

Variações na anatomia foliar de videira Niagara em diferentes sistemas de condução

Rachel Benetti Queiroz-Voltan (*); Glauco de Souza Rolim; Mário José Pedro Júnior; José Luiz Hernandes

Instituto Agronômico (IAC), Caixa Postal 28, 13012-970 Campinas (SP).

(*) Autora correspondente: rachelqv@iac.sp.gov.br

Recebido: 21/jun./2010; Aceito: 21/set./2010.

Resumo

Alterações na anatomia de folhas são causadas por diversos fatores ambientais, principalmente a disponibilidade de radiação, podendo causar mudanças na capacidade fotossintética e afetando a produção final. Este trabalho objetivou identificar alterações na estrutura anatômica de folhas de videiras 'Niagara Rosada' e 'Niagara Branca' em três diferentes sistemas de condução: espaldeira (ESP), manjedoura em 'Y' (Y) e manjedoura em 'Y' coberto com plástico (YPLA). Os estudos anatômicos foram realizados em folhas, externas em relação ao dossel, retiradas em três diferentes alturas da planta (superior, mediana e inferior). Para a caracterização anatômica, as amostras foram fixadas em FAA, emblocadas em parafina, seccionadas em micrótomo e coradas com safranina e azul de alciã. As lâminas foram analisadas com o auxílio de um microscópio óptico acoplado a uma câmera de captura de imagens. As espessuras da epiderme das faces adaxial e abaxial, dos parênquimas paliçádico e esponjoso, da espessura total da folha e da razão entre parênquimas paliçádico e esponjoso foram estimadas em uma amostra ao acaso de dez segmentos de cada tratamento, totalizando 1800 observações. Realizaram as análises de variância pelo teste F, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo Tukey a 5% de probabilidade. Observaram-se nas cultivares Niagara Branca e Niagara Rosada conduzidas em ESP uma espessura média de limbo maior, porém foram menos produtivas, quando comparados com Y e YPLA; folhas expostas a maiores intensidades luminosas tiveram limbo mais espesso devido ao maior desenvolvimento do parênquima paliçádico, independentemente do sistema de condução.

Palavras-chave: *Vitis* sp., caracterização anatômica, videira, uva de mesa, sistema de condução.

Grapevine Niagara leaf anatomy variation under different training systems

Abstract

Variations in leaf anatomy are caused by several environmental factors, mainly the availability of solar radiation, leading to possible changes in photosynthetic capacity and crop yield. This paper aims to identify alterations in grapevine 'Niagara Rosada' and 'Niagara Branca' leaf anatomy grown in three different training systems: double cordon (ESP), lyre (Y) and lyre with plastic (YPLA). The anatomical studies were made using mature leaves, external in relation to the canopy, collected in distinct regions of vine plants (lower, middle and upper). For anatomical characterization the samples were fixed in FAA, embedded in paraffin, sectioned in microtome and stained with safranin-alcian blue. Slides were examined with an optical microscope with the aid of the image analysis software Motic and the video image was acquired by using a JVC video camera attached to the same optical microscope. Leaf anatomy parameters were measured for ten leaves collected in each treatment: thickness of the leaf blade, of the palisade and of the spongy parenchyma, of the adaxial and abaxial epidermis and the ratio of palisade and spongy parenchyma. Analyses of variance were performed by F test and the means were compared by the Tukey test at 5% probability. The results indicate that the Niagara Branca and Niagara Rosada cultivars conducted in ESP had a greater average leaf blade thickness, but they were less productive when compared with Y and YPLA. Leaves grown under sunlight showed higher leaf thickness due to a greater development of palisade parenchyma, irrespective of the conduction system.

Key words: *Vitis* sp., anatomic characterization, vines, table grape, trellising system.

1. INTRODUÇÃO

A viticultura brasileira abrange 79.127 ha de área colhida, sendo o Estado de São Paulo, o segundo maior produtor de uva do país, com área de 9.514 ha (AGRIANUAL, 2010). A uva de mesa comum, a ‘Niagara’, representa 88,51% do total de pés em produção e 87,41% dos pés novos, do total de pés de uva do Estado de São Paulo (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 2010). Essa cultivar também está presente nas principais regiões produtoras de uvas de mesa do Brasil e em expansão em diversas outras regiões, nas quais, o baixo custo de produção e a facilidade de manejo, têm despertado interesse pela atividade.

A videira Niagara, originária dos Estados Unidos, é um híbrido interespecífico (*Vitis labrusca* X (*V. labrusca* x *V. vinifera*) com bagas de coloração branca. Entretanto, em 1933, surgiu uma planta a partir de mutação somática natural, com bagas rosadas, na região de Jundiaí (SP), dando origem à cultivar Niagara Rosada. Ambas, possuem vigor médio, são tolerantes a doenças e pragas e muito produtivas (SOUSA, 1959; POMMER et al., 2003). A cultivar Niagara Rosada tem sido mais plantada no Estado de São Paulo do que a ‘Niagara Branca’, por ser mais atraente para o consumidor (POMMER et al., 2003).

A videira, por ser uma planta sarmentosa, de hábito trepador, necessita de um sistema de sustentação que garanta melhor exposição de suas folhas à luminosidade. A escolha do sistema de condução do vinhedo pode afetar significativamente o crescimento vegetativo da videira, a produtividade e a qualidade da uva e do vinho, porque a quantidade e a distribuição das folhas no espaço modificam o microclima (temperatura das folhas e do ar, umidade relativa, intensidade de radiação) no interior do dossel vegetativo (MIELE e MANDELLI, 2005; PEDRO JÚNIOR et al., 2007; CARDOSO et al., 2010).

O sistema de condução em espaldeira é um dos mais utilizados nos principais países vitivinícolas do mundo. Os ramos são atados verticalmente aos fios do sistema de sustentação do vinhedo. Possui boa aeração, embora

com tendência ao sombreamento. O sistema de condução em manjedoura em ‘Y’ foi desenvolvido pela EPAGRI (2006) visando à utilização de cultivo protegido para a videira. Nesse sistema, os galhos são dispostos em ângulo aproximado de 120° e as folhas e os cachos ficam bem distribuídos, facilitando o manejo. Quando o sistema Y é protegido com cobertura plástica, ocorre redução de incidência de doenças fúngicas nas folhas e nos cachos, proporcionando consequentemente maior produtividade e qualidade dos frutos (HERNANDES et al., 2010).

Uma variedade de fatores ambientais, especialmente a disponibilidade de radiação, pode causar alterações nas características estruturais e funcionais das folhas, culminando com alterações no padrão de crescimento e na produção das plantas (BJÖRKMAN, 1981). O aumento no nível de luz proporciona aumentos na espessura da folha, na massa foliar específica, no desenvolvimento da epiderme e do parênquima e, no número total de células das folhas (WYLIE, 1951; ESAU, 1977; BJORKMAN, 1981; CUTTER, 1987).

O estudo de caracterização da anatomia foliar de plantas de videira desenvolvidas em diferentes sistemas de condução é muito relevante porque variações no mesofilo podem elevar potencialmente a capacidade fotossintética e a produção de frutos. Este trabalho objetivou identificar alterações na estrutura foliar que possam estar relacionadas com os variados sistemas de condução.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Cultivares de videira Niagara Branca (‘NB’) e Niagara Rosada (‘NR’), enxertada sobre IAC 766 ‘Campinas’, com 10 anos de idade, foram conduzidas em Jundiaí, SP (23°12’S; 46°53’O e 715 m), com as plantas espaçadas em 2x1 m. Os tratos culturais realizados foram os recomendados para a região de Jundiaí por BRAGA (1988).

Avaliaram-se três sistemas de condução: espaldeira (ESP), manjedoura em ‘Y’ (Y) e manjedoura em ‘Y’ coberto com plástico (YPLA) (Figura 1), nos quais foi realizada poda curta em cordão esporonado.

Os estudos anatômicos foram realizados em folhas adultas, retiradas de três diferentes alturas da planta (superior, mediana e inferior), em posições externas em relação ao dossel, nos diferentes sistemas (Figura 1). Segmentos de 0,25 cm² foram retirados, em maio/2009, da região mediana das folhas de dez plantas de cada tratamento. Estes foram fixados em formaldeído-ácido acético-álcool etílico 50% e submetidos a vácuo por 48 horas (JOHANSEN, 1940). Posteriormente, foram desidratados em série alcoólica-etílica, incluídos em parafina e seccionados em micrótomo rotativo manual. As lâminas foram coradas com safranina-azul de alcá, montadas em adesivo Permount e analisadas com o auxílio de um microscópio óptico acoplado a uma câmera de captura de imagens.

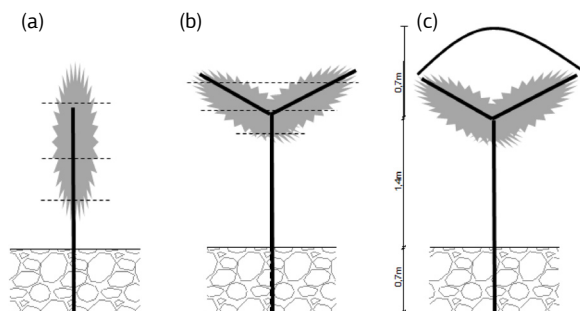


Figura 1. Representação esquemática em perfil dos sistemas de condução de videira em espaldeira (a), Y (b) e Y com plástico (c). A área cinza representa o dossel vegetativo e as linhas retas, suportes em madeira. As linhas tracejadas indicam a posição de coleta de folhas. Jundiaí (SP), 2009.

As espessuras da epiderme das faces adaxial e abaxial, dos parênquimas paliçádico e esponjoso, da espessura total da folha e da razão entre parênquimas paliçádico e esponjoso foram estimadas numa amostra ao acaso de dez segmentos de cada tratamento, totalizando 1800 observações.

As análises de variância foram realizadas pelo teste F, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos cortes transversais do limbo de NB e NR notaram-se epidermes adaxial e abaxial uniestratificada, com presença de tricomas na face abaxial. Nesta face, observaram-se também estômatos (Figura 2a,e,h,i), localizados no mesmo nível das demais células epidérmicas.

O mesofilo, de simetria dorsiventral, possuía parênquima paliçádico com uma fileira de células e esponjoso com 4 a 5 fileiras (Figura 2). Determinadas amostras tiveram o parênquima paliçádico com duas camadas de células em folhas expostas à maior incidência luminosa (Figura 2c). No mesofilo observaram-se ráfides (cristais aciculares de oxalato de cálcio) no interior de células de diversos tamanhos (Figura 2b,d,e,f) e evidências de substâncias químicas, provavelmente compostos fenólicos.

Quando se comparou a espessura do tecido foliar entre as três posições na planta, observou-se nas folhas retiradas da região superior da NB que a espessura total do limbo era maior no sistema ESP e Y, principalmente devido ao maior espessamento do parênquima paliçádico (Tabela 1). No sistema YPLA, as folhas localizadas na região superior e inferior eram mais espessas do que as medianas, embora a razão entre o paliçádico e o esponjoso tenha sido menor nas folhas inferiores, como nos demais sistemas de condução.

A espessura do limbo da NR não diferiu entre as diferentes posições na planta nos sistemas de condução ESP e Y, enquanto no sistema YPLA, as folhas localizadas na região superior tinham espessura maior, devido também ao maior espessamento do parênquima paliçádico.

A razão entre os parênquimas paliçádico e esponjoso entre os três sistemas de condução, nas duas cultivares, foi maior nas folhas superiores, isto é, que estão expostas à maior intensidade luminosa, demonstrando maior desenvolvimento do parênquima paliçádico. Essa característica anatômica favorece uma taxa fotossintética maior, devido à maior concentração de cloroplastos nesses tecidos.

Segundo NOBEL (1977) e BJÖRKMAN (1981), o aumento em espessura das células do parênquima paliçádico é resultante de um alongamento deste tecido no sentido abaxial, o que não altera a área do mesofilo em relação à área foliar, mas aumenta significativamente o volume do mesofilo por área e por volume foliar, tornando um fator

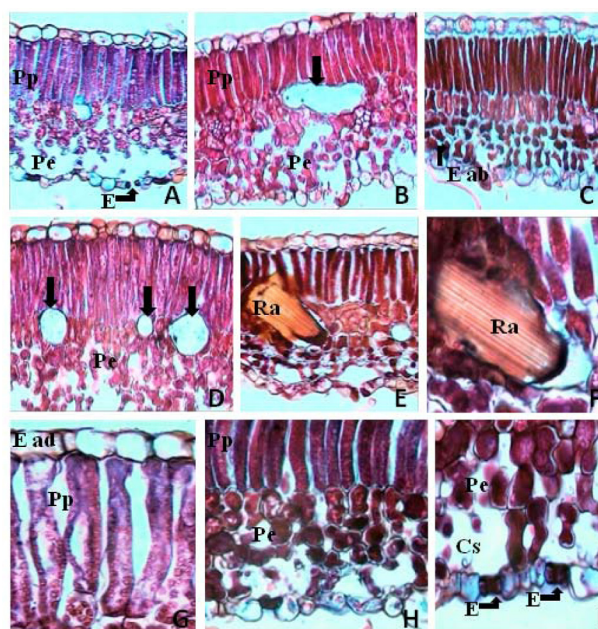


Figura 2. Cortes transversais do limbo de videira Niagara Branca e Niagara Rosada. A, B e C- Niagara Branca, conduzida em espaldeira, retirados das porções inferior, mediana e superior da planta, respectivamente; D- Mesofilo com células que contém ráfides (vazias); E e F- Mesofilo com célula que contém ráfides; G- detalhe de parênquima paliçádico; H- detalhe do mesofilo e da epiderme abaxial; I- detalhe dos estômatos e câmara subestomática. Cs= câmara subestomática; E= estômatos; E ad= epiderme adaxial; E ab= epiderme abaxial; Pp= parênquima paliçádico; Pe= parênquima esponjoso; Ra= ráfides. As setas indicam células que contém ráfides. A a E = aumento de 400X; F a I= aumento de 1000x. Jundiaí (SP), 2009.

importante para as trocas gasosas em condições de elevada irradiância ou de restrição hídrica.

A variação na anatomia foliar de plantas submetidas a diferentes intensidades luminosas ocorre também no parênquima esponjoso, sendo mais denso, isto é, com poucos espaços intercelulares em condições de alta irradiância, resultando em folhas mais espessas. Ao contrário, as folhas sombreadas, mostram além das células do paliçádico mais curtas, um parênquima esponjoso frouxo, resultando em lâminas mais delgadas (ESAU, 1959).

As diferenças observadas entre folhas de videira retiradas de diferentes regiões da planta corroboram com outras espécies descritas na literatura, sendo tratadas como características de plantas de sol e sombra por diversos autores como MILANEZ (1951), WYLIE (1951), ESAU (1977), CUTTER (1987) e VOLTAN et al. (1992). Mudanças na morfologia foliar de *Vitis* também foram observadas anteriormente por SHIRAISHI et al. (1996), os quais observaram que sob diferentes temperaturas e condições luminosas, a massa seca por unidade de área, a espessura foliar e a densidade de estômatos foram maiores em ambientes mais expostos à luz.

As variações foliares na forma, no tamanho, na espessura, densidade e rusticidade, considerando diferentes

Tabela 1. Espessura média de tecidos foliares e razão entre os parênquimas paliçádico e esponjoso das cultivares Niagara Branca e Niagara Rosada coletadas em diferentes posições na planta e desenvolvidas sob diferentes sistemas de condução (n=100). Jundiaí (SP), 2009

Sistemas de condução	Posição na planta	Espessura (μm)				Total limbo	Paliçádico/ Esponjoso
		Epiderme		Parênquima			
		Adaxial	Abaxial	Paliçádico	Esponjoso		
Niagara Branca							
Espaldeira	S	21,19 a	20,63 a	89,50 a	88,36 ab	219,67 a	1,03 a
	C	20,15 b	19,48 b	75,21 b	86,32 a	201,15 b	0,88 b
	I	19,90 b	19,51 b	72,29 b	91,87 b	203,56 b	0,79 c
'Y'	S	20,08 a	19,34 a	84,51 a	86,88 a	210,81 a	0,98 a
	C	20,74 a	18,71 a	68,87 b	85,27 a	193,58 b	0,81 b
	I	20,80 a	18,68 a	64,05 c	85,37 a	188,89 b	0,76 c
'Y' com plástico	S	20,22 a	19,81 a	80,04 a	82,37 a	202,45 a	1,00 a
	C	18,20 b	18,16 b	68,65 b	73,21 b	178,22 b	0,94 a
	I	20,65 a	19,02 c	73,18 b	88,88 c	201,73 a	0,83 b
Niagara Rosada							
Espaldeira	S	19,85 a	20,99 a	81,81 a	85,19 a	207,84 a	0,98 a
	C	20,07 a	19,84 b	76,56 b	88,54 a	205,01 a	0,87 b
	I	19,55 a	18,69 c	78,66 b	93,82 b	210,71 a	0,85 b
'Y'	S	18,74 a	18,49 a	79,47 a	83,15 a	199,84 a	0,97 a
	C	19,88 b	19,50 b	69,66 b	86,28 a	195,33 a	0,82 b
	I	19,98 b	19,63 b	69,44 b	92,50 b	201,55 a	0,77 c
'Y' com plástico	S	19,96 ab	20,64 a	83,32 a	88,43 a	212,35 a	0,96 a
	C	19,27 a	18,90 b	73,60 b	83,58 b	195,34 b	0,89 b
	I	20,26 b	19,07 b	73,17 b	86,15 ab	198,64 b	0,87 b

S=superior, C= Central, I= inferior. Médias, na vertical, seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5%.

posicionamentos em uma mesma planta, são atribuídas a variações microclimáticas diversas, provocando alterações hormonais e, por conseguinte, modificações estruturais e morfológicas (MEDRI e PEREZ, 1980). Esse efeito é conhecido como autossombreamento.

Quando comparados os três sistemas de condução, observou-se que em ESP as folhas eram mais espessas nas duas cultivares, principalmente devido ao aumento dos tecidos paliçádico e esponjoso (Tabela 2). No sistema Y, observou-se um parênquima esponjoso espesso em relação ao paliçádico, como pode ser observado através da razão entre os dois tecidos.

Houve semelhança nas proporções das estruturas foliares entre NB e NR quando cultivadas em ESP e Y, com diferenças apenas na epiderme adaxial, que foi mais espessa na NB. Entretanto, quando cultivadas em sistema de YPLA, observou-se que o limbo da NR foi mais espesso, devido à maior espessura dos parênquimas paliçádico e esponjoso e da epiderme abaxial. Entretanto, não existiram diferenças entre as cultivares na razão entre o parênquima paliçádico e o esponjoso (Tabela 3).

O sistema ESP proporcionou massa de cachos menor do que no sistema Y, havendo uma tendência no YPLA da massa ser maior. A produção também foi menor quando

cultivado em ESP na NR, enquanto na NB no sistema Y foi mais produtivo (Tabela 2).

Apesar das folhas no sistema ESP terem características anatômicas indicadoras de maiores taxas fotossintéticas, as plantas desenvolvidas no sistema em Y foram mais produtivas. Provavelmente, as menores taxas de transpiração e evaporação devido à menor radiação solar e do vento no cultivo em YPLA, tenham proporcionado maior abertura estomática, compensando assim a menor proporção de tecidos fotossintéticos observados no mesofilo. CHAVARRIA et al. (2008), demonstraram que videiras cobertas podem realizar fotossíntese em períodos em que as plantas descobertas estão inibidas pelo estresse hídrico.

Uma das primeiras respostas da videira à deficiência hídrica é o fechamento dos estômatos e, assim, ocorre uma diminuição da difusão de CO_2 para o mesofilo foliar, provocando queda na fotossíntese (SOUZA et al., 2001). Observou-se que muitos estômatos estavam abertos, sugerindo haver ausência de deficiência hídrica nas condições analisadas, embora as análises anatômicas tenham sido realizadas em folhas retiradas da planta e fixadas no laboratório.

NORBERTO et al. (2008) também observaram poucas variações anatômicas em folhas de videira *V. labrusca* 'Fo-

Tabela 2. Espessura média de tecidos foliares e razão entre os parênquimas paliçádico e esponjoso das cultivares Niagara Branca e Niagara Rosada desenvolvidas sob diferentes sistemas de condução (n=300). Jundiaí (SP), 2009

Sistemas de condução	Espessura (μm)				Total limbo	Paliçádico/Esponjoso	Produção (kg planta ⁻¹)	Massa do cacho (g)
	Epiderme		Parênquima					
	Adaxial	Abaxial	Paliçádico	Esponjoso				
Niagara Branca								
Espaladeira	20,41 a	19,87 a	79,00 a	88,85 a	208,13 a	0,90 a	1,90 b	155,90 b
'Y'	20,54 a	18,91 b	72,48 b	85,84 b	197,76 b	0,85 b	4,34 a	173,90 ab
'Y' com plástico	19,69 b	19,00 b	73,96 b	81,49 c	194,14 b	0,93 a	2,65 b	206,30 a
Niagara Rosada								
Espaladeira	19,82 a	19,84 a	79,01 a	89,18 a	207,85 a	0,90 a	2,14 b	146,50 b
'Y'	19,54 a	19,21 b	72,86 b	87,31 ab	198,91 b	0,85 b	4,00 a	182,70 ab
'Y' com plástico	19,83 a	19,53 ab	76,69 b	86,05 b	202,11 b	0,91 a	3,95 a	222,20 a

Médias, na vertical, seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5%.

Tabela 3. Espessura média de tecidos foliares e razão entre os parênquimas paliçádico e esponjoso entre as cultivares Niagara Branca e Niagara Rosada, desenvolvidas sob diferentes sistemas de condução (n=300). Jundiaí (SP), 2009

Cultivares	Espessura (μm)				Total limbo	Paliçádico/Esponjoso
	Epiderme		Parênquima			
	Adaxial	Abaxial	Paliçádico	Esponjoso		
Espaladeira						
Niagara Branca	20,41 b	19,87 a	79,00 a	88,85 a	208,13 a	0,90 a
Niagara Rosada	19,82 a	19,84 a	79,01 a	89,18 a	207,85 a	0,90 a
'Y'						
Niagara Branca	20,54 b	18,91 a	72,47 a	85,84 a	197,76 a	0,85 a
Niagara Rosada	19,54 a	19,21 a	72,86 a	87,31 a	198,91 a	0,85 a
'Y' com plástico						
Niagara Branca	19,69 a	19,00 b	73,96 b	81,49 b	194,14 b	0,93 a
Niagara Rosada	19,83 a	19,53 a	76,69 a	86,05 a	202,11 a	0,91 a

Médias, na vertical, seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5%.

lha de figo' em relação aos diferentes sistemas de condução estudados. Nos sistemas lira e cordão simples, o limbo foliar estava menos espesso do que nos sistemas latada e espaladeira.

Os resultados contidos neste trabalho demonstraram que as alterações nas características anatômicas foliares, que possibilitam o incremento na fotossíntese, não resultaram em maior produtividade. Sugere-se, que outros fatores, provavelmente fisiológicos, possam ser responsáveis pelo maior desenvolvimento do fruto da videira.

4. CONCLUSÃO

Observa-se nas cultivares 'Niagara Branca' e 'Niagara Rosada' conduzidas em espaladeira uma espessura média de limbo maior, porém foram menos produtivas, quando comparadas com os sistemas em 'Y', com ou sem cobertura plástica;

Folhas expostas a maiores intensidades luminosas têm limbo mais espesso devido ao maior desenvolvimento do

parênquima paliçádico, independentemente do sistema de condução.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento parcial desse trabalho (Processo n° 2008/05687-6).

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2010. 520p.

BJORKMAN, O. Responses to different quantum flux densities. In: LANGE, O.L.; NOBEL, P.S.; OSMOND, C.B.; ZIEGLER, H. (Ed.). Encyclopedia of Plant Physiology: Physiological Plant Ecology I. New York: Spínger-Verlag, 1981. v.12a. p.57-107. (New series)

- BRAGA, F.G. Cultura da uva Niágara Rosada. São Paulo: Nobel, 1988. 66p.
- CARDOSO, L.S.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G.A.B.; DALMAGO, G.A.; SANTOS, H.P.; MANDELLI, F. Padrões de interceptação de radiação solar em vinhedos com e sem cobertura plástica. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, p.161-171, 2010.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P.; FELIPPETO, J.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S.; FIALHO, F.B. Relações hídricas e trocas gasosas em vinhedo sob cobertura plástica. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, p.1022-1029, 2008.
- CUTTER, E.G. Anatomia Vegetal: Órgãos-Experimentos e Interpretação. Trad. Gabriela Vera Maria Caruso Catena. São Paulo: Roca, 1987. v.2, 336p.
- EPAGRI. Sistema de sustentação da videira na forma de 'Ypsilon' ou manjedoura com cobertura plástica. Governo de Santa Catarina. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A., 2006. 2p. (Fólder)
- ESAU, K. Anatomía Vegetal. 2.ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1959. 729p.
- ESAU, K. Anatomy of seed plants. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1977. 550p.
- HERNANDES, J.L.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ROLIM, G.S.; TECCHIO, M.A.; SANTOS, A.O. Cultivo protegido da videira 'Niagara Rosada'. 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/videira/index.htm>. Acesso em: 29/4/2010
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Produção e número de plantas de videira no Estado de São Paulo (2009): Disponível em: <[http://www.iea.sp.gov.br/banco de dados, CATI](http://www.iea.sp.gov.br/banco%20de%20dados,%20CATI)>. Acesso em: 8/9/2010.
- JOHANSEN, D.A. Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill, 1940. 523p.
- KLIEWER, W.M.; WOLPET, J.A.; BENZ, M. Trellis and vine spacing effects on growth, canopy microclimate, yield and fruit composition of Cabernet Sauvignon. *Acta Horticulturae*, n.526, p.21-31, 2000.
- MEDRI, M.E.; PEREZ, E.L. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Mell. *Arg. Acta Amazonica*, v.10, p.463-493, 1980.
- MIELI, A.; MANDELLI, F. Sistemas de condução da videira. Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 2005.
- MILANEZ, F.R. Nota sobre a anatomia da folha de *Coccoloba cereifera* Schwake. *Rodriguesia*, v.14, p.23-39, 1951.
- NOBEL, P.S. Internal leaf area and cellular CO₂ resistance: Photosynthetic implication of variations with grown conditions and plant species. *Physiologia Plantarum*, v.40, p.137-144, 1977.
- NORBERTO, P.M.; REGINA, M.A.; CHALFUN, N.N.J.; SOARES, A.M.; FERNANDES, B. Influência do sistema de condução na produção e na qualidade dos frutos das videiras 'Folha de figo' e 'Niagara Rosada' em Caldas, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.450-455, 2008.
- PEDRO JÚNIOR, M.J.; HERNANDES, J.L.; TECCHIO, M.A.; PEZZOPANE, J.R. M. Influência do sistema de condução no microclima, na produtividade e na qualidade de cachos da videira 'Niagara Rosada', em Jundiá-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.29, p.313-317, 2007.
- POMMER, C.V.; TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P. Cultivares, melhoramento e fisiologia. In: POMMER, C.V. (Ed.). Uva: Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p.109-294.
- SHIRAIISHI, S.; HSIUNG, T.C.; SHIRAIISHI, M.; KITAZAKI, M. Changes in the leaf morphology of *Vitis* grown under different temperature and light conditions. *Science Bulletin of the Faculty of Agriculture – Kyushu University*, v.51, p.25-31, 1996.
- SOUSA, J.S.I. Mutações somáticas na videira Niagara. *Bragantia*, v.18, p.387-415, 1959.
- SOUZA, C.R.; SOARES, A.M.; REGINA, M.A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.1221-1230, 2001.
- VOLTAN, R.B.Q.; CARELLI, M.L.C.; FAHL, J.I. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.4, p.99-105, 1992.
- WYLIE, R.B. Principles of foliar organization shown by sun-shade leaves, from ten species of deciduous dicotyledonous trees. *American Journal of Botany*, v.38, p.355-361, 1951.