes including gibberellic acid (GIBB3), leaf removal and/or botrycide treatments. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 44, n. 1, p. 151-159, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FAWZI, M. I. F.; SHAHIN, M. F. M.; KANDIL, E. A. Effect of Bud Load on Bud behavior, yield, cluster characteristics and some biochemical contents of the cane of Crimsom Seedless grapevines. **Journal of American Science**, v. 6, n. 12, p. 187-194, 2010.

GIRONA, J.; DEL CAMPO, J.; MATA, M.; LOPEZ, G.; MARSAL, J. A comparative study of apple and pear tree water consumption measured with two weighing lysimeters. **Irrigation Science**, v. 29, n. 1, p. 55-63, 2011.

GONÇALVES, C. A. A.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M. A.; ALVARENGA, A. A.; SOUZA, M. T.; ABRAHÃO, E. Estimativa de área foliar da videira (*Vitis labrusca* L. cv. folha de figo) sobre diferentes porta-enxertos. **Ciência Agrotecnologia**, v. 26, n. 3, p. 500-504, 2002.

GREVEN, M. M.; NEAL, S. M.; HALL, A. J.; BENNETT, J. S. Influence of retained node number on Sauvignon Blanc grapevine vegetative growth and yield. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 20, n. 2, p. 263-271, 2014.

GREVEN, M.M. NEAL, S.M., HALL, A.J.; BENNETT, J.S. Influence of retained node number on Sauvignon Blanc grapevine phenology in a cool climate. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 21, n. 2, p. 209-301, 2015.

HALL, D. O.; SCURLOCK, J. M.; BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; LEEGOOD, R. C.; LONG, S. P. **Photosynthesis and production in a changing environment**. A field and laboratory manual. Londres: Chapman & Hall, 1993. 464 p.

MALINOVSKI, L. I.; BRIGHENTI, A. F.; BORGHEZAN, M.; GUERRA, M. P.; SILVA, A. L.; PORRO, D.; STEFANINI, M.; VIEIRA, H. J. Viticultural performance of Italian grapevines in high altitude regions of Santa Catarina State, Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1, p. 203-210, 2016.

HEUVELINK E. Effect of fruit load on dry matter partitioning in tomato. **Scientia Horticulturae**, v. 69, p. 51-59, 1997.

HEUVELINK E. Influence of sink - source interaction on dry matter production in tomato. **Annals of Botany**, v. 75, p. 381-389, 1995.

JACKSON, R. S. **Wine Science: Principles and Applications**. 3rd. ed. Burlington, MA, USA: Elsevier Academic Press, 2008, 751 p.

JACKSON, R.S. **Wine Science: Principles and Applications**. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2014. 996 p.

KLIEWER, W. M.; DOKOOZLIAN, N. K. Leaf Area/Crop Weight Ratios of Grapevines: influence on fruit composition and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 56, n. 2, p. 170-181, 2005.

LOPES, C. M. **Influência do sistema de condução no microclima do coberto, vigor e produtividade da videira (*Vitis vinifera* L.)**. 1994. 205 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Instituto Superior de Agronomia, UTL, Lisboa, 1994.

LOPES, C. M.; PINTO, P. A. Estimation de la superficie foliaire principale et secondaire d'un sarment de vigne. **Prog. Agric. Vitic.**, v. 117, p. 160-166, 2000.

MALINOVSKI, L. I.; BRIGHENTI, A. F.; SILVA, T. C.; VOLTOLINI, J. A.; BORGHEZAN, M.; SILVA, A. L.; STEFANINI, M.; PORRO, D. Leaf area and leaves gas exchange of -Sangiovese grapevine produced in high altitude regions of Santa Catarina State, Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1, p. 231-238, 2017.

MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2019**. Embrapa Uva e Vinho, 2020. 21 p. (Comunicado Técnico, 214).

OIV. **Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts**. Paris: Office international de la vigne et du vin, 2009. 368 p.

PALLADINI, L. A.; BRIGHENTI, A. F.; SOUZA, A. L. K.; SILVA, A. L. (Org.). **Potencial de variedades de uvas viníferas nas regiões de altitude de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2021. 212 p.

PEIL, R. M. N.; GÁLVEZ J. L. Effect of fruit removal on growth and biomass partitioning in cucumber. **Acta Horticulturae**, v. 588, p.69-74, 2002.

PONI, S. La potatura verde nel vigneto: aspetti fisiologici e colturali. **L'Informatore Agrario**, n. 26, p. 37-49, 2003.

REGINA, M. A.; AUDEGUIN, L. Avaliação ecofisiológica de clones de videira cv. Syrah. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 875-879, 2005.

RUFATO, L.; MARCON FILHO, J. L.; BRIGHENTI, A. F.; BOGO, A.; KRETZSCHMAR, A. A. (Org.). **A Cultura da Videira: Vitivinicultura de Altitude**. Florianópolis: Editora Udesc, 2021. v. 1. 575 p.

SANTOS, E. A.; LOSS, A.; FLORISBAL, L. M.; BESSER, M. L.; DORTZBACH, D. Geology and Wine 15. Producing Wine at Altitude: The Terroir of São Joaquim, Brazil. **Geoscience Canada**, v. 45, p. 137-149, 2018.

SILVA, L. C.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; BRIGHENTI, A. B.; SCHLEMPER, C. Níveis de produção em vinhedos de altitude da cv. Malbec e seus efeitos sobre os compostos fenólicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 110-110, 2008.

SILVESTRONI, O.; LANARI, V.; LATTANZI, T.; PALLIOTTI, A. Delaying winter pruning, after pre-pruning, alters budburst, leaf area, photosynthesis, yield and berry composition in Sangiovese (*Vitis vinifera* L.). **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 24, p. 478-486, 2018.

TELLO, J.; IBÁÑEZ, J. Evaluation of indexes for the quantitative and objective estimation of grapevine bunch compactness. **Vitis - Journal of Grapevine Research**, v. 53, n. 1, p. 9–16, 2014.

TEIXEIRA, A. H. C.; MOURA, M. S. B.; ANGELOTTI, F. Aspectos agrometeorológicos da cultura da videira. In: EMBRAPA. **Sistema de Produção - Cultivo da Videira**. 2010. (Série Documentos). Disponível em:
<http://www.cpatas.embrapa.br:8080/sistema_producao/spuva/clima.html>. Acesso em: 10 jun. 2023.

VIANA, E. M. **Interação de nitrogênio e potássio na nutrição, no teor de clorofila e na atividade de redutase do nitrato em plantas de trigo**. 2007. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

WÜRZ, D. A. **Influência da carga de gemas no desempenho agrônômico e enológico de uvas viníferas em região de altitude de Santa Catarina**. 2018. 171 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2018.

Como citar:

ABNT

TEIXEIRA-LOSS, M. B. [et al.]. Desempenho agrônômico e fotossintético de videiras das variedades Chardonnay e Pinot Noir em São Joaquim, Santa Catarina. **Interespaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 10, n. 01, e22083, 2024. Disponível em:
<<http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.e22083>>. Acesso em: 31 dez. 2024.

APA

Teixeira-Loss, M. B. [et al.]. Desempenho agrônômico e fotossintético de videiras das variedades Chardonnay e Pinot Noir em São Joaquim, Santa Catarina. *InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, v. 10, n. 01, e22083, 2024. Recuperado em 31 dezembro, 2024, de <http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.e22083>



This is an open access article under the CC BY Creative Commons 4.0 license.

Copyright © 2024, Universidade Federal do Maranhão.

