

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

CARGA DE GEMAS E PROPORÇÃO DE ÁREA FOLIAR POR PLANTA PARA  
INCREMENTOS EM QUALIDADE ENOLÓGICA DA VIDEIRA “MERLOT” EM  
SANTANA DO LIVRAMENTO-RS

Tiago Madruga Telesca da Silveira  
Msc. Engenheiro Agrônomo/UFPEL

Tese apresentada como um dos requisitos  
à obtenção do Grau de Doutor em Fitotecnia  
Ênfase Fisiologia e Manejo Vegetal

Porto Alegre (RS), Brasil  
Junho de 2015

### CIP - Catalogação na Publicação

Silveira, Tiago Madruga Telesca da  
CARGA DE GEMAS E PROPORÇÃO DE ÁREA FOLIAR POR  
PLANTA PARA INCREMENTOS EM QUALIDADE ENOLÓGICA DA  
VIDEIRA "MERLOT" EM SANTANA DO LIVRAMENTO-RS / Tiago  
Madruga Telesca da Silveira. -- 2015.  
175 f.

Orientador: Gilmar Arduino Bettio Marodin.  
Coorientador: Henrique Pessoa dos Santos.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. Videira. 2. Manejo. 3. Poda Verde. 4.  
Desponte. 5. Qualidade enológica. I. Bettio Marodin,  
Gilmar Arduino, orient. II. Pessoa dos Santos,  
Henrique, coorient. III. Título.

TIAGO MADRUGA TELESKA DA SILVEIRA  
Engenheiro Agrônomo - UFPel  
Mestre em Ciências - UFPel

## **TESE**

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

### **DOUTOR EM FITOTECNIA**

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 13.07.2015  
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 10.11.2015  
Por

GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN  
Orientador - PPG Fitotecnia

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE  
Coordenadora do Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia

HENRIQUE PESSOA DOS SANTOS  
Coorientador - EMBRAPA Uva e Vinho  
Bento Gonçalves/RS

PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA  
PPG Fitotecnia/UFRGS

EDUARDO GIOVANNINI  
IFRS - Porto Alegre/RS

LEONARDO CURY DA SILVA  
IFRS - Bento Gonçalves/RS

PEDRO ALBERTO SELBACH  
Diretor da Faculdade  
de Agronomia

## DEDICATÓRIA

À minha mãe Maria Eda,  
OFEREÇO.

A todos profissionais, produtores e consumidores que implusionam a vitivinicultura  
brasileira,  
DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em Fitotecnia e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudo;

À Embrapa Uva e Vinho pelo apoio à realização dos trabalhos desenvolvidos nesta pesquisa;

À Vinícola Santa Colina, e aos funcionários, em especial ao responsável técnico Odinei Cardoso, pela oportunidade de realizar minha tese nas dependências da empresa, e pelos auxílios na condução dos trabalhos;

A todos os meus familiares, principalmente a minha mãe Maria Eda, pelo apoio, base familiar, educação e valores morais compartilhados, através dos quais pude formar meu caráter;

Ao meu orientador Gilmar Arduino Bettio Marodin por sua amizade, passagem de conhecimentos, competência e compreensão;

Ao pesquisador e meu coorientador Henrique Pessoa dos Santos por sua especial atenção, imprescindível orientação, profissionalismo, dedicação e, sobretudo pela grande amizade, noções de ética e coerência profissional dedicados durante a realização dos trabalhos;

Às amigas Lucélia Fátima Souza, Tammila Venzke Klug, Ana Paula Assumpção Cordeiro e Daiane Silva Lattuada que além de colegas de curso são amigas de todas as horas e para essas não tenho como expressar minha gratidão;

Aos colegas do "*Ciência na Fronteira*", Daniel Antunes Souza, Julio Cesar Giuliani, Suelen Nunes Peruzzo, Aline Mabel Rosa, Bibiana Perez Galarza e Vagner de Vargas Marchi, pelo auxílio na condução dos meus experimentos, troca de experiências, pelo excelente convívio e por tornarem as longas viagens para a Campanha muito mais divertidas;

Aos pesquisadores da Embrapa Uva e Vinho, Flavio Bello Fialho e Maria Emília Borges Alves, pelo auxílio técnico-científico e pelo apoio na elaboração deste manuscrito;

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em especial à secretária Marisa Bello;

Aos professores Paulo Vitor Dutra de Souza, Sergio Francisco Schwarz, Claudimar Sidnei Fior, Gilmar Schafer, Homero Bergamaschi, Ingrid Bergman Inchausti de Barros, Magnólia Aparecida Silva da Silva, Renar João Bender, Simone Hickmann Flores, Florencia Cladera de Olivera, pelos ensinamentos transmitidos, imprescindíveis à realização do doutorado;

Aos funcionários da Embrapa Uva e Vinho em especial a Daniel Antunes Sousa, pela amizade, apoio, dedicação e ensinamentos práticos transmitidos durante a realização dos trabalhos;

Aos amigos que mesmo longe torcem por mim;

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Fitotecnia/Ênfase em Horticultura e Silvicultura da UFRGS, pelo incentivo, companheirismo e amizade;

E, principalmente, a DEUS pela vida.

*A sabedoria não vem automaticamente com a idade. Nada vem – exceto rugas. É verdade, alguns vinhos melhoram com o tempo, mas apenas se as uvas eram boas em primeiro lugar”.*

*Abigail Van Buren*

# CARGA DE GEMAS E PROPORÇÃO DE ÁREA FOLIAR POR PLANTA PARA INCREMENTOS EM QUALIDADE ENOLÓGICA DA VIDEIRA “MERLOT” EM SANTANA DO LIVRAMENTO-RS<sup>1</sup>

Autor: Tiago Madruga Telesca da Silveira  
Orientador: Gilmar Arduino Bettio Marodin  
Coorientador: Henrique Pessoa dos Santos

## RESUMO

A Campanha Gaúcha tem sido apresentada como uma região vitivinícola em expansão, mas ainda apresenta uma carência de informações técnico-científicas locais. Muitos vinhedos apresentam vigor excessivo e desequilíbrio entre crescimento vegetativo e produção, o que pode estar associado a equívocos em densidades de plantio, carga de gemas por planta e manejos de dossel, oriundos de outras regiões vitivinícolas, o que pode restringir a qualidade enológica da uva. O presente trabalho teve por objetivos selecionar algumas referências de espaçamento, carga de gemas (capítulo 1) e proporção de área foliar (capítulo 2) para a cultivar Merlot (*Vitis vinifera*) enxertada sobre SO4, visando o controle de vigor e o favorecimento da qualidade enológica da uva nesta região. O experimento foi conduzido em Santana do Livramento/RS, nas safras 2013, 2014 e 2015, em um vinhedo implantado em 2007, conduzido em espaldeira, com espaçamento de 1 m x 2,8 m. Para o experimento de carga de gemas foram testados dois espaçamentos na linha (1 m e 2 m) em combinações com variação de carga de gemas por planta, dando origem aos seguintes tratamentos: T1 (20 gemas m<sup>-1</sup>), T2 (30 gemas m<sup>-1</sup>), T3 (40 gemas m<sup>-1</sup>), T4 (60 gemas 2 m<sup>-1</sup>) e T5 (40 gemas 2 m<sup>-1</sup>). No experimento de proporção de área foliar, testaram-se despontes com 0,8 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>, 1,0 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>, 1,4 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>, e 1,6 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>, antes do *véraison* (dezembro). Ao longo de cada ciclo foram avaliados fenologia, parâmetros de crescimento, maturação, componentes de rendimento, qualidade enológica da uva e do vinho. A redução da carga de gemas (T1) favoreceu a qualidade, mas não restringiu o vigor vegetativo. Em contrapartida, plantas com espaçamento duplo e maior carga de gemas (T4) apresentaram o melhor equilíbrio vegetativo/produtivo e qualidade enológica da uva e do vinho. Os despontes com 6 fps e 10 fps restringiram o acúmulo de sólidos solúveis totais (SST) e aumentaram o pH e a acidez total titulável (ATT). A partir de 15 fps (1,4 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>) não houve restrições na maturação, caracterizando-se como o limite mínimo de folhas principais por sarmento para ser adotado no manejo do dossel da 'Merlot' na Campanha Gaúcha.

---

<sup>1</sup>Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (175 p.) Junho, 2015.

# LOAD OF BUDS AND LEAF AREA PER PLANT FOR IMPROVEMENT THE ENOLOGICAL QUALITY OF GRAPES IN SANTANA DO LIVRAMENTO-RS<sup>1</sup>

Author: Tiago Madruga Telesca da Siveira

Adviser: Gilmar Arduino Bettio Marodin

Co-adviser: Henrique Pessoa dos Santos

## ABSTRACT

The Campanha Gaúcha has been an expanding wine region, but still lacks local technical and scientific information. Many vineyards have excessive vigor and imbalance between vegetative growth and production, which may be associated with suboptimal planting densities, bud load per plant and canopy management, imported from other wine regions, which may restrict the enological quality of grapes. This study aimed to select some spacing references, bud loads (Chapter 1) and proportion of leaf area per plant (Chapter 2) to cultivate 'Merlot' (*Vitis vinifera*), to control vigor and optimize wine quality in this region. The experiment was conducted in Santana do Livramento/RS (vintages of 2013, 2014 and 2015), in a 6 year-old vineyard (2007), conducted in vertical trellis system, with spacing of 1 m x 2,8 m and SO4 rootstock. For the bud load experiment were tested two spacings within the line (1 m and 2 m) in combination with variations in number of buds per plant, which constituted the following treatments: T1 (20 buds  $m^{-1}$ ), T2 (30 buds  $m^{-1}$ ), T3 (40 buds  $m^{-1}$ ), T4 (60 buds  $2 m^{-1}$ ) e T5 (40 buds  $2 m^{-1}$ ). In the experiment of leaf area proportion, pre-*véraison* (December) trimming resulted in 0,8  $m^2 kg^{-1}$ , 1,0  $m^2 kg^{-1}$ , 1,4  $m^2 kg^{-1}$  e 1,6  $m^2 kg^{-1}$ . Throughout each cycle, phenology, growth parameters, maturity, yield components, and enological quality of grapes and wine were evaluated. Bud load reduction (T1) favored quality, but did not restrict vegetative vigor. Plants with double spacing and higher bud load (T4) had the best vegetative/productive balance and enological quality of grapes and wine. Prunings with 6 lps and 10 lps restricted accumulation of total soluble solids (TSS) and increased pH and titratable total acidity (TTA). No restrictions on maturity were observed with 15 lps (1,4  $m^2 kg^{-1}$ ) or more, characterizing this value as the minimum number of primary leaves per shoot to be adopted in canopy management of 'Merlot' in the Campanha Gaúcha region.

---

<sup>1</sup>Doctoral thesis in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (175 p.) June, 2015

## SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Objetivos .....	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
2.1 Viticultura .....	6
2.2 Aspectos gerais da Campanha Gaúcha.....	8
2.3 A videira .....	11
2.4 A cultivar Merlot.....	13
2.5 Características do porta-enxerto SO4 .....	15
2.6 Fatores edafoclimáticos e a qualidade enológica .....	15
2.7 Estádios fenológicos .....	23
2.7.1 Temperatura do ar e estágio fenológico .....	25
2.7.2 Precipitação pluvial e estágio fenológico .....	26
2.7.3 Radiação solar e estágio fenológico.....	27
2.8 Crescimento vegetativo, relação fonte e dreno e qualidade enológica .....	30
2.9 Desenvolvimento e maturação da baga .....	45
2.10 Características da uva para produção de vinho .....	53
2.11 O vinho .....	55
2.12 O vinho e suas propriedades físico-químicas .....	56
2.13 Análise sensorial .....	59
2.14 Aspectos sensoriais do vinho .....	61
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64
4 CAPÍTULO I. CARGA DE GEMAS POR PLANTA E SUA RELAÇÃO COM VEGETAÇÃO, QUANTIDADE E QUALIDADE DA UVA E DO VINHO 'MERLOT', EM SANTANA DO LIVRAMENTO-RS.....	80
4.1 Resumo .....	80
4.2 Abstract .....	81
4.3 Introdução .....	82
4.4 Material e métodos .....	85
4.5 Resultados e discussão .....	93
4.5.1 Componentes de rendimento .....	95
4.5.2 Superfície foliar e vigor.....	100
4.5.3 Maturação tecnológica da uva.....	102
4.5.4 Características físico-químicas do vinho .....	105
4.5.5 Análise sensorial do vinho.....	107
4.6 Conclusões .....	112
4.7 Referências bibliográficas .....	113

	Página
5 CAPÍTULO II. ÁREA FOLIAR E SUA INFLUÊNCIA NO COMPORTAMENTO VEGETATIVO/PRODUTIVO E QUALITATIVO DA UVA E DO VINHO 'MERLOT' EM SANTANA DO LIVRAMENTO-RS.....	118
5.1 Resumo .....	119
5.2 Abstract .....	119
5.3 Introdução .....	120
5.4 Material e métodos .....	123
5.5 Resultados e discussão .....	133
5.5.1 Comportamento vegetativo-produtivo.....	135
5.5.2 Maturação tecnológica da uva .....	148
5.5.3 Análise sensorial .....	152
5.6 Conclusões .....	156
5.7 Referências bibliográficas .....	156
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	160
7 APÊNDICES .....	163

## RELAÇÃO DE TABELAS

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>Página</b>
1. Variáveis do crescimento vegetativo-produtivo conforme os contrastes de tratamentos de número de gemas e espaçamento entre plantas, em um vinhedo da cv. Merlot. Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, nos ciclos de 2013/2014 e 2014/2015.....	97
2. Evolução da maturação tecnológica, conforme o número de gemas adotadas e espaçamento, para a cv. Merlot, cultivada na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, nos ciclos de 2013/2014 e 2014/2015.....	104
3. Álcool (% v/v), pH, acidez total (mEq. L <sup>-1</sup> ), acidez fixa (mEq. L <sup>-1</sup> ), acidez volátil (mEq. L <sup>-1</sup> ), extrato seco (g. L <sup>-1</sup> ), taninos (g. L <sup>-1</sup> ), antocianinas (mg. L <sup>-1</sup> ), polifenóis (mg. L <sup>-1</sup> ) e cor WL 520nm), conforme a carga de gemas adotadas e espaçamento, para a cv. Merlot, cultivada na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, nos ciclos de 2013/2014 e 2014/2015. ....	106
<b>CAPÍTULO II</b>	
1. Número de sarmentos por planta, porcentagem de sarmentos produtivos por planta (%), área foliar (m <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> ), área foliar (m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> de uva), produção por plantas (kg planta <sup>-1</sup> ), número de cachos por planta, na pós-colheita avaliou-se o número médio de bagas por cacho, proporção polpa/película, massa média das bagas (g), o índice de ravaz (kg de uva por kg de material podado) e índice de área foliar (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> de área), nos ciclos 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS.....	142
2. Fotossíntese líquida e condutância estomática, nos tratamentos número de folhas por sarmento nos ciclos de 2012/2013, 2013/2014, na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS.....	144
3. Sólidos solúveis totais (°Brix), pH e acidez titulável (mEq. L <sup>-1</sup> ), nos tratamento de número de folhas por sarmento (fps) e área foliar m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> , nos ciclos de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS.....	150

## RELAÇÃO DE FIGURAS

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>Página</b>
1. A- Evolução dos estádios fenológicos das videiras (cv. Merlot), B e C- temperatura mínima e máxima (°C) e suas normais, nos ciclos de 2014/2015 e 2013/2014, respectivamente, na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, RS. Dados obtidos na estação meteorológica instalada na área do experimento. ....	94
2. Proporção de sarmentos férteis em relação carga de gemas deixada por planta na poda dos ciclos 2013/2014 (A) e 2014/2015 (B). Vinhedo 'Merlot'/SO4 Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS. Para maiores detalhes dos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, consulte a Tabela 1. ....	98
3. Atribuídos sensoriais avaliados em vinhos 'Merlot', de plantas com diferentes cargas de gemas planta <sup>-1</sup> no espaçamento simples (20, 30 e 40 gp) cultivadas, na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, nos ciclos de 2013/2014. ....	108
4. Atribuídos sensoriais avaliados em vinhos 'Merlot', de plantas com o dobro da carga de gemas por planta com a variação do espaçamento (30 gp, 1m X 60 gp, 2m), cultivadas na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, nos ciclos de 2013/2014. ....	110
5. Atribuídos sensoriais avaliados em vinhos 'Merlot', de plantas com a mesma carga de gemas planta <sup>-1</sup> (40 gp, 1m e 40 gp, 2m), cultivadas na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, nos ciclos de 2013/2014. ....	111
<b>CAPÍTULO II</b>	
1. Fenologia da cultivar Merlot/SO4, data de poda, data do início da floração e data da mudança de cor das bagas, nos ciclos 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015, Santana do Livramento-RS. ....	134
2. Graus Dias acumulados, nos ciclos 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS...	135
3. Modelo matemático selecionado para a estimativa da área foliar da cv. Merlot, na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS. ....	136

	Página
4. Área Foliar ( $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$ de uva), T1 (6 fps); T2 (10 fps); T3 (15 fps); T4 (20 fps), nos ciclos de 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS. ....	140
5. Teor de amido em sarmentos e gemas nas plantas submetidas a diferentes números de folhas por sarmento (fps), cultivada na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, no ciclo de 2013/2014. ....	148
6. Atribuídos sensoriais avaliados em vinhos 'Merlot', no ciclo 2013/2014, de plantas com diferentes tratamentos de área foliar, cultivadas na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, no ciclo de 2013/2014. ....	153

## RELAÇÃO DE APÊNDICES

	Página
1. A- Placa da localização do experimento, B- Retirada das plantas dos tratamentos para o tratamentos 4 e 5 (2m entre plantas), C- Condução das varas do sistema Guyot para o sistema cordão esporonado, D- Varas conduzidas para o sistema cordão esporonado, E- Medição do tronco com paquímetro digital, F- Medição da nervura central da folha com régua graduada, G- Medição da altura do dossel com trena, H- Medição da largura do dossel com trena, I- Medição da fluorescência com Irga, J- Medição da clorofila, L- Medição da radiação, M- Medição da temperatura no cacho, das plantas da cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015.. .....	163
2. Croqui detalhado da área do experimento no município de Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, localizado na vinícola Nova Aliança Filial 03 (Grupo Aliança) no lote-4, área de 1,8 ha, implantada com a cultivar Merlot (clone-343) sobre o porta-enxerto SO4, no ano de 2007, espaçamento 1,00 metro entre plantas e de 2,80 metros entre filas, com um total de 42 filas de 154 metros. ....	164
3. A- Bagas sendo amassadas para a retirada do mosto B- Mosto sendo colocado em tubos de eppendorf C- Mosto acondicionados em tubos de eppendorf identificados conforme tratamento bloco e área do experimento, cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015 .....	165
4. A- Retirada da polpa e da semente das bagas B- polpa sendo colocada em peneira para separa as sementes C- Películas acondicionadas em papel toalha para secar D- Películas acondicionadas em papel toalha para secar E- Sementes lavadas em água corrente para retirar a mucilagem, F- sementes limpas e secas para a pesagem, cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. ....	166

	Página
5. A- Medição da nervura central da folha em laboratório, B- Medição da área da folha (cm <sup>2</sup> ) C- Caixas com as uvas referentes a cada tratamento D- Cachos de uva de cada planta para análises físicas E- Desengaçamento e preparação do mosto, F- Mosto engarrafado para a microvinificação, cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. ....	167
6. A- Mesa para treinamento dos avaliadores da análise ADQ dos vinhos B- Taças identificadas para a degustação C- Amostras dos vinhos para análises de taninos, antocianinas, polifenóis e intensidade de cor da cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2013/2014. ....	168
7. A e B- Estádio fenológico 31 (baga tamanho “ervilha”), que as plantas se encontravam no momento do manejo do dossel (poda) das plantas da cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. ....	169
8. Escala fenológica de Einhorn & Lorenz (1997) com estádios agrupados e subperíodos. ....	170
9. Representação gráfica da Escala fenológica de Einhorn & Lorenz (1997) com estádios agrupados e subperíodos. ....	171
10. A- Vista parcial da área do experimento B- Plantas com tratamento 6 (fps) C- Vista da fileira das plantas com tratamento 6 (fps) D- Plantas com tratamento 10 (fps) E- Vista da fileira das plantas com tratamento 10 (fps) F- Plantas com tratamento 15 (fps) G- Vista da fileira das plantas com tratamento 15 (fps) da cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. ....	172
11. H- Plantas com tratamento 20 (fps) conduzidas, I- Vista da fileira das plantas com tratamento 20 (fps) conduzidas, J- Plantas com tratamento 20 (fps) não conduzidas K- Vista da fileira das plantas com tratamento não conduzidas (fps) L- Plantas com tratamento 15 (fps), com espaçamento 2 metros entre plantas, M- Vista da fileira das plantas com tratamento 15 (fps) com espaçamento 2 metros entre plantas cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. ....	173
12. Localização de Santana do Livramento no Rio Grande do Sul. Fonte: IBGE, 2008. ....	174

	Página
13. A- Sede da Vinícola B- Área do experimento, Vinícola Nova Aliança Filial 03 (Grupo Aliança) no lote-4, área de 1,8 ha, implantada com a cultivar Merlot (clone-343) sobre o porta-enxerto SO4, no ano de 2007, espaçamento 1,00 metro entre plantas e de 2,80 metros entre filas, com um total de 42 filas de 154 metros, município de Santana do Livramento, Rio Grande do Sul. ....	174
14. Descrição do experimento detalhando tratamentos de espaçamento, carga de gemas e número de folhas/ramo, no município de Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, localizado na vinícola Nova Aliança Filial 03 (Grupo Aliança) no lote-4 com uma área de 1,8 ha, essa área foi plantada com a cultivar Merlot (clone-343) sobre o porta-enxerto SO4, no ano de 2007, o espaçamento é de 1,00 metro entre plantas e de 2,80 metros entre filas, com um total de 42 filas de 154 metros. ....	175

## 1 INTRODUÇÃO

A viticultura brasileira teve início no século XVI, com a chegada dos colonizadores portugueses. Entretanto, tornou-se uma atividade comercial, a partir do início do século XX por iniciativa dos imigrantes italianos estabelecidos no sul do país a partir de 1875 (Ibravin, 2009b). Basicamente a vitivinicultura brasileira situa-se nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Pernambuco.

O Brasil ocupa a 20ª colocação no *ranking* mundial de área cultivada com videiras, a 14ª posição em produção de uvas e o 13º lugar no *ranking* dos países produtores de vinhos, sendo que o Rio Grande do Sul é o principal estado produtor de uvas e vinhos do País (Mello, 2012).

No Brasil, a viticultura ocupa uma área de 82.584 hectares, produzindo quase 1,35 milhões de toneladas no ano de 2009 (Melo, 2010). O setor está baseado na produção de frutas para consumo *in natura* (uvas de mesa), sucos, vinhos, entre outros derivados. A viticultura brasileira está em expansão e nos últimos anos vem buscando uma melhoria dos vinhedos para a obtenção de uvas e produtos transformados de melhor qualidade (Brito, 2006; Melo, 2010). Os principais Estados produtores de uvas são o Rio Grande do Sul, São Paulo, Pernambuco, Paraná e Santa Catarina. Porém, a produção de vinhos se concentra principalmente no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, com mais de 90% da produção nacional (Melo, 2010).

No Rio Grande do Sul a principal região produtora é a da Serra Gaúcha, localizada no nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Esta região também é a maior região vitícola do país, com 30.373 hectares de vinhedos. Apesar de ser a região que mais produz, em certos anos ocorrem condições meteorológicas desfavoráveis para se obter uma produção de qualidade, principalmente com castas de *Vitis vinifera*, ficando a produção concentrada em castas americanas e híbridas. Por outro lado, a região da Campanha Gaúcha, localizada na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul, vem destacando-se pelo crescente investimento na vitivinicultura, sendo considerada uma das regiões promissoras para a vitivinicultura. Esta tendência de investimentos tem sido associada, além da restrição à expansão vitícola na Serra Gaúcha, às condições edafoclimáticas da Campanha Gaúcha, especialmente pela maior restrição hídrica e drenagem do solo. Nestas condições, a maturação da uva é mais favorecida e os benefícios destes cultivos têm sido comprovados pelas recentes premiações dos vinhos finos lá produzidos (Camargo & Protas, 2011).

A atividade vitivinícola na região da Campanha é relativamente recente, se comparada com regiões tradicionais como a Serra Gaúcha. Com isso, muitas empresas e produtores vitivinícolas importaram tecnologias de plantio e manejo de outros locais e países, com implantações de vinhedos sem um estudo prévio para a realidade local. Nesse sentido, ações para incremento do nível tecnológico de manejo e a qualificação da mão-de-obra local são fatores essenciais para garantir a competitividade e a sustentabilidade destes investimentos, fortalecendo a presença dos produtos no mercado nacional e internacional, e proporcionando, assim, a expansão do setor e a geração de emprego e renda para a população local.

A adequação de sistemas de condução e a manutenção, pelo manejo em

cada safra, têm possibilitado grandes avanços na vitivinicultura mundial. Dentre estes avanços, destaca-se a possibilidade de se obter condições microclimáticas promissoras, com equilíbrio na relação crescimento vegetativo produção e elevação no potencial enológico da uva. De modo geral, a produção e a qualidade enológica da uva são os produtos da tríplice interação planta-clima-solo (Smart, 1985). A ação conjunta desses três fatores interfere de modo direto ou indireto sobre o crescimento vegetativo e o aumento da produção de uma videira. O equilíbrio entre o crescimento vegetativo e a produção, em conjunto com as influências das decisões de manejo e as condições meteorológicas de cada safra, definem as condições microclimáticas de temperatura, radiação solar e umidade que incidem na região dos cachos de um vinhedo (Smart & Robinson, 1991; Jackson & Lombard, 1993). Essas condições de microclima estão entre os “pontos chaves” da vitivinicultura de qualidade, pois, ao longo do ciclo influenciam a composição da uva e, conseqüentemente, a qualidade potencial do vinho de um determinado local.

A implantação de ajustes no manejo fitotécnico, proporcionando equilíbrio entre crescimento vegetativo e produtivo, favorecerá o microclima dos vinhedos com maior ventilação, radiação e temperatura, restringindo a incidência e severidade de doenças no vinhedo. Com isso, reduz-se a quantidade de tratamentos fitossanitários necessários por safra e o respectivo impacto ambiental. Além disso, as plantas que apresentam maior equilíbrio na relação crescimento vegetativo/produtivo podem favorecer a bioquímica de maturação da baga, fortalecendo a qualidade enológica da uva durante o período de maturação (Keller, 2010).

A produção de vinhos de qualidade é o resultado da interação de fatores do meio e das atividades humanas. De acordo com Tonietto & Flores (2004), torna-

se necessário avaliar as influências dos fatores permanentes (fatores do meio como o clima e o solo) e as atividades humanas ligadas à produção e a transformação dos produtos da videira (seleção de porta-enxertos, variedades produtoras, sistemas de cultivo, tecnologias de vinificação).

O presente estudo é parte integrante do projeto de pesquisa: “Inovação Tecnológica em Viticultura na Campanha”, sob a coordenação da EMBRAPA Uva e Vinho, em parceria com a UFRGS, empresários viticultores da região e outras instituições, visando o aprimoramento do manejo fitotécnico dos vinhedos. Tem como foco a cultivar *Vitis vinifera* Merlot, pelo fato de ser uma das principais cultivares adotadas pelos viticultores da região e que já demonstra vantagens em qualidade enológica nas condições edafoclimáticas da Campanha Gaúcha. Além disso, é uma cultivar com características de crescimento e produção muito próximas de outras importantes cultivares, tais como Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, e, portanto, os resultados deste trabalho poderão subsidiar os critérios técnicos que irão compor o futuro regulamento da indicação de procedência “Vinhos da Campanha”.

### **1.1 Objetivos**

Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo geral, o ajuste do manejo fitotécnico para obtenção do equilíbrio vegetação/produção e de incrementos de qualidade enológica nas condições edafoclimáticas da Região da Campanha.

Dentre as possibilidades de estratégias de manejo fitotécnico, as estratégias de pesquisa tiveram dois grandes focos de ação, os quais correspondem aos objetivos específicos deste trabalho:

1) Definir uma carga de gemas por planta que proporcione um equilíbrio entre crescimento vegetativo e produção da videira 'Merlot', considerando em conjunto as condições de solo, clima predominantes da região da Campanha.

2) Estabelecer uma superfície foliar ótima por quilograma de uva, que proporcione incrementos de qualidade enológica da uva 'Merlot' sem comprometimento de microclima no vinhedo, nas condições edafoclimáticas da Campanha Gaúcha.

Com o intuito de favorecer o entendimento e a sequência das atividades que foram desenvolvidas, o presente trabalho está estruturado em capítulos. Inicialmente foi colocado um capítulo com a Introdução, objetivos e Revisão Bibliográfica sobre os principais avanços no conhecimento dos temas abordados nesta tese. Na sequência foram colocados dois capítulos de resultados, sendo que no primeiro capítulo deu-se enfoque nos impactos da carga de gemas por planta, ajustada pelo número de gemas e variações de espaçamento entre plantas, sobre o comportamento vegetativo-produtivo e a qualidade enológica da uva. No segundo capítulo, salienta-se os contrastes de diferentes proporções de áreas foliares e os impactos sobre a fisiologia de produção e a qualidade enológica da uva.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Viticultura**

A viticultura mundial destinada à produção de vinhos finos está, sobretudo, concentrada entre os paralelos 30° e 50° de latitude sul. Os principais climas que ocorrem são os de tipo temperado, mediterrâneo e árido, em diferentes níveis. Já no Brasil, os tipos de climas ocorrentes nas regiões vitivinícolas com uma colheita anual são de tipo temperado e subtropical (Tonietto & Mandelli, 2003).

A viticultura brasileira nasceu com a chegada dos colonizadores portugueses, no século XVI. Entretanto, somente a partir do início do século XX tornou-se uma atividade comercial, por iniciativa dos imigrantes italianos que foram estabelecidos no sul do país a partir de 1875 (Ibravin, 2009b). Basicamente a vitivinicultura brasileira se situa nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Pernambuco. A atividade ocupa uma área aproximadamente de 83.700 hectares, com uma produção anual variando entre 1.300 e 1.400 mil toneladas. No ano de 2010, aproximadamente 57% da produção total foi comercializada como uvas de mesa e 43% destinada ao processamento de vinhos e suco de uva (Mello, 2011).

No Estado do Rio Grande do Sul a principal região produtora é a da Serra Gaúcha, cujas coordenadas geográficas e indicadores climáticos médios são: latitude 29°S, longitude 51°W, altitude 600-800 m, precipitação 1700 mm distribuídos ao longo do ano, temperatura 17,2 °C e umidade relativa do ar 76%.

Localizada no nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, é a maior região vitícola do país, com 30.373 hectares de vinhedos, segundo o Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul-1995-2000. Trata-se de uma viticultura de pequenas propriedades, com média de 15 ha de área total, sendo destes 40% a 60% de área útil e 2,5 ha de vinhedos, além de ser pouco mecanizada devido à topografia acidentada. Predomina o uso da mão-de-obra familiar e cada propriedade dispõe em média de 4 pessoas.

O Rio Grande do Sul é responsável por 90% da produção nacional de vinhos e derivados. Atualmente existem seis regiões vitivinícolas no Estado: Campanha (com maiores investimentos em Bagé e Santana do Livramento), Serra do Sudeste (Pinheiro Machado e Encruzilhada do Sul), Jaguari (Jaguari), São José do Ouro (São José do Ouro), Rolante (Rolante e Riozinho) e a encosta superior do Nordeste, conhecida como “Serra Gaúcha”. Na “Serra Gaúcha”, em função do relevo acidentado, podem ocorrer muitas flutuações meteorológicas entre vinhedos e entre ciclos de produção que são desfavoráveis à qualidade da uva. A frequência e a distribuição das chuvas são elementos climáticos de grande importância nesse processo produtivo, sendo que na Serra Gaúcha há uma série histórica pluviométrica com tendências ao excesso no período de maturação e colheita, se comparada à regiões vitícolas tradicionais de outros países (Westphalen, 2000). Nestas condições, há uma maior pressão de doenças fúngicas que, além de impactar diretamente na qualidade enológica da uva, elevam em até 30% o custo de produção (Sônego *et al.*, 2005).

Na atualidade, a vitivinicultura tem se expandido para diversas regiões no mundo, com muitos contrastes de clima e solo. Aliado a isso, destaca-se que a tradição enológica na produção de vinhos finos não favorece a introdução de novos materiais genéticos (novas cultivares) e, portanto, a parte que mais se pode

alterar é no manejo do vinhedo. Nesse sentido, deve-se sempre levar em consideração as relações de proporcionalidade que existem na planta de videira, como: parte aérea versus raiz e crescimento vegetativo (folhas e ramos) e produção (cachos). Ambas as relações são coordenadas pela proporção entre fonte e dreno que existe entre os diferentes tecidos da videira (Santos, 2006).

A produção de vinhos de qualidade é o resultado da interação de fatores do meio e das atividades humanas. De acordo com Tonietto & Flores (2004), torna-se necessário avaliar as influências dos fatores permanentes (fatores do meio como o clima e o solo) e as atividades humanas ligadas à produção e a transformação dos produtos da videira (seleção de porta-enxertos, variedades produtoras, sistemas de cultivo, tecnologias de vinificação). O clima é determinante no potencial vitícola das regiões. Manifesta sua influência através de seus elementos, como insolação, temperatura, precipitação, dentre outros.

## **2.2 Aspectos gerais da Campanha Gaúcha**

A região da Campanha do RS, localizada na latitude 31º Sul e longitude 54º Oeste (entre os paralelos), distante 500 Km da tradicional região de produção vitícola do Brasil, a Serra Gaúcha. Enquanto na Serra Gaúcha as altitudes são próximas a 640 m, na Campanha as altitudes são próximas de 210 m (Tonietto & Mandelli, 2003). Além disso, conforme os mesmos autores, a região da Campanha apresenta menor precipitação pluviométrica que a Serra Gaúcha: 937 mm contra 1.146 mm, respectivamente. Enquanto na Serra o cultivo de videiras é tradicionalmente em terreno acidentado e propriedades familiares pequenas (1 a 5 hectares), freqüentemente em latada, na Campanha é possível instalar vinhedos em áreas maiores e mais planas, cultivados no sistema de espaldeira.

A vitivinicultura na região da Campanha remonta à década de 70, quando

pesquisadores da Universidade de Davis, na Califórnia, juntamente com pesquisadores da Universidade Federal de Pelotas identificaram uma larga faixa de terra na fronteira do Brasil com o Uruguai, de aproximadamente 270 mil hectares, naturalmente vocacionada para o cultivo de uvas viníferas. Desta forma, a empresa americana National Distillers investiu US\$ 25 milhões no Projeto Almadén e foi pioneira na implantação da atividade em 1974, em Santana do Livramento (Potter, 2009).

Conforme Miele (2003), o clima da região da Campanha é temperado do tipo subtropical, com verões relativamente quentes e secos, apresentando temperatura do ar média anual de 17,8 °C e umidade relativa do ar de 76%. Segundo o macrozoneamento da viticultura para o Rio Grande do Sul, realizado por Giovaninni & Risso (2001), a região da Campanha é considerada a mais indicada para a viticultura no estado. Visando comparar as diferenças climáticas entre a Serra Gaúcha e a região da Campanha, Motta (2003) utilizou dados de 31 anos de insolação total (horas) e precipitação pluviométrica total (mm). Estes dados foram correspondentes ao período das safras 1957/58 a 1987/88, dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, registrados nas Estações Agrometeorológicas de Bagé (região da Campanha) e de Veranópolis, considerada a melhor região da Serra do Nordeste, segundo Westphalen & Maluf (2000). Na localidade de Bagé, 63% dos anos apresentaram condições ótimas para a produção de uvas com qualidade para a produção de vinhos finos (índice heliopluiométrico de maturação superior a 2,00). Em Veranópolis, apenas 40% dos anos apresentaram estas condições. Em Bagé não ocorreram anos com grandes problemas na colheita por excesso de chuva no período da maturação (índice heliopluiométrico de maturação inferior a 1,00). Desta forma, os autores concluíram que a região da Campanha do Rio Grande do Sul apresenta as

melhores condições climáticas para a maturação de uvas destinadas para a produção de vinhos finos e menor custo de produção devido à menor necessidade de tratamentos fitossanitários e, conseqüentemente, melhor qualidade ambiental, quando comparada com as regiões vitícolas da Serra do Nordeste. Rizzon *et al.* (1998) avaliaram a evolução da acidez durante a vinificação de três variedades tintas (Merlot, Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon) cultivadas em três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul: Bento Gonçalves, Santana do Livramento e Pinheiro Machado. Os resultados indicaram que os vinhos de Santana do Livramento, localizada na região da Campanha, apresentaram acidez total inferior aos demais vinhos, mostrando durante a vinificação os maiores acréscimos de pH. A evolução da acidez esteve bastante associada aos teores de potássio e de ácido tartárico encontrados inicialmente no mosto.

De acordo com pesquisa realizada por Ferreira (2005), as condições edafoclimáticas foram a principal motivação dos agentes econômicos para a instalação na Campanha Gaúcha (clima mais seco no período de amadurecimento das uvas, solos e relevos capazes de otimizar a qualidade da matéria-prima). As regiões de Santana do Livramento e Bagé foram identificadas por Mota (1989) como as que apresentam as melhores condições climáticas para a produção de vinhos finos no Rio Grande do Sul. Podem-se descrever genericamente os solos dessa região como Argissolo Vermelho Distrófico A moderado, textura arenosa/média, fase relevo suave ondulado, podendo haver no local exato da área experimental algumas variações, ou mesmo ocorrer algum Neossolo Quartzarênico, caracterizando um Argissolo vermelho-Amarelo (Tonietto & Flores, 2004).

Na Campanha Gaúcha, microrregião Central, o município de Santana do

Livramento é destaque, com 980,80 ha de videiras. Comparando os anos de 2012 e 2011, houve aumento da área de 21,29 %. Nessa microrregião, os municípios de Rosário do Sul e Santa Margarida do Sul também apresentam uma pequena área com viticultura. Na Campanha Meridional, a viticultura está presente nos municípios de Bagé, Dom Pedrito, Hulha Negra e Lavras do Sul, sendo que os dois primeiros são os de maior área cultivada (135,49 ha e 96,41 ha). Já a Campanha Ocidental abriga seis municípios produtores de uvas, sendo Quaraí o maior, com 49,14 ha cultivados, seguido por Uruguaiana. Comparando 2012 e 2008, enquanto no município de Quaraí ocorreu uma pequena redução de área, o município de Uruguaiana passou de 18,41 ha, em 2008, para 36,60 ha, em 2012 (Mello & Machado, 2013).

### **2.3 A videira**

A videira é uma planta perene, lenhosa, caducifólia e sarmentosa pertencente à família Vitaceae, onde o gênero *Vitis* é o mais importante e abrange cerca de 50 espécies conhecidas, sendo algumas silvestres. Deste total, aproximadamente 35 espécies apresentam algum valor econômico para cultivo ou para fins de melhoramento genético. Duas espécies se destacam: *Vitis vinifera* L., conhecida como produtora de uvas finas, e *Vitis labrusca* L., produtora de uvas rústicas (Simão, 1998). A videira é uma planta que frutifica em ramos do ano, oriundos de gemas compostas formadas em ramos de um ano. Os cachos e as bagas têm formas e dimensões variáveis de acordo com as variedades, apresentando variação na coloração da película, consistência, sabor e aroma.

É uma planta trepadeira, lenhosa e de porte arbustivo. As plantas de videira possuem raiz, caule, ramos folhas, gavinhas, flores, frutos e sementes. As raízes têm como função fixar a planta ao solo, absorver e conduzir água e

nutrientes do solo à parte aérea. Além disso, acumulam amido no final do ciclo vegetativo (verão e outono), que será utilizado pela planta na primavera seguinte para o desenvolvimento inicial dos brotos (Simão,1998).

O caule da videira recebe o nome de cepa e é recoberto por uma casca, chamada de ritidoma, que se destaca em forma de lâminas, sem cair totalmente, assumindo uma superfície rugosa. Os ramos são hastes longas, flexíveis e têm origem anualmente de gemas deixadas após a poda, apresentando características próprias das variedades. As folhas possuem forma variada de acordo com a espécie e cultivar, são divididas em pecíolo e limbo, possuem cinco nervuras principais e, no outono, caem naturalmente da planta. A gavinha é um órgão filamentosos, de aspecto mole e quebradiço quando novo e excessivamente duro quando maduro, com função de sustentação da planta. As flores são pequenas de cor verde-clara, organizadas em inflorescências, sendo que a maioria das cultivares possuem normalmente quatro sementes no interior da polpa, denominadas de bagas e o conjunto de bagas formam o cacho. As sementes são piriformes, com casca dura, rica em tanino e apresentam um embrião pequeno rodeado por uma amêndoa ou endosperma rico em substâncias oleosas (Simão,1998).

As videiras rústicas apresentam como centro de origem as regiões de clima temperado úmido dos Estados Unidos da América, sendo também denominadas de videiras americanas. São chamadas de rústicas pela maior resistência a doenças e menor exigência nos tratamentos culturais. Já a videira europeia (*Vitis vinifera* L.) é originária da Ásia central, de regiões que possuem clima típico mediterrâneo, caracterizado pelo verão seco e inverno chuvoso.

No desenvolvimento da videira, como qualquer espécie de clima temperado, há uma sucessão de ciclos vegetativos/produzidos e alternados por

períodos de repouso durante o inverno. O ciclo da videira pode ser dividido em: período de crescimento, considerado desde a brotação até o final do crescimento visual dos ramos do ano; período reprodutivo, que vai da época de florescimento até a maturação dos cachos; período de amadurecimento dos tecidos, desde a paralisação do crescimento até a lignificação completa dos ramos; queda natural das folhas; período de repouso, correspondendo ao período hibernar ou sem crescimento vegetativo visível entre dois ciclos vegetativos (Galet, 1993).

## **2.4 A cultivar Merlot**

A cultivar Merlot (*Vitis vinifera* L.), é originária de sudoeste da França, mais especificamente da região de Bordeaux, sendo uma das quatro viníferas tintas de destaque, consagradas como clássicas, juntamente com a Cabernet Sauvignon, Pinot Noir e Syrah, figurando entre as mais cultivadas em todo o mundo. Acredita-se que esse nome faça referência à espécie de pássaros negros que se alimentavam de suas bagas, os 'melros', ou 'merles' em francês (Vitis Rauscedo, 2007).

É referenciada como uma variedade versátil, produtiva, de médio vigor e que se adapta a quase todos os tipos de solos. Devido à sua precocidade, é uma variedade que consegue atingir bons níveis de maturação, na sua região de origem (Vitis Rauscedo, 2007).

A 'Merlot' tem sido cultivada no Rio Grande do sul desde 1900, quando foi introduzida da Europa. Atualmente, em menor escala, vem sendo também cultivada em Santa Catarina, nos cultivos vitivinícolas de altitude, como em São Joaquim (Protas & Camargo, 2010).

Esta cultivar é de grande importância para a vitivinicultura gaúcha, estando entre as viníferas tintas mais cultivadas. No ano de 2013, foram processadas 37

mil toneladas de viníferas tintas no estado, sendo 'Merlot' a segunda colocada no *ranking* (10.180 t), ficando atrás somente da 'Cabernet sauvignon' (10.651 t) (Uvibra, 2013). Apresenta folhas pequenas, pentalobadas, cuneiformes, com seio peciolar e "U" mais ou menos fechado. Os cachos são médios ou médios para pequenos, cônicos, alados justamente compactos, de longo pedúnculo. As bagas são médias esféricas, preto-azuladas, com polpa mole, sucosa e sabor especial (Souza, 2002), produzindo vinho de excelente qualidade para pronto consumo (Pommer, 2003).

A videira 'Merlot' com poda antecipada tem um período médio de brotação de 03/08 a 13/08 e amadurece de 10/02 a 20/02 na região da Serra Gaúcha, sua produtividade é de 20 a 25 t/ha em sistema Latada, com teor de açúcares variando de 17 a 19° Brix e acidez total – 90 a 110 mEq.L<sup>-1</sup> (Giovannini, 2005). É sensível à antracnose, altamente sensível ao oídio, moderadamente sensível ao míldio (muito sensível ao míldio no cacho) e resistente às podridões (Pommer, 2003).

A 'Merlot' é uma videira de excelente adaptação às condições de solo e clima do sul do Brasil. Produz vinho fino tinto, de grande qualidade e que melhora com o envelhecimento não muito prolongado.

Os vinhos produzidos a partir da 'Merlot' são de coloração vermelho rubi mais ou menos intenso, que passa para vermelho grená, após um breve envelhecimento. Tem aroma de frutas vermelhas, flores vermelhas e herbáceo, sabor discretamente tânico, seco e encorpado; se envelhecido, apresenta um retrogosto amargo. Muitas vezes, seu vinho tem fraca acidez e pode ser consumido precocemente (Calò *et al.*, 2001).

Conforme o último cadastro vitícola a Campanha gaúcha contém 327 ha da área cultivada com a cv. 'Cabernet Sauvignon'seguida da cv.'Chardonnay',

com 226,2 ha; da cv. 'Tannat', com 140,8 ha e cv. 'Merlot', 131,7 ha; produção de 1.193,12; 1075,14; 1.446,94 e 1.096,91 toneladas, respectivamente. Conduzidas predominantemente em sistema espaldeira, com espaçamento de 1,00 metros entre plantas e 3,00 entre fileira (Mello *et al.*, 2012).

## **2.5 Características do porta-enxerto SO4**

O SO4 é um porta-enxerto originado do cruzamento *Vitisberlandieri x Vitis riparia* e foi introduzido no Brasil na década de 1970, sendo muito difundido no Rio Grande do Sul. Em geral confere desenvolvimento vigoroso e boas produtividades à maioria das copas. Atualmente, é pouco propagado devido à alta sensibilidade à fusariose e a problemas de dessecamento do engaço, uma anomalia verificada em certos anos, e que é atribuída ao desequilíbrio nutricional envolvendo o balanço entre potássio, cálcio e magnésio. Estes problemas não têm sido constatados na região de Santana do Livramento, onde o solo é profundo e bem drenado, sendo, portanto, o principal porta-enxerto nos vinhedos que estão atualmente em produção na região da Campanha Gaúcha (Associação de Produtores de Vinhos Finos da Campanha Gaúcha, comunicação pessoal, 2015).

## **2.6 Fatores edafoclimáticos e a qualidade enológica**

A influência direta do solo na qualidade do vinho segue atualmente, ainda muito discutida. No entanto ocorre um grande esforço no sentido de listar os parâmetros do solo que apresentam efetivamente maior influência. Numa definição clássica do "solo", pode-se considerá-lo como o resultado da interação do clima e dos seres vivos, sobre determinado tipo de rocha, num dado relevo durante certo tempo: Solo =  $f$  (Clima, Organismos, Material de Origem, Relevo,

Tempo) (Tonietto *et al.*, 2004).

Portanto, quando se destaca a importância do clima, da geologia, do relevo ou de qualquer outro fator sobre a qualidade dos produtos gerados, está se reconhecendo, conjuntamente e de modo indireto, a influência do solo. É através deste, e em particular de suas propriedades físico-químicas, que incidem os fatores do meio sobre a videira e seus produtos (Gómez-Miguel, 1999).

O clima é um fator determinante na formação do solo e nas modificações que nele se realizam, principalmente com os processos de alteração, lixiviação: a) no perfil (profundidade efetiva e diferenciação dos horizontes); b) nas propriedades físicas (estrutura, porosidade, cor do solo); c) na matéria orgânica (acumulação, humificação, mineralização); d) na solução do solo, no pH e no complexo de troca, segundo Sotes Ruiz & Gómez-Miguel (1999). A importância destas modificações condiciona a qualidade do produto. Ainda, são determinantes as modificações que o solo realiza no clima percebido pela planta, denominado clima do solo (regime de umidade e de temperatura). Em geral o solo atua como um regulador dos elementos do clima através de suas propriedades: radiação (cor, exposição), temperatura (calor específico), precipitação/aportes de água (granulometria, capacidade de retenção) e evaporação/extração de água (propriedades físicas, porosidade, espessura).

O macroclima ou clima regional é, segundo Huglin (1986), o clima médio de um território relativamente vasto, englobando os resultados de um número variável de postos meteorológicos. Mesoclima ou topoclima caracterizam o clima local, ou seja, aos valores que são, normalmente, registrados por uma única estação meteorológica. No entanto, há que se levar em conta que, do ponto de vista vitícola, existem variações mesoclimáticas importantes entre a parcela de vinha em relação à estação meteorológica, cujos parâmetros são essencialmente

a altitude, o declive e exposição solar, assim como, a existência ou não de quebra-ventos (Nigond, 1972; Becker, 1977; Riou, 1994).

O microclima por definição é o clima registrado ao nível da planta, principalmente na posição do cacho, e que pode diferir dos valores obtidos em abrigo meteorológico. Ele tem uma ação preponderante nos diferentes órgãos da videira e está intimamente ligado ao sistema de condução da vinha, este ao provocar alterações consideráveis sobre o microclima térmico e luminoso das folhas e bagas, exerce uma influência significativa na intensidade com que se processam os principais fenômenos fisiológicos: fotossíntese, transpiração, diferenciação floral, crescimento e maturação das bagas (Carbonneau, 1984).

De acordo com Martínez-Peláez (1994), o clima estabelece as condições ecológicas para o cultivo da videira, ao passo que os mesoclimas determinam as particularidades para cada local. O autor enfatiza que não é possível conceber que um país possa continuar desenvolvendo uma indústria vitivinícola baseada na rusticidade da espécie ou recorrendo a seus diversos genótipos. Deve existir um ajuste entre as condições ecológicas de cada região e a tipicidade de seus vinhos. Diversos estudos demonstraram a influência do ambiente sobre a expressão das características genéticas das videiras, entre os quais os de Gobbato (1940), que considerou o regime de chuvas, a temperatura do ar e a insolação. Segundo Almeida & Grácio (1969), verões longos, quentes e secos, com precipitações reduzidas beneficiam a qualidade e a produtividade da videira destinada à elaboração de vinhos finos.

Atualmente, no comércio vitivinícola mundial há uma necessidade de se associar ao conceito de qualidade à diferenciação e à originalidade dos produtos. Ou seja, o fortalecimento da associação de qualidade à origem da produção, que engloba em conjunto os efeitos do clima, do solo e do saber-fazer dos

vitivinicultores, o que tem sido a base das Indicações Geográficas (Tonietto & Flores, 2004).

O desafio do zoneamento está em possibilitar o uso dos fatores naturais de forma a possibilitar a seleção de zonas de produção que valorizem a qualidade associada à tipicidade da produção. Os zoneamentos devem possibilitar a gestão do desenvolvimento de territórios, embasado em elementos que assegurem um desenvolvimento ordenado e orientado com bases técnicas consistentes. Os índices climáticos e parâmetros edáficos dos zoneamentos inovam, gerando informações sobre os potenciais regionais de maturação das uvas, incluindo não só açúcar e acidez, como também potenciais de produção de polifenóis, antocianas e componentes aromáticos (Tonietto & Flores, 2004).

Além de possibilitar a gestão da produção vitivinícola (escolha de áreas adequadas para cultivo, eleição de porta-enxertos adequados ao tipo de solo, variedades produtoras, sistemas de manejo), o zoneamento moderno deve conter os elementos técnicos necessários à delimitação de zonas de excelência da produção, onde a tipicidade dos vinhos possa ser percebida pelo consumidor como oriunda da área geográfica de produção, incluindo os fatores naturais e humanos da produção. Não existe um solo ideal para a produção de vinho, mas sim um conjunto ideal de propriedades de solo para um dado clima, com o maior refinamento possível com base numa análise do estilo de destino do vinho e da variedade (Tonietto & Flores, 2004).

Assim, não há um conjunto de critérios apropriado para todos os climas. No entanto, a capacidade do solo para drenar a água teria de ser a única qualidade do solo com possibilidade de ser universal e aplicável a todos os climas, pois tem impacto direto na qualidade enológica da uva (Ojeda, 2005). Um critério para a profundidade da zona radicular e do estado nutricional do solo é

necessário para a seleção do porta-enxerto, da cultivar ou seleção do método mais adequado de manejo do solo para um dado objetivo da produção. Para isto, tem-se buscado elencar alguns parâmetros edáficos, que sirvam de orientação na implantação dos vinhedos com vistas à produção de vinhos com qualidade e determinada tipicidade, quais sejam: saturação por base, argila total horizonte A e B, pedregosidade/rochosidade, espessura do Horizonte A (cm), profundidade do solo (A+B ou A+C) (cm), drenagem do solo, teor de matéria orgânica e teor de Ke Mg.

Os limites de cultivo da videira, nas diversas regiões do mundo, estão condicionados à temperatura, radiação solar, umidade relativa do ar e disponibilidade hídrica no solo, que influenciam a produtividade e a qualidade (Costacurta & Roselli, 1980). Conforme Tonietto & Mandelli (2003), a viticultura mundial destinada à agroindústria está, sobretudo, concentrada entre 30° e 50° de latitude Norte e entre 30° e 45° de latitude Sul.

Os principais climas ocorrentes entre estes paralelos são do tipo temperado, mediterrâneo e climas com diferentes níveis de aridez. No Brasil, os tipos de clima ocorrentes nas regiões vitivinícolas produtoras de vinhos finos, com uma colheita anual, são de tipo temperado e subtropical. A altitude do local também é bastante considerada ao se escolher uma área para produção de uvas; segundo Tonietto & Mandelli (2003), o efeito mais importante da altitude para a viticultura é o térmico, já que a cada 100 metros de elevação representa diminuição ao redor de 0,6 °C na temperatura média do ar. Alguns países clima mais buscam obter condições térmicas mais favoráveis à viticultura em zonas de maior altitude, compensando em certa medida o efeito da latitude. Em regiões de maior altitude, a maturação das uvas é mais tardia, pela redução de soma térmica diária. Segundo Winkler *et al.* (1974), o clima ideal para videira é o que apresenta

invernos frios e verões secos e quentes (Esse pensamento é antigo, pois sabe-se hoje que temperaturas muito altas, principalmente noturnas, prejudicam o acúmulo de polifenóis e outros compostos importante para a cor e aroma da uva e, conseqüentemente, do vinho).

Conforme Fogaça (2005), o clima irá influenciar na relação açúcar/ácido, acidez total e conteúdo de compostos fenólicos das uvas, entre outros fatores, registrados no momento da colheita. No Estado do Rio Grande do Sul, ocorrem duas regiões onde são cultivadas grandes áreas com videiras. Estas regiões, entretanto, possuem diferentes aptidões para *Vitis vinifera*. A mais tradicional ocorre na Serra do Nordeste e a mais recente, em expansão, na região da Campanha (Mota,1992; Westphalen & Maluf, 2000).

Segundo Mota *et al.* (1974), a produção de vinhos finos requer uma boa qualidade da uva, o que é possível obter com alta insolação e baixa precipitação pluviométrica durante o período de maturação no Brasil ocorre nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Westphalen (1977), baseado em observações obtidas na Estação Experimental Fitotécnica de Caxias do Sul, verificou que, nos anos em que as precipitações pluviométricas escasseiam no verão e os dias são de alta insolação, o teor de açúcar atinge os valores desejáveis de 19,5 % a 22 % e acidez total adequada entre 90-120 mEq L<sup>-1</sup>. Conforme Mota (2003), mesmo em verões chuvosos, existindo alta insolação no período que vai de meados de dezembro ao final da maturação da uva e na época da vindima, o teor de açúcar natural é satisfatório, dispensando a adição de açúcar. Westphalen (1977) propôs a utilização do “índice heliopluiométrico de maturação” para a seleção de regiões vitivinícolas no Estado do Rio Grande do Sul. Ele corresponde ao quociente do total de horas de insolação acumulados diariamente de dezembro a fevereiro, pelo total da precipitação pluviométrica no mesmo período. O autor considerou

que em anos com índices iguais ou superiores a 2,0 a uva apresenta adequada relação açúcar/acidez e produção de bons vinhos finos.

Os índices climáticos disponíveis descrevem regiões vitícolas e o índice térmico no ciclo de crescimento da uva. Na verdade, a temperatura influencia a composição e qualidade das uvas (Coombe, 1987). Na Califórnia (EUA), o índice térmico de Winkler tem permitido a classificação, em cinco grandes regiões, de acordo com as diferentes categorias de graus-dia estabelecidas pelo presente índice (Amerine & Winkler, 1944; Winkler, 1974).

Estas regiões representam muito bem a qualidade da uva e algumas das características do vinho como resultado da influência climática. Huglin (1978) desenvolveu o Índice de Huglin Heliotérmico, que é aplicável mundialmente, estabelecido sobre um período que está mais próximo da média do ciclo videira. Tonietto & Carbonneau (1999) comentam a respeito de clima para a viticultura que o limite geográfico vitícola do globo, em superfície cultivada, é determinado pela restrição térmica. Por exemplo, no Hemisfério Norte, os vinhedos comerciais mais setentrionais encontram-se na Inglaterra, em torno do paralelo 52°, e no Hemisfério Sul, a viticultura está presente até 45° de latitude, na Nova Zelândia. Tais limitações podem ser explicadas pelo emprego de índices climáticos, discutidos por Tonietto & Carbonneau (2004).

Sobre o Índice Térmico de Winkler, que tornou possível a classificação da viticultura da Califórnia em cinco grandes regiões, de acordo com categorias de graus-dias, Tonietto & Carbonneau (1999) reportam que ele representa bem a qualidade da uva e algumas características dos vinhos ali produzidos como resultado da influência climática (Winkler, 1974). Quanto ao Índice Heliotérmico de Huglin - IH (Huglin, 1978), Tonietto & Carbonneau (1999) comentam que é aplicável a amplas regiões no mundo, pois é estabelecido para um período

próximo ao ciclo médio de desenvolvimento da videira, levando em conta o comprimento do dia para altitudes elevadas e mostrando boa relação com o potencial teor de açúcar da uva. Tonietto & Carbonneau (1999) concluem sobre esses dois índices, afirmando que eles são essencialmente térmicos ao longo do ciclo e não possibilitam distinção de climas em escala mundial, porque outros fatores climáticos devem ser levados em consideração.

Não por outras razões, Tonietto & Carbonneau (2004) enfatizam a necessidade e a adequação do uso de uma classificação climática de multicritérios para regiões vitícolas que utilizem índices sintéticos relacionados com as necessidades das variedades, qualidade vinícola (açúcares, cor, aroma) e tipologia de vinhos. Por exemplo, o Índice de Frio Noturno (IF), leva em conta as temperaturas mínimas noturnas durante o período de amadurecimento, e tem relação com o desenvolvimento das propriedades qualitativas das uvas, especialmente de polifenóis e de aromas (Kliewer & Torres, 1972). Outro índice a ser utilizado, o Índice de Seca (IS) avalia a disponibilidade hídrica do solo de um vinhedo de acordo com os níveis de seca que ocorrem em uma dada região. Esse índice tem relação com o amadurecimento das uvas e com a qualidade do vinho (Jackson & Cherry, 1988).

Em resumo, o sistema de classificação climático multicritério, denominado por Tonietto & Carbonneau (2004) como Sistema CCM Geovitícola, tem como base: (1) o clima vitícola; (2) o grupo climático, e (3) o clima vitícola com variação intra-anual, para regiões com mais de uma colheita ao ano sob condições naturais. Usando tais conceitos, é possível aplicar o CCM Geovitícola em grande ou pequena escala, para grandes ou pequenas regiões produtoras. Tomando esses índices como bons indicadores, é possível classificar, portanto, regiões de grande potencial para a atividade vitícola. No Brasil, pela maior expressão da

vitivinicultura, calcada na produção de vinhos, os primeiros trabalhos visando a tipificação de zonas vitícolas usando índices climáticos, iniciaram-se no Rio Grande do Sul, criando as chamadas Indicações Geográficas. Posteriormente, Tonietto & Carbonneau (2004) realizaram um estudo aplicando o Sistema CCM Geovitícola a 97 regiões produtoras de 29 países. Os autores concluíram que a enorme diversidade climática encontrada nas regiões avaliadas indicou que o sistema utilizado tem grande precisão na classificação de climas vitícolas.

Ainda utilizando o mesmo sistema, Tonietto *et al.* (2006) compararam diversas regiões potenciais para a viticultura em Minas Gerais e, após análises de componentes principais, definiram quatro agrupamentos que diferiram em sua potencialidade para o cultivo da uva para vinho naquele Estado estudos têm mostrado que a região norte fluminense tem plenas condições de se estabelecer como polo produtor de uvas de mesa no Estado do Rio de Janeiro (Murakami *etal.*, 2002), mesmo que existam algumas descrições climáticas desta região para delinear a sua potencialidade para a viticultura (Tonietto & Flores, 2004).

## **2.7 Estádios fenológicos**

Fenologia e registro de manejos são os estudos de eventos ou estádios de crescimento que se repetem sazonalmente, e sua relação com vários fatores climáticos incluindo temperatura, radiação solar e comprimento do dia. O propósito do estudo fenológico é descrever ou correlacionar a duração dos estádios de crescimento com os fatores climáticos ou com outros eventos fenotípicos. Graus-dia, crescimento em graus-dia e somatório de calor são variáveis usadas para correlacionar a temperatura ambiente com o estágio de crescimento das plantas (Mullins *et al.*, 2000).

Contudo, segundo o modelo de Baillod & Baggiolini (1993), o ciclo é

dividido em vários estádios fenológicos, compreendendo 16 fases. No entanto, o ciclo vegetativo pode ser dividido em três períodos principais, identificados quando 50% das gemas, das flores e das bagas alcançam cada evento (Leeuwenet *al.*, 2004; Duchêne & Schneider, 2005; Lebon *et al.*, 2008).

O primeiro período com intenso crescimento vegetativo é a brotação, onde ocorre o desenvolvimento dos ramos e folhas e das estruturas florais, a partir da mobilização das reservas acumuladas nos ramos e raízes. O segundo período compreende o intervalo entre a floração e a frutificação, caracterizado pela polinização, fixação dos frutos e a formação das bagas. Já o terceiro período resultaria na maturação, que inicia com a mudança de cor das bagas, conhecida também pelo termo francês *véraison*, e se estender até a colheita da uva madura.

A videira cultivada em regiões de clima temperado apresenta ciclos vegetativos sucessivos intercalados por períodos de repouso. O ciclo vegetativo da videira é subdividido em vários períodos: o que inicia na brotação e vai até o fim do crescimento, chamado de período de crescimento; o que inicia na floração e se estende até a maturação dos frutos, chamado de período reprodutivo; o da parada do crescimento à maturação dos ramos e o chamado de período de amadurecimento dos tecidos. Esses períodos vão se sucedendo, existindo uma interdependência entre si, sendo que o desenrolar de um depende daquele que o precede (Galet, 1983).

O conhecimento dos estádios fenológicos é uma exigência da viticultura moderna, uma vez que possibilita a racionalização e otimização de práticas culturais, que são indispensáveis para o cultivo da videira. Por exemplo, a data da brotação possibilita a organização da data do tratamento fitossanitário de inverno. A data da floração é fundamental para o monitoramento e controle de podridões do cacho e a data de maturação das uvas possibilita a organização dos trabalhos

de campo (colheita e transporte) e a indústria (recebimento e uso de equipamentos enológicos) (Mandelli *et al.*, 2003).

Na introdução de novas variedades, a fenologia desempenha importante função, pois permite a caracterização da duração das fases do desenvolvimento da videira em relação ao clima, especialmente às variações estacionais, além de ser utilizada para interpretar como as diferentes regiões climáticas interagem com a cultura (Terra *et al.*, 1998). A fenologia varia em função do genótipo e das condições climáticas de cada região produtora, ou em uma região devido às variações estacionais do clima ao longo do ano. A fenologia pode fornecer ao viticultor o conhecimento antecipado das prováveis datas de colheita, indicando, ainda, o potencial climático das regiões para o cultivo e a produção de uva (Pedro Júnior *et al.*, 1993).

### **2.7.1 Temperatura do ar e estágio fenológico**

O Programa de Investimentos Integrados para o Setor Agropecuário (Rio Grande do Sul, 1975) considera adequada uma variação da temperatura no período ativo de crescimento da cultura da videira entre 10 °C e 23 °C, sendo que acima de 39,5 °C as temperaturas tornam-se limitantes.

A temperatura é considerada fator dominante para a formação do primórdio de inflorescência nos estádios iniciais de sua indução (Mullins *et al.*, 1992). De acordo com Buttrose (1969; 1970), o período de resposta a temperaturas mais altas sobre a fertilidade corresponde à formação do primórdio indiferenciado na gema latente. No entanto, estudos de Buttrose (1974) e Srinivasan & Mullins (1981) sugerem que não é necessário um período constante com temperaturas altas (30 a 32 °C), mas que apenas um pulso diário de quatro a cinco horas é suficiente para resultar em maior número de gemas latentes férteis.

O início do crescimento da videira é marcado pelo estágio de brotação das gemas, que ocorre a partir de uma temperatura base de 10 °C (Branas *et. al.*, 1946; Winker, 1974; Constantinescu, 1967; Hidalgo, 1980). De forma genérica considera-se a temperatura de 10 °C como mínima para que possa haver desenvolvimento vegetativo do final do inverno ao início da primavera, quando ocorre a brotação das videiras.

### **2.7.2 Precipitação pluvial e estágio fenológico**

A precipitação pluvial é um dos elementos mais importantes do clima em viticultura. A videira é uma cultura bastante resistente à seca graças a seu sistema radicular que é capaz de atingir grandes profundidades (Tonietto & Mandelli, 2003; Teixeira, 2004).

As chuvas de inverno são importantes para as reservas hídricas do solo, necessárias para o início do ciclo vegetativo da videira, pois conforme Giovannini, (1999), as chuvas no inverno favorecem uma boa brotação e crescimento dos ramos. Porém, durante a primavera, as chuvas podem afetar a floração e a frutificação, causando baixo vingamento de frutos e desavinho, pois chuvas neste período causam diluição do fluído estigmático, bem como, prejudica a fecundação pela lavagem que causam nas flores carregando o pólen antes que atinjam o estigma, assim é conveniente que ocorram poucas precipitações para que o pólen possa exercer convenientemente sua função de polinizar (Huglin, 1986).

No amadurecimento das bagas, o excesso de chuva prejudica a maturação (Gobbato, 1940). Em períodos chuvosos durante a fase de maturação das uvas, verifica-se com freqüência a colheita antecipada das uvas, em relação ao ponto ótimo de colheita. Para uma melhor e mais completa maturação, seria ideal que o verão fosse seco, sem chuvas, porém, as chuvas garantem um adequado

suprimento hídrico e consequente absorção de nutrientes, não limitando a fotossíntese e proporcionando um adequado crescimento dos ramos, folhas e frutos, resultando em colheitas abundantes (Westphalen, 1977). O excesso de água no solo, devido muitas chuvas, durante a maturação da uva, além de desequilibrar o mosto por diluição, pode provocar ruptura da película. Os solos muito úmidos retardam a maturação e os solos suficientemente drenados a antecipam.

### 2.7.3 Radiação solar e estágio fenológico

A radiação influencia a abertura dos estômatos, órgãos responsáveis pelas trocas gasosas da folha, bem como, pelo estímulo ao nível dos cloroplastos. A videira é uma planta C3 para a fixação de carbono, sendo que a densidade de fluxo de fótons fotossintético (DFFF) que provoca a máxima fotossíntese, situa-se entre 500 a 700  $\mu\text{mol.m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , o que representa cerca de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{3}$  da radiação solar de um dia claro de verão em condições temperadas (Kliewer, 1990; Regina *et al.*, 1998; Orlando, 2002).

A literatura salienta que apenas 6 % da radiação solar incidente é capaz de passar pela primeira camada de folhas, destacando que somente duas camadas de folhas podem ser eficazes no processo fotossintético (Smart & Robinson, 1991). Portanto, as folhas em excesso, formando mais que duas camadas e sombreadas tendem a competir com os cachos pelos fotoassimilados que estão sendo produzidos nas camadas de folhas expostas à radiação solar. Além disso, os ramos do ano que não estão recebendo a radiação solar direta tendem a amadurecer de modo desuniforme, com maior comprimento de entrenós e com menor fertilidade de gemas, como destacado inicialmente. Em contrapartida, com a abertura do dossel de folhas, restringe-se o crescimento de ramos e também

contribui para a organização do vinhedo, evitando que ramos cresçam uns sobre os outros e promovam sombreamento. Este processo torna-se mais importante em áreas com alta disponibilidade de nitrogênio, pois quanto maior a exposição de ramos à radiação solar menor será o crescimento desses (Keller *et al.*, 1998).

A radiação solar possui importância decisiva em todos os processos vitais das plantas. No desenvolvimento dos vegetais, existem processos de grande importância que são influenciados pela energia radiante, tais como a fotossíntese, o fotoperiodismo, o crescimento dos tecidos, a floração, o amadurecimento dos frutos, entre outros (Ferreira *et al.*, 2004), afetando também a transpiração.

A influência direta da radiação solar sobre a produtividade de determinada cultura, deve-se a dois aspectos que afetarão diretamente as culturas: o comprimento do dia (fotoperíodo) e a densidade de fluxo de radiação solar ou irradiância solar (quantidade de radiação solar recebida por uma área unitária na unidade de tempo), que está relacionada ao número de horas de incidência de radiação direta (insolação). O comprimento do dia, representado pelo número máximo possível de horas de brilho solar é uma variável astronômica com variação sazonal, mas que não apresenta irregularidade de um ano para outro. A insolação apresenta variações sazonais e diárias em determinadas latitudes, em decorrência não apenas de fatores astronômicos (inclinação do eixo de rotação e movimento diurno da Terra), mas também da nebulosidade, que pode reduzir em até 90% a insolação em relação ao céu claro (Prates *et al.*, 1986).

Com relação à influência da radiação solar na produtividade de uma cultura, devem-se considerar dois aspectos de grande importância: o ponto de compensação luminosa e o ponto de saturação luminosa. O ponto de compensação refere-se à radiação na qual o balanço líquido de CO<sub>2</sub> é igual a zero, ou seja, todo o produto da fotossíntese é compensado pela respiração e

pode ser expressa em termos da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos incidentes na folha (DFFF). O ponto de saturação luminosa representa o nível no qual a taxa fotossintética torna-se constante, independente da insolação; portanto, toda a radiação solar absorvida pela planta além do ponto de saturação, será utilizada no aquecimento da massa vegetal, no aumento da taxa respiratória e da transpiração (Prates *et al.*, 1986).

A radiação solar é pouco utilizada pelos viticultores para maximizar a produtividade da cultura. Manipulando a largura e a altura da videira, por sistemas de condução, direção das fileiras e espaçamento, o viticultor pode aumentar significativamente a quantidade total de luz interceptada pela folhagem, por unidade de área do vinhedo, e assim, elevar a capacidade fotossintética (Kliwer, 1981). Do mesmo modo, a luz solar plena não é totalmente aproveitada pela videira. Um típico dossel de videira conduzida em latada representa algumas camadas de folhas e apenas aquelas da camada superior estão diretamente expostas à luz total durante o dia. Em média, a folha de videira chega a absorver 90 a 95% da radiação solar, em comprimento de onda efetivo para a fotossíntese (400 a 700nm), mas o nível de intensidade de luz que alcança as folhas sob a camada superior do dossel é menor do que a requerida para a fotossíntese máxima. De fato, se a luz passar através de duas camadas de folhas, a intensidade que alcançará a terceira camada está teoricamente próxima ou abaixo do ponto de compensação luminosa (Kliwer, 1981). Nestas condições em que as folhas assimilam muito pouco CO<sub>2</sub> deixam de produzir fotoassimilados e passam a atuar como drenos, importando-os das folhas bem expostas para atender as suas necessidades e competindo com o dreno dos cachos (Regina *et al.*, 1998).

Para a coloração das bagas e acúmulo de açúcar, Pommer (2003) relata

que é necessário que o total de horas de insolação durante o período vegetativo seja em torno de 1.200 a 1.400 horas. Para uma concentração de açúcares de 24%, cerca de 4% é formada através de reservas da planta e 20% é sintetizada nas folhas pela ação da luz solar, no período de maturação das bagas.

## **2.8 Crescimento vegetativo, relação fonte e dreno e qualidade enológica**

A adequação de sistemas de condução e a manutenção, pelo manejo em cada safra, têm possibilitado grandes avanços na vitivinicultura mundial. Dentre estes avanços, destaca-se a possibilidade de se obter condições microclimáticas promissoras, com equilíbrio na relação crescimento vegetativo produção e elevação no potencial enológico da uva. De modo geral, a produção e a qualidade enológica da uva são os produtos da tríplice interação planta-clima-solo (Smart, 1985).

A ação conjunta desses três fatores interfere de modo direto ou indireto sobre o crescimento vegetativo e o aumento da produção de uma videira. O equilíbrio entre o crescimento vegetativo e a produção, em conjunto com as influências das decisões de manejo e as condições meteorológicas de cada safra definem as condições microclimáticas de temperatura, radiação solar e umidade que incidem na região dos cachos de um vinhedo (Smart & Robinson, 1991; Jackson & Lombard, 1993). Essas condições de microclima estão entre os “pontos chaves” da vitivinicultura de qualidade, pois, ao longo do ciclo influenciam a composição da uva e, conseqüentemente, a qualidade potencial do vinho de um determinado local.

Na atualidade, a vitivinicultura tem se expandido para diversas regiões no mundo, com muitos contrastes de clima e solo. Aliado a isso, destaca-se que a

tradição enológica não suporta muitas variações de material genético (novas cultivares) e, portanto, a parte que mais se pode alterar é no manejo do vinhedo. Nesse sentido deve-se sempre levar em consideração as relações de proporcionalidade que existem na planta de videira: a) parte aérea x raiz; e b) crescimento vegetativo (peso de folhas e ramos) x produção (peso de cachos). Ambas as relações são coordenadas pela proporção de fonte e de dreno que existe entre os diferentes tecidos de uma planta. Em resumo, nas plantas com porta-enxerto vigoroso sempre ocorrerá maior vigor de parte aérea e plantas com grande potencial de frutos; quando não suportado pelo vigor de raízes, haverá restrição no crescimento de ramos e folhas (Santos, 2006).

De modo geral, para controlar o crescimento vegetativo das plantas e obter ciclos desejáveis, deve-se seguir duas regras básicas: 1) aumentar o dreno de fotoassimilados (estratégia definitiva), a qual corresponde ao controle do vigor vegetativo da planta pelo aumento de carga de gemas; e 2) diminuir a fonte de fotoassimilados (estratégia paliativa), com a realização de podas verdes (ramos e folhas) para favorecer a exposição dos ramos e frutos. Tanto no desponte como na desfolha devem ser considerados os limites mínimos de folhas que são, em média, 10-15 folhas/cacho, em cultivares *Vitis vinifera*, e 15-20 folhas/cacho, em cultivares *Vitis labrusca* ou híbridas (Santos, 2006).

Estes limites de proporção foliar devem ter sempre o máximo grau de exposição solar e correspondem à proporção entre o somatório de folhas e cachos por planta, independentemente do número de folhas por ramos (Smart & Robinson, 1991).

As interações entre os fatores internos das plantas e o meio, determinam a sua capacidade de produção de matéria seca; no caso das videiras, Winkler *et al.* (1974) definem esta capacidade como o potencial vegetativo. Branas (1974)

define a expressão vegetativa como a taxa anual de produção de matéria seca, para uma dada carga e vigor, determinando a velocidade e duração do crescimento de uma videira ou de certos órgãos da planta. Segundo Champagnol (1984), toda a atividade metabólica dos órgãos em crescimento, determinada pela intensidade da respiração, da síntese protéica, do funcionamento dos meristemas e da velocidade de crescimento irão determinar a taxa de crescimento dos sarmentos, ou vigor. Kliewer (1992) classifica três grandezas essenciais para estimar o vigor: comprimento total dos sarmentos, área foliar e peso total da lenha de poda. Por seu lado, Carbonneau *et al.* (1978) afirmam que o peso médio do sarmento caracteriza melhor o vigor do que o peso total da lenha de poda.

A maximização da qualidade das uvas é conseguida através do equilíbrio entre o desenvolvimento reprodutivo e o crescimento vegetativo alcançado pela otimização da condução da videira (Champagnol, 1984). Segundo Renaud (2002), na maior parte das situações, e dentro de alguns limites, defende que a diminuição dos rendimentos leva a uma melhoria qualitativa da colheita. Champagnol (1989) considera haver três condições essenciais para a obtenção de uma colheita de qualidade. A primeira condição é o estabelecimento de um equilíbrio hormonal na planta que favoreça o amadurecimento dos frutos relativamente ao crescimento vegetativo, principalmente após o período de *véraison*. Em segundo lugar o autor considera que o fornecimento máximo de açúcares às bagas é beneficiado pelo estabelecimento de uma área foliar eficaz suficiente pela remoção de surtos de crescimento e pela existência de poucas bagas para amadurecer. Por último, esta qualidade também é conseguida através do estabelecimento de um microclima favorável aos cachos, com boa exposição e arejamento.

Existem vários índices que quantificam as relações designadas

frutificação/vegetação, como por exemplo o Índice de Ravaz (produção/peso da lenha de poda) e a área foliar/kg de uva que nos permitem aferir o equilíbrio da videira. Existem também várias formas da videira alcançar esse equilíbrio, que dependendo da situação ecológica (clima e solo) e da casta, podem ser mais ou menos eficientes. Estas formas são: a compatibilidade, o porta-enxerto, a forma de condução, a fertilização e manutenção do solo, a rega, o sistema de poda, a carga à poda e intervenções em verde (Lopes, 2011).

A folhagem da videira (fonte) condiciona diretamente as variações do microclima luminoso ao nível dos cachos e a sua fração fotossinteticamente ativa é responsável pela síntese de hidratos de carbono e sua exportação para os cachos, tornando-se determinante para a qualidade das uvas haver uma situação de equilíbrio entre folhas e cachos (Carbonneau, 1982).

Segundo Lopes (2011), as características de uma área foliar ideal dependem, da situação ecológica, da casta e dos objetivos de produção. Através de uma correta gestão anual da folhagem, consegue-se obter uma área foliar com as características ideais para cada “terroir” e objetivo de produção pretendido. Segundo Branas (1974) o conjunto de operações efetuadas sobre os órgãos herbáceos da videira, que condicionam diretamente o seu número, peso, superfície e posição, são designadas por intervenções em verde. Estas intervenções, realizadas durante o período vegetativo, podem ter diferentes finalidades, como a correção da poda de inverno, equilíbrio entre vegetação e frutificação, controlar a produção, melhoria do microclima e da maturação, facilitar a circulação de máquinas, assim como a vindima e reduzir o desenvolvimento de doenças (Lopes, 2011). Por todas estas razões, as intervenções em verde, são importantes em todas as regiões, particularmente nas mais húmidas, situações de solos férteis e castas vigorosas, dado que todas estas condições favorecem a

criação de um coberto denso, provocando sobreposição foliar e sombreamento dos cachos. Segundo Lopes (2011), as intervenções em verde mais frequentes são o esladramento, a orientação da vegetação, a despona e a desfolha. Em situações particulares e esporadicamente também podem ser praticadas a remoção de netas (desnetamento) e o raleio de cachos.

A medição da área foliar pode ser um importante parâmetro em estudos relacionados com morfologia, anatomia e ecofisiologia vegetal, pois permite a obtenção de um indicador fundamental para a compreensão das respostas da planta a fatores ambientais específicos (Lopes *et al.*, 2004). Segundo Monteiro *et al.* (2005), a área foliar é um indicador de grande importância, sendo utilizada para investigar adaptação ecológica, competição com outras espécies e efeitos do manejo, além de ser usada para a determinação do índice de área foliar, que pode estimar a produtividade de um ecossistema vegetal, seu crescimento e desenvolvimento das folhas. Considerando a folha, o principal órgão fotossintetizante das plantas, a luz interfere diretamente no crescimento da mesma, podendo ser representado por medidas de área foliar. Tais resultados ficam visíveis quando comparados ambientes distintos assim como áreas de bordas (local com grande luminosidade) e ambientes inferiores protegidos (local com pouca radiação de luz) (Lulu & Pedro Júnior, 2006), Estes ambientes diferenciados em relação à quantidade de luz fazem com que as plantas utilizem estratégias distintas para absorver quantidade suficiente de energia luminosa para transformar em energia química.

A configuração do dossel vegetativo é dependente da forma e das dimensões do sistema de condução das plantas (Gladstone & Dokoozlian, 2003). Normalmente, a área foliar por planta é superior à área total exposta e ao volume da estrutura do sistema de condução. Sendo assim, uma boa distribuição das

camadas de folhas favorece a interceptação da radiação solar e as condições microclimáticas, o que melhora a qualidade da uva (Smart, 1985). A área foliar é de fundamental importância para que a planta possa realizar os níveis adequados de fotossíntese, para acumulação de reservas e para alcançar uma maturação plena das bagas (Kliewer & Dokoozlian, 2005). Smithyman *et al.* (1997) relataram que a penetração da luz no interior do dossel vegetativo favorece a eficiência fotossintética, a formação dos cachos, a diferenciação das gemas, a fixação das bagas, a composição da uva e o rendimento, além de diminuir a incidência de doenças fúngicas. Fournioux (1997) relata que a redução do número de folhas da videira favorece o aumento da eficiência fotossintética das folhas restantes, e que esta capacidade da videira é chamada de “crescimento compensatório”. Isso indica que o número de folhas deixado nos ramos pode ser variável em relação às cultivares e condições de cultivo, sendo que a videira tem a capacidade de suprir fisiologicamente a redução da área foliar até uma determinada condição (Fournioux, 1997; Hunter, 2000; Poni *et al.*, 2001; Petrie *et al.*, 2003). As alterações da taxa fotossintética afetadas pela restrição da área foliar podem ser verificadas nos estudos de Iacono *et al.* (1995) e Petrie *et al.* (2000b).

A taxa fotossintética inicia com a captação da energia solar no início da manhã, alcançando um nível máximo que se mantém até o final do dia, quando reduz drasticamente (Petrie *et al.*, 2003; Schultz *et al.*, 2009). A condutância estomática e a taxa fotossintética do dossel vegetativo acompanham a posição natural da energia solar, sendo mais elevada na região leste pela manhã e oeste durante a tarde (Schultz *et al.*, 2009). Estes autores também observaram que o interior do dossel (região sombreada) apresenta valores inferiores aos do topo das plantas, sendo importante o controle do crescimento para evitar sombreamento e a perda de eficiência na captação de energia. Entre 20 e 30 dias

são necessários para a completa expansão da lâmina da folha, alcançando o seu máximo valor em área (Intrieri *et al.*, 2001). A taxa de assimilação segue o mesmo padrão, sendo inicialmente baixa (ponto de compensação próximo aos 8 dias) e entre os 20 e 30 dias atinge valores máximos (Intrieri *et al.*, 2001). A partir deste momento, estes autores relatam que a taxa fotossintética vai reduzindo lentamente durante o envelhecimento das folhas. Em situações de baixo vigor, o raleio dos cachos é uma prática realizada visando melhorar a composição da uva e as características sensoriais dos vinhos (Chapman *et al.*, 2004). Em condições de elevado vigor, o manejo do dossel para controlar o excessivo crescimento vegetativo tem efeito significativo sobre a maturação das bagas (Poni, 2003) e na qualidade dos vinhos (Kliewer & Dokoozlian, 2005). Quando o excesso de folhas não é retirado, o desenvolvimento das plantas é afetado e a qualidade da uva fica comprometida, pela formação de um microclima com elevada umidade e baixa radiação (Petrie *et al.*, 2000a, Kliewer & Dokoozlian 2005; Poni, 2005). Entretanto, quando esta prática é realizada de forma muito intensa, as plantas podem utilizar de forma ineficiente a energia solar, observa-se redução na taxa total de assimilação de CO<sub>2</sub> do dossel (Hunter & Archer, 2002) e níveis de maturação incompleta (Poni *et al.*, 2001). O manejo da área foliar pode ser realizado no período entre a floração e a mudança de cor das bagas (Reynolds & Wardle, 1989; Valdivieso, 2005), sendo que muitos autores recomendam esta prática durante a fase inicial do desenvolvimento dos frutos (Petrie *et al.*, 2003; Intrieri *et al.*, 2008) ou próximo a mudança de cor das bagas (Poni, 2003). A justificativa para despontar os ramos nesta época é que o crescimento vegetativo de brotações laterais tende a ser menor ou mesmo não se desenvolver, mantendo assim a área foliar desejada e reduzindo os custos de revisão do dossel (Poni, 2003). Entretanto, se realizada muito tardiamente, a retirada manual das

feminelas pode ser dificultada pela lignificação dos tecidos, o que pode provocar danos aos ramos e folhas que permaneceram (Santos, 2006).

Em relação a esta prática, diversos trabalhos apresentam resultados sobre o efeito de valores diferentes de área foliar sobre a produtividade e a qualidade da uva produzida (Vasconcelos & Castagnoli, 2000; Main & Morris, 2004; Kliewer & Dokoozlian, 2005). Muitos autores concordam que os valores mais adequados de área foliar variam de 10 a 14 cm<sup>2</sup> por grama de uva (Smart & Robinson, 1991; Jackson & Lombard, 1993; Hunter, 2000; Petrie *et al.*, 2003; Poni, 2003; Kliewer & Dokoozlian, 2005). Entretanto, outros estudos demonstraram que a maturação da uva e o acúmulo de açúcares em níveis considerados adequados também foram observados com valores maiores que este referencial (Disegna *et al.*, 2005; Intriери & Filippetti, 2007; Fredes & Bennewitz, 2008). Segundo Valdivieso (2005), o manejo da área foliar pode ser diferenciado de acordo com a variedade, sendo que em média, o número de folhas por ramo deve permanecer entre 14 e 16 para possibilitar condições fotossintéticas mínimas e não comprometer a maturação das bagas. Outros autores discordam deste valor, sendo que Poni *et al.* (2001) e Poni (2003) recomendam que este número pode ser de 12 folhas por ramo sem comprometer a taxa fotossintética e a composição da uva. Segundo Winkler (1930) citado por Smithyman *et al.* (1997) e Reynolds & Wardle (1989), esse número pode ser ainda menor, afirmando que em ramos mantidos com 10 folhas é possível obter níveis adequados de maturação e acumulação de reservas para o próximo ciclo. Porém, ambos os autores concordam que este referencial podem se alterar de ano para ano. Assim, a avaliação em diferentes anos do ciclo vegetativo, possibilita acompanhar as variações em relação à fenologia, à produtividade e qualidade da uva (Vasconcelos & Castagnoli, 2000; Main & Moris, 2004) e do vinho (Main & Moris, 2004).

A relação entre a produtividade do vinhedo e a qualidade do vinho é complexa. O aumento da produtividade tende a retardar o acúmulo de açúcares durante o período de maturação. O que é normalmente ausente na maioria das discussões sobre a correlação entre qualidade e produtividade é o reconhecimento da importância da capacidade da planta. A capacidade da planta mede o potencial da videira amadurecer totalmente sua produção de uva (Archer, 1987).

Plantas vigorosas continuam a produzir novos sarmentos no final da temporada, causando a drenagem de nutrientes que seriam utilizados na maturação dos frutos. Igualmente, a poda indevida da planta (na tentativa de direcionar nutrientes para a uva) pode afetar o equilíbrio hormonal, ativar e prolongar o crescimento dos sarmentos (Archer, 1985). Além disso, plantas vigorosas tendem a alterar o metabolismo de maturação da baga, pois acumulam mais aminoácidos em detrimento de outros compostos relacionados com a qualidade enológica da uva (Keller, 2010).

Quando as plantas crescem em locais como terrenos de encosta relativamente secos ou pobres em nutrientes (comum em várias regiões vitícolas europeias), a poda severa tende a induzir a parada do crescimento no início de temporada, que resulta no amadurecimento limitado. O mesmo ocorre em plantas saudáveis, com as necessidades de água e nutrientes devidamente supridas (como na maioria dos vinhedos do Novo Mundo), nesse caso o crescimento dos sarmentos é prolongado e há uma redução na qualidade da uva (Archer, 1987). Isto levou a crença de que os baixos rendimentos eram intrinsecamente correlacionados com qualidade. O erro dessa interpretação tornou-se evidente quando foram criados novos sistemas de condução que melhoravam a exposição à luz em plantas de grande porte. Isso ajudou a desviar o aumento da capacidade

das plantas com a melhora da maturação da uva sem aumento no crescimento da parte aérea.

Uma questão central nos sistemas de condução mais recente é o manejo da copa das plantas. O uso criterioso do desponte e de porta-enxertos que induzem vigor reduzido pode ajudar a diminuir o vigor das plantas do meio ao fim da temporada. O manejo da copa com a poda verde ainda aumenta a exposição da uva ao vento e ao sol, o que contribui para uma maturação completa da uva. Isso significa que aumentos na produtividade, dentro de certos limites, podem ser associados com a produção com qualidade. Plantios em alta densidade (comuns na Europa) são uma alternativa para atingir esse objetivo (Intrieri & Poni, 1995).

A qualidade da uva é afetada por diversos fatores, como as condições edafoclimáticas, o sistema de condução e as práticas de manejo adotadas. Após a definição da área para a instalação do vinhedo, o manejo das plantas buscando o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e produtivo tem grande importância para a obtenção de uvas adequadas para a elaboração de vinhos. Estudos aprofundados sobre este tema são encontrados na literatura (Smart, 1985; Macarrone & Scienza, 1996; Howell, 2001; Hunter & Archer, 2002; Poni, 2005).

Práticas culturais de maior influência na capacidade de frutificação das plantas incluem a poda e o uso de sistema de condução adequado. O crescimento vegetativo equilibrado e a produção controlada permitem as plantas expressarem as características mais típicas de cada variedade, em uma determinada região onde é cultivada (Intrieri & Filippetti, 2007).

Entre as estratégias que podem ser utilizadas para o controle do vigor da videira, a carga de gemas por planta apresenta efeito definitivo, sendo uma estratégia realizada na fase inicial do ciclo de crescimento (Santos, 2006). A regulação do equilíbrio das plantas realizada através do manejo do dossel é outra

estratégia muito utilizada nas regiões vitícolas do mundo, durante o período vegetativo e produtivo (Poni, 2001). Entretanto, esta é uma prática paliativa, que visa ajustar o crescimento vegetativo de maneira mais limitada, quando o vigor não foi controlado por outras estratégias de manejo (Santos, 2006).

A composição química das bagas e as características sensoriais dos vinhos estão diretamente ligadas ao período de desenvolvimento e de maturação da uva (Conde *et al.*, 2007). Esse balanço pode ser expresso em maior ou menor grau na composição química (Miele *et al.*, 2009) e nos atributos sensoriais dos vinhos (Muñoz *et al.*, 2002; Chapman *et al.*, 2004; Kliewer & Dokoozlian, 2005; Miele & Rizzon, 2006).

Nos Estados Unidos, Zoecklein *et al.* (2008) observaram efeito significativo da relação área foliar/produção sobre os atributos sensoriais dos vinhos, principalmente os aromáticos. Assim, as análises sensoriais podem contribuir para a seleção das práticas de manejo mais adequadas ao vinhedo, bem como auxiliar no ajuste dos índices de equilíbrio das plantas buscando melhorar a qualidade da uva produzida (Chapman *et al.*, 2004; Zoecklein *et al.*, 2008).

Castro (1990) refere que a orientação da vegetação tem efeitos diretos sobre a fisiologia da videira e na qualidade de produção, sendo as intervenções em verde as que têm revelado maiores ganhos. Além disso, facilita a passagem das máquinas e a realização dos tratamentos fitossanitários e outros manejos do solo, e evita a ligação entre lançamentos nas entrelinhas.

O desponte tem por finalidade limitar o crescimento vegetativo mediante a eliminação de partes de ramos herbáceos. A época de realizar o desponte é bastante ampla, podendo ser efetuada antes e após a floração (Poni, 2003; 2005).

O excesso de vegetação dificulta a iluminação e o arejamento dos cachos,

causando maior incidência de moléstias fúngicas e diminuição da produtividade do vinhedo e da qualidade da uva e do vinho. A poda verde é uma prática cultural que vem sendo utilizada para melhorar as condições do dossel vegetativo dos vinhedos visando a favorecer a qualidade da uva. A desbrota, o desponte e a desfolha são modalidades de poda verde que interferem diretamente no dossel vegetativo e podem contribuir para que se atinja equilíbrio entre as partes vegetativa e reprodutiva da videira.

Trabalhos realizados em várias regiões vinícolas mostram que desfolhar ligeiramente a zona dos cachos em diversos estádios fenológicos (Hunter *et al.*, 1995) aumentam o teor de sólidos solúveis totais e diminuem a acidez, o pH e o potássio das bagas (Bledsoe *et al.*, 1988; Reynolds *et al.*, 1996). Isto ocorre porque se eliminam as folhas velhas e sombreadas que pouco ou nada contribuem para a síntese de açúcar (Poni *et al.*, 2005).

A desfolha deve ser efetuada precocemente, quando os brotos apresentam desenvolvimento limitado e são ainda pouco eficientes fotossinteticamente. Além disso, esta prática proporciona melhor aproveitamento das substâncias de reserva da videira e facilita a realização da poda seca no ano seguinte, pois reduz o número de brotos, melhora sua distribuição espacial e propicia desenvolvimento harmonioso dos ramos selecionados.

Constata-se, portanto, que a poda verde pode propiciar melhores condições ao dossel vegetativo da videira e que isso pode favorecer o aumento da qualidade da uva e do vinho.

No mesmo sentido, enfatiza Santos (2006), que um equívoco bastante frequente nos cultivos vitivinícolas nacionais é que a alta densidade de vinhedos, com reduzido espaçamento entre plantas pode ser uma alternativa válida para controle do vigor. Portanto, este autor assinala que “quanto menor o

espaçamento, menor será o número de gemas por plantas e, conseqüentemente, a planta terá maior vigor e maior demanda por poda verde”. Seguindo esta lógica, em locais com excesso de vigor é necessário que as plantas fiquem com mais gemas no momento da poda seca. Para isso, às vezes é necessário aumento de espaçamentos (retirada de plantas na linha) ou conversão de sistema de condução, para permitir a sustentação de plantas maiores. Desta forma, o vigor pode ser entre os crescimento de um maior número de brotações, o que gerar condições adequadas de luz, umidade e temperatura na posição dos cachos (microclima do vinhedo), importante para sanidade, maturação e, conseqüentemente, qualidade enológica (Santos, 2006).

O acúmulo de matéria seca no órgão de interesse econômico é controlado pela troca de metabólitos entre os tecidos fornecedores de fotoassimilados (a fonte) e o órgão colhido (dreno) (Pimentel, 1998). A produtividade é influenciada por características morfológicas e fisiológicas da fonte (órgãos fotossintetizantes) e do dreno (órgãos consumidores dos metabólitos fotossintetizados, carboidratos, principalmente). Toda produção de fitomassa depende da atividade fotossintética da fonte, porém a assimilação de CO<sub>2</sub> é apenas um dos muitos fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento vegetal (Foyer & Galtier, 1996).

Em fruteiras, o fruto é o dreno de importância econômica, de forma que a relativa partição de matéria seca direcionada para o fruto irá determinar em parte, a sua qualidade final. Contudo, o potencial da quantidade de fotoassimilados que podem ser transportados para os drenos está diretamente ligado à atividade fotossintética de uma fonte produtora de fotoassimilados (Zamski, 1996).

A idade da folha é um componente importante para a expressão do potencial genético de produção primária da videira. Kriedemann *et al.* (1970) e

Poni *et al.* (1994) estudando folhas de videira encontraram que a taxa fotossintética máxima de uma folha totalmente expandida ocorre entre 30 e 40 dias após a brotação da gema, reduzindo em seguida até a senescência. Em outro estudo, Intrieri *et al.* (2001) encontraram que entre 20 e 30 dias era o tempo necessário para a completa expansão da lâmina foliar, alcançando o seu máximo valor em área. A taxa de assimilação segue o mesmo padrão, sendo inicialmente baixa (ponto de compensação próximo aos 8 dias) e entre os 20 e 30 dias atinge valores máximos. No entanto, Schultz *et al.* (1996) relataram que folhas opostas ao cacho mantêm altas taxas de fotossíntese até meses próximos à colheita. Os compostos orgânicos aminoácidos, ácidos orgânicos e açúcares formados com a fixação de CO<sub>2</sub> atmosférico diferem com a idade da folha (Ribéreau-Gayon, 1968).

Nos tecidos fotossinteticamente ativos, como folhas maduras, a produção de carboidratos é maior do que a sua necessidade para manutenção do metabolismo e crescimento; desta forma, exportam excedentes, na forma de sacarose para tecidos que são fotossinteticamente menos ativos ou inativos, como folhas jovens, raízes cachos ou ramos (Dantas *et al.*, 2007a).

A maior dificuldade para melhorar a produtividade das videiras em condições de campo é o estabelecimento de uma relação fonte-dreno adequada para cada variedade e condição de cultivo (Kriedermann, 1968). Os frutos são os maiores drenos da videira, após o processo de frutificação (Mullins, 1992).

O alto vigor influencia de forma notável a respiração. Um ramo vigoroso possui uma atividade respiratória muito elevada, tendo a distribuição de carboidratos (açúcar) maior, em termos relativos, quando comparado com um ramo de médio a baixo vigor, no qual há maior equilíbrio entre fotossíntese e respiração. Dessa forma é possível que maiores quantidades de açúcar sejam depositadas nas bagas (relacionadas em parte com a qualidade da uva e do

vinho) e nos órgãos perenes (caules e raízes). Em geral, um vigor excessivo é prejudicial para numerosos processos fisiológicos da planta. Por exemplo, um ramo vigoroso produz mais açúcar, mas também possui maior atividade respiratória, dessa forma, o açúcar produzido é utilizado para promover o crescimento vegetativo (Fregoni, 1998).

O vigor estimula consideravelmente a competição entre as atividades vegetativa e reprodutiva da planta. Na videira há uma fonte de síntese, que é a folha, e dois centros (drenos) principais de atração e utilização de açúcares sintetizados: o ápice vegetativo e os cachos. Quando o ramo é vigoroso, a atração das substâncias nutritivas para o ápice é maior e o cacho acaba ficando mal nutrido, não conseguindo se desenvolver de forma satisfatória, nem atingir os níveis de maturação desejados.

Um vigor elevado permite o máximo de síntese de açúcar na planta, mas nem por isso aumenta os teores de açúcar acumulados nos cachos (Fregoni, 1998). Sarmentos vigorosos terão um maior número de cachos, e esses cachos terão um peso elevado, mas tudo isso ocorrerá às custas da qualidade da uva e do mosto. Um vigor elevado só é desejado quando se produzem vinhos-base para “brandy”, para espumantes ou para vinhos brancos leves, quando não são necessários elevados teores de açúcar na uva, pois devem ser menos ricos em álcool e mais frescos (ácidos) (Fregoni, 1998).

Os efeitos da luz solar na composição da uva são variados e complexos assim como os efeitos de diferentes técnicas de manejo do dossel (remoção parcial de folhas e cachos). A manipulação do dossel controla particularmente as relações entre fonte (folhas) e dreno (cachos) de carboidratos (Iacono *et al.*, 1991). Bertamini *et al.* (1991) comentam que a relação entre superfície foliar e a produtividade é um fator importante para definir o efeito do raleio de cachos na

cultivar 'Cabernet Sauvignon'. Os autores observaram que uma relação maior que 1,5 m<sup>2</sup> de área foliar por kg de frutos reduziu o efeito do raleio de cachos. Suas suposições eram que naquelas condições as plantas se encontravam numa situação de limitação de "fontes".

Uma nova relação aparentemente melhor entre a produtividade e a qualidade dos frutos é a obtida entre a área foliar ativa e o peso de frutos produzidos (Área Foliar/Produção de fruta). Ela enfoca a relação fundamental entre a oferta de energia e demanda. Um valor apropriado para a maioria das cultivares é em torno de 1,0 m<sup>2</sup> de área foliar ativa por kg de frutos produzidos. Entretanto esse valor pode ser modificado por vários fatores como cultivar, sistema de condução, nutrientes do solo, suprimento hídrico e condições climáticas (Iland & Marquis, 1992).

## **2.9 Desenvolvimento e maturação da baga**

O desenvolvimento da baga consiste de duas curvas sigmóides sucessivas de crescimento, separadas por um "retardo". O primeiro período de crescimento tem início na floração, estendendo-se até aproximadamente 60 dias. Durante o primeiro período de crescimento da baga são formados os embriões da semente; além disso, uma rápida divisão celular ocorre nas primeiras semanas e, no final deste período, o total do número de células da baga está estabelecido (Harris *et al.*, 1968). A dimensão na divisão celular tem importância no eventual tamanho da baga e a dinâmica da água no solo influencia esse processo. Há vários solutos que acumulam na baga durante este primeiro período e todos aparentemente atingem um máximo ao redor da "pinta" (Possneret *al.*, 1985). Os mais importantes são o ácido málico e tartárico, sendo que o ácido tartárico é sintetizado no início do período. Estes ácidos compõem a acidez do vinho e, portanto, são críticos

para a qualidade do mesmo. Igualmente, no primeiro período acumulam-se os ácidos hidroxicinâmicos, importantes, devido ao seu envolvimento com reações de escurecimento e porque são precursores de fenóis voláteis (Licker *et al.*, 1999). Os taninos, incluindo as catequinas monoméricas também se acumulam no primeiro período de crescimento da baga. Estão presentes na casca e na semente e quase ausentes na polpa; são responsáveis por caracteres de amargor e adstringência no vinho e também importantes na fixação da cor (Kennedy *et al.*, 2001). Há outros componentes, não menos importantes para a qualidade do vinho, que se acumulam na primeira fase de crescimento: minerais, aminoácidos, micronutrientes e componentes do aroma (p.e. metoxipirazinas).

O início da segunda fase de crescimento da baga coincide com a “pinta”, mudança de cor ou *véraison* e é caracterizado pelo amolecimento e pigmentação da película da uva. Nesta fase, a uva praticamente dobra em tamanho até a colheita. Muitos dos solutos que acumularam na primeira fase de crescimento permanecem na uva até a colheita. Contudo, devido ao aumento de volume da baga, a concentração tende a ser reduzida significativamente. Alguns compostos produzidos durante o primeiro estágio de crescimento da baga são reduzidos (e não diluídos) durante a segunda fase de crescimento (g/baga). Entre eles, destaca-se o ácido málico, que é usado como fonte de energia durante no processo de maturação. Esta redução varia consideravelmente, mas pode ser empiricamente correlacionada com as condições climáticas, principalmente aumento de temperatura, e o manejo da copa, com maior grau de exposição solar da uva. Portanto, videiras cultivadas em regiões quentes tendem a ter menos ácido málico que aquelas cultivadas em regiões frias.

Trabalhos realizados em várias regiões vitícolas mostram que a retirada parcial de folhas na zona dos cachos aumenta o teor de sólidos solúveis totais e o

pH do mosto, e diminui a acidez titulável. Isso ocorre porque são eliminadas as folhas velhas e sombreadas, que pouco ou nada contribuem para a síntese de açúcar, além de aumentar o grau de exposição solar da fruta (Manfroi *et al.*, 1994; Guidoni & Schubert, 2001; Murisier & Ferretti, 2004; Poni *et al.*, 2005).

Os taninos também declinam consideravelmente durante a segunda fase de crescimento (g/baga). Estes compostos estão presentes principalmente na semente e, aparentemente, sofrem oxidação com o tempo de maturação e se tornam fixos no tegumento da semente. Como resultado, a composição dos taninos extraíveis das sementes muda consideravelmente e é caracterizada pela redução proporcional nos componentes tânicos amargos (Kennedy *et al.*, 2000).

Os taninos polimerizam progressivamente, resultando em precipitação; são adstringentes, mas menos amargos que as catequinas e estas, por sua vez, são menos adstringentes (a adstringência está ligada ao grau de polimerização); formam compostos insolúveis com proteínas e gelatinas, provocando a precipitação destes compostos; influem na cor dos vinhos (são incolores e após a condensação tornam-se amarelo-escuro) (Sousa, 2002).

Os taninos da casca declinam ou permanecem constantes durante a segunda fase de crescimento da baga e igualmente sofrem modificações, sobretudo pela ação de antocianinas e pectinas, que atuam também na adstringência e na sua longevidade em vinho tintos, além de auxiliarem na coagulação das proteínas. Notadamente, componentes aromáticos que são sintetizados na primeira fase de crescimento da baga declinam (g/baga) durante o amadurecimento da baga. Isto inclui vários dos compostos de metoxipirazinas, que dão aroma herbáceo e indesejável no vinho (Bergqvist *et al.*, 2001).

As metoxipirazinas são compostos nitrogenados heterocíclicos provenientes do metabolismo dos aminoácidos e encontram-se em estado livre

nas uvas e nos vinhos, não sendo encontrados precursores aromáticos para estes compostos. Correspondem ao aroma herbáceo e são percebidos, sobretudo quando a maturação das uvas é insuficiente, principalmente nas regiões mais frias. Algumas variedades de uvas como Cabernet Sauvignon, Sauvignon Blanc, Cabernet Franc e Merlot, possuem significativas quantidades de pirazinas. As práticas de viticultura e enologia aplicadas na obtenção do vinho são determinantes para o aparecimento desse composto (Ribèreau-Gayon, 2003b).

O declínio nos níveis de pirazinas está relacionado com os níveis de radiação solar incidente na zona de frutificação e com a dinâmica da água no solo, dentre outros fatores (Hashizume & Samuta, 1999). Portanto, ocasionalmente sendo estes compostos indesejáveis em certos níveis, o manejo no vinhedo pode ser usado para reduzi-los. Na segunda fase de crescimento, tem-se um grande aumento em compostos (a maior parte glicose e frutose) que ocorre como resultado da mudança bioquímica no modo de maturação do fruto. No começo da “pinta” o fluxo de açúcar para a baga inicia, sendo que a sacarose produzida na fotossíntese é importada para dentro da baga e hidrolizada para glicose e frutose (Robinson & Davis, 2000). A eventual concentração também depende de outros fatores como variedade, regime microclimático, índice de carga, dimensão do dossel, estado fitossanitário e eventual sobrematuração.

Esta fase de maturação das uvas pode durar de 30 a 70 dias, dependendo da cultivar e da região de cultivo. A sobrematuração começa a partir do momento em que não há mais síntese significativa de açúcares nem decréscimo apreciável de acidez. As flutuações nos teores de açúcares e ácidos nessa fase se devem a fenômenos de diluição e dessecação das bagas, ocasionados por ocorrências de chuvas ou por períodos de seca, respectivamente (Mota *et al.*, 2006).

Diferentes critérios são utilizados para a determinação do ponto ideal de

colheita da uva, pois o estágio da maturação no qual é colhida condiciona a qualidade e o tipo dos produtos dela obtidos.

A uva é uma fruta não climatérica, com baixa taxa respiratória, não evoluindo em maturação após a colheita (Manica & Pommer, 2006). Desta forma, os teores de açúcares e de ácidos tendem a permanecer inalterados após esta fase. Portanto, é de fundamental importância que a colheita seja realizada no ponto ideal de maturação. Segundo Guerra (2009), o grau de maturação ideal em uvas para vinhos tintos fica entre 18 a 22 °Brix. A uva convenientemente monitorada ao longo da maturação será colhida no momento mais adequado à máxima expressão do seu potencial de qualidade em determinada safra ou região (Guerra, 2003).

Uvas de qualidade para elaboração de vinhos são aquelas provenientes de vinhedos saudáveis, bem manejados e situados em locais cujas condições edafoclimáticas permitem um adequado desenvolvimento e maturação dos cachos. Nesse sentido, uvas em sua plena maturação enológica apresentam, dentre outras qualidades, uma composição rica e equilibrada em açúcares, acidez e compostos fenólicos (Guerra, 2002). Segundo Taiz & Zeiger (2006) os polifenóis são compostos fenólicos oriundos do metabolismo secundário e desempenham uma variedade de funções ecológicas importantes nos vegetais. Estes compostos protegem as plantas contra a herbivoria e contra a infecção por microorganismos patogênicos, agem como atrativos para animais polinizadores e dispersores de sementes, podendo ocorrer interferência sobre a competição planta-planta. Os compostos fenólicos secundários mais abundantes em plantas são derivados de reações catalisadas pela enzima fenilalanina amonialiase, cuja atividade é aumentada por fatores ambientais como baixos níveis de nutrientes, água e infecções fúngicas (Taiz & Zeiger, 2006).

Em videiras, os compostos fenólicos ocorrem em maiores concentrações nos tecidos de sementes e películas das uvas, nas folhas e nos ramos. Estudos demonstram que esses compostos estão presentes em concentrações que variam de 1 a 4 % no engaço, 1 a 2 % na película, 5 a 8 % nas sementes e de 0,1 a 0,3 % nos vinhos tintos (Maraschin, 2003).

Os polifenóis determinam direta ou indiretamente a qualidade geral dos vinhos, principalmente os tintos. Os de maior interesse enológico são as antocianinas e os taninos, sendo as antocianinas pigmentos responsáveis pela cor das uvas e vinhos tintos, e os taninos relacionados à cor e ao sabor. Além disso, embora não tenham cor, os taninos reagem com as antocianinas formando substâncias coloridas, participando em sua evolução. Também participam do corpo do vinho, além de serem diretamente responsáveis pelas sensações gustativa, de adstringência e de amargor (Guerra, 2002). Os constituintes fenólicos têm uma grande importância enológica, devido ao papel que possuem direta ou indiretamente sobre a qualidade do vinho. Em efeito, dão origem à cor e à adstringência, atribuídos às antocianinas e aos taninos, respectivamente.

Do ponto de vista químico, os compostos fenólicos são caracterizados por apresentarem um núcleo benzênico, agrupado a um ou vários grupos de hidroxilas. Sua classificação é baseada na distinção entre compostos flavonóides e não flavonóides. Também são considerados polifenóis os derivados de ésteres, metil ésteres e glicosídios, dentre outros, os quais resultam das substituições da estrutura de base. A reatividade deste tipo de molécula deve-se tanto à presença da função fenol que, pela mobilidade de seu átomo de hidrogênio, apresenta um caráter ácido, como pelo núcleo benzênico, que pode sofrer substituições eletrófilas (Flanzy, 2000).

A uva contém essencialmente compostos não flavonóides na polpa e

flavonóides na película, semente e engaço. Desta maneira, a transformação tecnológica adotada condiciona à extração dos polifenóis a partir de diferentes partes do agrupamento e das reações ulteriores destas moléculas, contribuindo, assim, de maneira essencial à composição polifenólica dos vinhos. Um conhecimento profundo das diversas estruturas polifenólicas presentes na uva e dos mecanismos de sua evolução durante o processo de vinificação é uma base indispensável na avaliação do seu papel na enologia e no desenvolvimento dos processos tecnológicos adaptados ao manejo da matéria prima e ao tipo de produto desejado (Flanzy, 2000).

Há uma forte influência das condições ambientais e viticulturais na rota dos flavonóides, incluindo luz, temperatura, tipo de solo, água, estado nutricional e manejo do dossel vegetativo. Dentre vários fatores que podem influenciar a composição e o conteúdo de flavonoides em uma cultivar de uva é a localização do vinhedo e o clima na região de cultivo (Downey *et al.*, 2006).

Em regiões quentes, a cor apresenta um comportamento linear com a qualidade do vinho, enquanto que em regiões frias é obtido um limite de cor e um aumento na cor não representa um aumento na qualidade do vinho (Cordon, 2008).

Entretanto, ressalta-se que o conceito de vinho de qualidade é subjetivo, sendo que a qualidade geral do vinho será influenciada por muitas variáveis. Atualmente há o conceito de que à medida que aumenta a exposição dos frutos à luz solar o desenvolvimento e a composição dos frutos, bem como a qualidade do vinho, aumenta (Cordon, 2008). Potter *et al.* (2010) observaram que a prática da desfolha, em vinhedos da região da Campanha pode favorecer a qualidade geral de vinhos 'Cabernet Sauvignon', especialmente porque essa técnica potencializa a produção dos polifenóis e a cor em vinhos tintos.

Por outro lado, em regiões com climas mais quentes, essa afirmação nem sempre é correta. De acordo com Bergqvist *et al.* (2001), além de regular a fotossíntese, a luz solar fornece energia radiante, que acontece na superfície das plantas, a composição de uma baga de uva é influenciada pelo efeito da exposição à luz solar tanto direta (quantidade e qualidade de luz) quanto indireta (mediada pela temperatura). Estudos realizados por esses autores, em regiões quentes, mostram que a cor dos grãos foi negativamente afetada pela exposição direta a luz solar.

Cordan (2008), trabalhando com uvas da variedade Shiraz, na Austrália, em duas regiões distintas (uma de clima quente e outra de clima frio), observou que a temperatura teve maior influência na síntese e acumulação de antocianinas do que as mudanças na exposição e composição de antocianinas em climas quentes permanecem incertas. A explicação de que esse fato envolva a degradação de antocianinas e/ou inibição da biossíntese de antocianinas é fortemente suportado por vários trabalhos. Além da redução no conteúdo total de antocianinas, ocorre uma variação em relação a composição destas, havendo uma alta proporção de compostos malvidina e cumaril-glicosídeos em relação à região mais fria; já o conteúdo total de taninos permaneceu igual em ambas regiões.

Gil-Muñoz *et al.* (2011), trabalhando com a variedade Monastrell na Espanha, também observaram que as condições edafoclimáticas são importantes na biossíntese de antocianinas.

De acordo com Kliewer & Torres (1972), a síntese de compostos fenólicos é inibida em temperaturas acima dos 35 °C. Entretanto, se durante a maturação ocorre a alternância de temperaturas altas e baixas entre o dia e a noite, a acumulação de antocianinas e taninos é favorecida. Amostras de uvas da

variedade Cabernet Sauvignon, cultivadas em condições controladas, em altas temperaturas (35 °C durante o dia/25° à noite), reduziram significativamente a concentração e a composição de antocianinas nas películas das uvas (Yamane *et al.*, 2006).

### **2.10 Características da uva para produção de vinho**

Um cacho de uva maduro e sadio apresenta de 2% a 5% de engaço e de 95% a 98% de baga ou grão. Estas variações podem ocorrer com o tipo de variedade da uva e com o estado de sanidade da mesma (Aquarone *et al.*, 2001).

A maturação de uma uva pode ser definida como a idade fisiológica das bagas na planta, sendo que o desenvolvimento da baga é coordenado com o desenvolvimento da semente. Do ponto de vista enológico, o “*véraison*” pode ser dividido em sub estágios baseados no metabolismo do grão e no transporte contínuo de substâncias para a videira. Durante o “*véraison*”, água, açúcares e compostos nitrogenados são transportados para o grão via floema, e a sacarose é então hidrolizada a glicose e frutose no grão (Bisson, 2001).

A definição da maturação ótima de uma uva depende do estilo de vinho a ser elaborado. Tradicionalmente, o ponto de colheita era determinado pelo conteúdo de açúcar, acidez titulável e pH da uva no momento do esmagamento (Bisson, 2001; Kennedy *et al.*, 2002).

De acordo com Ribèreau-Gayon *et al.* (2006), as uvas atingem a maturação fenólica quando vários fatores estão em equilíbrio. A maturação tecnológica (relação açúcar/ácido), aromática e fenólica são variáveis independentes que devem ser levadas em conta no momento da colheita das uvas.

É possível definir a composição fenólica das uvas de acordo com o grau de

maturação levando em considerações a alta concentração de compostos fenólicos, e as propriedades dos taninos, especialmente aqueles com a reatividade com proteínas. Uma uva madura é caracterizada por películas ricas em antocianinas e taninos complexos e inativos, e sementes com um baixo conteúdo de taninos polimerizados que reagem fortemente com proteínas. Por outro lado, uvas imaturas, possuem baixas concentrações de antocianinas nas películas e taninos relativamente simples que não perderam sua reatividade, e sementes com uma alta concentração de taninos pouco polimerizados, entretanto, altamente reativos (Ribèreau-Gayon *et al.*, 2006).

O controle da maturidade fenológica baseia-se nos seguintes itens (Bautista-Órti, 2005):

- nas películas, observa-se durante a maturação, a acumulação de antocianinas e taninos; suas concentrações atingem o máximo próximo da maturidade tecnológica se as condições edafoclimáticas são adequadas;

- as membranas das células da casca se degradam, permitindo a extração de antocianinas e taninos;

- nas sementes, a quantidade de taninos extraíveis diminui durante o processo de maturação.

O potencial de extração das antocianinas depende do estado de maturação que controla a ruptura das células da casca da uva. Se todas as outras condições continuarem iguais, quando as uvas estiverem perfeitamente maduras ou levemente sobremaduras, o conteúdo de antocianinas no vinho será maior do que era na maturação, embora esses pigmentos tendam a decrescer nas uvas. Tanto a cor quando a quantidade de fenóis totais estará no seu máximo (Ribèreau-Gayon *et al.*, 2006).

### **2.11 O vinho**

O vinho é uma bebida alcoólica que resulta da fermentação do mosto de uvas frescas, sãs e maduras, por intermédio de microrganismos (leveduras) que transformam o açúcar do sumo da uva em álcool etílico, anidro carbónico e uma série de elementos secundários em quantidades variadas. Dada esta diversidade de elementos presentes, o vinho é considerado um produto elaborado, diferenciando-se assim dos produtos fabricados, os quais são caracterizados por misturas de várias matérias-primas (Rayeset *al.*, 2011).

O vinho é obtido a partir da fermentação de uvas, sendo que a sua composição é determinada pela própria composição da uva, a qual depende de características genéticas, condições de cultivo da vinha, maturação da uva na colheita e das práticas enológicas. A composição do vinho depende também da presença de leveduras, bactérias e dos seus metabolismos (Rayeset *al.*, 2011 e Ribèreau-Gayonet *al.*, 2006).

Durante a fabricação do vinho é fundamental ter em conta vários fatores, os quais não podem ser negligenciados e que são determinantes para a qualidade e sabor finais do produto. Além disso, a boa qualidade, sanidade das uvas e o momento da sua colheita também influenciam significativamente o resultado final. Por exemplo, uma vindima efetuada antes do tempo apropriado, origina a produção de um vinho mais aguado, com uma baixa concentração de açúcar e,consequentemente, de álcool. Se, pelo contrário, a vindima for tardia, obter-se-á um vinho rico em álcool, porém pouco ácido (Infovini, 2014).

### **2.12 O vinho e suas propriedades físico-químicas**

Vinhos finos são aqueles provenientes de *Vitis vinifera* que sofrem processos de envelhecimento que apresentam um completo conjunto harmônico

de qualidades organolépticas. Essas uvas são específicas para essa utilização, pois acumulam mais açúcares do que as “comuns”. Com o maior acúmulo de açúcares melhor é a fermentação do mosto, desde que as uvas de cultivares *Vitis vinifera* sejam produzidas de forma correta obedecendo às características de solo, clima e as diversas técnicas viticultoras sejam respeitadas conforme o tipo de cada uma. Para formar novos paladares nos vinhos esses tipos de uvas podem ser misturadas umas com as outras originando uma combinação de sabores e aromas, essas combinações são determinadas pelo enólogo que garantirá a formação de um novo vinho agradável ao paladar dos seus consumidores.

As principais substâncias que constituem o vinho são: açúcares, álcoois, ácidos orgânicos, sais de ácidos minerais e orgânicos, compostos fenólicos, pigmentos, substâncias nitrogenadas, pectinas, gomas e mucilagens, compostos voláteis e aromáticos (ésteres, aldeídos e cetonas), vitaminas, sais e anidrido sulfuroso (Souza *et al.*, 2006). Uvas com valores excessivos de potássio podem comprometer a sua conservação; mostos com alto pH requerem, então, correção prévia feita normalmente com ácido tartárico (Fogaça *et al.*, 2007). O principal álcool encontrado no vinho é o álcool etílico. O grau alcoólico dos vinhos varia de 9-15° GL, sendo que o álcool etílico representa 72 a 120 g/L (Hashizume, 2001).

O glicerol é o segundo álcool mais importante após o etílico, presente em quantidades que variam de 5-10 g/L, que tem papel importante na maciez do vinho. (Hashizume, 2001).

Outros álcoois encontrados no vinho são: inositol que tem propriedades vitamínicas, o manitol que é o produto de transformação da frutose pelas bactérias lácticas, sorbitol e metanol.

O álcool etílico apresenta a propriedade de tornar o meio impróprio para o

desenvolvimento de microrganismos patogênicos. O teor alcoólico produzido durante o processo fermentativo está diretamente vinculado ao teor de açúcares fermentescíveis existentes na uva a ser vinificada. Esse teor de açúcares da matéria-prima depende basicamente de dois fatores: safra e variedade da uva, além de outros fatores como a aplicação do processo de chaptalização (Mazzochi, 1994). De acordo com a legislação brasileira, o teor alcoólico dos vinhos deve estar compreendido entre 8,6 e 14° GL, sendo permitida a prática de chaptalização – inserção de sacarose para a correção do teor alcoólico do mosto até 3°GL (Brasil, 2004). Além do teor alcoólico, a acidez caracteriza-se por ser um parâmetro que indica o estado ótimo de fermentação, além de influenciar diretamente nas características sensoriais dos vinhos como a coloração (Rizzon; Miele; Meneguzzo, 1999).

A acidez do vinho é dividida em duas frações: a acidez fixa, responsável pelos ácidos fixos como tartárico, málico, láctico, succínico e cítrico (Jackson, 2000) e a acidez volátil, representada pelos ácidos da série acética, além de ácidos graxos como o fórmico, butírico e propiônico (Barnabé, 2006). A sanidade do vinho está veiculada aos baixos teores de acidez volátil, indicando a ausência de ataques bacterianos que, porventura, possam promover a oxidação do álcool existente no meio ou a degradação do ácido cítrico, açúcares ou glicerol (Zoecklein *et al.*, 2001). A acidez volátil, expressa em g/L de ácido acético, pode conferir, acima de certos limites, um sabor ácido ou azedo e um aroma indesejável a vinagre, o que torna o vinho impróprio para consumo, traduzindo-se em perdas econômicas para o produtor. Nesse contexto, a remoção do ácido acético de vinhos é uma questão importante para a indústria enológica (Bartowsky, 2008).

Entre os fatores que interferem no equilíbrio ácido-base e que são capazes

de modificar o pH do vinho destacam-se: a dissolução dos minerais e ácidos orgânicos presentes na película da uva durante a maceração; a síntese de ácidos orgânicos durante a fermentação alcoólica; a degradação do ácido málico na fermentação maloláctica; e a precipitação do ácido tartárico na forma de bitartarato de potássio e tartarato neutro de cálcio.

O pH é uma das características mais importantes do vinho tinto, pois além de interferir na cor, exerce um efeito pronunciado sobre o gosto (Somers, 1977). Mostos com pH baixo estão mais protegidos da ação das enzimas oxidativas durante a fase pré-fermentativa. Ao contrário, vinhos com pH elevado são mais suscetíveis às alterações oxidativas e biológicas, uma vez que o teor de dióxido de enxofre livre é proporcionalmente menor.

Os vinhos tintos de Santana do Livramento têm apresentado valores de pH relativamente elevados quando comparados com os da Serra Gaúcha e de Pinheiro Machado (Zanuz & Rosier, 1995) o que pode ser devido às condições edafoclimáticas da região de Santana do Livramento.

Os atributos edafoclimáticos da região da Campanha, na qual se localizam os municípios de Dom Pedrito, Santana do Livramento e Bagé, mostram a inegável aptidão da região para a atividade vitivinícola. A topografia apresenta pequenas ondulações que permitem a ação dos ventos, eliminando parte da umidade. Os solos são arenosos com baixa fertilidade natural, apresentando uma profundidade média acima de dois metros e bem drenados, o que resulta vinhos mais frutados, de ótima potência alcoólica e acidez interessante. A alta insolação que ocorre na região nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (acima de 740 horas), unido à ocorrência de baixas precipitações nesse período (abaixo de 330 mm), geram o Quociente Heliopluiométrico de maturação (QM) superior a 2,2.

Este quociente, que nada mais é que o somatório de insolação (horas)

dividido pelo somatório da precipitação (mm), indica que quanto mais alto for, maior é a aptidão da região para o cultivo das uvas viníferas. Os atributos edafoclimáticos da região da Campanha, na qual se localizam os municípios de Dom Pedrito, Santana do Livramento e Bagé, mostram a inegável aptidão da região para a atividade vitivinícola.

Na indústria vinícola, a determinação da quantidade de açúcares se realiza com a finalidade de se conhecer o término da fermentação alcoólica, cumprir os requisitos legais e comerciais de acordo com o tipo de vinho e realizar o controle de qualidade adequado (Amerine *et al.*, 1976).

Para os vinhos em geral, este componente é responsável pela diluição dos constituintes fixos, além de inferir diretamente nas características organolépticas com seu gosto adocicado, é fator de qualidade e conservação dos mesmos (Sampaio, 2005).

O etanol provém da fermentação alcoólica do açúcar do mosto e em alguns casos das chaptalizações. Porém em condições favoráveis de maturação, podem ser detectadas quantidades traços de etanol nas bagas, resultantes da ação enzimática, sobretudo em anaerobiose, da atividade da enzima álcool desidrogenase (Gasparin, 2005).

### **2.13 Análise sensorial**

Vinhos tintos de elevada qualidade somente são obtidos em regiões vitícolas específicas onde a uva atinge a maturação e a sanidade adequadas. Nesse contexto as análises sensoriais de vinhos podem contribuir significativamente na avaliação das práticas de manejo mais adequadas a serem adotadas em cada região (Jocelyne *et al.*, 2007). A composição química das

bagas e as características sensoriais dos vinhos estão ligadas ao período de desenvolvimento e de maturação da uva (Conde *et al.*, 2007).

Dentre as várias metodologias, a análise descritiva quantitativa (ADQ) é uma técnica sensorial que avalia o perfil das amostras, caracterizando as suas propriedades a partir de atributos visuais, olfativos e gustativos (Lesschaeve, 2007; Ebeler & Thorngate, 2009). Em uma análise de vinhos, Horrillo *et al.* (2007) afirmam que os aromas são os principais atributos sensoriais a serem avaliados. A análise descritiva quantitativa (ADQ) se baseia na capacidade humana de perceber, identificar e mensurar cada atributo individual a ser avaliado nos vinhos, a partir de estímulos sensoriais (Swiegers *et al.*, 2005b). A análise sensorial de um vinho possibilita de uma maneira indireta avaliar a sua composição química e atribuir uma escala de qualidade (Horrillo *et al.*, 2007). Neste sentido, a experiência dos avaliadores tem fundamental importância para que a análise sensorial possa refletir o mais próximo possível, as propriedades dos vinhos.

Diversos estudos sobre o efeito do equilíbrio vegetativo e da manipulação do dossel apresentam resultados positivos deste manejo sobre a fotossíntese (Petrie *et al.*, 2003), o desenvolvimento das plantas (Maccarrone & Scienza, 1996; Petrie *et al.*, 2003), sobre a composição da uva (Poni, 2003; Hunter *et al.*, 2004) e sobre as características sensoriais dos vinhos (Kliewer & Dokoozlian, 2005). Entretanto, o manejo das plantas pode promover o acúmulo excessivo de substâncias indesejadas nos vinhos, responsáveis por aromas com peculiar intensidade vegetal, herbácea ou de grama verde, especialmente as methoxipirazinas (Lund *et al.*, 2009). Estes compostos se encontram em concentrações elevadas em vinhos de altitude de Santa Catarina (Falcão *et al.*, 2007). A avaliação dos atributos sensoriais pode ter uma grande importância para a melhoria das práticas de manejo à campo e do processo de vinificação

buscando atender as preferências dos consumidores (Lesschaeve, 2007). No entanto, os trabalhos que avaliaram o efeito da manipulação da área foliar de plantas a campo sobre as características químicas e sensoriais dos vinhos ainda são poucos e recentes (Zoecklein *et al.*, 2008).

### **2.14 Aspectos sensoriais do vinho**

Na análise visual, identificam-se basicamente quatro elementos que compõem o aspecto do vinho: a cor, a presença de gás, a limpidez e a viscosidade (Lona, 2009). A cor de um vinho é composta por variações de diversas combinações, sendo que uma cor prevalece, e a ela se somam reflexos diferentes que poderão nos indicar se um vinho é jovem ou velho, bem elaborado ou não, bem conservado ou não, etc. Na análise da cor do vinho devem-se avaliar duas variáveis importantes, que são a intensidade e a tonalidade.

A intensidade da cor de um vinho é um conceito associado à transparência ou passagem da luz. A análise se faz com o copo na posição vertical; um vinho de cor intensa é aquele em que a cor é mais forte, onde a luz não passa na análise contra fundo claro (toalha ou papel branco). Um vinho de pouca intensidade é aquele em que a cor é mais “fraca” apresentando transparência à luz.

Para os tintos, os enólogos procuram boa intensidade, já que este fator transmite “potência”, vitalidade, força ao vinho e isto é muito apreciado pelo degustador (Lona, 2006).

As cores com pouca intensidade geralmente não são estáveis e mudam facilmente com o tempo, não evoluindo bem quando envelhecidos.

A intensidade de um vinho tinto que transmite a vitalidade e força citadas, resultam de algumas variáveis como:

1. Grau de maturação das uvas: Na fase final de maturação a uva acumula

nas películas os componentes da cor que durante a elaboración são repassados ao vinho.

2. Variedade da uva: algumas castas possuem maior carga de componentes da cor como: Cabernet Sauvignon, Tannat, Merlot, Carmenere, etc., e outros menores como Pinot Noir e Gamay.

3. Tipos de solo: Os solos equilibrados ou calcários (não ácidos) proporcionam uvas com mais cor.

4. Estado sanitário das uvas: Uvas afetadas por patógenos perdem boa parte dos componentes da cor.

5. Produtividade: Excesso de produtividade por planta impede a boa maturação das uvas tintas (Lona, 2006).

A tonalidade do vinho é um conceito associado a tons de cor que podem ser percebidos no líquido. São observados com o copo inclinado para facilitar a transparência. No caso dos vinhos tintos, quando mais violáceo, mais jovens e quanto mais claros, mais velhos. O olfato é o sentido mais sensível e completo de todos e, por isso o mais empregado na degustação. É impossível degustar vinhos sem o uso do olfato, que, quando habituado aos aromas vínicos, detecta virtudes e defeitos e consegue extrair toda a potencialidade dos grandes vinhos.

O vinho tem aromas próprios (vinosidade), que se deve identificar e memorizar na fase de aprendizado. Tem também aromas frutais ou vegetais “que lembram”, ou são muito semelhantes aos aromas de outras frutas que são conhecidas do degustador. Para citar um exemplo, uma característica muito própria do aroma do ‘Chardonnay’ é o de lembrar a maçã verde e o abacaxi (Lona, 2009).

As sensações gustativas, aparentemente limitadas aos sabores doces, ácido, salgado e amargo, podem nos proporcionar informações ilimitadas quando

combinadas. A educação resultante do hábito do consumo e do empenho individual permitirá identificar particularidades como idade do vinho, origem, variedade da uva entre outras.

As células sensíveis ao gosto estão localizadas na língua e chamam-se papilas. Nas percepções de sabor, a saliva desempenha papel importante por seu efeito diluidor, e porque através da via enzimática separa e destaca alguns sabores que no vinho estão combinados. Dessa forma facilita a identificação dos sabores (Lona, 2006).

A sensação de adstringência conhecida como “boca seca”, é resultante especialmente nos vinhos tintos da presença de determinados taninos, que reagem com as proteínas da saliva e esta perde momentaneamente seu poder lubrificante.

Nos vinhos novos, a presença de taninos de determinados pesos moleculares provoca esta sensação, que, para pessoas menos preparadas pode ser desagradável. Os vinhos tintos de “guarda”, ou seja, aqueles vinificados para serem guardados por períodos longos, sempre possuem maior adstringência, que não caracteriza um defeito sempre que não transmite sensações e desconforto (Lona, 2009). Nada define melhor o conceito de harmonia do que a sensação de agradável. O equilíbrio das sensações gustativas é dado principalmente pela harmonia das sensações de acidez, maciez ou dureza, adstringência e calor. Por exemplo, quando se fala de acidez equilibrada refere-se à ausência total de desconforto ou de sensações desagradáveis (Lona, 2006).

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AERNY, J. Définition de la qualité de la vendange. **Revue Suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture**, Nyon, v.17, n.4, p.219-223, 1985.
- ALMEIDA, J. L. F. de; GRÁCIO, A. M. Macrozonagem da uva de mesa em Portugal Continental. **De Vinea et Vino Portugaliae**, Lisboa, n.4, p1-68. 1969.
- AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Wine and must analysis**. 2. ed. New York: John Wiley e Sons, 1986. 377 p.
- AMERINE, M.A., OUGH, C.S. **Analisis De Vinos Y Mostos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1976. 158p.
- AQUARONE, E. et al. Biotecnologia industrial: **biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 4. 523 p.
- ARCHER, E. **Effect of plant spacing on root distribution and some qualitative parameters oh vines**. In: PROCEEDINGS OF THE TH AUSTRALIAN WINE INDUSTRY CONFERENCE. Adelaide:Australian Industrial Publishers, 1987. p. 55-58.
- ARCHER, E.; STRAUSS, H. C. Effect of plant density on root distribution of tree-year-old grafted 99 Richter grapevines. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Dennesig, v.6, p.25-30, 1985.
- ÁVILA, L. D. **Metodologias Analíticas Físico-Químicas** – Laboratório de Enologia. Bento Gonçalves, 2002. (Apostila de Graduação do Curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia).
- BAILLOD, M.; BAGGIOLINI, M. O estado vegetativo da vinha. **Revista Suíça Viticultura**, [S.I.], v. 25, n 1, p.7-9, 1993.
- BARNABÉ, D. **Produção de vinho de uvas dos cultivares Niágara Rosada e Bordô: análises físico-químicas, sensorial e recuperação de etanol a partir do bagaço**. 2006. 106 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2006.
- BARTOWSKY EJ, HENSCHKE PA. **Acetic acid bacteria spoilage of bottled red wine – a review**. **International Journal Food Microbiology**, v.125, p.60–70, 2008.
- BAUSTISTA-ÓRTIN. A B. **Técnicas enológicas para la obtención de vinos e**

- Monastrell com alto conteúdo polifenólico.** 2005. 346 f. Tese (Doutorado)-Unversidade de Murcia, Espanha, 2005.
- BECKER, N. J. The influence of geographical and topographical factors on the quality of the grape crop. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THEM QUALITY OF THE VINTAGE, 1977, Stellenbosch, África do Sul. **[Proceedings]**. Stellenbosch, África do Sul , 1977. p.169-180
- BERGQVIST, J.; DOKOOZLIAN, N.; EBISUDA, N. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 52, n. 1, p. 1-7, 2001.
- BISSON, L. In search of optimal grape maturity. **Practical Winery and Vineyard**, San Rafael, Jul-Aug, p. 32-43, 2001.
- BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G. **Maturation et maturité des raisins**. Bodeaux: Éditions Féret, 2000. 151p.
- BORGHEZAN, M. et al. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de variedades de videira à campo (*Vitis vinifera* L.). **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Runa, v.25, n.1, p.1- 7, 2010.
- BOTELHO, R.V., PIRES, E.J.P., TERRA, M.M. Influência de ácido giberélico na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv. Rubi. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n.4, p.439-443, 2004.
- BOTELHO, R.V., PIRES, E.J.P., TERRA, M.M. Fertilidade de gemas em videiras: fisiologia e fatores envolvidos. **Ambiência**, [S.l.] v.2, n.1 p.129-144, (2006a).
- BOULTON, R. et al. **Principles and Practices of Winemaking**. New York: Ed. Kluwer Academic. 1998. 604 p.
- BRANAS, J., **Viticulture**. Montpellier: Ed. Dehan 1974. 990p.
- BRANAS, J.; BERNON, G.; LEVADOUX, L. **Eléments de viticulture générale**. Montpellier: Delmas Bordeaux, 1946.
- BRASIL. Lei n. 10970 de 16 de novembro de 2004. Altera dispositivos da Lei n. 7678 de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados de uva e do vinho, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2004.
- BRASIL. **Padrões de Identidade e Qualidade -Vinho, Derivados da Uva e do Vinho**. Brasília, DF: Coordenação de Inspeção Vegetal e Serviço de Inspeção Vegetal, 1999. 25 p.
- BRITO, F.A. Panorama e perspectivas da vitivinicultura. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 7., 2006, São Joaquim. **Resumos...** São Joaquim, 2006. p. 7-11
- BUTTROSE, M.S. Climatic factors and fruitfulness in grapevines. **Horticultural Abstracts**, v.46, n.6 p.319-326, 1974.

- BUTTROSE, M.S. Fruitfulness in grapevines: the response of different cultivares to light, temperature and day length. **Vitis**, Siebeldingen, v.9, p.121, 1970.
- CABALEIRO, C., GARCÍA-BERRIOS J.J. Effects of Grapevine leafroll-associated virus 3 on the physiology and must of *Vitis vinifera* L. cv. Albariño following contamination in the field. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.50, p.40-44, 1999.
- CALÒ A., SCIENZA, A., COSTACURTA. A. **Vitigni d'Italia**. Bologna, Italy: Edagricole, 2001, 700 p.
- CARBONNEAU, A. Place du microclimat de la partie aérine parmi les facteurs déterminant les productions viticoles, **Bull. O.I.V.**, [S.I.], v.57, p. 73-479, 1984.
- CHAMPAGNOL, F. Fertilization de la vigne, composition des moûts et qualité des vins. **Revue Française d'Oenologie**, Montpellier, v.28, n.115, p.23-26, 1988.
- CHAMPAGNOL, F. L'acidité des moûts et des vins. **Revue Française d'Oenologie**, Montpellier, v.26, n.104, p.26-57, 1986.
- CHAMPAGNOL, F., **Eléments de Physiologie de La Vigne et de Viticulture Général**. Dehan, Montpellier, France, 1984.
- CHANG, C.S.; CHANG, L. R. Two rapid determination methods for total chlorophyll content in fruit tree leaf. **Bulletin of Taichung District agricultural Improvement Station**, Changhua, v.59, p.37-5, 1998.
- CHAPMAN, D.M., MATTHEWS, M.A., GUINARD, J.X. Sensory attributes of Cabernet Sauvignon wines made from vines with different crop yields. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.55, n.4, p.325, 2004.
- CONDE, C. et al. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v.1, p.1-22, 2007.
- COOMBE, B.G. Research on development and ripening of the grape berry. **American Journal of enology and Viticulture**, Davis, v.43, n. 1, p. 101-109, 1992.
- CORDON, N. **The influence of viticultural treatments on the accumulation of flavonoid compounds in grapes and their contribution to wine quality**. 2008. 237 f. (Tese Doutorado) – University of Adelaide, Austrália, 2008.
- COSTACURTA A.; ROSELLI, G. Critères climatiques et edaphiques pour l'établissement des vignobles. **Bulletin De L' Oiv**, Paris, v.53, n.596, p.783-786, 1980.
- CRAWLEY, M. J. Herbivory: **The dynamics of animal-plant interactions**. Oxford (UK): Blackwell Scientific, 1983.
- DANTAS, B. F. et al. Foliar carbohydrate content and invertase activity of 'Syrah' and 'Moacato Canelli' vines subjected to partial rootzone drying and regulated deficit irrigation. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 754, p. 301-308, 2007b.
- DANTAS, B. F.; RIBEIRO, L. de. S.; PEREIRA, M. S. Teor de açúcares solúveis e

insolúveis em folhas de videiras, cv. syrah, em diferentes posições no ramo e épocas do ano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 042-47, 2007a.

DELANOË, D.; MAILLARD, C.; MAISONDIEU, D. **O vinho da análise à elaboração**. Portugal: Publicação Europa América LDA, 1987. 224p.

DISEGNA, E. et al. Avances en la determinación de la relación óptima: área foliar/carga para la producción de uvas y vinos de calidad superior en el cultivar 'Tannat' em sistemas de conducción en lira y espaldera. In: CONGRESO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2005, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, 2005. p. 278

DOWNEY, M.O. et al. Cultural Practice and Environmental Impacts on the Flavonoid Composition of Grapes and Wine: A Review of Recent Research. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 53, n.3, p.257-268, 2006.

DUCHÊNE, E.; SCHNEIDER, C. Grapevine and climatic changes: A glance at the situation in Alsace. *Agronomy for Sustainable Development*, Les Ulis, v.25, p.93-99, 2005.

DUNN, G.M.; MARTIN, S.R. Do temperature conditions at budburst affect flower number in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon? **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Osmond, v. 6, p.116–124, 2000.

EBELER, S. E.; THORNGATE, J. H. Wine chemistry and flavor: looking into the crystal glass. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 57, n. 18, p. 8098-8108, 2009.

EICHHORN, K.; LORENZ, D. Phänologische Entwicklungsstadien der Rebe. **Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes**, Stuttgart, v. 29, p. 119-120, 1997.

EZZILI, B. Modification of floral programme after the flower cluster setting in the principal latent buds in *Vitis vinifera*. L. *Bulletin de l'OIV*, Paris, v. 66, p.5-17, 1993.

FALCAO, L.D. et al. A survey of seasonal temperatures and vineyard altitude influences on 2-methoxy-3-isobutylpyrazine, C-13- norisoprenoids, and the sensory profile of Brazilian Cabernet Sauvignon wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 55, n. 9, p. 3605-3612, 2007.

FAVAREL, J. L. **L'acidité tartrique et l'acidité**: Du moût au vin. In: LA MICROBIOLOGIE des vins mousseux: la stabilisation des vins: mécanismes et evaluation. Toulouse Danona, 1994. p.87-94.

FERREIRA, E. A. et al. Antecipação de safra para a videira 'Niagara Rosada' na região do sul do Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6.1221-1227, 2004.

FLANZY, C. **Enologia**: Fundamentos científicos y tecnológicos. Madrid: AMV adiciones Mundi-Prensa , 2000.784p.

FOGAÇA, A. O. **Avaliação do estado nutricional de vinhedos e sua**

**correlação com a produção de uvas viníferas de qualidade.** 88f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

FOGAÇA, A; DAUDT, C; DORNELES, F. Potássio em uvas. II – análise peciolar e sua correlação com a quantidade de potássio em uvas viníferas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.3, p.597-601, 2007.

FOURNIOUX, J.C. Influences foliaires sur le développement végétatif de la vigne. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, Bordeaux, v. 31, n. 4, p. 165-183, 1997.

FOYER, C.H.; GALTIER, N. Source-sink interaction and communication in leaves. In: PHOTOASSIMILATE distribution in plants and crops. Source-sink relationships. New York: Marcel Dekker, 1996. p.311-340.

FREDES, C.; BENNEWITZ, E.V. Efectos del manejo de follaje, vigor y carga sobre parâmetros vegetativos - productivos y madurez em viñedos Carménère. **Revista Enologia**, Lisboa, n. 4, p. 1-7, 2008.

GABBAS, N. ; RATSIMBA, B.; GERBAUD, V. Les sels tartriques dans les vins: solubilité et sursaturation. In: LA MICROBIOLOGIE DES vins mousseux: la stabilisation des vins – mécanismes et évaluation. Toulouse : Lallemand, 1994. 95-98p.

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

GARCIA, A. S. C. **Controlo de Qualidade dos Vinhos** – Química Enológica – Métodos analíticos. Lisboa: Instituto da Vinha e do Vinho, 1988. 420 pág.

GASPARIN, A. M. **Efeito da Levedura e da Adição de Nutrientes sobre o Perfil Aromático do Vinho Tinto Bordô.** Caxias do Sul : Universidade de Caxias do Sul, 2005.

GIL-MUNÓZ, R. et al. Determination of anthocyanin content in c.v, Monastrell grapes during ripening period using several procedures. **International Journal of Food Science Technology**, Oxford, v.46, n.9, p.1986-1992, 2011.

GIOVANINNI, E. **Produção de uvas para vinhos, suco e mesa.** 3.ed. Porto Alegre: Renascença, 2008. 364p.

GIOVANNINI, E.; RISSO, A. **Macrozoneamento do Rio Grande do Sul para a viticultura.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2001. v. 1, p.327-328.

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

GOBBATO, C. **Manual do vitivinicultor brasileiro.** Porto Alegre, 1940. v.1, 422p.

GOMEZ-MIGUEL, V. **Influencia de los factores edafoclimáticos en la calidad del vino.** UNED. Zamora 26. Gómez, P. (1995) Desarrollo de una metodología edafoclimática para zonificación vitícola. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica

de Madrid, 1999.

GUERRA, C. C. **Evolução polifenólica**: Longevidade e qualidade dos vinhos tintos finos. In: SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE VITICULTURA, ENOLOGIA E GASTRONOMIA, 1998, Bento Gonçalves. **Anais do...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1999. p 55- 65.

GUERRA, C.C. Colheita e destino da produção. In: UVA para processamento. Produção. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 123-125

GUERRA, C.C. Influência de parâmetros enológicos da maceração na vinificação em tinto sobre a evolução da cor e a qualidade do vinho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA,10., 2003, Bento Gonçalves, **Anais...** Bento Gonçalves, 2003.

GUERRA, C.C. Maturação da uva e condução da vinificação para elaboração de vinhos finos. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1., 2002, Andradas. **Atualizando conceitos**. Andradas : Epamig, 2002. p. 180-192.

HARRIS, J.M.; KRIEDMANN, P.E.; POSSINGHAM, J.V. Anatomical aspects of grape berry development. **Vitis**, Siebeldingen, n.7, p.106-109, 1968.

HASHIZUME, K.; SAMUTA, T. Grape maturity and light exposure affect berry methoxypyrazine concentration. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 50, n. 2, p. 194-198, 1999.

HASHUZUME, T. Tecnologia do vinho.In: BIOTECNOLOGIA Industrial: biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001. v.4, p. 21-68

HAUAGGE, R. Potencialidades para a pomicultura no Estado do Paraná. In: ENCONTRO PARANAENSE DE FRUTICULTURA, 1, Guarapuava, 2007. **Anais...** Editora Unicentro: Guarapuava, 2007. p.49-60

HERNÁNDEZ, Maturacion y vindimia In: CURSO DE ENOLOGIA PARA AFICIONADOS. Lección 3. Madrid, 2000.

HIDALGO, L. **Caracterización macrofísica del ecosistema medio-planta en los viñedos españoles**. Madrid: Inst. Nac. de Investigaciones Agrarias, 1980. 255 p. (Comunicaciones I.N.I.A. – Producción Vegetal; 29)

HORRILLO, M.C. et al. Olfative sensor systems for the wine-producing industry. **Food**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 23-29, 2007.

IACOMO, F.; BERTAMINI, M.; SCIENZA, A. Cluster thinning in grape to understand the relationship between physiology and cultural techniques. **Vignevini**, Bologna, v. 1, p.23-28, 1991.

IBRAVIN. **Principais Regiões Produtoras**. 2009. Disponível em:<<http://www.ibravin.org.br/regioesprodutoras.php>> Acesso em: 14 mar. 2015.

IBRAVIN. **A vitivinicultura brasileira**. Disponível em:<<http://www.ibravin.org.br/brasilvitivinicola.php>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

IDE, G.M. **Evolução dos compostos fenólicos na maturação da uva e no tempo de maceração do vinho.** 1992. 87 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 1992.

ILAND, P G.; MARQUIS, N. Pinot noir- Viticultural directions for improving fruit quality. In: AUST. WINE IND. CONF. ADELAIDE, 8., 13-17 August, 1992. **Winetitles.** Adelaide, Austrália, 1992. p.98-100.

INFOVINI. **Infovini O portal do vinho português.** 2014. Disponível em: <<http://www.infovini.com/#tab2>>. Acesso em: 7 mai. 2015.

INTRIERI C.; FILIPPETTI I. Più produttività non sempre significa meno qualità. **VigneVini**, Bologna, v.5, p.38-41, 2007.

INTRIERI, C. et al. Vine performance and leaf physiology of conventionally and minimally pruned Sangiovese grapevines. **Vitis**, Siebeldingen, v. 40, n. 3, p. 123-130, 2001.

INTRIERI, C.; PONI, S. Integrated Evolution of Trellis Training Systems and Machines to Improve Grape Quality and Vintage Quality of Mechanized Italian Vineyards. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 46, n.1, p.116-127, 1995.

INTRIERI, C. et al. Early defoliation (hand vs mechanical) for improved crop control and grape composition in Sangiovese (*Vitis vinifera* L.). **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Osmond, n. 14, p. 25-32, 2008.

JACKSON, D.L.; LOMBARD, P.B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.4, p.409-430, 1993.

JACKSON, I.; LOMBARD, P. B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality:a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 44, n. 4, p. 409-430, 1993.

JACKSON, R. S. **Wine science: principles, practice and perception.** 2.ed. San Diego, C.A: Elsevier Academic Press, 2000. 647p.

KELLER, M. **The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology.** San Diego, CA: Academic Press, 2010.

KELLER, M. Managing grapevines to optimize fruit development in a challenging environment: A climate change primer for viticulturists. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Osmond, v.16, p.56-69, 2010.

KENNEDY, J.A. et al. Composition of grape skin proanthocyanidins at different stages of berry development. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, p. 5348-5355, 2001.

KENNEDY, J.A.; MATTHEWS, M.A; WATERHOUSE, A.L. Changes in grape seed polyphenols during fruit ripening. **Phytochemistry**, Elmsford, v.55, n.1, p.77-85, 2002.

KLAMT, E.; SCHNEIDER, P.; TONIETTO, J. **Distribuição, classificação,**

**características e limitações de solos de vinhedos experimentais de Bento Gonçalves, Pinheiro Machado e Santana do Livramento, RS, Brasil.** Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, 1995. 55p. (EMBRAPA-CNPV. Boletim de Pesquisa, 6).

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

KLIEWER, W.M.; TORRES, R.E. Effect of controlled day and night temperatures on grape coloration. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.23, n.2, p.71-77, 1972.

KLIEWER, W.M.; DOKOOZLIAN, N.K. Leaf Area/Crop Weight Ratios of Grapevines: Influence on Fruit Composition and Wine Quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 56, n. 2, p. 170-181, 2005.

KRIEDEMANN, P.E. "Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature and leaf age." **Vitis**, Siebeldingen, 7: 213-220 (1968).

LEBON, G. et al. Sugars and Flowering in the grapevine (*Vitis vinifera* L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 59, n. 10, p. 2565-2578, 2008.

LEEUWEN, C. et al. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2004.

LESSCHAEVE, I. Sensory evaluation of wine and commercial realities:review of current practices and perspectives. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 58, n. 2, p. 252-258, 2007.

LICKER, J.L.; ACREE, T.E.; HENICK-KLING, T. What is Brett (Brettanomyces) flavor? A preliminary investigation. In: CHIMESTRY of wine flavor. Washington: ACS, 1999. p. 96-115.

LONA, A. A. **Vinhos: Degustação, Elaboração e Serviço.** 9ª Edição. Porto Alegre: Ed. AGE, 2006. 155 p.

LOPES, C. **Controlo do crescimento vegetativo e gestão anual da folhagem.** 2011. 22p. (Textos de apoio às aulas de Viticultura, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, 2011)

LOPES, C.M. et al. Modelos empíricos para estimativa da área foliar da videira na casta Jaen. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Dois Portos, v.19, n.2, p.61-75, 2004.

LORENZ, D.H. et al. Phenological growth stages of grapevine (*Vitis vinifera* L.) – Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Osmond, v.1, p.100-103, 1995.

LULU, J.; PEDRO JÚNIOR, M. J. Microclima de vinhedos cultivado sob cobertura plástica e céu aberto. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, n. 14, p. 106-115, 2006.

LUND, C.M. et al. Effect of polyphenols on the perception of key aroma

- compounds from Sauvignon Blanc wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Osmond, v. 15, p. 18-26, 2009.
- MACCARRONE G. Scienza A. Valutazione dell'equilibrio vegeto-produttivo della vite. **L'Informatore Agrario**, Verona, n.46, p.61-64, 1996.
- MAIN, G.L.; MORRIS, J.R. Leaf-Removal Effects on Cynthiana Yield, Juice Composition, and Wine Composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 55, p. 147-152, 2004.
- MALHEIRO, A. N. C; SANTOS, J. A. A videira, as condições meteorológicas e o clima: Variabilidade da precipitação e desenvolvimento da vinha. **Viticultura**, [S.l.], julho/agosto/setembro, p.30-32, 2011.
- MANICA, I.; POMMER, C.V. Uva: **do plantio a produção, pós-colheita e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006.185 p.
- MARASCHIN, R. P. et al. Solid-phase extraction and <sup>1</sup>H-NMR analysis of brazilian Cabernet Sauvignon wines - A chemical composition correlation study. **Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, London, v. 1, n. 1, p. 255-260, 2003.
- MARTÍNEZ-PELÁEZ, H. El sistema productivo Argentino y los nuevos implantes. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE VITICULTURA Y ENOLOGIA, 6.; JORNADAS VITIVINICOLAS DE CHILE, 5., Santiago de Chile. **Resúmenes...** Santiago de Chile: Asociación Nacional de Agrónomos Enólogos del Chile: Departamento de Fruticultura y Enología da Facultad de Agronomía da Pontificia Universidad Católica de Chile. 1994. p. 159-178.
- MAY, P. **Flowering and fruitset in grapevine**. Adelaide, Australia: Lythrum Press, 2004.
- MAY, P. The effect of direction of shoot growth on fruitfulness and yield of Sultana vines. **Australian Journal Agricultural Research**, East Melbourne, v.17, p.491-502, 1966.
- MAY, P.; ANTCLIFF, A J. The effect of shading on fruitfulness and yield in the Sultana. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, n.38, p.85-94, 1963.
- MAZZOCHI, C. L.; IDE, G. M. Características de alguns vinhos produzidos em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.7, n.3, p.17-19, 1994.
- MELO, L.M.R. **Vitivinicultura brasileira: Panorama 2009**. Bento Gonçalves, 2010. 4p. (Artigo Técnico)
- MELO, L.M.R. **Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2010**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/prodvit2010.pdf>. Acesso em: 02 fev.. 2014.
- MIELE A.; RIZZON L.A. Efeito de elevadas produtividades do vinhedo nas características físico-químicas e sensoriais do vinho Merlot. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, p.271-278, 2006.

MIELE A.; RIZZON L.A.; MANDELLI F. Manejo do dossel vegetativo da videira e seu efeito na composição do vinho Merlot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p.463-470, 2009.

MIELE, A.; MANDELLI, F. **Sistemas de condução da videira**. Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 2005.

MOTA, C.S. et al. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras 'cabernet sauvignon' cultivadas sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 148-153, 2008.

MOTTA, F. S. et al. **Zoneamento climático para a cultura da videira no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Sul, 1974. 12p. (Indicação de Pesquisa, n.112)

MOTA, R.V. et al. Fatores que afetam a maturação e a qualidade da uva para vinificação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, p.56-64, 2006.

MOTTA, F.S. Disponibilidade climática para maturação da uva destinada a produção de vinhos finos nas regiões da Serra do Nordeste e Campanha do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9,n.3, p.297-299, jul-set, 2003.

MULLINS, M.G.; BOUQUET, A; WILLIAMS, L.E. **Biology of the grapevine**. New York: University of Cambridge, 2007. 239p.

MUÑOZ R. et al. Influencia del nivel de carga y microclima sobre la composición y calidad de bayas, mosto y vino de Cabernet-Sauvignon. **Ciencia e Investigacion Agraria**, Snatiago, v.29, p.115-125, 2002.

MURAKAMI, K.R.N. et al. Caracterização Fenológica da Videira cv.Itália (*Vitis vinifera* L.) sob Diferentes Épocas de Poda na região Norte do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.615 - 617, 2002.

NEIRA, A. P. Manejos Agronômico durante El desarrollo y La maduración de La baya y su efecto em La calidad Del vino. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL: FACTORES AGRONÔMICOS Y ENOLÓGICOS PARA LA OBTENCIÓN DE VINHOS DE CALIDAD, 2005, Lima. **Anais do ...** Lima, 2005.

NIGOND, J. **Le role du climat em viticulture**. Deuxième partie. Conn. Vigne Vin. p.17-55. 1972.

OJEDA, H. et al. Viticulture de précision et état hydrique. II: Comportement quantitatif et qualitatif de zones intraparcélaires définies à partir de la cartographie des potentiels hydriques. In: JOURNEES GESCO, 24., 2005, Geisenheim, Allemagne. **Annales...** Geisenheim, 2005. p.741-748.

OLLAT, N. ; GAUDILLÈRE, J.P. Carbon balance in developing grapevine berries. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.526, p.345–350, 2000.

OLLAT, N. et al. Grape berry development: a review. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, Bordeaux, v. 36, p. 109-131, 2002.

ORLANDO. T. G. S. **Características ecofisiológicas de cultivares de videiras**

- em diferentes sistemas de condução**. 2002.126p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- PEDRO JÚNIOR, M. J. et al. Effects of temperature and light (before and after budburst) on inflorescence morphology and flower number of Chardonnay grapevines (*Vitis vinifera* L.). **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Osmond, v.11, p.59 -65, 2005.
- PETRIE, P.R.; TROUGHT, M.C.T.; HOWELL, G.S. Influence of leaf ageing, leaf area and crop load on photosynthesis, stomatal conductance and senescence of grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir) leaves. **Vitis**, Siebeldingen, v. 39, n. 1, p. 31-36, 2000b.
- PETRIE, P.R. et al. The effect of leaf removal and canopy height on whole-vine gas exchange and fruit development of *Vitis vinifera* L. Sauvignon blanc. **Functional Plant Biology**, Collingwood, n. 30, p. 711-717, 2003.
- PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono na agriculturatropical**. Seropédica: Edur, 1998. 150 p.
- PIZZATO, I. **Caracterização Analítica e Sensorial de Vinhos elaborados no Vale do São Francisco**. Bento Gonçalves, 2000.
- POMMER, C.V. Uva: **Tecnologia de produção, Pós-colheita, Mercado**. Porto alegre, Ed. Cinco continentes, 2003. 778.
- PONI S. Fisiologia ed Effetti Agronomici Della Cimatura Dei Germogli. **L'Informatore Agrario**, Verona, v.19, p.81-89, 2001.
- PONI, S. La potatura verde nel vigneto: aspetti fisiologici e culturali. **L'Informatore Agrario**, Verona, n. 26, p. 37-49, 2003.
- PONI, S. Produrre quantita' rispettando la qualita: il ruolo della gestione della chioma. Parte 2. **InfoWine**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 1-7, 2005.
- PONI, S. et al. Effects of early removal on cluster morphology, shoot efficiency and grape quality in two *Vitis vinifera* cultivars. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 689, p. 217-226, 2005.
- PONI, S.; INTRIERI, C.; SILVESTRONI, O. Interactions of leaf age, fruiting, and exogenous cytokinins in Sangiovese grapevines under non-irrigated conditions. I. Gas exchange. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 45, p. 71-78, 1994.
- POSSNER, D.R.E.; KLIEWER, W.M. The localization of acids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries. **Vitis**, Siebeldingen, v.24, p. 229, 240, 1989.
- POTTER, L. J. et al. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyaniding and deslphinidin. **Phytochemistry**, Elmsford, v. 25, p. 223-230, 1986. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)94533-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422(00)94533-3)> Acesso em: 16 maio 2015.
- POUGET, R. Action de la temperature sur la differenciation des inflorescences .et

des fleurs durant les phases de pre-debourrement et post-debourrement .des bourgeons latents de la vigne. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, Talence, v. 15, n. 2, p. 65-79, 1981.

POUGET, R. **Recherches physiologiques sur le repos végétatif de la vigne (*Vitis vinifera*):** la dormence des bourgeons et le mécanisme de sa disparition. *Annales de L'Amélioration des Plantes*, [Paris], v.13, 1963.

PRATES, J. E.; SEDIYAMA, G. C.; VIEIRA, H. A. Clima e produção agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 18-22, 1986.

PROTAS, J.; CAMARGO, U. **Viticultura brasileira:** panorama setorial de 2010. Brasília, DF: SEBRAE; Bento Gonçalves: IBRAVIN: Embrapa Uva e Vinho, 2011. 110 p.

RAVAZ, L. "Sur la brunissure de la vigne." **Les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, [S.l.], v.136, p.1276-1278, 1903.

REGINA, M. A.; CARBONNEAU, A. Trocas gasosas em *Vitis vinifera* sob regime de estresse hídrico: II. fotorrespiração e comportamento varietal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 37-44, 1999.

REYNOLDS, A. G.; WARDLE, D. A.; NAYLOR, A. P. Impact of training system, vine spacing, and basal leaf removal on Riesling. Vine performance, berry composition, canopy microclimate, and vineyard labor requirements. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 47, n. 1, p. 63-76, 1996.

RIBÉREAU-GAYON J.; PEYNAUD, E. **Tratado de ciencia y tecnología enológica**. Brescia :Ed. AEB, 1980. v.3-4

RIBÉREAU-GAYON, G. Étude des mecanismes de synthese et de transformation de l'acide malique, de l'acide tartrique et de l'acide citrique chez *Vitis vinifera*. **Phytochemistry**, Elmsford, v.7, n.9, p.1471-1482, 1968.

RIBÉREAU-GAYON, J. et al. **Carattere dei vini, Maturazione dell' uva Lieviti e batteri:** trattato di scienza e tecnica enologica. Brescia: AEB, 1986. v 2, 424p.

RIBÉREAU-GAYON, P. Phenology compounds. In: RIBÉREAU-GAYON, P. et al. **Handbook of Enology**. 2 ed. [England]: John Wiley and Sons, 2006. v.2, Cap. 6, p. 141-203.

RIBÉREAU-GAYON, P. et.al. **Handbook of Enology**. 2. ed. [England]: John Wiley & Sons, 2006. v.2 441p.

RICHARDSON, E.A.; SEELEY, S.D.; WALKER, D.R. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. **HortScience**, Alexandria, v.9, n.4, p.331-332, 1974.

RIDOMI, A.; MORETTI, G. Comportamento della cv. Cabernet Franc (*Vitis vinifera* L.) allevata in cinque combinazioni d'innesto e con due sesti d'impianto. **Vignevini**, Bologna, v. 23, n. 7-8, p. 3-8, 1996.

RIOU, C. **Le déterminisme climatique de la maturation du raisin: application au zonage: The Chemistry of Wine. de la teneur en sucre dans la communauté**

- européenne**. Luxembourg: Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, 1994. 322p.
- RIZZON L. A.; MIELE A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, p.156-161, 2003.
- RIZZON L. A.; MIELE A.; Avaliação da cv Tannat para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n.2, 223-229 p, Apr./june 2004.
- RIZZON, L. A.; ZANUS, M. C.; MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.18, n. 2, p. 149-156, 1998.
- ROBINSON, S. P.; DAVIES, C. Molecular biology of grape berry ripening. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Osmond, v. 6, p. 175-188, 2000.
- SAMPAIO, R. G. **Características Físico-Químicas de Vinhos da Cultivar Cabernet Sauvignon, de Uvas de Diferentes Regiões Vitícolas do Rio Grande do Sul, Safra 2004**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, RS, 2005.
- SANTOS, H.P. **Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 9p. (Comunicado Técnico, 71).
- SCHULTZ, H.R. Leaf absorbance of visible radiation in *Vitis vinifera* L.-estimates of age and shade effects with a simple field method. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 66, n. 1-2, p. 93-102, 1996.
- SENTELHAS, P. C. Aspectos climáticos para viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v 19, n. 144, p 9-14, 1988.
- SHALTOOT, A.D.; UNRATH, C.R. Rest completion prediction model for 'Starkrimson Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.6, p.957-961, 1983.
- SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998.760 p.
- SMART, R. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implication for yield and quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 35, n. 3, p. 230-239, 1985.
- SMART, R.; ROBINSON, M. **Sunlight into the wine: a handbook for winegrape canopy management**. Adelaide: Winetitles, 1991. 88 p.
- SMART, R.E. et al. Canopy management to improve grape yield and wine quality-principles and practices. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Dennesig, v.11, p.3-17, 1990.
- SMITHYMAN, R.P.; HOWELL, G.S.; MILLER, D.P. Influence of canopy configuration on vegetative development, yield, and fruit composition of Seyval blanc grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 48, n. 4, p. 482-491, 1997.

SOMERS, T.C. Le rapport entre les teneurs en potasse de la vendange et la qualité relative des vins rouges australiens. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF THE VINTAGE, 1977, Cape Town. **Proceedings...** Stellenbosch: Oenological and Viticultural Research Institute, 1977. p.143-148.

SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. R.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. **Principais doenças fúngicas da videira no Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 25p.

SOTES RUIZ, V.; GOMEZ-MIGUEL, V. D. El suelo como factor determinante de la tipicidad de los vinos: estudios y delimitación de las zonas de producción en las denominaciones de origen de España. In: CONGRESSO RASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 9., 1999, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1999. p. 91-104.

SOUZA, E.R.; RIBEIRO, V.G.; PINÓRIO, J.A.A. Percentagem de fertilidade gemas e teores carboidratos em raízes, sarmentos e folhas da videira cultivar Itália. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, Guarapuava, v.4, n.1, p.83–95, 2011.

SRINIVASAN, C.; MULLINS, M.G. Control of flowering in the grapevine (*Vitis vinifera* L. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.56, n.4, p.319-329, 1978.

SRINIVASAN, C., MULLINS, M.G. Flowering in *Vitis*: conversion of tendrils into *vinifera* L.). **Plant Physiology**, Minneapolis, v.61, p.127-130, 1979.

STOEV, K.; DOLOREVA, S.; ZEYMALOV, Y. "On the photosynthetic activity of vine leaves in different metameric position." **Hort. and Vitic. Sciences**, [S.l.], v. 3, p. 501-513, 1966.

SWIEGERS, J.H.; CHAMBERS, P.J.; PRETORIUS, I.S. Olfaction and taste: human perception, physiology and genetics. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Osmond, v. 11, p. 109-113, 2005b.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820 p.

TERRA, M. M.; PIRES, E. E. J. P; NOGUEIRA, N. A. M. **Tecnologia par a produção de uva Itália na região noroeste do estado de São Paulo**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1998. 51 p. (CATI, Documento Técnico, 97).

THORNGATE, J.H. The physiology of human sensory response to wine: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 48, n. 3, p. 271-279, 1997.

TODA, F. M. **Biologia de La vid**: fundamentos biológicos de la viticulture. Madrid: Ed. Mundi- Prensa, 1991. 346p.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. **Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado**. 2003. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasVinifera sRegioesClima Temperado/clima.htm>>. Acesso: 18 jun. 2015.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worl wide. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.124, p.81-97, 2004.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 9., 1999, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1999. p. 75-90.

TONIETTO, J.; FLORES, C. A. Zoneamento edafoclimático da videira no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO – ENFRUTE, 7., 2004, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: Epagri, 2004. p. 53-58.

TONIETTO, J.; VIANELLO, R.L.; REGINA, M.A. Caracterização macroclimática e potencial enológico de diferentes regiões com vocação vitícola em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.234, p.32-55, 2006.

USSEGLIO-TOMASSET, L. **Chimie oenologique**. 2. ed. Paris: Lavoisier Technique et Documentation, 1995. 387 p.

VALDIVIESO, F. Tendências del manejo del follaje em La viticultura chilena. **Revista Enologia**, Lisboa, n. 5, p. 1-8, 2005.

VASCONCELOS, M.C. et al. The flowering process of *Vitis vinifera*: A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.60, n.4, p.411-434, 2009.

VASCONCELOS, M.C.; CASTAGNOLI, S. Leaf Canopy Structure and Vine Performance. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 51, n. 4, p. 390-396, 2000.

VITIS RAUSCEDO. **Catalogo Generale Vitis Rauscedo**. Udine: Vivai Cooperativi, 2007. 200 p.

WATSON, B. Evaluation of winegrape maturity. In: OREGON viticulture. Corvallis, Oregon: Oregon State University Press, 2003. p. 235-245

WESTPHALEN, S. L. **Bases ecológicas para a determinação de regiões de maior aptidão vitícola no Rio Grande do Sul**. Montevideu: Ministério de Industria y Energia. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 1977. p. 89 – 101. (Cuaderno Técnico, 38).

WESTPHALEN, S. L.; MALUF, J. R. T. **Caracterização das áreas bioclimáticas para o cultivo de *Vitis vinifera* L. Regiões da Serra do Nordeste e Planalto do Estado do Rio Grande do Sul**. Brasília: EMBRAPA, 2000. 98 p.

YAMANE, T. et al, Effects of temperature on Antocyanin Biosynthesis in Grape Berry Skins. **America Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 57, n.1, 54-59, 2006.

ZOECKLEIN, B. W. et al. **Analyses and production of Wine**. Zaragoza: Acribia, 2001. 613p.

ZOECKLEIN, B.W. et al. Effect of vertical shoot-positioned, smart-dyson, and Geneva double-curtain training system son viognier grape and wine composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis,v. 59, n. 1, p. 11-21, 2008.

## **4 CAPÍTULO I. CARGA DE GEMAS POR PLANTA E SUA RELAÇÃO COM VEGETAÇÃO, QUANTIDADE E QUALIDADE DA UVA E DO VINHO ‘MERLOT’, EM SANTANA DO LIVRAMENTO-RS**

### **4.1 Resumo**

A Campanha Gaúcha tem sido apresentada como uma região vitivinícola em expansão, mas ainda apresenta uma carência de informações técnico-científicas locais. Muitos vinhedos apresentam vigor excessivo e desequilíbrio entre crescimento vegetativo e produtivo, o que pode estar associado aos plantios em alta densidade e menor carga de gemas por planta. O presente trabalho teve por objetivo estudar a relação entre a proporção de gemas, o controle de vigor e a qualidade enológica da uva, selecionando algumas situações de espaçamento e carga de gemas para a cultivar Merlot. O experimento ocorreu em Santana do Livramento-RS (safras 2014 e 2015), em um vinhedo conduzido em espaldeira, com espaçamento de 1 m x 2,8 m enxertados sobre SO4. Foram testados dois espaçamentos na linha (1 e 2 m) em combinações com variações de carga de gemas por planta, os quais constituíram os seguintes tratamentos: T1 (1 m/20 gemas), T2 (1 m / 30 gemas), T3 (1 m / 40 gemas), T4 (2 m / 60 gemas) e T5 (2 m/40 gemas). Ao longo de cada ciclo foram avaliados componentes de rendimento, fenologia, parâmetros de crescimento, maturação e qualidade da uva e do vinho. A redução da carga de gemas (T1) favoreceu a qualidade, mas não restringiu o vigor vegetativo. Em contrapartida, plantas com espaçamento duplo e maior carga de gemas (T4) apresentam o melhor equilíbrio vegetativo/produtivo e qualidade enológica da uva e do vinho.

**Palavras-chave:** Poda, Equilíbrio vegetativo-produtivo, Vinho, Vigor.

## BUD LOAD VARIATION PER PLANT FOR VEGETATIVE AND PRODUCTIVE EQUILIBRIUM AND QUALITY ENHANCEMENT OF 'MERLOT' GRAPES AND WINE IN THE SANTANA DO LIVRAMENTO-RS

### 4.2 Abstract

The Campanha Gaúcha has been an expanding wine region, but still lacks local technical and scientific information. Many vineyards have excessive vigor and imbalance between vegetative growth and production, which can be associated with high density crops and lower number of buds per plant. This study aimed to demonstrate the importance of the proportion of buds to control the vigor of vines and the enological quality of grapes, selecting optimal crop spacing and bud load for the Merlot cultivar (*Vitis vinifera*). The experiment took place in Santana do Livramento-RS (vintages 2014 and 2015), in a vertical trellis system vineyard, spaced 1 mx2,8 m and with SO4 rootstock. Two spacings within the line were tested (1 and 2 m), in combination with variations in number of buds per plant, constituting the following treatments: T1 (1 m / 20 buds), T2 (1 m / 30 buds), T3 (1 m / 40 buds) T4 (2 m / 60 buds) and T5 (2 m / 40 buds). During each cycle, yield components, phenology, growth parameters, maturation and quality of grapes and wine were evaluated. Bud load reduction (T1) favored quality but did not restrict vegetative vigor. Plants with double spacing and higher bud load (T4) had the best vegetative/productive balance and quality of grapes and wine.

**Keywords:** Pruning, Vegetative-production balance, Wine, Vigor.

### 4.3 Introdução

A viticultura brasileira apresenta-se como uma das atividades mais importantes dentro da fruticultura nacional. No entanto, alguns problemas ainda precisam ser resolvidos para o desenvolvimento sustentável e a expansão desta atividade agrícola no país, principalmente quando se produz em novas regiões.

Na região da Campanha Gaúcha, nos últimos dez anos (2005 a 2015) têm ocorrido uma intensificação da produção vitícola. Contudo, ainda existem deficiências nas principais técnicas de manejo dos vinhedos, pois na maioria destes investimentos são empregadas práticas de manejo importadas de outras regiões, o que pode restringir a qualidade enológica.

Dentre os procedimentos agronômicos que impactam diretamente sobre os componentes de rendimento e sobre a qualidade enológica da uva, destacam-se, o sistema de condução, a densidade de plantio e a carga de gemas por planta. Estes procedimentos têm impacto direto sobre o equilíbrio vegetativo/produtivo, sobre as condições microclimáticas do vinhedo e sobre a qualidade enológica da uva (Smart, 1985; Jackson & Lombard; 1993; Rives, 2000; Zoecklein, 2008). No Brasil, foram desenvolvidos poucos estudos neste sentido, mas alguns esforços têm sido realizados para compreender a dinâmica da indução da fertilidade em gemas de videira (Botelho *et al.*, 2006b), bem como os efeitos do sistema de condução (Vieira *et al.*, 2006), de reguladores do crescimento (Fracaro *et al.*, 2004; Botelho *et al.*, 2004) e da nutrição mineral (Barth *et al.*, 2006). Em vinhedos que apresentam muito sombreamento, tanto pelo vigor genético da cultivar, densidade de plantio, fertilidade do solo, sistema de condução e manejos inadequados da vegetação, ocorre a redução da taxa de superação de dormência das gemas e aumento da proporção de gemas inférteis e, conseqüentemente, ramos sem cachos (Smart, 1985; Fregoni, 1987; Smart & Robinson, 1991). De

modo geral, a incidência diária de radiação solar e temperaturas acima de 30°C sobre as gemas, são considerados os principais fatores climáticos que atuam sobre o aumento da diferenciação floral (Rives, 2000; Sommer *et al.*, 2000). Portanto, o excesso de vigor e sombreamento proporcionam, como consequência, uma redução na carga de cachos por planta e um maior favorecimento do crescimento vigoroso dos ramos, em função do desequilíbrio na distribuição das reservas de carbono e nitrogênio. Geralmente, o alto vigor em videiras produz frutos com menor concentração de sólidos solúveis totais, antocianinas e taninos, enquanto o tamanho das bagas e os níveis de nitrogênio no mosto são geralmente aumentados (Cortell *et al.*, 2007; Cortell *et al.*, 2008).

Dentre as estratégias que podem ser utilizadas para o controle do vigor da videira, principalmente no momento da instalação de áreas, podem-se destacar a escolha das variedades produtoras e dos porta-enxertos, a adequação do sistema de condução e ajustes das condições de solo (adubação e disponibilidade hídrica) (Keller, 2010). Entretanto, em áreas já instaladas o excesso de vigor só pode ser administrado com o controle da adubação de manutenção e com as práticas de manejo e de poda das plantas. A adequação de um número de gemas por planta apresenta-se como uma das estratégias mais importantes para se ajustar o vigor de crescimento vegetativo e favorecer o microclima do vinhedo (Santos, 2006). O controle do equilíbrio vegetativo-produtivo das plantas através da poda verde, envolvendo a desfolha, o desbaste e o desponte dos sarmentos, apesar de ser uma das práticas de manejo mais utilizadas em todas as regiões vitícolas do mundo (Poni *et al.*, 2001), não se apresenta como a melhor estratégia. Segundo Santos (2006), quando a necessidade de poda verde for muito elevada indica que a carga de gemas não está ajustada para as condições edafoclimáticas do local de cultivo.

Nas diferentes regiões vitivinícolas do mundo há uma busca constante pelo equilíbrio ideal entre o crescimento vegetativo e a carga de frutos por planta, com o intuito de garantir um controle microclimático e a maior qualidade enológica da uva. Como regra geral no manejo deste equilíbrio tem sido adotado o “efeito da grande videira”, que considera controle do vigor vegetativo pelo aumento da carga de gemas por planta (Smart *et al.*, 1990). No entanto, em uma experiência da África do Sul, destacam que este efeito do número de gemas é dependente do volume disponível de raízes por planta (Hunter & Volschenk, 2001) e, portanto, pode ser variável entre locais e genótipos. Contudo, salienta-se que, enquanto a raiz aparentemente desempenha um papel crucial no controle do vigor da videira, não se dispõe de muita pesquisa para explicar porque o vigor da videira pode diminuir com o aumento da carga de gemas. Como a maior parte do crescimento vegetativo ocorre antes da frutificação, ou seja, antes das bagas se tornarem drenos fortes, a competição entre o vigor vegetativo e a produção não pode ser a única razão para o controle do crescimento dos sarmentos (Keller *et al.*, 2004). Portanto, os mecanismos envolvidos neste controle de vigor podem depender, além da cultivar (copa/porta-enxerto), do histórico de cultivo e das condições edafoclimáticas em que as plantas estão submetidas. Por outro lado, com o excesso de carga de gemas e, conseqüentemente, de produção por planta pode haver limitações excessivas no crescimento e na maturação da uva, comprometendo também a qualidade (Keller, 2010).

O objetivo do trabalho foi selecionar uma carga de gemas planta<sup>-1</sup> para a combinação ‘Merlot’/SO4 que proporcione um controle do crescimento vegetativo e favoreça a qualidade enológica da uva e do vinho nas condições edafoclimáticas de Santana do Livramento-RS.

#### 4.4 Material e métodos

Apesar de o trabalho ter sido conduzido em três ciclos, os resultados nesta discussão estão focados apenas nos dois últimos ciclos (2013/2014 e 2014/2015). No primeiro ciclo (2012/2013) foram feitos os ajustes da área experimental, incluindo a retirada de plantas na linha (duplicação do espaçamento) e a conversão do sistema de poda (Guyot para Cordão esporonado), para possibilitarem os contrastes de carga de gemas. Portanto, os resultados deste primeiro ciclo não foram considerados para esta discussão, pois as plantas estavam sendo preparadas para atingirem as características desejadas de cada tratamento.

O experimento foi realizado nos ciclos 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, empregando-se um vinhedo da cultivar Merlot (*Vitis vinifera* L.) que foi implantado em 2007, enxertado sobre porta-enxerto SO4 sustentado no sistema espaldeira e conduzido em cordão esporonado e com espaçamento entre plantas de 1m e entre filas de 2,8m. A área pertencente à Cooperativa Vinícola Nova Aliança e situa-se no município de Santana do Livramento (30° 44' 53,031" Sul e 55° 23' 49,445" Oeste) na região da Campanha do Rio Grande do Sul. De acordo com a classificação proposta por Köppen (1948), o clima é subtropical, do tipo *Cfa*, com verões quentes, de temperaturas médias superiores a 22 °C, invernos amenos de temperaturas médias entre -3 °C e 18 °C e com precipitação ao longo do ano todo, com uma média de 1.300 mm/ano. O relevo do local varia de suave ondulado a ondulado.

Para testar o efeito de altas cargas de gemas por planta, foi necessário duplicar o espaçamento entre plantas em algumas linhas do vinhedo. Para isto, no primeiro ciclo de produção (2012/2013), nas filas que corresponderam a estes tratamentos extremos, foram erradicadas plantas de modo intercalado, ficando um

espaçamento de dois metros entre plantas na linha (Apêndice 1 B). Portanto, nos tratamentos foram testados os seguintes contrastes de carga de gemas, considerando em conjunto as variações de espaçamento entre plantas na linha (1 e 2m):

- Variação do número de gemas em 20 (**T1**), 30 (**T2**) e 40 (**T3**) por planta (1 m entre plantas na linha);
- Aumento no número de gemas por planta de 30 (**T2**, 1 m) para 60 (**T4**, 2 m), porém, mantendo a mesma carga de gemas por metro na fila.
- Variação apenas no espaçamento entre plantas (1 para 2 m), mas mantendo a mesma carga de gemas por planta de 40 (**T3**, 1 m) e 40 (**T5**, 2 m).

O experimento foi instalado em bloqueamento duplo, havendo três blocos no primeiro grupo, chamados de áreas (A), e cinco, no segundo grupo, chamado de blocos (B). Cada área continha nove fileiras de plantas, em que os nove tratamentos foram distribuídos, além de fileiras de bordadura. Os tratamentos foram completamente aleatorizados nas linhas de cada área. Os blocos foram ortogonais às áreas e consistiam em divisões perpendiculares às linhas, de forma a compensar as diferenças de altitude ao longo das linhas, não havendo aleatorização dos tratamentos dentro dos blocos, por questões de manejo (Apêndice 2).

As parcelas de cada tratamento, dentro de cada combinação de bloco e área foram representadas por 20 plantas, para possibilitar a realização de microvinificações. Destas, foram selecionadas aleatoriamente duas plantas em cada parcela para o acompanhamento das variáveis de crescimento, componentes de rendimento e função foliar.

Em todos estes tratamentos, nos ciclos 2013/2014 e 2014/2015 as plantas foram tratadas com Cianamida hidrogenada (Dormex 4 % p.c.), com jato dirigido

na posição das gemas um dia após a realização da poda. Além disso, estas plantas foram despontadas quando atingiram 15 folhas principais por sarmento, não sendo considerado como tratamento ou fator de variação o manejo de poda verde e os tratamentos fitossanitários, os quais seguiram os padrões adotados pela empresa.

Nos três ciclos foi feito um acompanhamento das variáveis meteorológicas, empregando-se uma estação automática, marca Campbell, modelo CR 10, programada para o registro horário (uma hora) de precipitação, temperatura e umidade. Esta estação foi instalada a 150 metros do vinhedo, nas seguintes coordenadas (30°44'53" Sul, 55°23'49" Oeste). Para a caracterização das exigências térmicas da cultivar em estudo, foi utilizado o somatório de graus dia (GD) desde a poda até a colheita. Nas seguintes equações: a.  $GD = (T_m - T_b) + (T_m - T_m)/2$ , para  $T_m > T_b$ ; b.  $GD = (T_m - T_b) + (T_m - T_m)$ , para  $T_m < T_b$ ; e c.  $GD = 0$ , para  $T_m < T_b$ , onde: GD = graus-dia;  $T_m$  = temperatura máxima diária (°C);  $T_m$  = temperatura mínima diária (°C); e  $T_b$  = temperatura base.

Ao longo de todo o ciclo vegetativo/produtivo avaliou-se a fenologia conforme descrito por Eichhorn & Lorenz (1997), sendo efetuado o registro desde a fase de gema inchada até a colheita.

Nos ciclos de 2013/2014 e 2014/2015 foi ajustado o número de gemas referentes a cada tratamento, sendo que no mês de novembro para os dois ciclos, foram contados o número de gemas brotadas, após o desenvolvimento dos sarmentos, o número de sarmentos totais e férteis/planta e o número de cachos/planta. A área foliar foi estimada utilizando a equação definida neste trabalho (capítulo 2), a partir da avaliação de todas as folhas de dois sarmentos selecionados nas plantas. A área foliar total por planta foi estimada a partir da área foliar de cada ramo, multiplicada pelo número médio de ramos por planta. A

partir destes dados foram estimados o índice de área foliar e a relação entre a área foliar total e a produção. O índice de área foliar foi estimado pela relação entre a área foliar total por planta e a área de solo ocupada por planta ( $2,8 \text{ m}^2$ ). Após a degrana das bagas de todos os cachos referente a cada tratamento, com o auxílio de um Becker com graduação de 200 mL, foi retirada uma amostra de bagas, que foi pesada numa balança digital com resolução de 0,01 g (Marte, modelo 5500). O Índice de Ravaz foi estimado pela relação entre a produção kg planta<sup>-1</sup> massa de kg planta<sup>-1</sup> (ciclo 2013/2014). A massa dos ramos podados foi obtido no mês de julho de 2014, através da pesagem do material retirado (kg planta<sup>-1</sup>) de três blocos das três áreas, totalizando 90 plantas.

Para a determinação da maturação tecnológica, em diferentes datas ao longo do período de maturação, foram coletadas 50 bagas aleatoriamente dentro de cada bloco; essa coleta foi feita retirando-se três bagas de cada cacho, sendo uma da parte superior, uma da parte média e uma da parte inferior do cacho. As amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno, armazenadas em caixas de isopor com 'sachês' de gelo eutético e conduzidas ao laboratório para análises. Inicialmente as bagas foram submetidas às avaliações físicas como: massa fresca, utilizando uma balança digital, com precisão de 0,01 g e comprimento longitudinal, utilizando paquímetro digital. Na sequência, as bagas foram amassadas manualmente dentro dos sacos de polietileno, coletando o mosto para as avaliações químicas: desse foram usados 5 mL diluído em 10 mL de água destilada, para determinar a acidez total titulável em três repetições. Na sequência, fez-se a titulação com solução alcalina de NaOH 0,1 N com indicador fenolftaleína (1 %) e o pH foi avaliado em aparelho (Orion 3-Star) calibrado com soluções tampão pH 4,0 e pH 7,0. O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi aferido com um refratômetro ótico e os resultados expressos em °Brix (Apêndice

3).

A colheita ocorreu nos ciclos de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, em 18/02, 18/02 e 08/02, respectivamente, sendo coletados todos os cachos da plantas marcadas nas áreas 1,2,3, e dos 3 blocos do experimento; após as uvas foram levadas para Bento Gonçalves e armazenadas em câmara frigorífica na Embrapa Uva e avaliadas no dia 19 de fevereiro de 2013. No laboratório, com uso de balança analítica, determinou-se o massa total dos cachos por planta.

Para avaliar o efeito dos tratamentos na qualidade dos vinhos, utilizou-se a estrutura dos laboratórios de Enoquímica, Instrumentação e Fisiologia Vegetal da Embrapa Uva e Vinho. Na colheita foram colhidos todos os cachos das plantas marcadas de cada bloco parcela, os quais foram colocados em sacos plásticos identificados e acondicionados em caixas plásticas para o transporte. Logo após a colheita, as caixas foram transportadas de Santana do Livramento para Bento Gonçalves-RS, e estocadas em câmara frigorífica a uma temperatura de 5,0 a 6,0°C até o dia seguinte, para serem processadas.

Nas avaliações das uvas colhidas, salienta-se que, além das variáveis físicas e químicas de cachos e bagas (descritas acima), foi realizada uma determinação da proporcionalidade entre película, polpa e sementes. Após a degrana, coletou-se de forma aleatória uma amostra de 20 bagas do total de cada tratamento/parcela, essas foram acondicionadas em sacos plásticos e após, pesadas em balança de precisão.

Foi retirada a polpa das películas com o auxílio de uma espátula, colocadas em papel toalha para a retirada da umidade e após foram pesadas. As sementes foram colocadas numa peneira e lavadas em água corrente para uma pré-retirada da mucilagem, após foram colocadas em um pano fazendo-se um atrito entre o pano e as sementes, para a remoção total da mucilagem (Apêndice 4).

Quanto às microvinificações, utilizou-se o mesmo protocolo de vinificação para as três safras. Antes do processamento as uvas foram pesadas, totalizando 20,0 kg, as uvas foram desengaçadas e esmagadas, em máquina de pequeno porte confeccionada em aço inoxidável. O mosto foi colocado em garrações de vidro de 20 L, adaptados com válvula de Müller e fermentado em uma sala com temperatura controlada de  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Apêndice 4, C). A seguir, adicionou-se  $\text{SO}_2$  (40 mg/L) e levedura comercial seca ativa – *Saccharomyces cerevisiae* (150 mg/L) (Apêndice 4, E, F). O período de maceração foi de cinco dias, com duas remontagens diárias. Cada microvinificação foi feita em triplicata. Uma vez concluída a fermentação alcoólica, fez-se a primeira trasfega, aproximadamente 30 dias após o esmagamento da uva. Os vinhos permaneceram nos garrações até completar a fermentação malolática, aproximadamente 45 dias após o término da fermentação alcoólica, a qual ocorreu espontaneamente. A seguir, os vinhos foram trasfegados novamente, adicionando-se mais uma dose de  $\text{SO}_2$  (50 mg/L); estabilizados a  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  por um período de dez dias; filtrados com pré-filtro de microfibras de vidro, com porosidade de  $8\text{ }\mu\text{m}$  e engarrafados. As garrafas foram fechadas com rolhas de cortiça natural e devidamente rotuladas e mantidas em sala com temperatura controlada em torno de  $18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dispostas horizontalmente sobre estrados de madeira, até o momento da realização das análises.

A retirada das amostras para estas análises foi feita na seguinte sequência: 1) imediatamente após o esmagamento da uva; 2) na descuba; 3) após a fermentação alcoólica; 4) após a fermentação malolática e 5) após a estabilização tartárica. Em cada uma das etapas avaliou-se a evolução de pH do mosto, acidez total do mosto, densidade do mosto, sólidos solúveis totais do mosto, acidez volátil do vinho ( $\text{mEq. L}^{-1}$ ), acidez total do vinho ( $\text{mEq. L}^{-1}$ ), acidez fixa do vinho, dióxido de enxofre total no vinho, porcentagem de álcool no vinho (% v/v), dióxido

de enxofre livre no vinho, açúcar redutor no vinho e pH do vinho. Todas as metodologias utilizadas nas análises físico-químicas foram de acordo com Amerine & Ough (1976). Para acidez titulável, destaca-se que foi determinada com a titulação de 5 mL de vinho com uma solução alcalina de NaOH, utilizando-se o azul de bromotimol como indicador (Usseglio-Tomasset, 1995). A determinação do pH foi realizada em pHmetro digital (marca Hanna, HI -3221). As análises de antocianinas, taninos, intensidade de cor e polifenóis totais, foram feitas conforme Ribèreau-Gayon & Stonestreet (1965), Ribèreau-Gayon & Stonestreet (1966) (Apêndice 6 C).

As análises físico-químicas foram realizadas no decorrer do processo de vinificação, estabilização e conservação do vinho, somente para acompanhamento do vinho.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas usando o teste de Tukey a 5 % de probabilidade e, também, por contrastes polinomiais, utilizando o software R (R CORE TEAM, 2015).

Para a análise sensorial dos vinhos a metodologia empregada baseou-se na Análise Descritiva Quantitativa desenvolvida por Stone & Sidel (1992). As etapas estão descritas a seguir:

Foram selecionados 15 provadores, fazendo parte desse grupo, alunos de graduação em Viticultura e Enologia do Campus IFRS de Bento Gonçalves, alunos de pós-graduação do ICTA-UFRGS e Funcionários da Embrapa Uva e Vinho, ambos com experiência prévia em degustação de vinhos. Numa primeira etapa, foram disponibilizadas amostras dos vinhos de todos os tratamentos, requerendo aos provadores que avaliassem os vinhos, fornecendo-os descritores de odores, em outra etapa, conforme os provadores haviam descritos esses

odores, foram disponibilizados os materiais anteriormente descritos (ex: cereja, chocolate, mel, framboesa, etc.).

Este teste de reconhecimento de odores teve como objetivo avaliar a capacidade de reconhecimento de odores dos candidatos e familiarizá-los com um conjunto de referências de aromas regularmente encontrados em vinhos (Behrens, 1998).

O teste de reconhecimento de gostos básicos foi realizado para verificar a capacidade dos provadores em distinguir entre os diferentes gostos. Os candidatos receberam soluções aquosas diluídas de cada gosto básico com posterior identificação de cada um dos provadores.

O levantamento dos termos descritores foi realizado utilizando-se o Método Rede, descrito por Kelly e citado por Behrens (1998). Foram servidas três amostras dos vinhos do experimento (T1, T2, T3, T4) que os provadores avaliaram aos pares, descrevendo as similaridades e diferenças entre cada par de amostras quanto à aparência, aroma, sabor e corpo. Após a avaliação, sob a supervisão do líder, os provadores discutiram os termos levantados, eliminando redundâncias, sinônimos e termos poucos citados, e então selecionaram os termos que melhor descreviam as semelhanças e diferenças entre as amostras. Em seguida, elaboraram uma lista com a definição dos termos descritivos das amostras e propuseram referências para exemplificar cada termo descritor (Stone & Sidel, 1992). Também confeccionaram a ficha de avaliação que foi utilizada no treinamento e seleção dos provadores e na avaliação das amostras

Os provadores avaliaram as amostras (T1, T2, T3, T4) em seis repetições. Os vinhos foram servidos, na temperatura ambiente (aproximadamente 18 °C), em taças. A intensidade dos atributos das amostras foi avaliada em escala não estruturada de nove, com os termos de intensidade ancorados em seus extremos.

Dos 15 provadores, três foram retirados por falta de consenso em mais de 30% dos atributos, e outros dois foram desconsiderados por não terem avaliado todas as amostras. Portanto, a equipe final contou com 10 julgadores.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute Inc., 2001). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com três causas de variação (amostra, provador, interação amostra-provador), teste de comparação de médias (Tukey) e análise de componentes principais (ACP), de acordo com Stone *et al.* (1974) e Stone & Sidel (1992).

#### **4.5 Resultados e discussão**

Nos ciclos considerados de produção (2013/2014, 2014/2015), as datas de poda foram efetuadas, respectivamente, nos dias 22/08/2013 e 13/08/2014 e a brotação plena ocorreu nos dias 23/09/2013 e 11/09/2014. Comparando-se a evolução fenológica destes dois ciclos, destaca-se que não apresentaram grandes contrastes entre si sendo a antecipação do ciclo 2014/2015 relacionada com a data de poda mais antecipada e associada também às condições meteorológicas adequadas para o processo de brotação (Figura 1A).

Com base nas condições meteorológicas destes ciclos, acredita-se que a evolução fenológica tenha sido mais rápida em relação às condições climáticas normais que ocorrem na região. Verifica-se que nestes dois ciclos as temperaturas mínimas na primavera e no verão foram superiores às médias climatológicas de Santana do Livramento, observadas de 1961 a 1990 na Estação Agroclimatológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Figura 1B, 1C).

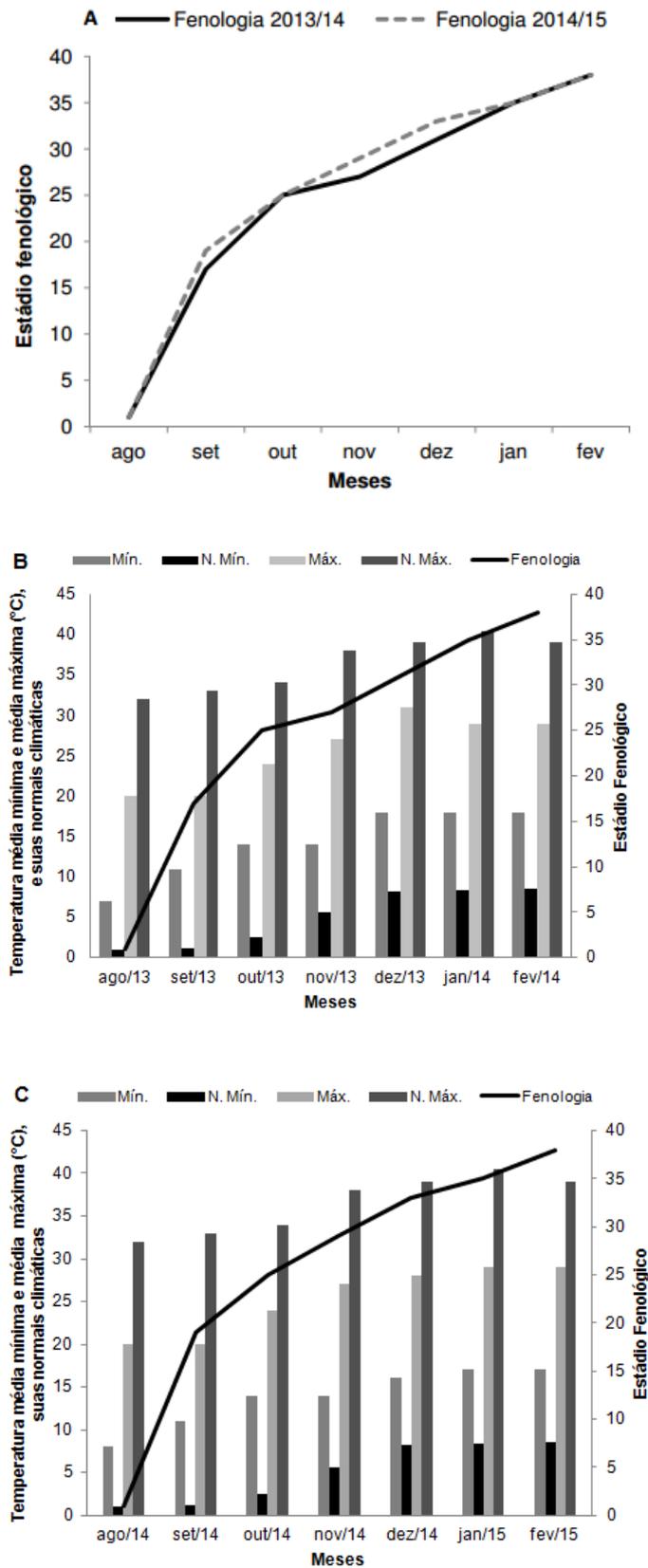


FIGURA 1. A- Evolução dos estádios fenológicos das videiras (cv. Merlot), B e C- temperatura mínima e máxima ( $^{\circ}\text{C}$ ) e suas normais, nos ciclos de 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente, na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, RS. Dados obtidos na estação meteorológica instalada na área do experimento.

Contudo, este aumento não foi observado da mesma forma na temperatura máxima, ficando em média abaixo da normal climatológica nos dois ciclos. De qualquer forma, a elevação da temperatura mínima para uma condição superior a 10 °C (em média 10,6 °C) favoreceu a soma térmica e, conseqüentemente, a taxa de crescimento destas plantas durante estes ciclos de produção (Chavarria *et al*, 2009). Além disso, destaca-se que estas temperaturas médias máximas e mínimas de ambos os ciclos se encontraram na faixa ideal para o desenvolvimento fenológico da videira, que é de 13 °C a 24 °C (Sentelhas, 1998; Dunn & Martin, 2000; Petrie & Clingeleffer, 2005).

#### **4.5.1 Componentes de rendimento**

Nos tratamentos que estabeleceram o contraste de carga de gemas planta<sup>-1</sup> e sem variação do espaçamento (T1, T2 e T3), destaca-se que no ciclo 2013/2014 não se obteve o ajuste esperado de 20, 30 e 40 gemas planta<sup>-1</sup>, ficando apenas 17, 21 e 27 gemas, respectivamente. Esse problema ocorreu por falhas de brotação do ciclo anterior e, conseqüentemente, deficiência na carga de gemas por planta no momento da poda. Esse mesmo fato também ocorreu nos demais contrastes, sendo que onde se projetou o dobro da carga de gemas por planta com a variação do espaçamento, que seria de 30 gemas planta<sup>-1</sup> (1 m, T2) X 60 gemas planta<sup>-1</sup> (2 m, T4), se obteve apenas 21,5 e 38 gemas planta<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 1). Além disso, quando se previu a mesma carga de gemas planta<sup>-1</sup>, mas se variou o espaçamento, com 40 gemas planta<sup>-1</sup> (1 m, T3) X 40 gemas planta<sup>-1</sup> (2 m, T5), o número de gemas foi de 26 e 34 gemas planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Considerando a semelhança em número de gemas por planta, no ciclo 2013/2014, este último contraste (T3 x T5) serviu de repetição para o contraste T2xT4 nas demais avaliações.

Em contrapartida, no ciclo 2014/2015 o ajuste de carga de gemas planta<sup>-1</sup> ocorreu mais próximo do que havia sido previsto nos respectivos tratamentos (Tabela 1). Para o contraste de gemas no espaçamento simples (20 x 30 x 40 g), obteve-se 25,3, 37,4 e 44,2, enquanto no contraste de gemas com espaçamento duplo (30 x 60 g), atingiu-se 37,4 e 68,1, respectivamente. Além disso, no contraste de espaçamento com a mesma carga de gemas (40x40), conseguiu-se 41,2 e 40,5, respectivamente (Tabela 1).

TABELA 1. Variáveis do crescimento vegetativo-produtivo conforme os contrastes de tratamentos de número de gemas e espaçamento entre plantas, em um vinhedo da cv. Merlot. Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, nos ciclos de 2013/2014 e 2014/2015.

	Espaçamento/Carga de gemas						
	(T1) 20 gemas m <sup>-1</sup>	(T2) 30 gemas m <sup>-1</sup>	(T3) 40 gemas m <sup>-1</sup>	(T2) 30 gemas m <sup>-1</sup>	(T4) 60 gemas 2m <sup>-1</sup>	(T3) 40 gemas m <sup>-1</sup>	(T5) 40 gemas 2m <sup>-1</sup>
<b>Ciclo 2013/2014</b>							
Número de gemas por planta	19,40 b	21,50 b	26,00 a	21,50 b	38,00 a	26,00 b	34,00 a
Número de sarmentos por planta	21,77 <sup>ns</sup>	25,22 <sup>ns</sup>	24,11 <sup>ns</sup>	25,22 <sup>ns</sup>	34,66 <sup>ns</sup>	24,11 <sup>ns</sup>	33,33 <sup>ns</sup>
(%) de sarmentos produtivos/planta	70,77 <sup>ns</sup>	76,46 <sup>ns</sup>	73,26 <sup>ns</sup>	76,46 <sup>ns</sup>	76,03 <sup>ns</sup>	73,26 <sup>ns</sup>	76,68 <sup>ns</sup>
Número de cachos por planta	19,88 <sup>ns</sup>	23,66 <sup>ns</sup>	25,50 <sup>ns</sup>	23,66 <sup>ns</sup>	35,00 <sup>ns</sup>	26,55 <sup>ns</sup>	31,44 <sup>ns</sup>
Número médio de bagas por cacho (g)	73,59 <sup>ns</sup>	73,28 <sup>ns</sup>	79,43 <sup>ns</sup>	73,28 <sup>ns</sup>	86,45 <sup>ns</sup>	79,43 <sup>ns</sup>	90,72 <sup>ns</sup>
Massa média das bagas (g)	1,63 <sup>ns</sup>	1,71 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>	1,71 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>
Proporção película/polpa	0,42 a	0,34 b	0,35 ab	0,34 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>
Produção (kg planta <sup>-1</sup> )	2,45 <sup>ns</sup>	3,06 <sup>ns</sup>	3,45 <sup>ns</sup>	3,06 b	4,97 a	3,45 b	4,6 a
Área foliar (m <sup>2</sup> /planta)	4,04 <sup>ns</sup>	4,85 <sup>ns</sup>	4,62 <sup>ns</sup>	4,85 <sup>ns</sup>	6,61 <sup>ns</sup>	4,62 <sup>ns</sup>	5,22 <sup>ns</sup>
Área foliar (m <sup>2</sup> /kg de uva)	1,87 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	1,86 <sup>ns</sup>
Índice de área foliar (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> de área)	1,44 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>	1,65 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	1,65 a	0,93 b
Índice de ravaz	10,00 b	14,80 ab	17,53 a	14,80 b	21,70 a	17,50 <sup>ns</sup>	18,30 <sup>ns</sup>
<b>Ciclo 2014/2015</b>							
Número de gemas por planta	25,30 c	37,40 b	44,20 a	37,40 b	68,10 a	41,20 <sup>ns</sup>	40,50 <sup>ns</sup>
Número de sarmentos por planta	28,66 b	35,77 a	37,66 a	35,77 b	58,88 a	37,66 b	50,88 a
(%) de sarmentos produtivos/planta	77,85 <sup>ns</sup>	72,95 <sup>ns</sup>	70,11 <sup>ns</sup>	72,95 <sup>ns</sup>	75,03	70,11 <sup>ns</sup>	70,39 <sup>ns</sup>
Número de cachos por planta	36,77 <sup>ns</sup>	41,50 <sup>ns</sup>	39,25 <sup>ns</sup>	41,5 b	55,22 a	39,25 b	59,00 a
Número médio de bagas por cacho (g)	76,17 <sup>ns</sup>	81,94 <sup>ns</sup>	78,08 <sup>ns</sup>	81,94 <sup>ns</sup>	88,22 <sup>ns</sup>	78,08 <sup>ns</sup>	93,72 <sup>ns</sup>
Massa média das bagas (g)	1,52 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	1,32 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	1,32 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>
Proporção película/polpa	0,24 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>
Produção (kg planta <sup>-1</sup> )	3,73 <sup>ns</sup>	3,45 <sup>ns</sup>	3,55 <sup>ns</sup>	3,45 b	4,87 a	3,55 b	5,37 a
Área foliar (m <sup>2</sup> /planta)	5,63 <sup>ns</sup>	4,77 <sup>ns</sup>	4,77 <sup>ns</sup>	4,77 b	7,1 a	4,77 <sup>ns</sup>	6,10 <sup>ns</sup>
Área foliar (m <sup>2</sup> /kg de uva)	1,57 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>
Índice de área foliar (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> de área)	2,00 <sup>ns</sup>	1,71 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	1,70 a	1,28 b	1,70 a	1,09b

Médias seguidas de mesma letra, na linha para cada variável e dentro de cada contraste de tratamento, não diferem entre si pelo teste de tukey, ao nível de (p<0,05) de probabilidade de erro e <sup>ns</sup> não significativo.

Quando se analisa o número de sarmentos por planta, destaca-se que os contrastes de carga de gemas foram minimizados e não se observou diferenças significativas nesta variável no ciclo 2013/2014 (Tabela 1). A semelhança está relacionada às pequenas variações de carga de gemas proporcionadas neste ciclo e também à variabilidade de brotação, que normalmente ocorre entre plantas no campo. Quando se relaciona o número de sarmentos férteis/número de gemas, pode-se perceber que há uma tendência de redução linear na proporção de sarmentos/gema com o aumento do número de gemas planta<sup>-1</sup> (Figura 2A). O único tratamento que fugiu desta tendência foi o T1, salientando que a redução mais drástica no número de gemas pode reduzir também a proporção de sarmentos férteis por planta.

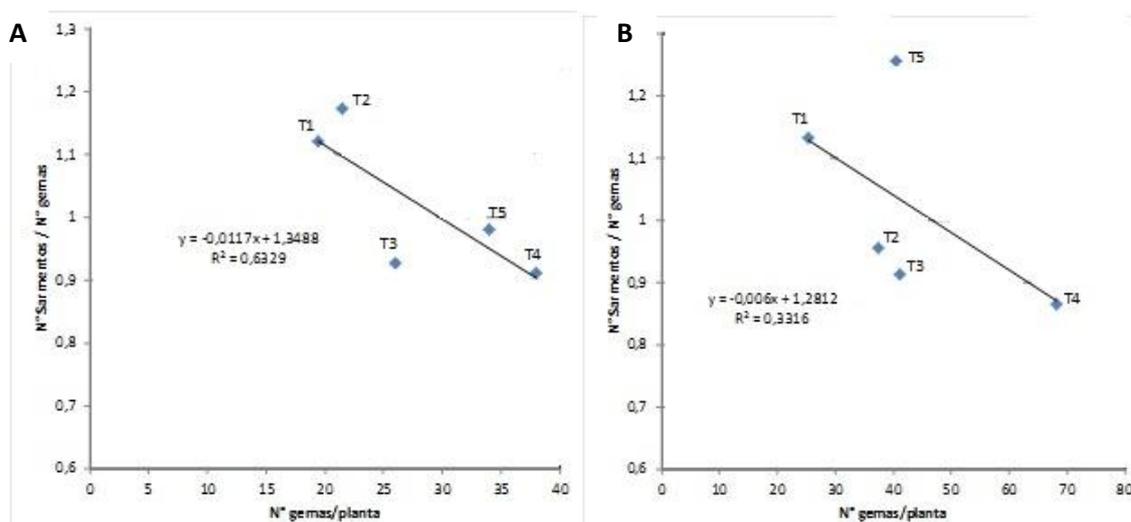


FIGURA 2. Proporção de sarmentos férteis em relação carga de gemas deixada por planta na poda dos ciclos 2013/14 (A) e 2014/15 (B). Vinhedo 'Merlot'/SO4 Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS. Para maiores detalhes dos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, consulte a Tabela 1.

Em 2014/2015, percebe-se uma maior significância nas diferenças do número de sarmentos/planta entre os contrastes de tratamentos, principalmente naqueles com maiores diferenças de carga de gemas (Tabela 1). Na análise da

relação  $N^{\circ}$  sarmentos férteis/ $N^{\circ}$  gemas, destaca-se que nos tratamentos de variação de carga de gemas no espaçamento simples há uma maior tendência de redução linear nesta proporção com o aumento da carga de gemas, como observado no ciclo anterior (Figura 2B). Contudo, quando se analisa os tratamentos com espaçamento duplo, verifica-se que esta proporção de ramos férteis não segue a mesma lógica, principalmente no T5. Confrontando-se os tratamentos T1 e T5, ambos foram de redução na carga de gemas, porém o T5 foi executado em plantas com maior espaçamento e, possivelmente, com maior desenvolvimento individual de raízes. Esta maior proporção de raízes pode contribuir com a maior fertilidade de gemas por planta e isto está associado a maior disponibilidade de citocininas durante a diferenciação de gemas no ciclo anterior (Srnivasan & Mullins, 1979; Rives, 2000; Hunter e Volschenk, 2001). Portanto, apesar do maior número de brotações em relação à carga de gemas, as plantas no T5 não tiveram redução no percentual de sarmentos produtivos/planta (70,39%), que foi similar aos demais tratamentos (Tabela 1). No ciclo anterior (2013/2014), a proporção de sarmentos produtivos também foi similar entre os tratamentos, portanto, uma característica não alterada pelas condições experimentais adotadas neste trabalho e, possivelmente associada às respostas deste genótipo às condições edafoclimáticas e ao porta-enxerto adotado (Rives, 2000). Diante deste conjunto de fatos, novamente neste ciclo 2014/2015, o contraste T3 x T5 apresenta-se como uma repetição do contraste T2 x T4 para as demais análises deste trabalho, pelas similaridades que apresentaram.

Detalhando-se os componentes de rendimento, em ambos os ciclos 2013/2014 e 2014/2015 apenas os contrastes com espaçamento duplo (T2 x T4 e T3 x T5) apresentaram diferenças significativas em produção (Tabela 1). Apesar disso, no ciclo 2013/2014 os demais componentes foram similares, atingindo, na

média geral, 26,53 cachos/planta, com 79,45 bagas/cacho e massa individual de 1,62 g. No ciclo 2014/2015 já se observou uma diferença significativa no número de cachos por plantas nos contrastes de espaçamento duplo e que ajudam a explicar as diferenças de produção no final do ciclo. Neste último ciclo, as demais variáveis de rendimento também foram similares, atingindo um número de bagas/cacho de 83,63 e um massamédia de bagas de 1,29 g. Portanto, o número de bagas/cacho e o massamédia de bagas não foram alterados, independente do ciclo e dos tratamentos adotados (Tabela 1), ficando estes valores dentro do esperado para a cultivar Merlot (Rizzon & Miele, 2003).

De acordo com a literatura, com o aumento na carga de gemas há um impacto sobre o crescimento vegetativo (Smart *et al.*, 1990). Contudo, com base nestes resultados, observa-se que o impacto não se manifesta sobre as dimensões das bagas, permanecendo a mesma massa individual em todas as condições de tratamento e ciclos de produção. A única observação significativa nas características físicas das bagas ocorreu na proporção de película/polpa no T1 (2013/2014), indicando uma maior proporção de película com a redução mais drástica na carga de gemas. Apesar deste resultado, no ciclo seguinte nenhum tratamento proporcionou esta variação, mesmo nas condições mais extremas de carga de gemas, com os espaçamentos duplos.

#### **4.5.2 Superfície foliar e vigor**

Em todos os ciclos e nos diferentes tratamentos, adotou-se como um manejo padrão o desponte das plantas quando os sarmentos atingissem 15 folhas totalmente desenvolvidas. Esse manejo foi adotado, em função de outros trabalhos que recomendam um limite mínimo de 12 folhas/sarmento (Poni, 2003) ou de 14 a 16 folhas por sarmento (Valdivieso, 2005), para possibilitar

condições fotossintéticas mínimas e que não comprometam a maturação das bagas. Em função deste manejo, obteve-se uma similaridade de área foliar, sendo em média 4,78 m<sup>2</sup>/planta nos espaçamentos simples e 6,26 m<sup>2</sup>/planta nos espaçamentos duplos (Tabela 1). Em 2013/2014, apesar deste contraste de área, não se observou diferenças significativas nesta variável. Entretanto, em 2014/2015, no contraste T2 x T4 houve uma diferença significativa de área, o que está diretamente associado ao contraste no número de gemas e ramos que estas plantas apresentaram. No contraste T3 x T5, apesar da diferença de 4,77 e 6,1 m<sup>2</sup>/planta não houve significância, em função, possivelmente, da maior variabilidade entre plantas nestes tratamentos.

Quando se confronta esses dados de área foliar com a produção, não houve nenhuma diferença entre tratamentos dentro de cada ciclo, ficando em média 1,62 m<sup>2</sup>/kg e 1,42 m<sup>2</sup>/kg, respectivamente para os ciclos 2013/2014 e 2014/2015 (Tabela 1). Esta variação entre ciclos, apesar de pequena, já reflete em parte uma redução no vigor vegetativo destas plantas no último ciclo. Entretanto, esses limites de proporção foliar estão dentro da faixa 0,8 a 2,0 m<sup>2</sup>/kg, recomendada para a videira apresentar índices adequados de qualidade enológica (Kliewer & Dokoozlian, 2005). Além disso, cabe salientar que os tratamentos com espaçamento duplo e maior carga de gemas planta<sup>-1</sup> (T4 e T5) proporcionaram uma redução significativa no índice de área foliar, principalmente no ciclo 2014/2015, o que caracteriza uma redução no crescimento vegetativo destas plantas.

Na caracterização do vigor das plantas, até o momento da entrega deste trabalho não foi possível incluir os dados de Índice de Ravaz do último ciclo, mas que será considerado nas futuras publicações. De qualquer forma, destaca-se que no primeiro ciclo já foi possível obter incrementos significativos no índice,

principalmente com o aumento da carga de gemas nos espaçamentos simples (T1 x T2 x T3) e mais evidente no espaçamento duplo (T2 x T4) (Tabela 1). Este resultado claramente evidencia uma redução de vigor com o aumento da carga de gemas, conforme já salientado por outros autores (Smart *et al.*, 1990; Keller, 2010). Cabe destacar ainda que estas videiras já se apresentavam com vigor reduzido, uma vez que o menor Índice de Ravaz (10), já está no limite superior da faixa ideal da escala, que é 5 a 10 kg de uva/kg de poda (Vasconcelos & Castagnoli, 2000; Kliewer & Dokoozlian, 2005; Santos, 2006). Com base apenas nestes resultados pode-se supor que as plantas estavam com excesso de produção e a carga de gemas deve ser ajustada para limites inferiores a 20 gemas por planta. Contudo, destaca-se que somente nas plantas com maior carga de gemas e espaçamento duplo (T4 e T5) foi possível observar a paralização do crescimento apical após a mudança de cor *ouvéraison*, não havendo necessidade de despontes. Esta é considerada uma das respostas desejáveis da viticultura de qualidade, pois está associada ao equilíbrio da planta e ao fluxo principal de fotoassimilados para a uva, em detrimento do crescimento vegetativo (Smart *et al.*, 1990; Jackson & Lombard, 1993; Ollat & Gaudillère, 2000; Gil & Pszczółkowski, 2007). Portanto, apesar de existir a faixa de 5 a 10 como referência, possivelmente estes limites possam ser variáveis em função da combinação genótipo X ambiente.

#### **4.5.3 Maturação tecnológica da uva**

Na maturação tecnológica, na maioria dos contrastes e ciclos de produção não se observou diferenças significativas das variáveis (Tabela 2). Em ambos os ciclos, a colheita foi efetuada quando a uva atingiu em média 20 °Brix; 3,55 pH; 40 mEq. L<sup>-1</sup> de acidez total titulável (ATT). De modo geral, esse nível de maturação

foi superior aos obtidos na Serra Gaúcha com a uva 'Merlot', onde é colhida em média com 18,4 °Brix (Rizzon & Miele, 2003). No ciclo 2013/2014, a única diferença observada foi na ATT nos contrastes T2 x T4 e T3 x T5 no momento da colheita, mas os valores ficaram muito próximos da média geral dos tratamentos. Em 2014/2015, também ocorreu uma diferença de °Brix no início da maturação e na ATT no meio da maturação, apenas no contraste T1 x T2 x T3, mas também com resultados próximos da média geral e, portanto, desprezíveis. Estes resultados, de certo modo, fogem do padrão esperado e salientam a necessidade de um maior número de repetições para que se possa salientar o efeito mínimo da carga de gemas sobre estas variáveis. Segundo a literatura, com o aumento da carga de gemas pode haver um incremento nos níveis de maturação, mas esse incremento tem um limite e na condição extrema de produção há uma redução da maturação (Palanichamy *et al.*, 2004; Fawzi *et al.*, 2010).

Na análise mais detalhada dos dados de acidez total, cabe destacar que em outras regiões tem sido preconizado como ideal a faixa entre 60 e 90 mEq. L<sup>-1</sup>, para não comprometer a estabilidade dos vinhos (Rizzon *et al.*, 2003). Portanto, neste trabalho houve uma redução mais acentuada desta variável e em nenhuma condição se atingiu estes limites, o que salienta a necessidade de correção da acidez no momento da vinificação. Esse é um resultado que pode ser associado às temperaturas mais elevadas da região da Campanha Gaúcha, pois estas aceleram o crescimento e o amadurecimento e resultam em bagas com maior teor de sólidos solúveis, elevado pH e baixa acidez (Jackson & Lombard, 1993; Conde *et al.*, 2007).

TABELA 2. Evolução da maturação tecnológica, conforme o número de gemas adotadas e espaçamento, para a cv. Merlot, cultivada na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, nos ciclos de 2013/2014 e 2014/2015.

Variáveis	Tratamentos	(T1)	(T2)	(T3)	(T2)	(T4)	(T3)	(T5)
		20 gemas m <sup>-1</sup>	30 gemas m <sup>-1</sup>	40 gemas m <sup>-1</sup>	30 gemas m <sup>-1</sup>	60 gemas 2m <sup>-1</sup>	40 gemas m <sup>-1</sup>	40 gemas 2m <sup>-1</sup>
<b>Ciclo 2013/2014</b>								
°Brix	13/01/2014	14,63 <sup>ns</sup>	14,23 <sup>ns</sup>	13,36 <sup>ns</sup>	14,28 <sup>ns</sup>	14,05 <sup>ns</sup>	13,36 <sup>ns</sup>	14,1 <sup>ns</sup>
	27/01/2014	18,28 <sup>ns</sup>	17,63 <sup>ns</sup>	14,41 <sup>ns</sup>	17,63 <sup>ns</sup>	17,23 <sup>ns</sup>	17,41 <sup>ns</sup>	17,35 <sup>ns</sup>
	11/02/2014	19,83 <sup>ns</sup>	19,4 <sup>ns</sup>	18,9 <sup>ns</sup>	19,4 <sup>ns</sup>	18,98 <sup>ns</sup>	18,9 <sup>ns</sup>	18,91 <sup>ns</sup>
	18/02/2014	20,17 <sup>ns</sup>	19,87 <sup>ns</sup>	19,31 <sup>ns</sup>	19,87 <sup>ns</sup>	19,37 <sup>ns</sup>	19,31 <sup>ns</sup>	20,02 <sup>ns</sup>
pH	13/01/2014	2,81 <sup>ns</sup>	2,82 <sup>ns</sup>	2,77 <sup>ns</sup>	2,81 <sup>ns</sup>	2,82	2,77 <sup>ns</sup>	2,8 <sup>ns</sup>
	27/01/2014	3,24 <sup>ns</sup>	3,24 <sup>ns</sup>	3,25 <sup>ns</sup>	3,18 <sup>ns</sup>	3,25	3,24 <sup>ns</sup>	3,22 <sup>ns</sup>
	11/02/2014	3,40 <sup>ns</sup>	3,37 <sup>ns</sup>	3,32 <sup>ns</sup>	3,32 <sup>ns</sup>	3,33	3,37 <sup>ns</sup>	3,29 <sup>ns</sup>
	18/02/2014	3,53 <sup>ns</sup>	3,56 <sup>ns</sup>	3,58 <sup>ns</sup>	3,56 <sup>ns</sup>	3,53	3,58 <sup>ns</sup>	3,54 <sup>ns</sup>
Acidez titulável	13/01/2014	170,77 <sup>ns</sup>	163,66 <sup>ns</sup>	183,55 <sup>ns</sup>	163,55 <sup>ns</sup>	155,17 <sup>ns</sup>	183,55 <sup>ns</sup>	166,55 <sup>ns</sup>
	27/01/2014	76,43 <sup>ns</sup>	72,55 <sup>ns</sup>	72,90 <sup>ns</sup>	72,56 <sup>ns</sup>	71,36 <sup>ns</sup>	72,90 <sup>ns</sup>	72,84 <sup>ns</sup>
	11/02/2014	49,83 <sup>ns</sup>	51,64 <sup>ns</sup>	52,32 <sup>ns</sup>	51,64 <sup>ns</sup>	50,02 <sup>ns</sup>	49,90 <sup>ns</sup>	52,32 <sup>ns</sup>
	18/02/2014	43,15 <sup>ns</sup>	38,42 <sup>ns</sup>	33,58 <sup>ns</sup>	38,42 a	34,07 b	33,58 b	36,33 a
<b>Ciclo 2014/2015</b>								
°Brix	19/01/2015	13,7 a	12,85 b	12,7 b	12,85 <sup>ns</sup>	11,88 <sup>ns</sup>	12,7 <sup>ns</sup>	12,55 <sup>ns</sup>
	02/02/2015	16,75 <sup>ns</sup>	15,53 <sup>ns</sup>	15,85 <sup>ns</sup>	15,53 <sup>ns</sup>	15,28 <sup>ns</sup>	15,85 <sup>ns</sup>	15,18 <sup>ns</sup>
	09/02/2015	20,17 <sup>ns</sup>	19,62 <sup>ns</sup>	19,67 <sup>ns</sup>	19,62 <sup>ns</sup>	19,22 <sup>ns</sup>	19,67 <sup>ns</sup>	19,46 <sup>ns</sup>
pH	19/01/2015	2,98 <sup>ns</sup>	2,97 <sup>ns</sup>	2,97 <sup>ns</sup>	2,97 <sup>ns</sup>	2,97 <sup>ns</sup>	2,97 <sup>ns</sup>	2,96 <sup>ns</sup>
	02/02/2015	3,31 <sup>ns</sup>	3,28 <sup>ns</sup>	3,29 <sup>ns</sup>	3,28 <sup>ns</sup>	3,29 <sup>ns</sup>	3,29 <sup>ns</sup>	3,29 <sup>ns</sup>
	09/02/2015	3,56 <sup>ns</sup>	3,61 <sup>ns</sup>	3,6 <sup>ns</sup>	3,61 <sup>ns</sup>	3,58 <sup>ns</sup>	3,60 <sup>ns</sup>	3,54 <sup>ns</sup>
Acidez titulável	19/01/2015	137,73 <sup>ns</sup>	137,39 <sup>ns</sup>	140,26 <sup>ns</sup>	137,39 <sup>ns</sup>	134,99 <sup>ns</sup>	140,26 <sup>ns</sup>	132,53 <sup>ns</sup>
	02/02/2015	82,74 ab	79,24 b	92,84 a	79,24 <sup>ns</sup>	77,56 <sup>ns</sup>	92,84 <sup>ns</sup>	80,06 <sup>ns</sup>
	09/02/2015	45,90 <sup>ns</sup>	43,90 <sup>ns</sup>	45,71 <sup>ns</sup>	43,90 <sup>ns</sup>	43,09 <sup>ns</sup>	45,71 <sup>ns</sup>	43,29 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de mesma letra, na linha para cada variável e dentro de cada contraste de tratamento, não diferem entre si pelo teste de tukey, ao nível de (p<0,05) de probabilidade de erro e <sup>ns</sup> não significativo.

Esta mesma lógica discutida para ATT também pode ser considerada para os resultados de pH. De modo geral, o valor médio observado nos dois ciclos (3,57) também pode ser considerado alto, mas ainda dentro da faixa ideal de 3,2 a 4,0. Quando mais baixo for o pH do mosto, maior será a garantia de resistência do vinho à infecção bacteriana e maior será sua estabilidade físico-química, amplamente relacionada com a solubilidade dos sais tartáricos (Aerny, 1985; Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006).

#### **4.5.4 Características físico-químicas do vinho**

Na caracterização físico-química dos vinhos provenientes dos diferentes tratamentos de cargas de gemas por planta, não se observou nenhuma diferença significativa entre as variáveis analisadas (Tabela 3). Destaca-se que todas estão dentro dos parâmetros definidos na legislação brasileira, principalmente a acidez total e volátil, que segundo UVIBRA (2010) devem conter de 55,0 mEq. L<sup>-1</sup> e teor máximo de 130,0 mEq. L<sup>-1</sup> de acidez total e 20,0 mEq. L<sup>-1</sup> de acidez volátil. Além disso, destaca-se que o valor médio do pH ficou em 3,57, o qual garante resistência às contaminações bacterianas e à estabilidade de compostos fenólicos (Guerra, 1998). Para a porcentagem de álcool nos vinhos, todos ficaram acima de 12 % significando vinhos com mais poder de longevidade e conservação, tendo em vista que o álcool possui efeito antisséptico em relação às leveduras favorecendo as precipitações tartáricas, que provem da reação do ácido tartárico com o potássio e com cálcio (Rizzon & Miele, 2004).

TABELA 3. Álcool (% v/v), pH, acidez total (mEq.L<sup>-1</sup>), acidez fixa (mEq.L<sup>-1</sup>), acidez volátil (mEq. L<sup>-1</sup>), extrato seco (g. L<sup>-1</sup>), taninos (g. L<sup>-1</sup>), antocianinas (mg. L<sup>-1</sup>), polifenóis (mg. L<sup>-1</sup>) e cor WL 520nm), conforme a carga degemas adotadas e espaçamento, para a cv. Merlot, cultivada na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, nos ciclos de 2013/2014 e 2014/2015.

Substâncias nos vinhos	(T1) 20 gemas m <sup>-1</sup>	(T2) 30 gemas m <sup>-1</sup>	(T3) 40 gemas m <sup>-1</sup>	(T2) 30 gemas m <sup>-1</sup>	(T4) 60 gemas 2m <sup>-1</sup>	(T3) 40 gemas m <sup>-1</sup>	(T5) 40 gemas 2m <sup>-1</sup>
<b>Ciclo 2013/2014</b>							
Álcool (% v/v)	12,62 <sup>ns</sup>	12,77 <sup>ns</sup>	12,78 <sup>ns</sup>	12,78 <sup>ns</sup>	12,88 <sup>ns</sup>	12,23 <sup>ns</sup>	12,62 <sup>ns</sup>
pH	3,52 <sup>ns</sup>	3,47 <sup>ns</sup>	3,47 <sup>ns</sup>	3,47 <sup>ns</sup>	3,34 <sup>ns</sup>	3,39 <sup>ns</sup>	3,48 <sup>ns</sup>
Extrato seco (g. L <sup>-1</sup> )	23,65 <sup>ns</sup>	23,8 <sup>ns</sup>	22,8 <sup>ns</sup>	23,6 <sup>ns</sup>	22,77 <sup>ns</sup>	22,12 <sup>ns</sup>	22,82 <sup>ns</sup>
Acidez total (mEq. L <sup>-1</sup> )	88,51 <sup>ns</sup>	85,2 <sup>ns</sup>	81,51 <sup>ns</sup>	85,26 <sup>ns</sup>	89,5 <sup>ns</sup>	81,51 <sup>ns</sup>	63,15 <sup>ns</sup>
Acidez fixa (mEq. L <sup>-1</sup> )	78,98 <sup>ns</sup>	69,67 <sup>ns</sup>	67,50 <sup>ns</sup>	69,74 <sup>ns</sup>	75,45 <sup>ns</sup>	67,50 <sup>ns</sup>	73,87 <sup>ns</sup>
Acidez volátil (mEq. L <sup>-1</sup> )	8,92 <sup>ns</sup>	9,18 <sup>ns</sup>	9,11 <sup>ns</sup>	7,07 <sup>ns</sup>	9,18 <sup>ns</sup>	9,11 <sup>ns</sup>	7,22 <sup>ns</sup>
Taninos (g. L <sup>-1</sup> )	1,54 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>
Antocianinas (mg. L <sup>-1</sup> )	161,21 <sup>ns</sup>	180,42 <sup>ns</sup>	225,62 <sup>ns</sup>	204,67 <sup>ns</sup>	225,62 <sup>ns</sup>	206,8 <sup>ns</sup>	180,4 <sup>ns</sup>
Polifenóis (mg. L <sup>-1</sup> )	47,30 <sup>ns</sup>	51,75 <sup>ns</sup>	46,05 <sup>ns</sup>	51,75 <sup>ns</sup>	45,85 <sup>ns</sup>	46,05 <sup>ns</sup>	51,10 <sup>ns</sup>
Cor WL 520 (nm)	0,40 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de mesma letra, na linha para cada variável e dentro de cada contraste de tratamento, não diferem entre si pelo teste de tukey, ao nível de (p<0,05) de probabilidade de erro e <sup>ns</sup> não significativo

Apesar de não haver diferenças significativas ao avaliar os vinho produzido, independente de qualquer tratamento, ficou muito baixo do ideal em termos de antocianinas e índice de polifenóis totais e taninos.

#### **4.5.5 Análise sensorial do vinho**

Esta análise, assim como as demais variáveis consideradas neste trabalho, foi estruturada com base nos três contrastes de tratamentos de carga de gemas. Os resultados também são focados, assim como descrito anteriormente, apenas na avaliação dos vinhos da safra 2013/2014. De modo geral, os vinhos obtidos nesta safra foram muito similares, conforme já salientado pelos resultados das análises físico-químicas (Tabela 3). Contudo, nesta avaliação sensorial do tipo descritiva quantitativa (ADQ), que considera em conjunto os atributos visuais, olfativos e gustativos (Lesschaeve, 2007; Ebeler & Thorngate, 2009), foi possível evidenciar com muita distinção os efeitos dos tratamentos. Esta maior sensibilidade, além da capacidade dos degustadores, pode ser também atribuída ao delineamento adotado para essa avaliação. Ou seja, cada avaliador degustou seis vezes a mesma amostra e em diferentes contrastes com outras amostras. Deste modo, eliminou-se com facilidade qualquer interferência ou erro de julgamento de cada indivíduo sobre o resultado final das amostras.

Inicialmente, detalhando o contraste de gemas no espaçamento simples (T1 x T2 x T3), evidencia-se que a pequena redução no número de gemas de 26 para 19 por planta neste ciclo 2013/2014 já favoreceu a qualidade do vinho. Na menor carga de gemas (T1), os atributos de intensidade de cor total, a intensidade de cor púrpura-vermelha e a intensidade aromática (frutas vermelhas) foram mais elevados, em comparação às cargas de 21 (T2) e 26 (T3) gemas (Figura 3). Além disso, as condições fisiológicas da maturação da uva em T1

favoreceram também a redução de aromas indesejáveis, defeitos em boca e a maior persistência e corpo do vinho. Este favorecimento na qualidade enológica com a redução na carga de gemas pode estar associado a uma melhor proporção de área foliar por fruto ( $m^2/kg$ ) (Kliewer & Dokoozlian, 2005, Zoecklein *et al.*, 2008), apesar desta variável não ter tido diferença significativa com os demais tratamentos. Entretanto, cabe salientar que, apesar deste benefício, as plantas com esta menor carga de gemas foram mais vigorosas em crescimento vegetativo, o que exige maior cuidado de poda verde e organização do dossel. De acordo com Keller (2010), quando a planta não está em pleno equilíbrio vegetativo/productivo a bioquímica de maturação da uva é influenciada e o potencial de qualidade enológica pode ser comprometido. Portanto, apesar deste benefício, a estratégia de redução de carga para o incremento de qualidade.

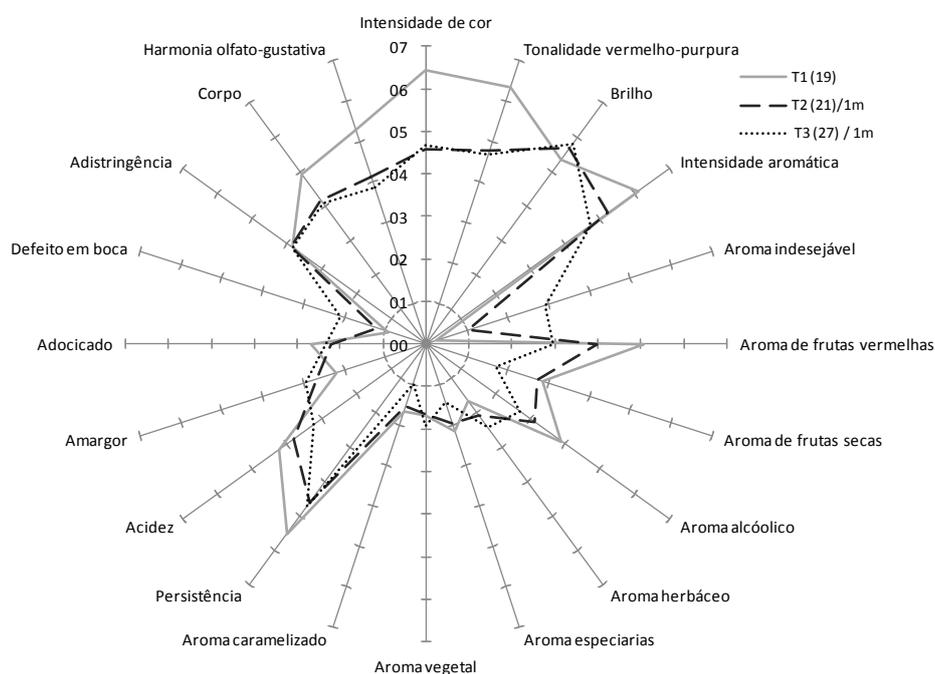


FIGURA 3. Atribuídos sensoriais avaliados em vinhos 'Merlot', de plantas com diferentes cargas de gemas planta<sup>-1</sup> no espaçamento simples (20, 30 e 40 gp) cultivadas, na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, nos ciclos de 2013/2014.

Considerando os contrastes com variações de espaçamento e cargas de gemas (T2 x T4 e T3 x T5), os quais se apresentaram de modo similar em cargas de gemas neste ciclo 2013/2014, observaram variações qualitativas similares (Figuras 4 e 5). De modo geral, os tratamentos com maior espaçamento e, conseqüentemente, maior carga de gemas por planta (T4 e T5) foram os que promoveram os melhores incrementos nos atributos de qualidade enológica que foram detectados na avaliação sensorial. Para esses dois tratamentos houve um aumento significativo, principalmente para a intensidade e tonalidade de cor púrpura-vermelha, seguido de maiores valores de corpo, persistência em boca e aroma de frutas vermelhas.

Quando se alterou apenas a carga de gemas planta<sup>-1</sup> no espaçamento simples (20, 30 e 40 gp), os atributos aromáticos foram os que mais adequadamente permitiram diferenciar os vinhos resultantes de uvas colhidas das plantas desses tratamentos. Observou-se que o T1 obteve os maiores e melhores atributos sensoriais, destacando-se principalmente pela intensidade de cor, tonalidade vermelho púrpura, intensidade aromática, aroma de frutas vermelhas, persistência e corpo; verifica-se também para esse tratamento que os atributos indesejáveis com amargor, defeito na boca adstringência diminuíram. À medida que se aumentou a carga de gemas (T3) houve redução nos atributos sensoriais característicos de um vinho de alta qualidade enológica, aumentando principalmente, os aromas vegetais, amargor e defeito na boca. Esse efeito pode ser atribuído ao maior volume e densidade do dossel desse tratamento. Zoecklein *et al.* (2008) estudando a variedade Viognier, observaram efeito significativo da relação área foliar/produção sobre os atributos sensoriais dos vinhos, principalmente os aromáticos. Falcão *et al.* (2007) descreveram a correlação entre a concentração de compostos aromáticos, dentre eles as metoxipirazinas e a

intensidade de aromas vegetais detectadas nos vinhos. Hashizume & Samuta (1999) observaram que a concentração destes compostos é elevada durante a formação das bagas e com a evolução da maturação evidencia-se um declínio progressivo, sob condições de adequada exposição à luz solar e através da retirada das folhas na região dos cachos.

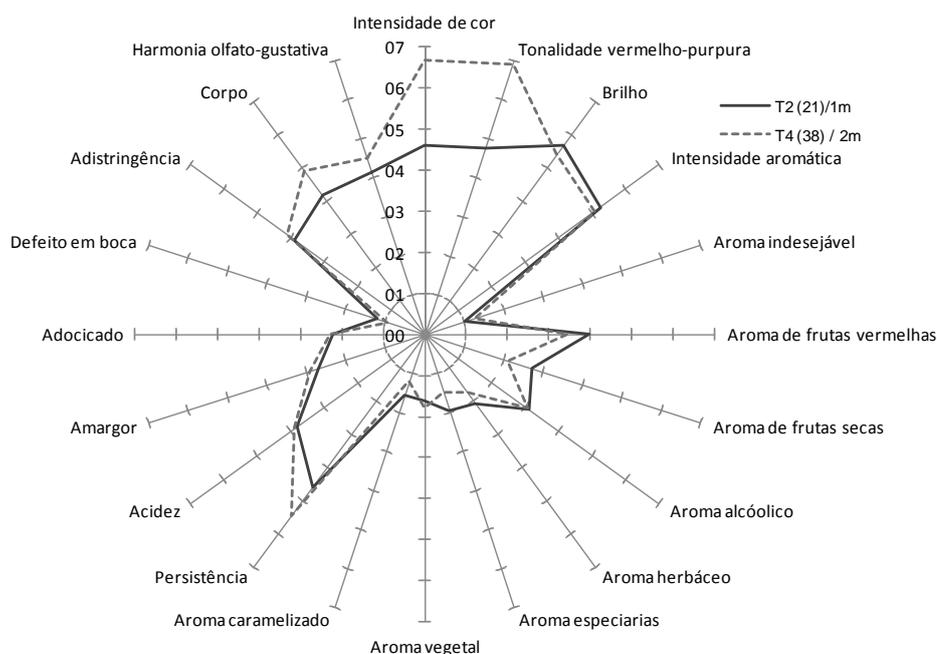


FIGURA 4. Atribuídos sensoriais avaliados em vinhos 'Merlot', de plantas com o dobro da carga de gemas por planta com a variação do espaçamento (30 gp, 1m X 60 gp, 2m), cultivadas na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, nos ciclos de 2013/2014.

Conforme já discutido anteriormente, as plantas destes tratamentos com espaçamento duplo foram as que manifestaram os menores resultados de vigor vegetativo. Conforme Keller (2010), quando uma videira manifesta os sintomas de maior vigor ela já apresenta uma alta concentração de nitrogênio nos tecidos. Contudo, esse nutriente na baga não se apresenta na forma livre, mas na forma de aminoácidos. Portanto, na baga destas plantas vigorosas se estabelece um dreno de carbono para síntese de aminoácidos, privando o fluxo de carbono para a síntese de outros compostos associados à qualidade enológica, como compostos polifenólicos. Diante desta informação, destaca-se que os tratamentos

T4 e T5 foram os mais favorecidos em qualidade enológica, por apresentarem um controle natural do crescimento vegetativo, pois se estas plantas não apresentassem a paralização do crescimento apical dos sarmentos, a bioquímica de maturação seria diferente e menos favorecida.

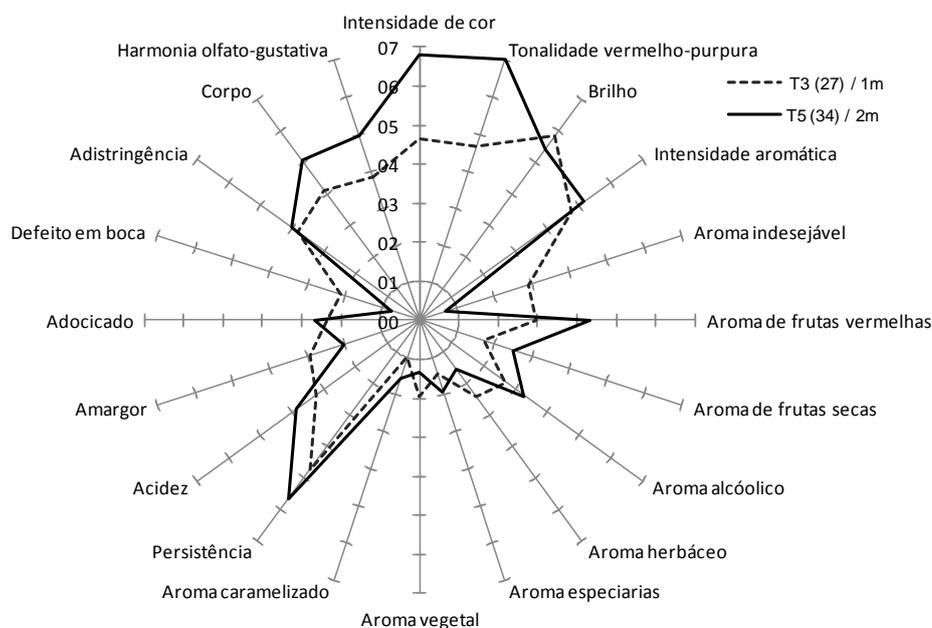


FIGURA 5. Atribuídos sensoriais avaliados em vinhos 'Merlot', de plantas com a mesma carga de gemas planta<sup>-1</sup> (40 gp, 1m e 40 gp, 2 m), cultivadas na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, nos ciclos de 2013/2014.

## 4.6 Conclusões

1. A adoção de uma carga de 20 gemas planta<sup>-1</sup> incrementa a qualidade enológica da uva, mas não favorece o controle do vigor vegetativo.
2. O aumento da carga de gemas por planta resultano controle do crescimento vegetativo e favorecimento do equilíbrio vegetativo/produtivo das videiras;
3. Videiras 'Merlot/SO4' com espaçamento duplo (2 m) e menor carga de gemas (40) apresentam maior proporção de sarmentos férteis por planta;
4. Plantas com espaçamento duplo (2 m) e maior carga de gemas (60) apresentam o melhor equilíbrio vegetativo/produtivo e favorecimento da qualidade enológica da uva.

#### 4.7 Referencias Bibliográficas

- AERNY, J. Définition de la qualité de la vendange. **Revue Suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture**, Nyon, v.17, n.4, p.219-223, 1985.
- BARTH. C.V., CARVALHO, R.I.N., SIMÕES, F. Expressão da fertilidade de gemas da videira em função de diferentes épocas de poda e doses de nitrogênio. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.7, n.1-2 p.67-73, 2006.
- BERGQVIST, J.; DOKOOZLIAN, N.; EBISUDA, N. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 52, n. 1, p. 1-7, 2001.
- BOTELHO, R.V., PIRES, E.J.P., TERRA, M.M. Influência de ácido giberélico na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv. Rubi. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n.4, p.439-443, 2004.
- BOTELHO, R.V., PIRES, E.J.P., TERRA, M.M. Fertilidade de gemas em videiras: fisiologia e fatores envolvidos. **Ambiência**, [S.l.]v.2, n.1 p.129-144, (2006a).
- CHAVARRIA, G. et al. Caracterização fenológica e requerimento térmico da cultivar moscato giallo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 119-126, 2009.
- CONDE, C. et al. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v.1, p.1-22, 2007.
- CORSATO, C.E.; SCARPARE FILHO; J.A., SALES, E.C.J. Teores de Carboidratos em órgão lenhosos do caquizeiro em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.2, p.414-418, 2008.
- CORTELL, J. M. et al. Influence of vine vigor on Pinot noir fruit composition, wine chemical analysis, and wine sensory attributes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.59, v.1, p.1-10,2008.
- CORTELL, J.M. et al. Influence of vine vigor on grape (*Vitis vinifera* L. Cv. Pinot Noir) anthocyanins. 1. Anthocyanin concentration and composition in fruit. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**,v.55, n.16, p.6575-6584,2007
- DELANOË, D.; MAILLARD, C.; MAISONDIEU, D. **O vinho da análise à elaboração**. Portugal: Publicação Europa América LDA, 1987. 224p.
- DRY, P.R. Canopy management for fruitfulness. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Osmond, v.6, n.2, p.109-115, 2000.
- DUNN, G.M.; MARTIN, S.R. Do temperature conditions at budburst affect flower number in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon? **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Osmond, v. 6, p.116–124,2000.
- EZZILI, B. Modification of floral programme after the flower cluster setting in the principal latent buds in *Vitis vinifera*.L. Bulletin de l'OIV, Paris, v. 66, p.5-17, 1993.

FALCAO, L.D. et al. A survey of seasonal temperatures and vineyard altitude influences on 2-methoxy-3-isobutylpyrazine, C-13- norisoprenoids, and the sensory profile of Brazilian Cabernet Sauvignon wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 55, n. 9, p. 3605-3612, 2007.

FAWIZ, 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 Crimson seedless Grapevines. **Journal of American Science**, East, v.12,187-194p, 2010.

FERREIRA, E. A. et al. Antecipação de safra para a videira 'Niagara Rosada' na região do sul do Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6.1221-1227, 2004.

FRACARO, A.A. et al. Efeitos do ethephon sobre a produção da uva "Niagara Rosada" (*Vitis labrusca* L.), produzida na entressafra na região de Jales-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.82-85, 2004.

FREGONI, M. **Viticultura di qualità**. Verona: Edizione l'informatore Agrario, 1998.707p.

GACHONS, C.P. et al. Influence of water and nitrogen deficit on fruit ripening and aroma potential of *Vitis vinifera* L cv Sauvignon Blanc in field conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 85, p. 73-85, 2005.

GIL, G. F.; PSZCZÓLKOWSKI, P. **Viticultura**: fundamentos para optimizar producción y calidad. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile, 2007. 535 p.

HASHIZUME, K.; SAMUTA, T. Grape maturity and light exposure affect berry methoxypyrazine concentration. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 50, n. 2, p. 194-198, 1999.

HUNTER, J.J.; ARCHER, E. Papel actual y perspectivas futuras de la gestión del follaje. **ACE Revista de Enología, Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 59, n. 2, 2002.

JACKSON, D.L.; LOMBARD, P.B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.4, p.409-430,1993.

JACKSON, R. S. **Wine science**: principles, practice and perception. 2.ed. San Diego, C.A: Elsevier Academic Press, 2000. 647p.

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

KELLER, M; DEYERMOND, L.S.; BONDADA, B.R. Plant hydraulic conductance adapts to shoot number but limits shoot vigour in grapevines. **Functional Plant Biology**, Collingwood, v.42, n.4, p. 366-375, 2014.

KLIEWER, W.M.; DOKOOZLIAN, N.K. Leaf Area/Crop Weight Ratios of Grapevines: Influence on Fruit Composition and Wine Quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 56, n. 2, p. 170-181, 2005.

LAVEE, S.; REGEV, U.; SAMISH, R. M. The determination of induction and differentiation in grapevines, **Vitis**, Siebeldingen, n.6, p.1-13, 1967.

LEÃO, P.C.S.; MASHIMA, C.H. **Análise de fertilidade de gemas em videira**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido. 2000. 3p. (Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido, 28).

LESSCHAEVE, I. Sensory evaluation of wine and commercial realities: review of current practices and perspectives. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 58, n. 2, p. 252-258, 2007.

MAY, P. **Flowering and fruitset in grapevine**. Adelaide, Australia: Lythrum Press, 2004.

MAY, P. The effect of direction of shoot growth on fruitfulness and yield of Sultana vines. **Australian Journal Agricultural Research**, East Melbourne, v.17, p.491-502, 1966.

MAY, P.; ANTCLIFF, A J. The effect of shading on fruitfulness and yield in the Sultana. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, n.38, p.85-94, 1963.

MYBURGH, P.A. Water status, vegetative growth and yield responses of *Vitis vinifera* L. cvs. Sauvignon Blanc and Chenin Blanc to timing of irrigation during berry ripening in the Coastal Region of South Africa. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Dennesig, v. 26, n. 2, p. 59- 67, 2005.

OLLAT, N.; GAUDILLÈRE, J.P. Carbon balance in developing grapevine berries. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.526, p.345–350, 2000.

PALANICHAMY, V.; JINDAL, P. C.; SINGH, R. Studies on severity of pruning in grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Pussa Navrang - A teinturier hybrid. **Agriculture Science Digest**, Karnal, v.24, n.2, p.145-147, 2004.

PETRIE, P.R.; TROUGHT, M.C.T.; HOWELL, G.S. Influence of leaf ageing, leaf area and crop load on photosynthesis, stomatal conductance and senescence of grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir) leaves. **Vitis**, Siebeldingen, v. 39, n. 1, p. 31-36, 2000b.

PETRIE, P.R. et al. The effect of leaf removal and canopy height on whole-vine gas exchange and fruit development of *Vitis vinifera* L. Sauvignon blanc. **Functional Plant Biology**, Collingwood, n. 30, p. 711-717, 2003.

RIBÉREAU-GAYON J.; PEYNAUD, E. **Tratado de ciencia y tecnología enológica**.

RIBÉREAU-GAYON, P. et.al. **Handbook of Enology**. 2. ed. [England]: John Wiley & Sons, 2006. v.2 441p.

RIVES, M. Vigour, pruning cropping in the grapevine (*Vitis vinifera* L.). I. A literature review. **Agronomie**, Paris, n.20, p.79-91, 2000.

- RIZZON L. A.; MIELE A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, p.156-161, 2003.
- RIZZON L. A.; MIELE A.; Avaliação da cv Tannat para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**,Campinas, v. 24, n.2, 223-229 p, Apr./june 2004.
- RIZZON, L. A.; ZANUS, M. C.; MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.18, n. 2, p. 149-156, 1998.
- SANCHEZ, L.A.; DOKOOZLIAN, N.K. Bud microclimate and fruitfulness in *Vitis vinifera* L. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.56, p.319–329, 2005.
- SANTOS, H.P. **Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 9p. (Comunicado Técnico, 71).
- SENTELHAS, P. C. Aspectos climáticos para viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v 19, n. 144, p 9-14, 1988.
- SHALTOUT, A.D.; UNRATH, C.R. Rest completion prediction model for 'Starkrimson Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.6, p.957-961, 1983.
- SILVA, L.C. et al. Raleio dos cachos em vinhedos de altitude e qualidade do vinho da cultivar Syrah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 148-154, 2009.
- SMART, R. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implication for yield and quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 35, n. 3, p. 230-239, 1985.
- SMART, R.; ROBINSON, M. **Sunlight into the wine: a handbook for winegrape canopy management**. Adelaide: Winetitles, 1991. 88 p.
- SMITHYMAN, R.P.; HOWELL, G.S.; MILLER, D.P. Influence of canopy configuration on vegetative development, yield, and fruit composition of Seyval blanc grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 48, n. 4, p. 482-491, 1997.
- SOMMER, K. J.; ISLAM, M. T.; CLINGELEFFER, P. R. Light and temperature effects on shoot fruitfulness in *Vitis vinifera* L. cv. Sultana: influence of trellis type and grafting. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Osmond, n.6, p.99-108, 2000.
- SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. R.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. **Principais doenças fúngicas da videira no Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 32p. (Circular Técnica, 56).
- VASCONCELOS, M.C. et al. The flowering process of *Vitis vinifera*: A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.60, n.4, p.411-434,2009.

VASCONCELOS, M.C.; CASTAGNOLI, S. Leaf Canopy Structure and Vine Performance. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 51, n. 4, p. 390-396, 2000.

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

ZAPATA, C. et al. Partitioning and mobilization of starch and N reserves in grapevine (*Vitis vinifera* L.). **Journal of Plant Physiology**, Jena, v.161, p.1031-1040, 2004.

ZOECKLEIN, B.W. et al. Effect of vertical shoot-positioned, smart-dyson, and Geneva double-curtain training system son viognier grape and wine composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 59, n. 1, p. 11-21, 2008.

## 5 CAPÍTULO II. ÁREA FOLIAR E SUA INFLUÊNCIA NO COMPORTAMENTO VEGETATIVO/PRODUTIVO E QUALITATIVO DA UVA E DO VINHO 'MERLOT' EM SANTANA DO LIVRAMENTO-RS

### 5.1 Resumo

Nos últimos dez anos a vitivinicultura foi intensificada na Campanha Gaúcha, adotando com frequência práticas de manejo importadas, o que pode restringir a qualidade enológica. Com o intuito de gerar referências locais de manejo, buscou-se selecionar a proporção mínima de área foliar que não comprometa a maturação tecnológica da uva 'Merlot' enxertada sobre SO4, nesta região. O experimento ocorreu em Santana do Livramento-RS (safras 2013, 2014 e 2015), em um vinhedo conduzido em espaldeira. Foram testados despontes com 6, 10, 15 e 20 folhas ou nós por sarmento (fps), antes do *véraison* (dezembro), delineado em nove repetições, para o ciclo de 2012/2013 e seis repetições, 20 plantas por parcela para os ciclos de 2013/2014 e 2014/2015. Até a colheita, quinzenalmente foram monitorados sólidos solúveis totais, pH e acidez total titulável da uva. A área foliar total por planta foi determinada por medidas lineares da nervura central de cada folha e modelagem da área, por equação exponencial ajustada. Os despontes de 6 (fps) e 10 (fps) aumentaram o pH e restringiram SST e ATT. A partir de 15 (fps) ( $1,4 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ), não houve restrições na maturação, caracterizando-se como o limite mínimo de folhas principais por sarmento para ser adotado no manejo do dossel da 'Merlot' na Campanha Gaúcha. Vinhos procedentes de tratamentos com área foliar reduzida (6fps) apresentaram os menores valores de atributos sensoriais, houve superioridade olfativa e gustativa nos vinhos procedentes de tratamentos mantidos com 10 à 20 (fps).

**Palavras-chave:** Nervura, Desponte, Dossel, Manejo, Poda Verde.

## LEAF AREA PROPORTION AND ITS INFLUENCE ON VEGETATIVE AND PRODUCTIVE BEHAVIOR OF 'MERLOT' GRAPES AND WINE IN THE SANTANA DO LIVRAMENTO-RS

### 5.2 Abstract

Over the past decade, viticulture has been intensified in the Campanha Gaúcha region. However, canopy management has been the same as in other regions, which may restrict wine quality. In order to create local standards, the minimum leaf area per plant not restricting technological maturity was determined for 'Merlot' grapes in this region. The experiment took place in Santana do Livramento, RS (vintages 2013, 2014 and 2015), in a vertical trellis vineyard on SO4 rootstock. Pruning to 6, 10, 15 or 20 primary leaves per branch (lpb) before véraison (December) was tested. Each treatment was applied to plots of 20 plants in nine randomized blocks. Total soluble solids (TSS), pH and titratable acidity (TA) of grapes were monitored fortnightly until harvest. Total leaf area per plant was determined by adjusting an exponential equation to the midrib length of each leaf and summing the resulting areas. Six and 10 lpb increased pH and reduced TSS and TA. However, 15 lpb (1,4 m<sup>2</sup> of leaf area / kg grapes) and above did not restrict grape maturity. Thus, 15 lpb may be considered the minimum to be adopted for 'Merlot' canopy management in the Campanha Gaúcha.

**Keywords:** Nervure, Shoot hedging, Canopy, Management, Green pruning.

### 5.3 Introdução

Nos últimos dez anos (2005 a 2015) têm ocorrido uma intensificação da produção vitícola na região da Campanha Gaúcha. Contudo, ainda existem deficiências nas principais técnicas de manejo dos vinhedos, pois na maioria destes investimentos são empregadas práticas de manejo importadas de outras regiões, o que pode restringir a qualidade enológica. Dentre os procedimentos agrônômicos que impactam diretamente sobre os componentes de rendimento e sobre a qualidade enológica da uva, destacam-se a área foliar e a carga de gemas por planta, entre outros.

A expansão do cultivo da videira para regiões não tradicionais expõe as plantas às condições edafoclimáticas diferentes, que podem provocar alterações bioquímicas e fisiológicas distintas. Em geral, as videiras mudam o comportamento fenológico e o acúmulo térmico necessário para completar o ciclo, quando cultivadas sob condições micrometeorológicas distintas (Neis *et al.*, 2010). Estas mudanças podem interferir de modo positivo ou negativo no crescimento e no desenvolvimento das plantas e, ainda, sob as características produtivas e qualitativas dos frutos (Silva *et al.*, 2009).

Além das condições térmicas, salienta-se que a precipitação é outro fator climatológico importante a ser considerado na determinação da qualidade na safra de uvas viníferas. Com isso, além do manejo fitotécnico dos vinhedos e o ponto ideal de colheita, devem ser considerados em conjunto as condições meteorológicas ocorridas e a fenologia em cada safra. Champagnol (1984) considera haver três condições essenciais para a obtenção de uma colheita de qualidade. A primeira condição é o estabelecimento de um equilíbrio hormonal na planta que favoreça o amadurecimento dos frutos, em detrimento do crescimento vegetativo, principalmente após o *véraison*. Em segundo lugar o autor considera

que o fornecimento máximo de açúcares às bagas é beneficiado pelo estabelecimento de uma área foliar eficaz e suficiente; eliminação de excessos de folhas sombreadas e pela proporção equilibrada de cachos por planta, com poucas bagas para amadurecer. Por último, esta qualidade também é conseguida através do estabelecimento de um microclima favorável aos cachos, com boa exposição solar e arejamento, o que pode ser comprometido com excessos de folhas.

A definição da maturação ótima de uma uva depende do estilo de vinho a ser elaborado. Tradicionalmente, o ponto de colheita é determinado pelo monitoramento da maturação tecnológica, representada pelo conteúdo de açúcar (°Brix), acidez titulável e pH da uva no momento do esmagamento (Bisson, 2001). Para vinho tinto tranquilo, é considerado como limites ideais de maturação tecnológica quando a uva atinge 20 °Brix, 60 a 130 mEq. L<sup>-1</sup> de acidez, e 2,8 a 4,0 de pH. Contudo, estes limites são muito influenciados pelo ambiente e pela superfície foliar fotossintetizante na planta.

A adequação de sistemas de condução e a manutenção do dossel pelo manejo em cada safra, têm possibilitado grandes avanços na vitivinicultura mundial. Dentre estes avanços, destaca-se a possibilidade de se obter condições microclimáticas promissoras, pela definição do número e da distribuição espacial das folhas, com equilíbrio na relação crescimento vegetativo/produção e elevação no potencial enológico da uva (Smart, 1985). Todos os aspectos de crescimento e produção da videira dependem da atividade foliar, que, por sua vez, é diretamente influenciada pela genética e pelo ambiente (Keller, 2010).

A literatura destaca que a videira pode apresentar os melhores índices de qualidade enológica quando a planta apresenta uma proporção de 0,8 a 2 m<sup>2</sup> de área foliar kg<sup>-1</sup> de fruto (Kliewer & Dokoozlian, 2005). Contudo, para que essa

proporção de folhas tenha efeito não pode haver limitações fotossintéticas, relacionadas principalmente às restrições de radiação (Bergqvist *et al.*, 2001). Além disso, excessos de folhas também comprometem o microclima do vinhedo (Smart, 1985). Portanto, não se deve extrapolar a proporção de área foliar/kg para novos pólos vitícolas sem uma devida validação.

Alguns trabalhos salientam que videiras mantidas com 10 folhas/sarmento podem atingir níveis adequados de maturação e com microclimas promissores (Smithyman *et al.*, 1997). Contudo, outros recomendam que esse limite deve ser de 12 folhas/sarmento (Poni, 2003), ou de 14 a 16 folhas por sarmento (Valdivieso, 2005), para possibilitar condições fotossintéticas mínimas e que não comprometam a maturação das bagas.

Portanto, estudos ecofisiológicos focados na determinação da área foliar adequada na cultura da videira auxiliam diretamente no ajuste do manejo de poda verde. Basicamente, são gerados indicadores importantes para o entendimento das respostas das plantas aos fatores ambientais de cultivo e que influenciam, de modo direto ou indireto, as respostas de qualidade enológica da uva (Lopes *et al.*, 2004).

Os métodos não destrutivos indiretos para determinação da área foliar são caracterizados por modelagens a partir de relações preliminares entre as medidas de área foliar e algumas dimensões lineares realizadas em amostras de folhas, utilizado em diferentes espécies (Lopes *et al.*, 2004). Apesar da existência destes métodos, a aplicação direta pode gerar estimativas imprecisas de área foliar pelo fato de que a relação área foliar X dimensões lineares pode ser influenciada pelo genótipo (porta-enxerto e copa) e pelo ambiente de cultivo, o que exige estudos específicos para cada condição.

Portanto, o objetivo do trabalho foi selecionar a proporção de área foliar por sarmento e por quilograma de uva que possa garantir uma adequada evolução de maturação e, conseqüentemente, de qualidade enológica da uva 'Merlot' (*Vitis vinifera*) em vinhedos da região da Campanha Gaúcha.

#### **5.4 Material e métodos**

O experimento foi realizado nos ciclos 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, empregando-se um vinhedo da cultivar Merlot que foi implantado em 2007, enxertado sobre porta-enxerto SO4 e sustentado no sistema espaldeira conduzido em cordão esporonado, com espaçamento entre plantas de 1,00 metro e entre linhas 2,80 metros. A área pertence à Cooperativa Vinícola Nova Aliança situada no município de Santana do Livramento (30° 44' 53,031" Sul e 55° 23' 49,445" Oeste) na região da Campanha do Rio Grande do Sul. De acordo com a classificação proposta por Köppen (1948), o clima é subtropical, do tipo *Cfa*, com verões quentes, de temperaturas médias superiores a 22 °C, invernos amenos de temperaturas entre -3 °C e 18 °C e com precipitação ao longo do ano todo, com uma média de 1300 mm/ano. O relevo do local varia de suave ondulado a ondulado, o que é característico dessa região.

A data de poda foi dia 13/08/2013 para os ciclos (2013/2014, 2014/2015) e 22/08/2012 para o ciclo 2012/2013.

Para implementar os contrastes de proporção foliar, desde o início do ciclo as brotações foram quinzenalmente organizadas e conduzidas verticalmente, realizando-se o desponte dos sarmentos no mês de dezembro, durante o estágio fisiológico 31 (grão ervilha) (Apêndice 7), conforme a escala Eichhorn & Lorenz (2004) (Apêndice 7 e 8), nos três ciclos. Os tratamentos consistiram de quatro proporções de folhas principais por sarmento (6, 10, 15 e 20 folhas que

consistiram em 0,8, 1,0, 1,4 e 1,6 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>, respectivamente) (Apêndice 10 e 11). A proporção do número de folhas principais por sarmento em cada tratamento foi mantida até o momento da colheita, com repasses quinzenais no desponte das plantas. Destaca-se que nesta manutenção não foram retiradas as feminelas (brotações laterais), mas apenas mantido a altura do desponte de todas as brotações que as plantas apresentaram (principais ou secundárias) /sarmiento).

O experimento foi instalado em bloqueamento duplo, havendo três blocos no primeiro grupo, chamados de áreas (A), e cinco no segundo grupo, chamados de blocos (B). Cada área continha nove fileiras de plantas, em que os nove tratamentos foram distribuídos, além de fileiras de bordadura. Os tratamentos foram completamente aleatorizados nas linhas de cada área. Os blocos foram ortogonais às áreas e consistiam em divisões perpendiculares às linhas, de forma a compensar as diferenças de altitude ao longo das linhas, não havendo aleatorização dos tratamentos dentro dos blocos, por questões de manejo (Apêndice 2).

As parcelas de cada tratamento, dentro de cada combinação de bloco e área foram representadas por 20 plantas, para possibilitar a realização de microvinificações. Destas, foram selecionadas aleatoriamente duas plantas em cada parcela para o acompanhamento das variáveis de crescimento, componentes de rendimento e função foliar.

Em todos estes tratamentos, nos ciclos 2013/2014 e 2014/2015 as plantas foram tratadas com Cianamida hidrogenada (Dormex 4% p.c.), com jato dirigido na posição das gemas um dia após a realização da poda, para garantir o máximo de uniformidade de brotação.

Para o monitoramento da proporção foliar em área por planta, ajustou-se um método de relação entre área e comprimento da nervura principal de cada

folha. Para a construção deste método, no período correspondente à realização dos tratamentos de desponte, em cada ciclo foram amostradas aproximadamente 200 folhas de diferentes tamanhos, retiradas aleatoriamente das porções apicais, medianas e basais dos sarmentos e feminelas. Em cada uma destas folhas, determinou-se o comprimento da nervura principal do lóbulo central, empregando-se uma régua milimetrada, e a área foliar correspondente, com o auxílio de um medidor de área foliar (marca LI-COR, modelo 3000). A partir dessas medidas foi gerada uma equação exponencial, para ser utilizada na estimativa da área foliar das plantas em cada tratamento de desponte. Após 30 dias da data de implantação dos tratamentos, correspondendo ao período intermediário da maturação, realizou-se uma medida da nervura principal do lóbulo central de todas as folhas (principais e secundárias de feminelas) de dois sarmentos selecionados aleatoriamente em uma planta por repetição. A partir destas medidas, obteve-se a área foliar média por sarmento, a qual foi multiplicada pelo número de sarmentos de cada planta para se estimar a área foliar total por planta ( $m^2$ ).

A partir destes dados foram estimados o índice de área foliar e a relação entre a área foliar total e a produção. O índice de área foliar foi estimado pela relação entre a área foliar total por planta e a área de solo ocupada por planta ( $2,8 m^2$ ).

Para a determinação da maturação tecnológica, em diferentes datas ao longo do período de maturação, foram coletadas 50 bagas aleatoriamente dentro de cada bloco; essa coleta foi feita retirando-se três bagas de cada cacho, sendo uma da parte superior, uma da parte média e uma da parte inferior do cacho. As amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno, armazenadas em caixas de isopor com 'saches' de gelo eutético e conduzidas ao laboratório para análises.

Inicialmente as bagas foram submetidas às avaliações físicas como: massa fresca, utilizando uma balança digital, com precisão de 0,01 g e comprimento longitudinal, utilizando paquímetro digital. Na sequência, as bagas foram amassadas manualmente dentro dos sacos de polietileno, coletando o mosto para as avaliações químicas: desse foram usados 5 mL diluído em 10 mL de água destilada, para determinar a acidez total titulável em três repetições. Na sequência, fez-se a titulação com solução alcalina de NaOH 0,1 N com indicador fenolftaleína (1 %) e o pH foi avaliado em aparelho (Orion 3-Star) calibrado com soluções tampão pH 4,0 e pH 7,0. O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi aferido com um refratômetro ótico e os resultados expressos em °Brix (Apêndice 3).

Nos três ciclos foi feito um acompanhamento das variáveis meteorológicas, empregando-se uma estação automática, marca Campbell, modelo CR 10, programada para o registro horário (uma hora) de precipitação, temperatura e umidade. Esta estação foi instalada a 150 metros do vinhedo, nas seguintes coordenadas (30°44'53" Sul, 55°23'49" Oeste). Para a caracterização das exigências térmicas da cultivar em estudo, foi utilizado o somatório de graus dia (GD) desde a poda até a colheita. Nas seguintes equações: a.  $GD = (T_m - T_b) + (T_m - T_m)/2$ , para  $T_m > T_b$ ; b.  $GD = (T_m - T_b) + (T_m - T_m)$ , para  $T_m < T_b$ ; e c.  $GD = 0$ , para  $T_m < T_b$ , onde: GD = graus-dia;  $T_m$  = temperatura máxima diária (°C);  $T_m$  = temperatura mínima diária (°C); e  $T_b$  = temperatura base (10°C).

Para a avaliação do potencial fotossintético e a condutância estomática, na planta central de cada parcela foram marcadas duas folhas, sendo uma exposta ao sol e outra sombreada pelo dossel de folhas. Inicialmente, com o intuito de selecionar a radiação de saturação, foram efetuadas doze curvas de taxas de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> ( $A$ ,  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em resposta à densidade de

fluxo de fótons ativo (DFFFA), com valores de 1500, 800, 600, 440, 200, 100 e 0  $\mu\text{mol}$  de fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  utilizando-se um analisador de gás infravermelho (IRGA) portátil, marca Li-Cor, modelo LI-6400, operando em um sistema aberto, equipado com fonte de luz modelo LI-6400-02B. Antes das avaliações o equipamento foi calibrado retirando o  $\text{CO}_2$  e o vapor do ar circulante no aparelho. A partir da caracterização do valor de radiação de saturação, fixou-se essa radiação e efetuaram-se as leituras de assimilação máxima líquida de  $\text{CO}_2$  em todas as folhas marcadas, em cada parcela dos tratamentos, respeitando o bloqueamento das medidas por repetição para evitar o efeito do horário sobre os resultados, cujo período foi das 9h às 16h.

Para quantificação de amido foram coletados amostras de sarmentos maduros em 16/07/2014, envolvendo gemas e entrenós dos diferentes contrastes de proporção de área foliar. As amostras foram secas em estufa (60 °C/72 h), pré-trituradas em moinho de facas e posteriormente moídas com cadinho, pistilo e nitrogênio líquido para obter um aspecto de pó. Para cada repetição, pesou-se três alíquotas de 100 mg em tubos de 2 mL tipo “eppendorf” e realizou-se o processo de extração de monossacarídeos e dissacarídeos com solução de etanol:água (80:20 %), que atuam como interferentes na determinação enzimática de amido da amostra (Amaral *et al.*, 2007). Aplicou-se 1 mL por amostra, seguido de uma incubação de 20 min à 80°C (banho-maria), centrifugação (15000 rpm/10 min) e descarte do sobrenadante, repetindo-se quatro vezes esse procedimento. Após essa extração, o precipitado resultante de cada amostra foi seco para retirada do etanol. Para a quantificação de amido, empregando-se o método enzimático proposto por Amaral *et al.* (2007), em cada tubo de amostra (com precipitado) foi adicionado 200  $\mu\text{L}$  de água para hidratação e 50  $\mu\text{L}$  (1500 U/mL) da enzima  $\alpha$ -amilase termoestável, incubando-se à 80 °C/60 min. Na sequencia,

foi adicionado mais 30  $\mu\text{L}$  (3260 U/mL) da enzima amiloglucosidase e incubado-se à 50 °C/45 min. A glicose liberada do amido pela ação destas enzimas foi então quantificada pelo complexo enzimático GOD-POD (glicose oxidase-peroxidase), empregando-se 10  $\mu\text{L}$  de amostra para 150  $\mu\text{L}$  de GOD-POD e incubando-se a mistura a 30 °C/15 min. Esse mesmo procedimento foi realizado com uma solução padrão de glicose, variando-se as concentrações (5 a 500  $\mu\text{g/mL}$ ), para o cálculo referencial das concentrações nas amostras. Para essa última determinação, utilizou-se microplacas (96 poços) e um espectrofotômetro SpectraMax (Molecular Devices), realizando-se a leitura no comprimento de onda 505 nm, onde apresentou o pico de máxima absorbância. A partir destas leituras, para o cálculo de amido seguiu-se os procedimentos descritos por Amaral *et al.* (2007) para o processamento e análise dos dados obtidos.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas usando o teste de Tukey a 5% de probabilidade e, também, por contrastes polinomiais, utilizando o software R (R CORE TEAM, 2015).

A colheita ocorreu nos ciclos de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, em 18/02, 18/02 e 08/02, respectivamente, sendo coletados todos os cachos das plantas marcadas nas áreas 1, 2, 3, e dos 3 blocos do experimento; após as uvas foram levadas para Bento Gonçalves e armazenadas em câmara frigorífica na Embrapa Uva e avaliadas no dia 19 de fevereiro de 2013. No laboratório, com uso de balança analítica, determinou-se o massa total dos cachos por planta. O massamédia de baga foi determinado através de balança digital com resolução de 0,01 g (Marte, modelo 5500). Foram pesadas três amostras de 30 bagas, coletadas aleatoriamente de todos os cachos obtidos em cada planta.

Após a degrana foi retirada uma amostra do total de bagas com auxílio

um Becker com graduação de 200 mL, essa amostra foi pesada numa balança digital com resolução de 0,01 g (Marte, modelo 5500), após contada o número de bagas da amostra, a partir dessas medidas foi estimada a massa média de cada baga de todos os cachos referente a cada tratamento, com o auxílio de um, foi retirada uma amostra de bagas, que o Índice de Ravaz foi estimado pela relação entre a produção ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) e o massa da poda ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) (ciclo 2013/2014). A massa dos ramos podados foi obtida no mês de julho de 2014, através da pesagem do material retirado ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) de três blocos das três áreas, totalizando 90 plantas.

Para avaliar o efeito dos tratamentos na qualidade dos vinhos, utilizou-se a estrutura dos laboratórios de Enoquímica, Instrumentação e Fisiologia Vegetal da Embrapa Uva e Vinho. Na colheita foram colhidos todos os cachos das plantas marcadas de cada bloco parcela, os quais foram colocados em sacos plásticos identificados e acondicionados em caixas plásticas para o transporte. Logo após a colheita, as caixas foram transportadas de Santana do Livramento para Bento Gonçalves-RS, e estocadas em câmara frigorífica a uma temperatura de 5,0 a 6,0 °C até o dia seguinte, para serem processadas.

Nas avaliações das uvas colhidas, salienta-se que, além das variáveis físicas e químicas de cachos e bagas (descritas acima), foi realizada uma determinação da proporcionalidade entre película, polpa e sementes. Após a degrana, coletou-se de forma aleatória uma amostra de 20 bagas do total de cada tratamento/parcela, essas foram acondicionadas em sacos plásticos e após, pesadas em balança de precisão.

Foi retirada a polpa das películas com o auxílio de uma espátula, colocadas em papel toalha para a retirada da umidade e após foram pesadas. As sementes foram colocadas numa peneira e lavadas em água corrente para uma pré-retirada

da mucilagem (Apêndice 4, E).

Quanto às microvinificações, utilizou-se o mesmo protocolo de vinificação para as três safras. Antes do processamento as uvas foram pesadas, totalizando 20,0 kg (Apêndice 5, C), as uvas foram desengaçadas e esmagadas, em máquina de pequeno porte confeccionada em aço inoxidável. O mosto foi colocado em garrações de vidro de 20L, adaptados com válvula de Müller e fermentado em uma sala com temperatura controlada de  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A seguir, adicionou-se  $\text{SO}_2$  (40 mg/L) e levedura comercial seca ativa – *Saccharomyces cerevisiae* (150mg/L) (Apêndice 5, E, F). O período de maceração foi de cinco dias, com duas remontagens diárias. Cada microvinificação foi feita em triplicata. Uma vez concluída a fermentação alcoólica, fez-se a primeira trasfega, aproximadamente 30 dias após o esmagamento da uva. Os vinhos permaneceram nos garrações até completar a fermentação malolática, aproximadamente 45 dias após o término da fermentação alcoólica, a qual ocorreu espontaneamente. A seguir, os vinhos foram trasfegados novamente, adicionando-se mais uma dose de  $\text{SO}_2$  (50 mg/L); estabilizados a  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  por um período de dez dias; filtrados com pré-filtro de microfibra de vidro, com porosidade de  $8\text{ }\mu\text{m}$  e engarrafados. As garrafas foram fechadas com rolhas de cortiça natural e devidamente rotuladas e mantidas em sala com temperatura controlada em torno de  $18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dispostas horizontalmente sobre estrados de madeira, até o momento da realização das análises.

A retirada das amostras para estas análises foi feita na seguinte sequência: 1) imediatamente após o esmagamento da uva; 2) na descuba; 3) após a fermentação alcóolica; 4) após a fermentação malolática e 5) após a estabilização tartárica. Em cada uma das etapas avaliou-se a evolução de pH do mosto, acidez total do mosto, densidade do mosto, sólidos solúveis totais do mosto, acidez volátil do vinho ( $\text{mEq. L}^{-1}$ ), acidez total do vinho ( $\text{mEq. L}^{-1}$ ), acidez fixa do vinho,

dióxido de enxofre total no vinho, porcentagem de álcool no vinho (% v/v), dióxido de enxofre livre no vinho, açúcar redutor no vinho e pH do vinho. Todas as metodologias utilizadas nas análises físico-químicas foram de acordo com Amerine & Ough (1976). Para acidez titulável, destaca-se que foi determinada com a titulação de 5 mL de vinho com uma solução alcalina de NaOH, utilizando-se o azul de bromotimol como indicador (Usseglio-Tomasset, 1995). A determinação do pH foi realizada em pHmetro digital (marca Hanna, HI -3221). As análises de antocianinas, taninos, intensidade de cor e polifenóis totais, foram feitas conforme Ribéreau-Gayon & Stonestreet (1965), Ribéreau-Gayon & Stonestreet (1966) (Apêndice 6 C).

As análises físico-químicas foram realizadas no decorrer do processo de vinificação, estabilização e conservação do vinho, somente para acompanhamento do vinho.

Para a análise sensorial dos vinhos a metodologia empregada baseou-se na Análise Descritiva Quantitativa desenvolvida por Stone & Sidel (1992). As etapas estão descritas a seguir:

Foram selecionados 10 provadores, fazendo parte desse grupo, alunos de graduação em Viticultura e Enologia do Campus IFRS de Bento Gonçalves, alunos de pós-graduação do ICTA-UFRGS e Funcionários da Embrapa Uva e Vinho, ambos com experiência prévia em degustação de vinhos. Numa primeira etapa, foram disponibilizadas amostras dos vinhos de todos os tratamentos, requerendo aos provadores que avaliassem os vinhos, fornecendo-os descritores de odores, em outra etapa, conforme os provadores haviam descritos esses odores, foram disponibilizados os materiais anteriormente descritos (ex: cereja, chocolate, mel, framboesa, etc.). Este teste de reconhecimento de odores teve como objetivo avaliar a capacidade de reconhecimento de odores dos candidatos

e familiarizá-los com um conjunto de referências de aromas regularmente encontrados em vinhos (Behrens, 1998).

O teste de reconhecimento de gostos básicos foi realizado para verificar a capacidade dos provadores em distinguir entre os diferentes gostos. Os candidatos receberam soluções aquosas diluídas de cada gosto básico com posterior identificação de cada um dos provadores.

O levantamento dos termos descritores foi realizado utilizando-se o Método Rede, descrito por Kelly e citado por Behrens (1998). Foram servidas três amostras dos vinhos do experimento (T1, T2, T3, T4) que os provadores avaliaram aos pares, descrevendo as similaridades e diferenças entre cada par de amostras quanto à aparência, aroma, sabor e corpo. Após a avaliação, sob a supervisão do líder, os provadores discutiram os termos levantados, eliminando redundâncias, sinônimos e termos poucos citados, e então selecionaram os termos que melhor descreviam as semelhanças e diferenças entre as amostras. Em seguida, elaboraram uma lista com a definição dos termos descritivos das amostras e propuseram referências para exemplificar cada termo descritor (Stone & Sidel, 1992). Também confeccionaram a ficha de avaliação que foi utilizada no treinamento e seleção dos provadores e na avaliação das amostras (Apêndice 6 B).

Os provadores avaliaram as amostras (T1, T2, T3, T4) em seis repetições. Os vinhos foram servidos, na temperatura ambiente (aproximadamente 18°C), em taças. A intensidade dos atributos das amostras foi avaliada em escala não estruturada de 9 cm, com os termos de intensidade ancorados em seus extremos.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute Inc., 2001). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com três causas de variação (amostra, provador,

interação amostra-provador), teste de comparação de médias (Tukey) e análise de componentes principais (ACP), de acordo com Stone *et al.* (1974) e Stone & Sidel (1992).

## 5.5 Resultados e discussão

As condições climáticas de Santana do Livramento (Campanha Gaúcha), quando confrontada com outras regiões vitivinícolas mundiais tem sido considerada favorável para o crescimento vegetativo e produtivo, com alta insolação e com chuvas bem distribuídas e classificadas como ausentes ou insignificantes nos períodos de florescimento e maturação (Monteiro & Tonietto, 2013). Contudo, nos três ciclos de estudo a precipitação pluviométrica foi mais elevada em termos de distribuição e acúmulo, comparado com as normais climáticas. Destaca-se também que houve variações fenológicas, relacionadas com as diferentes condições meteorológicas de cada ano. A data de floração, por exemplo, foi mais antecipada no ciclo 2013/2014 (07/10/2013), em comparação aos ciclos 2014/2015 (18/10/2014) e 2012/2013 (07/11/2012) (Figura 1). Como consequência desta antecipação da floração e início do desenvolvimento da baga, destaca-se que o início da maturação seguiu o mesmo padrão observado entre os anos, sendo mais antecipado para o ciclo 2013/2014 (27/12/2014), em comparação aos ciclos 2012/2013 (01/01/2013) e 2014/2015 (05/01/2015). Estas variações podem ser explicadas, em parte, pelos contrastes na data de poda 13/08/2013 para os ciclos (2013/2014, 2014/2015) e 22/08/2012 para o ciclo 2012/2013. Contudo, as diferenças na evolução fenológicas são explicadas principalmente pelas diferenças em soma térmica e temperaturas médias ocorridas entre os anos. Até a data de floração a soma térmica foi de 1.175, 388, e 668 GD e temperaturas médias de 16; 13,5 e 14 °C, respectivamente para os

ciclos de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. De acordo com Radünz *et al.* (2015), que avaliaram as exigências térmicas de diferentes cultivares na região da campanha gaúcha, a 'Merlot' necessita em média 550 GD para iniciar o florescimento, sendo que a temperatura média para os quatro ciclo estudados foi de 14. Portanto, estes resultados são distintos dos que foram obtidos neste trabalho.

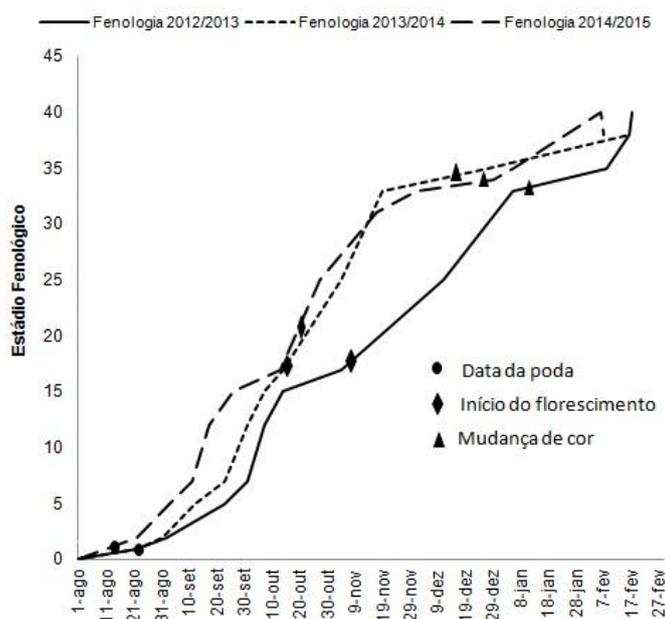


FIGURA 1. Fenologia da cultivar Merlot/SO4, data de poda, data do início da floração e data da mudança de cor das bagas, nos ciclos 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015, Santana do Livramento-RS.

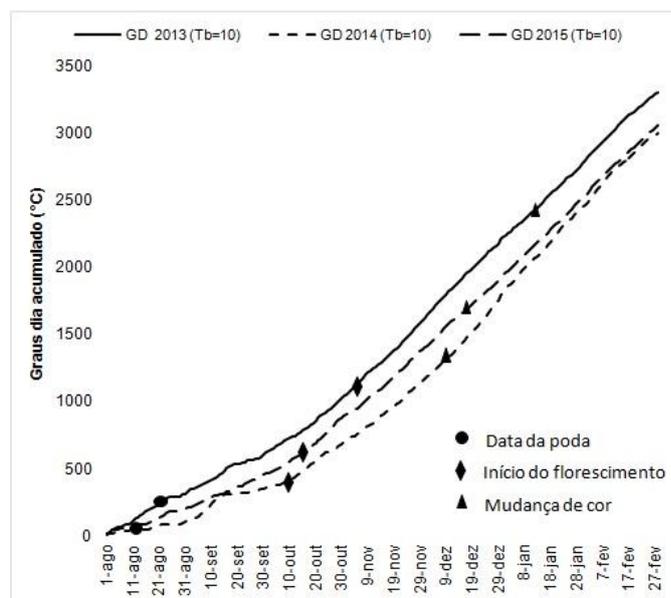


FIGURA 2. Graus Dias acumulados, nos ciclos 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS.

### 5.5.1 Comportamento vegetativo-produtivo

Após a implantação dos tratamentos e a estabilização do crescimento vegetativo, no período mediano da maturação (janeiro), realizou-se a determinação da área foliar total por planta. Para essa avaliação, foi elaborado um modelo de ajuste da relação entre área foliar e comprimento da nervura principal do lóbulo central da folha. Dentre os ajustes que foram testados, o modelo exponencial foi o mais representativo e adequado para esta estimativa não destrutiva da área foliar da 'Merlot', nas condições de cultivo deste experimento, sendo a equação representada por  $y = 0,8498076x^{2.124357}$  ( $R^2 = 0.95$ ) (Figura 3). Este resultado, de certo modo, se contrapõe a algumas referências bibliográficas, as quais recomendam certas equações para uma determinada cultivar, sem considerar as possíveis influências que o local de cultivo pode exercer nas dimensões foliares. Borghezani *et al.* (2010), verificou que o modelo polinomial foi o mais indicado para a estimação da área foliar para a variedade

Merlot, cultivada em São Joaquim no estado de Santa Catarina, sendo “x” o quadrado do comprimento da nervura central. O mesmo autor verificou que o modelo matemático que estima com maior precisão a área foliar para a variedade Sauvignon Blanc é o mesmo verificado nesse trabalho (exponencial), porém utiliza a soma do comprimento das nervuras laterais como “x”, sendo a equação potencial  $y = 0,1732x^{2,3616}$ . Amarante *et al.*(2009), também obtiveram uma boa estimativa da área foliar apenas com a quantificação do comprimento da nervura principal. Da mesma forma, Borgherzan *et al.* (2010), constataram correlações significativas entre comprimento da nervura principal e a área para a cultivar Merlot. Esta metodologia, ou seja, a medida do comprimento da nervura principal torna-se a mais fácil de ser realizada em plantas a campo, possibilitando com maior agilidade a caracterização da área foliar.

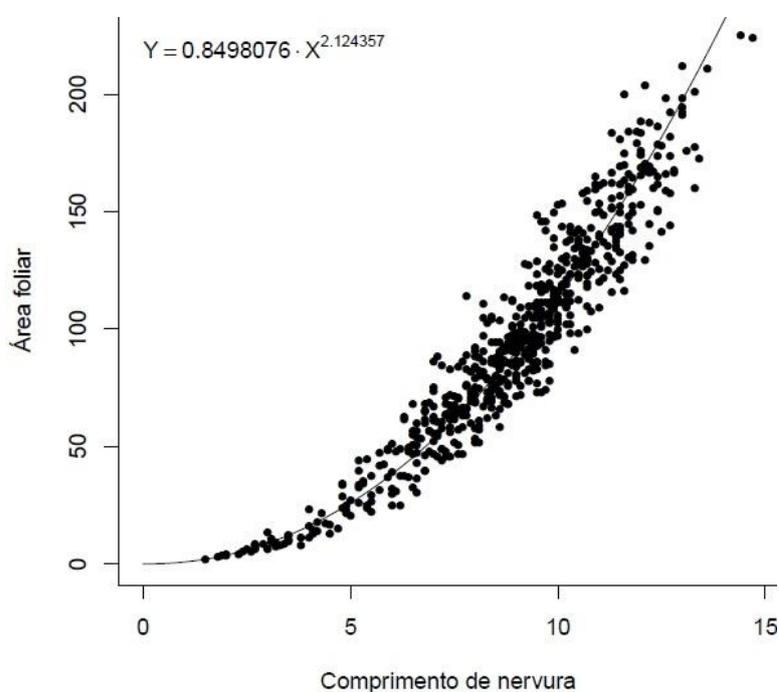


FIGURA 3. Modelo matemático selecionado para a estimativa da área foliar da cv. Merlot, na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS

Empregando a fórmula selecionada para estimativa da área foliar de cada ciclo, destaca-se que no ciclo de 2012/2013 a área foliar por planta foi inferior aos demais ciclos e não houve diferença estatística entre os tratamentos. Essa menor proporção de área foliar ocorreu por diferença de metodologia, pois nesse primeiro ciclo foram consideradas nas medidas apenas as nervuras principais das folhas principais do sarmento, desconsiderando as folhas das feminelas. Pelo contraste deste ciclo com os demais, pode-se salientar que as feminelas incrementaram, em média, 2,6 vezes a área foliar das plantas. Se considerarmos apenas a proporção de área foliar dos sarmentos principais deste primeiro ciclo e a produção média de 3,5 kg planta<sup>-1</sup> (sem variação entre os tratamentos), obteve-se uma razão de 0,2, 0,4, 0,4 e 0,6 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>, respectivamente para os tratamentos 6, 10, 15 e 20 folhas por sarmento. Portanto, nenhum dos tratamentos estaria dentro dos padrões para maturar 1 kg de uva. Segundo Poni (2003) e Kliewer & Dokoozlian (2005), é necessária uma proporção de área foliar superior a 0,8 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup> de fruto e inferiores a 2,0 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>, para alcançar a maturação adequada das bagas. Contudo, nesse primeiro ciclo de avaliação (2012/2013) não foi observada nenhuma limitação da maturação nos tratamentos (detalhado na sequência deste texto), o que reforça a importância de se considerar toda a superfície foliar dos sarmentos uma adequada relação m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>.

Nas avaliações dos ciclos posteriores, considerou-se a medida de nervura de todas as folhas (principais e secundárias), sendo que em 2013/2014 a menor área foliar foi medida no tratamento 6 (fps), 0,64 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup> de fruto, seguido do 10 fps, 1,0 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup> de fruto, e os 15 fps e 20 fps, não apresentaram diferença estatística, sendo 1,49 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup> e 1,66 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup> de fruto, respectivamente. No ciclo de 2014/2015, não houve diferença estatística na área foliar entre os tratamentos 6 fps e 10 fps, os quais corresponderam a 1,0 e 1,2 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup> de fruto,

respectivamente. A diferença ocorreu entre os tratamentos (6 e 10 fps) em relação aos 15 fps ( $1,42 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ) e 20 fps ( $1,52 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ), que não diferenciaram-se entre si, formando, portanto, dois grupos distintos de proporção foliar (Figura 4). Destaca-se que para essa relação considerou-se a produção média por planta, que no ciclo 2012/2013 foi de 1,9 kg, enquanto que nos ciclos de 2013/2014 e 2014/2015 foi 3,0 kg. Kliewer e Dokoozlian, 2005; Mota et al., 2008), observaram que nas plantas que não receberam nenhuma intervenção no dossel, os índices atingem até  $3 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ . Intrieri & Filippetti (2007) relataram que em vinhedos bem equilibrados, este índice pode chegar até  $4 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ . Entretanto, todos estes autores relatam valores de produtividade superior (2 a  $3 \text{ kg planta}^{-1}$ ), diferentes aos observados no T1 (6 fps), no ciclo de 2013/2014 foi cerca de ( $0,64 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ). Assim, a alta produtividade, ocasionada pela alta carga de gemas e a redução do número de folha causou o desequilíbrio deste tratamento.

A literatura destaca que é necessária uma proporção de área foliar entre  $0,8 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$  e  $2,0 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$  para que ocorra a maturação plena da uva (Poni, 2003; Kliewer & Dokoozlian, 2005). Fredes & Bennewitz (2008) também salientam que a maturação da uva, em acúmulo de açúcares, só atinge níveis adequados quando a proporção de folhas é superior aos tratamentos de  $1,0$  e  $1,2 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$  de fruto considerados neste trabalho. Segundo Valdivieso (2005), o manejo da área foliar pode ser diferenciado de acordo com o local e a variedade, sendo que, em média, o número de folhas por sarmento deve permanecer entre 14 e 16 para possibilitar condições fotossintéticas mínimas e não comprometer a maturação das bagas. Outros autores discordam deste valor, sendo que Poni (2003) recomendam que este número pode ser de 12 folhas por sarmento sem comprometer a taxa fotossintética e a composição da uva, permitindo, portanto, maior abertura do dossel vegetativo. Segundo Winkler (1930) citado por Smithyman *et al.* (1997),

esse número pode ser ainda menor, afirmando que em sarmentos mantidos com 10 folhas é possível obter níveis adequados de maturação e acúmulo de reservas para o próximo ciclo. Porém, ambos os autores concordam que este referencial pode se alterar de ano para ano. Isto está de acordo com Fournioux (1997), o qual relata que a redução do número de folhas da videira pode favorecer o aumento da eficiência fotossintética das folhas restantes, e que esta capacidade da videira é denominada de “efeito compensatório”. Portanto, o número de folhas deixado nos sarmentos pode ser variável em relação às cultivares e condições de cultivo, sendo que a videira tem a capacidade de suprir fisiologicamente a redução da área foliar até uma determinada condição (Hunter, 2000; Petrie *et al.*, 2003). Apesar destas evidências, destaca-se que nas avaliações fotossintéticas dos tratamentos deste trabalho não foi possível observar nenhum efeito significativo da redução de área foliar sobre a assimilação líquida de CO<sub>2</sub> e condutância estomática. Nos dois ciclos em que essa avaliação fotossintética foi efetuada, a maior diferença foi observada entre os ciclos, sendo maior em 2013/2014 (média 12,81  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em comparação ao ciclo 2012/2013 (média 11,19  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). De acordo com Regina & Carbonneau (1999), a taxa de assimilação líquida média em *Vitis vinifera* é 13  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , considerando plantas de diferentes cultivares e sem restrição hídrica. Portanto, os dados de fotossíntese obtidos neste estudo salientam uma leve restrição fotossintética imposta, possivelmente, pelas condições de cultivo e não necessariamente pelos tratamentos de desfolha.

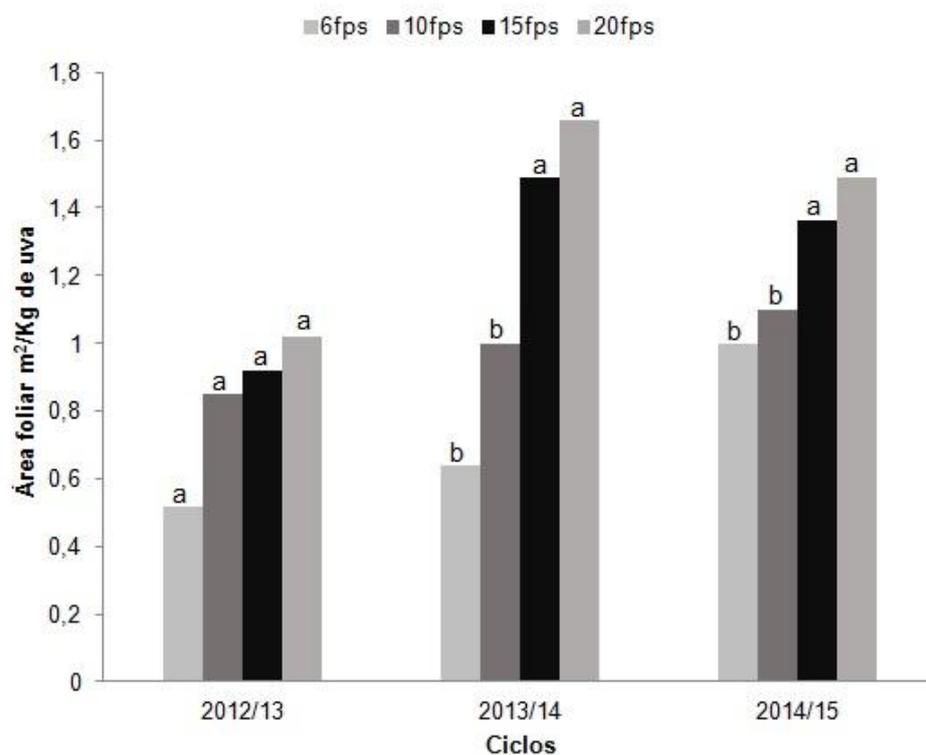


FIGURA 4. Área Foliar ( $m^2 kg^{-1}$  de uva), T1 (6 fps); T2 (10 fps); T3 (15 fps); T4 (20 fps), nos ciclos de 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS.

Considerando o contraste de número de folhas por sarmento, destaca-se que o comportamento vegetativo-produtivo das plantas apresentou variações entre os ciclos. No ciclo de 2012/2013, não houve diferença estatística para nenhuma das variáveis analisadas. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que as plantas ainda estavam na fase de adaptação aos contrastes de poda e, possivelmente, empregando as reservas de carbono de ciclos anteriores para compensarem as diferenças em superfície foliar. Este ajuste das plantas aos tratamentos também fica evidente entre ciclos no contraste do número de sarmentos por planta. Enquanto no ciclo 2012/2013 as plantas tinham em média 12,46 sarmentos, nos ciclos 2013/2014 e 2014/2015 as plantas tiveram 22,41 e 33,21, respectivamente. Esta variação crescente entre ciclos no número de sarmento é explicada pela conversão no tipo de poda (Guyot para Cordão

Esporonado) e ajuste na carga de gemas que foi ajustada a partir do primeiro ciclo. Apesar da tentativa de se uniformizar este fator entre os tratamentos de desponte dentro de cada ciclo, observou-se que no último ciclo (2014/2015) houve uma diferença significativa entre os tratamentos. O menor número total de sarmentos por planta foi observado em 6 fps, não diferindo de 10 fps e de 20 fps, sendo o maior número de sarmentos por planta registrado no tratamento 15 fps. É importante destacar que essa variação influenciou nos contrastes de área foliar ( $\text{m}^2 \text{ planta}^{-1}$ ), área foliar ( $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}$  de uva), produtividade e tamanho de baga neste último ciclo.

TABELA 1. Número de sarmentos por planta, porcentagem de sarmentos produtivos por planta (%), área foliar ( $m^2 planta^{-1}$ ), área foliar ( $m^2 kg^{-1}$  de uva), produção por plantas ( $kg planta^{-1}$ ), número de cachos por planta, na pós-colheita avaliou-se o número médio de bagas por cacho, proporção polpa/película, massa média das bagas (g), o índice de ravaz ( $kg$  de uva por  $kg$  de material podado) e índice de área foliar ( $m^2/m^2$  de área), nos ciclos 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS.

Ciclo 2012/2013	Número de folhas por sarmento e área foliar $kg^{-1}$ de uva			
	(T1) 6 fps (0,8 $m^2 kg^{-1}$ )	(T2) 10 fps (1,0 $m^2 kg^{-1}$ )	(T3) 15 fps (1,4 $m^2 kg^{-1}$ )	(T4) 20 fps (1,6 $m^2 kg^{-1}$ )
Número de sarmentos por planta	12,46 <sup>ns</sup>	12,86 <sup>ns</sup>	13,26 <sup>ns</sup>	11,26 <sup>ns</sup>
% de sarmentos produtivos por planta	79,68 <sup>ns</sup>	75,67 <sup>ns</sup>	78,23 <sup>ns</sup>	80,78 <sup>ns</sup>
Área foliar ( $m^2 planta^{-1}$ )	0,76 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	2,05 <sup>ns</sup>
Área foliar ( $m^2 kg^{-1}$ de uva)	0,52 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>
Produção ( $kg planta^{-1}$ )	1,82 <sup>ns</sup>	1,79 <sup>ns</sup>	2,13 <sup>ns</sup>	2,04 <sup>ns</sup>
Número de cachos por planta	15,93 <sup>ns</sup>	16,73 <sup>ns</sup>	18,13 <sup>ns</sup>	17,33 <sup>ns</sup>
Número médio de bagas por cacho (g)	151,8 <sup>ns</sup>	138,75 <sup>ns</sup>	131,79 <sup>ns</sup>	147,87 <sup>ns</sup>
Proporção película/polpa	0,46 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>
Massa média das bagas (g)	0,79 b	0,88 ab	1,00 a	0,94 ab
Índice de área foliar ( $m^2/m^2$ de área)	0,27 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>
Índice de ravaz	18,20 <sup>ns</sup>	15,60 <sup>ns</sup>	14,82 <sup>ns</sup>	14,39 <sup>ns</sup>
Ciclo 2013/2014				
Número de sarmentos por planta	21,00 <sup>ns</sup>	22,66 <sup>ns</sup>	25,22 <sup>ns</sup>	20,77 <sup>ns</sup>
% de sarmentos produtivos por planta	77,15 <sup>ns</sup>	76,70 <sup>ns</sup>	76,46	77,23 <sup>ns</sup>
Área foliar ( $m^2/planta$ )	1,55 c	2,99 b	4,85 a	4,38 a
Área foliar ( $m^2/kg$ de uva)	0,64 b	1,0 b	1,49 a	1,66 a
Produção ( $kg planta^{-1}$ )	2,50 <sup>ns</sup>	2,65 <sup>ns</sup>	3,06 <sup>ns</sup>	2,82
Número de cachos por planta	22,33 <sup>ns</sup>	21,44 <sup>ns</sup>	23,66 <sup>ns</sup>	21,30
Número médio de bagas por cacho (g)	71,73 <sup>ns</sup>	74,40 <sup>ns</sup>	73,28 <sup>ns</sup>	78,34
Proporção película/polpa	0,33 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,33
Massa média das bagas (g)	1,50 b	1,58 ab	1,71 a	1,64 ab
Índice de área foliar ( $m^2/m^2$ de área)	0,53 c	1,02 b	1,66a	1,48 ab
Índice de ravaz	17,29 <sup>ns</sup>	13,38 <sup>ns</sup>	14,89 <sup>ns</sup>	14,55

continuação TABELA 1. Número de sarmentos por planta, porcentagem de sarmentos produtivos por planta (%), área foliar ( $\text{m}^2 \text{ planta}^{-1}$ ), área foliar ( $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}$  de uva), produção por plantas ( $\text{kg planta}^{-1}$ ), número de cachos por planta, na pós-colheita avaliou-se o número médio de bagas por cacho, proporção polpa/película, massa média das bagas (g), o índice de ravaz (kg de uva por kg de material podado) e índice de área foliar ( $\text{m}^2/\text{m}^2$  de área), nos ciclos 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS.

<b>Ciclo 2014/2015</b>				
Número de sarmentos por planta	30,88 b	33,33 ab	35,77 a	32,88 ab
% de sarmentos produtivos por planta	79,13 <sup>ns</sup>	70,77 <sup>ns</sup>	72,95 <sup>ns</sup>	72,51 <sup>ns</sup>
Área foliar ( $\text{m}^2 \text{ planta}^{-1}$ )	2,7 c	3,61 cb	4,7 ab	5,13 a
Área foliar ( $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}$ de uva)	1,0 b	1,1 b	1,42 a	1,49 a
Produção ( $\text{kg planta}^{-1}$ )	2,4 b	3,57 a	3,48 a	3,48 a
Número de cachos por planta	33,77 b	41,66 a	41,50 a	39,88 ab
Número médio de bagas por cacho (g)	77,41 <sup>ns</sup>	75,93	81,94 <sup>ns</sup>	80,94 <sup>ns</sup>
Proporção película/polpa	0,25 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
Massa média das bagas (g)	1,03 c	1,38 cb	1,82 ba	1,95 a
Índice de área foliar ( $\text{m}^2/\text{m}^2$ de área)	1,90 b	2,80 bc	3,39 ab	3,66 a

Médias seguidas de mesma letra, na linha para cada variável e dentro de cada contraste de tratamento, não diferem entre si pelo teste de tukey, ao nível de ( $p < 0,05$ ) de probabilidade de erro e ns não significativo.

TABELA 2. Fotossíntese líquida e condutância estomática, nos tratamentos número de folhas por sarmento nos ciclos de 2012/2013, 2013/2014, na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS.

Ciclo	Tratamentos	Fotossíntese Líquida $\mu\text{mol de Co}_2 \text{ (m}^2\text{)/s}$	Condutância Estomática $\text{mol de água (m}^2\text{)/s}$
<b>2012/2013</b>	6 fps	10,62 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
	10 fps	11,45 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>
	15 fps	12,02 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>
	20 fps	11,12 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
<b>2013/2014</b>	6 fps	13,04 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
	10 fps	12,39 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
	15 fps	13,20 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
	20 fps	12,63 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> na linha, para cada variável, não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de ( $p < 0,05$ ) de probabilidade de erro.

No ciclo 2014/2015, pelo fato de já ter ocorrido dois ciclos anteriores com as mesmas intervenções, destaca-se que as plantas responderam mais ao manejo de dossel respostas significativas entre as variáveis de crescimento/produção, principalmente produção ( $\text{kg planta}^{-1}$ ), número de cachos/planta e massa média de bagas. Nesse ciclo 2014/2015, destaca-se que a redução nessas duas variáveis foi mais impactante quando se manteve o dossel com um número reduzido de folhas (6fps).

Quanto ao massa de bagas, pelo fato de todos os ciclos e tratamentos ser menor que 2 g, salienta-se que são classificadas como pequenas, conforme Ministère de L'Agriculture (1995). Pommer (2003), que também descreve como pequenas as bagas que pesam 1,5 a 2,5 g em massa. Rizzon & Miele (2003), pesquisando uvas 'Merlot' na Serra Gaúcha também encontraram uma massa média de 1,60 g, o que apresenta-se como uma característica desejável do ponto de vista enológico, favorecendo a relação película/polpa e a proporção de fenóis que está presente na película (Gurovich & Páez, 2004).

Destaca-se que os tratamentos com proporções intermediárias de folhas (1,2 e 1,4  $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ), foram os que responderam em maior número de cachos e

consequentemente maior produção (kg planta<sup>-1</sup>). Com isso, estes tratamentos proporcionaram as melhores respostas de equilíbrio vegetativo/produtivo e que, por conseqüência, podem proporcionar outros benefícios ao vinhedo. Segundo Madelli *et al.* (2003), plantas equilibradas facilitam a penetração de produtos fitossanitários e melhoram as condições de luminosidade e aeração através da redução da sombra, mantendo o porte ereto dos sarmentos nos vinhedos conduzidos em espaldeiras.

Poni (2003) e Bernizzoni (2004) comentam que quanto mais curto o desponete, maior é o estímulo para o desenvolvimento das brotações laterais. Nesse estudo foi observado esse desenvolvimento, podendo ser benéfico, pois pode aumentar a capacidade fotossintética da planta estimulando o crescimento e desenvolvimento do cacho, por outro lado, podem competir por fotoassimilados e tornar o dossel mais denso. Quando o sarmento é vigoroso, ocorre também um drenode fotoassimilados para estes tecidos e, portanto, há uma maior restrição de fotoassimilados para o cacho, que pode influenciar o desenvolvimento e os níveis de maturação (Keller, 2010). Portanto, em condições de elevado vigor pode até haver maior superfície para síntese de açúcar na planta, mas isto não se apresenta como uma garantia para o aumento nos teores de açúcares nos cachos (Fregoni, 1998). Em contrapartida, quando a produção for muito elevada e o vigor for baixo, ou seja, uma menor área foliar para mesma quantidade de cachos, estes competem entre si, promovendo taxas reduzidas de crescimento e deficiência na maturação das bagas (Gil & Pszczólkowski, 2007).

Considerando a produção por planta obtida nos diferentes tratamentos, destaca-se a produtividade média foi de 6,9, 9,8 e 11,5 ton. ha<sup>-1</sup>, respectivamente nos ciclos 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015. De acordo com Hernández (2000), para a produção de vinhos finos de qualidade a produtividade não deve ser

superior a 6 ton. ha<sup>-1</sup>. Portanto, esta condição não foi obtida em nenhum dos ciclos, sendo inclusive incrementada com o aumento de carga de gemas na última safra. Este aumento de produção também teve reflexo sobre o vigor das plantas, como destacado nos altos valores do índice de ravaz (Tabela I). Considerando os ciclos 2012/2013 e 2013/2014, os valores variaram entre 13 e 18, indicando uma restrição de vigor vegetativo destas plantas. Este efeito foi agravado principalmente quando foi deixado um número reduzido de folhas por sarmento (6 fps) (Tabela I). De acordo com a literatura, a relação produção/poda (Índice de Ravaz) deve estar entre 5 e 10 (Vasconcelos & Castagnoli, 2000; Kliewer & Dokoozlian, 2005; Santos, 2006). Nesse estudo, os resultados encontrados apresentaram valores acima de 10, sugerindo que não há vigor excessivo em todos os tratamentos. Esse efeito poderia ser minimizado diminuindo a carga de frutos. Segundo Main *et al.* (2002), a amplitude deste índice pode ser maior e considera como ótimo quando os valores estão entre 3 e 10, isso as condições européias. Acima destes valores pode ser considerado como sendo um risco de excesso de produção por planta. Contudo, apesar dos valores no Índice de Ravaz terem sido maiores que 10, não se observou sintomas evidentes de supressão de crescimento e produção entre os ciclos.

De acordo com Bennett *et al.* (2005), qualquer distúrbio no restabelecimento das reservas dos sarmentos para o ciclo seguinte pode prejudicar a fertilidade das gemas. Dentro desse contexto, nenhum tratamento de desbaste restringiu o acúmulo de reservas, pois não houve diferenças estatísticas para o teor de amido (Figura 5). Souza *et al.* (2011) verificaram correlação positiva entre amido e açúcares solúveis em ramos com a fertilidade potencial de gemas da videira 'Itália'. Isso está de acordo com Winkler *et al.* (1997), que afirmam haver estreita associação entre o acúmulo de carboidratos nos ramos e a formação

de gemas férteis. Observa-se que mesmo nas plantas com 6 fps não houve este desequilíbrio de reservas, pois não reduziu a produção por planta até o ciclo de 2014/2015, comprovando a não sobre-exploração das plantas nos três ciclos de análise. Resultados diferentes foram encontrados neste trabalho (4,9% ou 49,0 mg de amido  $\text{mg}^{-1}$  de massa seca) estando abaixo do teor que normalmente é encontrado em outros trabalhos. Zapata *et al.* (2004) e Koussa *et al.* (2005) avaliando os teores de amido em três anosna cultivar Merlot encontraram valores médios de 90,0 mg de amido  $\text{mg}^{-1}$  de massa seca e salientam que a redução da concentração de carboidratos nos sarmentos podados durante o inverno pode estar relacionada com a mobilização de reservas para as estruturas permanentes da videira como tronco e raízes. Conforme esses mesmos autores foram encontrados valores também maiores na cultivar Pinot Noir (72,9 mg de amido  $\text{mg}^{-1}$  de massa seca de sarmento), no estágio de dormência.

Portanto, apesar de não ter sido observado nenhum sintoma de definhamento das plantas, estes resultados de amido também se relacionam com os dados do Índice de Ravaz e salientam que nestas condições edafoclimáticas a carga de gemas e a produção por planta deve ser ajustada para valores mais baixos do que a média empregada neste estudo. Isto é importante pelo fato do fator dreno (produção) ser o mais impactante na definição deste vigor e acúmulo de reservas, pois não se observou diferenças significativas na atividade fotossintética destas plantas (Tabela II).

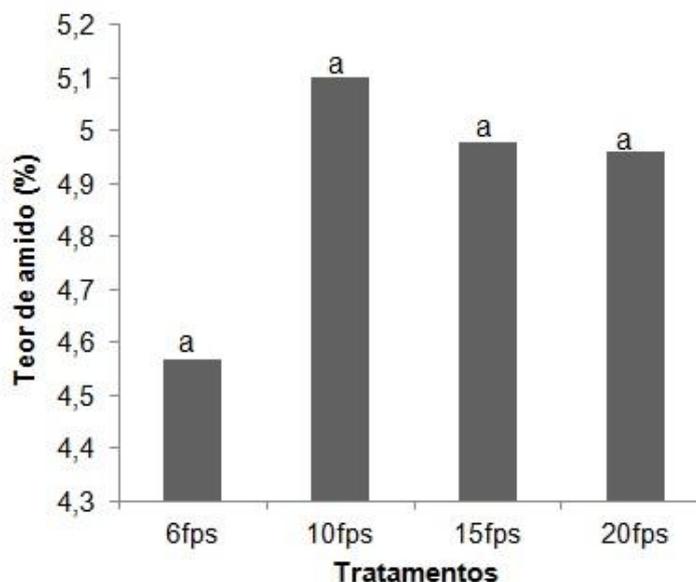


FIGURA 5. Teor de amido em sarmentos e gemas nas plantas submetidas a diferentes números de folhas por sarmento (fps), cultivada na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, no ciclo de 2013/2014.

### 5.5.2 Maturação tecnológica da uva

Na avaliação da maturação tecnológica, destaca-se que em todos os tratamentos manifestaram um incremento nos sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$ Brix) desde o *véraison* até a colheita nos três ciclos (Tabela III). Contudo, salienta-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos nesta variável, formando um grupo inferior (6 fps e 10 fps) e um grupo superior (15 fps e 20 fps).

Nos tratamentos com maior número de folhas houve uma evolução mais rápida no acúmulo de açúcares, destacando-se o 15 fps e 20 fps, em detrimento ao tratamento 6 fps, que levou mais tempo para acumular a mesma quantidade de açúcares que os demais tratamentos. Este contraste é explicado principalmente pelas diferenças na superfície de folhas, considerando que os resultados de fotossíntese destas plantas foram similares.

Os açúcares são elementos importantes na uva, pois a partir deles é que se pode estimar a graduação alcoólica dos vinhos que serão elaborados (Delanoe *et al.*, 1987). Embora com diferenças significativas entre os tratamentos de área foliar em quase todas as datas de coletas, pode-se considerar que o acúmulo de sólidos solúveis totais nas bagas não foi reduzido na mesma proporção em que foi efetuada a redução do dossel. Na ocasião da colheita os teores de SST ficaram em média de 20 °Brix em todos os ciclos, permanecendo inferior apenas o tratamento 6 fps com 19,04, 18,07 e 18,40 °Brix, respectivamente, em 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. Apesar da inferioridade destes valores, esta condição de menor proporção de folhas ainda atingiu níveis superiores de °Brix aos obtidos em Bento Gonçalves com a uva 'Merlot' (18,4°Brix) e sem nenhum tratamento de restrição no número de folhas (Rizzon & Miele 2003), o que enfatiza o efeito da não sobreposição e autosombreamento pelo excesso de folhas (Smart, 1985; Keller, 2010) ou do contraste destes ambientes de cultivo. Para os demais tratamentos, nesta fase não houve diferença estatística, o que expõe o tratamento 10 fps como um dos candidatos ao limite de referência mínimo de folhas para se atingir a maturação desta cultivar nesta região.

Pelos dados médios de área foliar e produção por planta dos dois últimos ciclos, o tratamento 10 fps correspondeu em média  $0,98 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$  de uva. Ou seja, foi uma referência inferior ao limite salientado na literatura de  $1 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$  (Kliwer & Dokoozlian, 2005) e próximo do limite inferior da faixa de  $0,8 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$  a  $2,0 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ , que é considerada ideal para maturação plena da uva (Poni, 2003; Kliwer & Dokoozlian, 2005). Diante do exposto, para evitar variações entre locais e influências entre ciclos de cultivos, sugere-se como um limite mais adequado a proporção de 15 fps, que já apresenta uma estabilização dos atributos de maturação.

TABELA 3. Sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$ Brix), pH e acidez titulável (mEq.  $\text{L}^{-1}$ ), nos tratamentos de número de folhas por sarmento (fps) e área foliar  $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$ , nos ciclos de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS.

variáveis	$^{\circ}$ Brix				pH				Acidez titulável (7,0 mEq. L-1)			
	6 fps $0,8 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$	10 fps $1,0 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$	15 fps $1,4 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$	20 fps $1,6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$	6 fps $0,8 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$	10 fps $1,0 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$	15 fps $1,4 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$	20 fps $1,6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$	6 fps $0,8 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$	10 fps $1,0 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$	15 fps $1,4 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$	20 fps $1,6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$
<b>ciclo 2012/2013</b>												
16/01/2013	8,8 c	11,98 b	13,21 a	13,76 a	2,87 b	2,90 a	2,98 a	2,90 a	172,73 a	135,49 b	124,28 c	118,47 c
14/02/2013	17,40 c	19,00 b	20,00 ab	20,83 a	3,67 <sup>ns</sup>	3,59 <sup>ns</sup>	3,59 <sup>ns</sup>	3,65 <sup>ns</sup>	53,04 <sup>ns</sup>	52,16 <sup>ns</sup>	46,94 <sup>ns</sup>	49,77 <sup>ns</sup>
19/02/2013	19,04 b	20,25 ab	20,78 a	21,35 a	3,47 bc	3,45 b	3,54 ab <sup>ns</sup>	3,59 a	49,10 a	42,85 b	39,73 b	39,30 b
<b>ciclo 2013/2014</b>												
13/01/2014	12,10 b	14,00 a	14,28 a	14,28 a	2,75 c	2,81 bc	2,82 ab	2,84 a	196,43 a	168,7 b	163,66 b	164,99 b
27/01/2014	14,48 b	16,90 a	17,63 a	17,76 a	3,05 b	3,25 ab	3,25 a	3,24 a	96,40 a	75,12 b	72,56 b	78,91 b
11/02/2014	16,75 b	18,91 a	19,40 a	19,15 a	3,29 <sup>ns</sup>	3,39 <sup>ns</sup>	3,37 <sup>ns</sup>	3,33 <sup>ns</sup>	56,85 a	50,56 c	51,64 ab	53,84 b
18/02/2014	18,40 a	19,23 a	19,87 a	20,05 a	3,48 <sup>ns</sup>	3,57 <sup>ns</sup>	3,56 <sup>ns</sup>	3,53 <sup>ns</sup>	40,6 <sup>ns</sup>	38,49 <sup>ns</sup>	38,42 <sup>ns</sup>	38,87 <sup>ns</sup>
<b>ciclo 2014/2015</b>												
19/01/2015	11,85 b	11,68 b	12,85 a	13,16 a	2,91 b	2,91 b	2,97 a	2,99 a	142,72 ab	147,18 a	137,39 b	143,35 ab
02/02/2015	14,20 c	15,03 bc	15,53 ab	15,98 a	3,31 a	3,28 b	3,28 b	3,30 a	86,56 ab	92,03 a	79,24 b	80,86 ab
09/02/2015	18,07 c	18,91 b	19,62 a	19,52 a	3,59 <sup>ns</sup>	3,59 <sup>ns</sup>	3,61 <sup>ns</sup>	3,59 <sup>ns</sup>	44,37 ab	44,25 b	43,98 b	46,65 a

Médias seguidas de mesma letra, na linha, para cada variável, não diferem pelo teste de tukey, ao nível ( $p < 0,05$ ) de probabilidade de erro e <sup>ns</sup> não significativo.

Com relação à acidez total titulável e pH do mosto, salienta-se também que nos três ciclos os maiores valores de acidez e menores de pH foram observados no tratamento 6 fps nas primeiras datas de avaliações, sugerindo estágio menos avançado de maturação, sem diferenças significativas entre os demais tratamentos (Tabela III). Ou seja, a restrição mais drástica na superfície foliar promoveu um atraso na degradação dos ácidos, possivelmente influenciada pela restrição no nível de carboidratos na baga. O balanço entre o acúmulo, na fase inicial de desenvolvimento das bagas, e a degradação destes compostos durante a maturação, principalmente do ácido málico regulam a concentração destes ácidos nas bagas (Conde *et al.*, 2007). A alteração nos teores de acidez titulável na uva em relação à área foliar foi também descrita por Poni (2003), que observou valores de acidez mais elevados em bagas provenientes dos tratamentos de maior redução foliar, sendo este resultados associado ao atraso no metabolismo de maturação destas uvas.

Em relação ao pH, o efeito dos tratamentos pode ser considerado semelhante, para os tratamentos com área foliar a partir de 10 fps, pois durante a maturação das bagas os valores aumentaram para todos os níveis de área foliar. No ciclo 2012/2013 observou-se alterações nos padrões de acidez e pH de uma data para todos os tratamentos de área foliar (Tabela III). Os valores de pH das uvas no momento da colheita (pH médio de 3,54). Os valores de pH observados em Santana do Livramento/RS se encontram nos limites de variação definidos por Mandeli (2008) para a variedade Merlot, na Serra gaúcha. Estes valores também estão próximos aos índices considerados adequados (3,3 a 3,7) por Mpelasoka *et al.* (2003) e com valores médios obtidos em Bordeaux, na França (Pereira *et al.*, 2005) e no norte da Itália (Stefanini *et al.*, 2000).

Por outro lado, pode-se considerar que as condições climáticas da campanha (dias quentes e secos e noites com temperaturas amenas), aumentam o pH e alteram o metabolismo dos ácidos orgânicos, principalmente do ácido málico, aumentando a sua degradação nas bagas, determinando a qualidade enológica (Conde *et al.*, 2007). O pH é considerado importante na avaliação da qualidade da uva, indicando sua resistência às contaminações bacterianas e à estabilidade de compostos fenólicos (Guerra, 1998). Mostos com pH baixo estão mais protegidos da ação das enzimas oxidativas durante a fase pré-fermentativa. Ao contrário, vinhos com pH elevado são mais suscetíveis às alterações oxidativas e biológicas. Ribéreau-Gayon *et al.* (2006), salienta que valores de pH do mosto situam-se entre 2,8 e 4,0 e que valores de pH baixo garantem ao mosto uma melhor estabilidade microbiológica físico-química (Aerny, 1985).

As amostras coletadas e analisadas não ultrapassaram os valores de pH (4,0) evidenciando que nenhum tratamento prejudica a estabilidade do mosto e capacidade enológicas das uvas produzidas na Região da Campanha Gaúcha. Entretanto, nas datas de avaliação próximas da colheita, observa-se que a restrição foliar não teve grandes efeitos sobre a acidez total e o pH. De modo geral, salienta-se que na colheita os dados de acidez ficaram abaixo dos limites determinados pela legislação brasileira, entre 55 e 120 mEq.L<sup>-1</sup>, o que é reflexo de um ambiente mais quente de cultivo, e que exige correção da acidez na cantina.

### **5.5.3 Análise sensorial**

O manejo do dossel vegetativo afetou a intensidade dos atributos sensoriais dos vinhos Merlot produzidos com uvas colhidas em Santana do

Livramento/RS. Destacam-se as avaliações de qualidade como a intensidade de cor, aromas de frutas vermelhas e persistência dos vinhos desta variedade. Os aromas frutados apresentaram alta intensidade, enquanto que em geral o aroma vegetal foi presente sensorialmente em nível médio para a maioria dos vinhos avaliados.

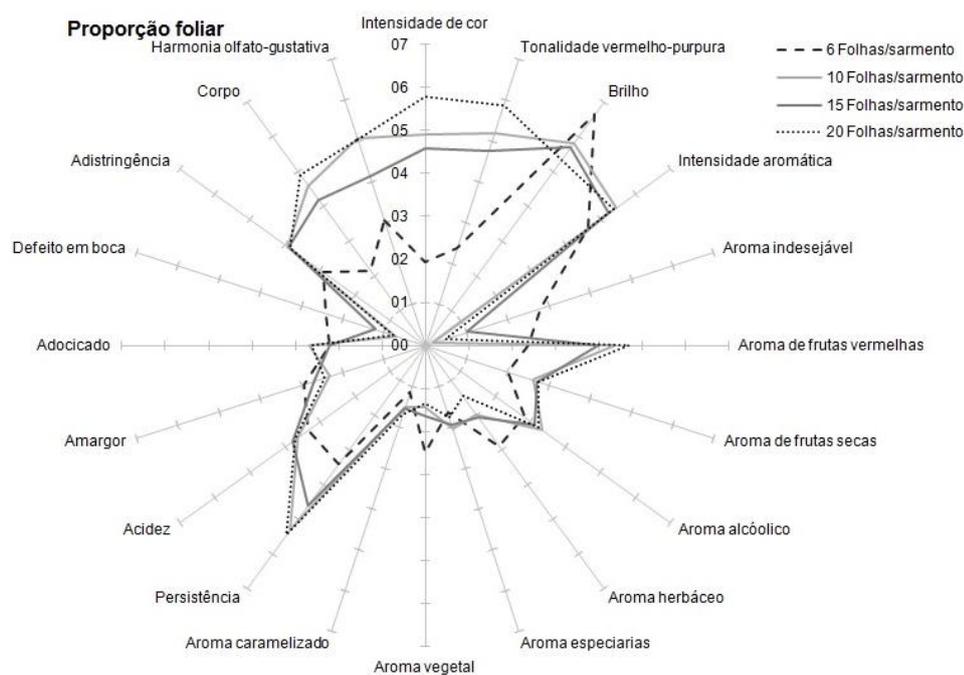


FIGURA 6. Atribuídos sensoriais avaliados em vinhos 'Merlot', no ciclo 2013/2014, de plantas com diferentes tratamentos de área foliar, cultivadas na Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento-RS, no ciclo de 2013/2014.

Os atributos aromáticos foram os que permitiram diferenciar com mais intensidade os vinhos resultantes de uvas colhidas de plantas com diferentes proporções de área foliar ( $0,8 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ,  $1,0 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ,  $1,4 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ,  $1,6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ). Observa-se que esses tratamentos separaram-se em dois grupos sendo que o  $0,8 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$  obteve os menores valores para atributos sensoriais, principalmente para os aromáticos, já o outro grupo ( $1,0$ ,  $1,4$ ,  $1,6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ) obteve o maior número e melhores atributos na escala sensorial, mantendo valores muito próximos.

Portanto, esse resultado salienta que acima de  $1,0 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ , não houve interferências negativas nos atributos, podendo aferir que não se necessita de um dossel muito alto, ou seja, tendo-se uma média de 15 fps para garantir e melhorar os atributos sensoriais.

Diversos autores têm descrito a correlação entre a concentração de compostos aromáticos, dentre eles as metoxipirazinas, e a intensidade de aromas vegetais detectadas nos vinhos (Falcão *et al.*, 2007). Neste estudo, foi observado que os vinhos resultantes de plantas que receberam manejo do dossel vegetativo ( $1,0$  e  $1,4 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ) apresentaram baixa intensidade de aromas vegetais. Diferente de Falcão *et al.* (2007) que estudando a concentração desses compostos em videiras Merlot sem manipulação do dossel em Santa Catarina registraram elevada concentração de 2-metoxi-3-isobutilpirasina (IBMP), o que pode ser mais associado ao local de cultivo. Hashizume & Samuta (1999) observaram que a concentração destes compostos é elevada durante a formação das bagase com a evolução da maturação evidencia-se um declínio progressivo, sob condições adequadas de exposição à luz solar e através da retirada das folhas na região dos cachos. Segundo Ryona (2008), a maior abertura do dossel permite um balanço positivo entre a relação foto-decomposição e a formação dos IBMP durante a formação da uva.

A tendência dos atributos sensoriais do tratamento 6 fps em comparação aos outros tratamentos foi de reduzir em 1/3 a tonalidade de cor vermelho púrpura, principalmente em relação ao  $1,6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$  e pela metade os atributos de aroma de frutas vermelhas, aroma de frutas secas, persistência, corpo e harmonia olfato gustativa, aumentando o aroma herbáceo e o amargor. Os atributos sensoriais que melhor diferenciaram os vinhos foram à tonalidade, intensidade de cor vermelho púrpura, corpo e aroma herbáceo. Este resultado foi diferente de

Borghezan *et al.* (2010), os quais estudaram o manejo do dossel em videiras Merlot em São Joaquim-SC e constataram maior aroma herbáceo em dosséis sem poda. Contudo, salienta-se que esse efeito pode estar relacionado ao extremo de redução de área foliar alterando a composição pela restrição na síntese e não pelos efeitos de auto-sombreamentos.

## 5.6 Conclusões

1. Reduções no número de folhas principais por sarmento de ( $1,6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ) para ( $0,80 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ) não proporcionaram diferenças na taxa de fotossíntese líquida e na condutância estomática de folhas de videira 'Merlot' nas condições edafoclimáticas da região da Campanha.
2. A redução excessiva da área foliar ( $0,8$  e  $1,0 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ) limitou a taxa de acúmulo de sólidos solúveis totais, aumentou o pH e diminuiu a acidez total. Contudo, a partir de 15 fps, equivalente a  $1,4 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ , não se observou mais restrição na evolução da maturação.
3. As folhas de feminelas contribuíram para um aumento de 2,6 na superfície foliar das plantas e, portanto, podem favorecer significativamente no aporte de fotoassimilados para a uva.
4. Vinhos procedentes de tratamentos com área foliar reduzida (6 fps) apresentaram os menores valores nos atributos sensoriais do vinho, principalmente em intensidade de coloração púrpura e aromas de frutas vermelhas. Contudo, nas maiores proporções foliares ( $1,0$ ,  $1,4$  e  $1,6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ ) as características olfativas e gustativas dos vinhos foram superiores e sem muita distinção entre si.
5. Pelo conjunto de efeitos em crescimento e favorecimento na qualidade enológica, conclui-se que um despoite mantendo 15 folhas principais por

sarmento apresenta-se como mais adequado para a videira 'Merlot' em cultivos na região de Santana do Livramento-RS

## 5.7 Referências bibliográficas

AMARAL, L.I.V. et al. Novo método enzimático rápido e sensível de extração e dosagem de amido em materiais vegetais. **Hoehnea Instituto de Botânica**, v.34, n.4, p. 425-431, 2007.

AERNY, J. Définition de la qualité de la vendange. **Revue Suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture**, Nyon, v.17, n.4, p.219-223, 1985.

BENNETT, J. et al. Influence of defoliation on overwintering carbohydrate reserves, return bloom, and yield of mature Chardonnay grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.56, p.386–393, 2005.

BERGQVIST, J.; DOKOOZLIAN, N.; EBISUDA, N. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 52, n. 1, p. 1-7, 2001.

BERNIZZONI, F. Quando e come si esegue la potatura “verde” della vite. **Agricoltura**, Roma, n. 4, p. 90-91, 2004.

BISSON, L. In search of optimal grape maturity. **Practical Winery and Vineyard**, San Rafael, Jul-Aug, p. 32-43, 2001. BORGHEZAN, M. et al. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de variedades de videira à campo (*Vitis vinifera* L.). **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Runa, v.25, n.1, p.1- 7, 2010.

CHAMPAGNOL, F., **Elément's de Physiologie de La Vigne et de Viticulture Général**. Dehan, Montpellier, France, 1984.

CONDE, C. et al. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v.1, p.1-22, 2007.

DELANOË, D.; MAILLARD, C.; MAISONDIEU, D. **O vinho da análise à elaboração**. Portugal: Publicação Europa América LDA, 1987. 224p.

FOURNIOUX, J.C. Influences foliaires sur le développement végétatif de la vigne. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, Bordeaux, v. 31, n. 4, p. 165-183, 1997.

FREDES, C.; BENNEWITZ, E.V. Efectos del manejo de follaje, vigor y carga sobre parâmetros vegetativos - productivos y madurez em viñedos Carménère. **Revista Enologia**, Lisboa, n. 4, p. 1-7, 2008.

FREGONI, M. **Viticultura di qualità**. Verona: Edizione l'informatore Agrário, 1998.707p.

GIL, G. F.; PSZCZÓLKOWSKI, P. **Viticultura**: fundamentos para optimizar producción y calidad. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile, 2007. 535 p.

GUERRA, C. C. **Evolução polifenólica**: Longevidade e qualidade dos vinhos tintos finos. In: SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE VITICULTURA, ENOLOGIA E GASTRONOMIA, 1998, Bento Gonçalves. **Anais do...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1999. p 55- 65.

GUROVICH, L.; PÁEZ, C. Influencia del riego deficitario controlado sobre el desarrollo de las bayas e la composición química de los mostos y vinos. **Ciencia e Investigación Agraria**, Santiago, n. 31, p. 175-176, 2004.

HERNÁNDEZ, Maturacion y vindimia In: CURSO DE ENOLOGIA PARA AFICIONADOS. Lección 3. Madrid, 2000.

HUNTER, J.J. Implications of seasonal canopy management and growth compensation in grapevine. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Dennesig, v. 21, n. 2, p. 81-91, 2000.

INTRIERI, C.; FILIPPETTI, I. Più produttività non sempre significa meno qualità. **VigneVini**, Bologna, n. 5, p. 38-41, 2007.

KELLER, M. Managing grapevines to optimize fruit development in a challenging environment: A climate change primer for viticulturists. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Glen Osmond, v.16, p.56-69, 2010.

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

KOUSSA, T.; RIFAI, L. A.; CHERRAD, M. Annual variations of alphaamylase and invertase activities in buds and internodes of grapevines and their relation with carbohydrates and abscisic acid content. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, Bordeaux, v.39, p.129-136, 2005

LOPES, C.M. et al. Modelos empíricos para estimativa da área foliar da videira na casta Jaen. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Dois Portos, v.19, n.2, p.61-75, 2004.

MAIN, G.L.; MORRIS, J.R. Leaf-Removal Effects on Cynthiana Yield, Juice Composition, and Wine Composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 55, p. 147-152, 2004.

MIELE A.; RIZZON L.A.; MANDELLI F. Manejo do dossel vegetativo da videira e seu efeito na composição do vinho Merlot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p.463-470, 2009.

MIELE, A.; MANDELLI, F. **Sistemas de condução da videira**. Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 2005.

MOTA, C.S. et al. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras 'cabernet sauvignon' cultivadas sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 148-153, 2008.

MYBURGH, P.A. Water status, vegetative growth and yield responses of *Vitis vinifera* L. cvs. Sauvignon Blanc and Chenin Blanc to timing of irrigation during berry ripening in the Coastal Region of South Africa. **South African Journal of Enology and Viticulture** (South African Society for Enology and Viticulture), 27, v. 1, (2006), pp. 1-7

NEIS, S. et al. Caracterização fenológica e requerimento térmico para a videira 'Niagara Rosada' em diferentes épocas de poda no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 932-937, 2010.

PETRIE, P.R. et al. The effect of leaf removal and canopy height on whole-vine gas exchange and fruit development of *Vitis vinifera* L. Sauvignon blanc. **Functional Plant Biology**, Collingwood, n. 30, p. 711-717, 2003.

POMMER, C.V. Uva: **Tecnologia de produção, Pós-colheita, Mercado**. Porto alegre, Ed. Cinco continentes, 2003. 778.

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

RADÜNZ, L.A. et al. Necessidades térmicas de videiras na região da Campanha do Rio Grande do Sul – Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.4, p.626-632, abr, 2015.

REGINA, M. A.; CARBONNEAU, A. Trocas gasosas em *Vitis vinifera* sob regime de estresse hídrico: II. fotorrespiração e comportamento varietal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 37-44, 1999.

RIBÉREAU-GAYON, P. et.al. **Handbook of Enology**. 2. ed. [England]: John Wiley & Sons, 2006. v.2 441p.

RIZZON L. A.; MIELE A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, p.156-161, 2003.

SANTOS, H.P. **Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 9p. (Comunicado Técnico, 71).

SMART, R. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implication for yield and quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 35, n. 3, p. 230-239, 1985.

SOUZA, E.R.; RIBEIRO, V.G.; PINÓRIO, J.A.A. Percentagem de fertilidade gemas e teores carboidratos em raízes, sarmentos e folhas da videira cultivar Itália. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, Guarapuava, v.4, n.1, p.83–95, 2011.

SOUZA, J.S.I; MARTINS,F.P., Viticultura Brasileira: **Principais variedades e suas características**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 68 p.

STONE HS, SIDEL JL. **Sensory evaluation practices**. San Diego, CA: Academic Press; 1992.

VALDIVIESO, F. Tendências del manejo del follaje em La viticultura chilena. **Revista Enologia**, Lisboa, n. 5, p. 1-8, 2005.

VASCONCELOS, M.C.; CASTAGNOLI, S. Leaf Canopy Structure and Vine Performance. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 51, n. 4, p. 390-396, 2000.

ZAPATA, C. et al. Partitioning and mobilization of starch and N reserves in grapevine (*Vitis vinifera* L.). **Journal of Plant Physiology**, Jena, v.161, p.1031-1040, 2004.

WINKLER, A.J., COOK, J.A., KLIEWER, W.M., LIDER, L.A. (1997) **General Viticulture**. Ed. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, pp.710.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da necessidade dos viticultores da Campanha Gaúcha em obter informações sobre as melhores formas de manejo e condução dos vinhedos, foi idealizado e executado esse projeto, que visou elucidar quais eram os possíveis manejos do vinhedo que podem ser adotados para controlar o vigor e melhorar a qualidade enológica das uvas cultivadas na região.

Nesse estudo, verificou-se que a redução extrema na carga de gemas por planta (20 gemas planta<sup>-1</sup>), em espaçamento simples na linha (1m), pode favorecer a qualidade enológica da uva (Capítulo 1). Este benefício foi associado ao fato desta condição promover uma alta proporção de folhas em relação à carga de frutas (> 1,6 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>) o que mimetiza as proporções de folhas obtidas em espaçamentos duplos (2 m, Capítulo 1) e altos números de folhas/sarmento (1,4 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>, Capítulo 2). Em contrapartida, esta menor carga de gemas não exerce controle sobre o crescimento vegetativo, prejudicando o equilíbrio vegetativo/produtivo das plantas e elevando a demanda por podas verdes para o controle microclimático do vinhedo.

Quando se manteve uma maior carga de gemas por planta (aproximadamente 60 gemas), em associada ao espaçamento duplo (2m), proporcionou-se, por consequência, a mesma carga de gemas por metro linear e favoreceu tanto o equilíbrio vegetativo-produtivo das plantas como a qualidade enológica das uvas. Esse equilíbrio induziu a uma paralisação natural do

crescimento apical dos ramos, mantendo uma proporção média de 15 folhas principais por sarmento, o que é similar a razão de  $1,6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ , que só foi obtida com os maiores tratamentos de despontes (15 e 20 folhas/sarmento, Capítulo 2). Com essas características fisiológicas, estas videiras proporcionaram favorecimentos na qualidade enológica da uva, percebida principalmente pela intensidade dos descritores sensoriais de cor vermelho-púrpura e aromas frutados do vinho 'Merlot'. Dentro desse contexto, salienta-se como as melhores estratégias de manejo a adoção de menores densidades de plantio (maiores espaçamentos entre plantas), que possibilite maior amplitude de ajuste de produção por planta, associado a uma organização do dossel vegetativo com despontes que mantenham no mínimo 15 folhas principais por sarmento ou  $1,6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ , como os mais adequados para a videira 'Merlot'/SO4 cultivada na região de Santana do Livramento-RS.

Os benefícios da adoção destas estratégias se devem ao controle do vigor, favorecendo a maior exposição solar das folhas e frutos e a fisiologia e bioquímica de maturação da uva e a qualidade enológica. Além disso, pelas condições microclimáticas promissoras, favorecem a diferenciação de gemas para o próximo ciclo produtivo e otimizam o controle fitossanitário. Cabe salientar que, apesar deste estudo expor algumas referências locais de manejo que podem ser adotadas como ferramentas no ajuste do equilíbrio vegetativo/produtivo, não podem ser empregadas como estratégias isoladas de manejo. Na implantação e condução dos vinhedos, devem ser considerados em conjunto outros fatores que também proporcionam efeitos diretos ou indiretos sobre o vigor vegetativo. Dentre estes, destaca-se a escolha das variedades, dos clones e dos porta-enxertos, bem como a escolha do local, envolvendo o tipo de solo e as características físico-químicas, e o manejo da nutrição e da disponibilidade hídrica.

Cabe salientar que a região da Campanha Gaúcha apresenta algumas variações de solo, com características físicas e químicas distintas, que não foram consideradas neste trabalho. Portanto, sugere-se que em pesquisas futuras no manejo de plantas em vinhedos desta região, sejam considerados esses contrastes de solo em combinação com outras variações de genótipos de copa e de porta-enxertos.

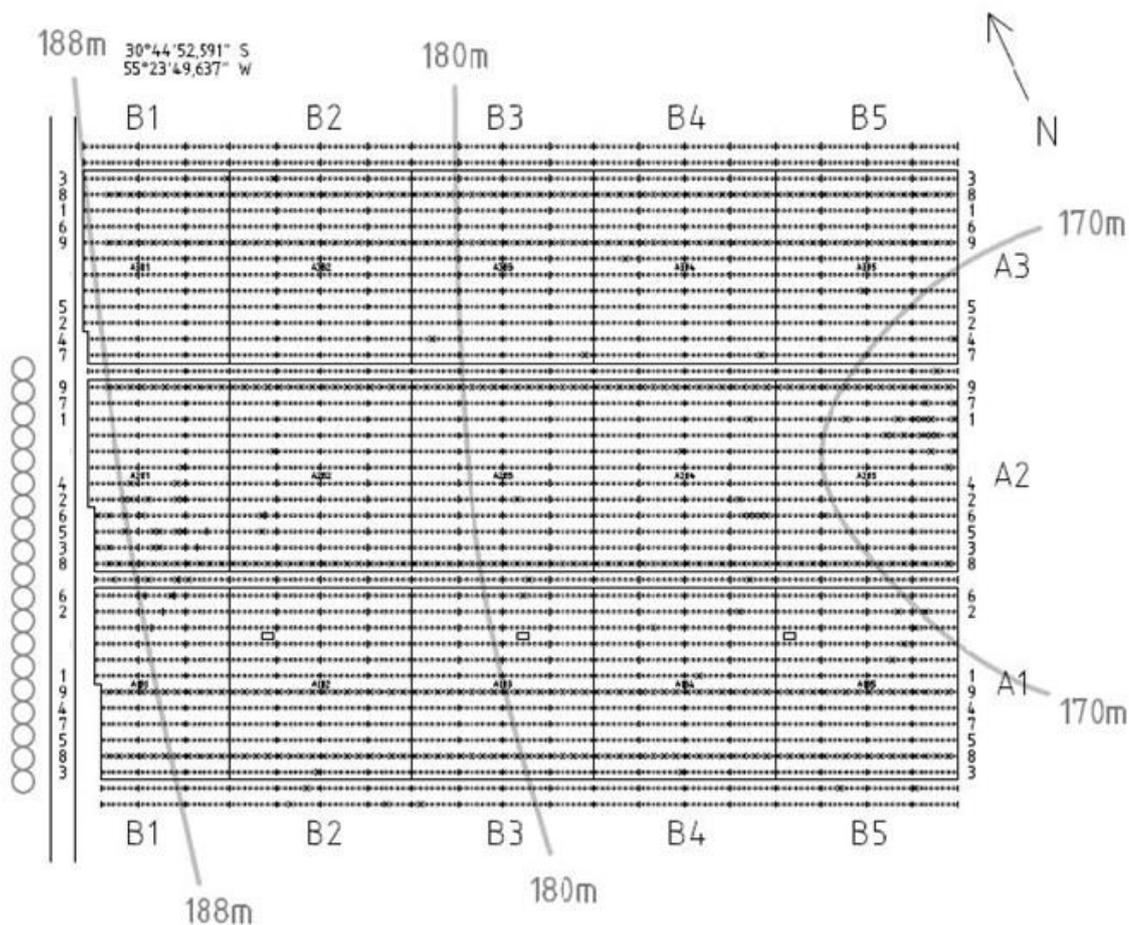
O presente trabalho não resolve todas as questões técnico-científicas da vitivinicultura da Campanha Gaúcha, pois, pelo conjunto de avaliações que foram conduzidas, não foi possível considerar todos as cultivares que hoje representam os vinhos da região. Contudo, espera-se que, com base nos avanços do conhecimento que foram gerados neste estudo, a atividade vitivinícola na região da Campanha Gaúcha possa se expandir com base em critérios técnicos específicos e ajustados à realidade local. Portanto, em conjunto, espera-se favorecer a sustentabilidade e o desenvolvimento regional no nível socioeconômico pelo reconhecimento da qualidade dos produtos vitivinícola, o que se constitui um dos fundamentos para o desenvolvimento e reconhecimento da futura indicação geográfica 'Vinhos da Campanha'.

## 7 APÊNDICES

APÊNDICE 1. A- Placa da localização do experimento, B- Retirada das plantas dos tratamentos para o tratamentos 4 e 5 (2m entre plantas), C- Condução das varas do sistema Guyot para o sistema cordão esporonado, D- Varas conduzidas para o sistema cordão esporonado, E- Medição do tronco com paquímetro digital, F- Medição da nervura central da folha com régua graduada, G- Medição da altura do dossel com trena, H- Medição da largura do dossel com trena, I- Medição da fluorescência com Irga, J- Medição da clorofila, L- Medição da radiação, M- Medição da temperatura no cacho, das plantas da cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015.



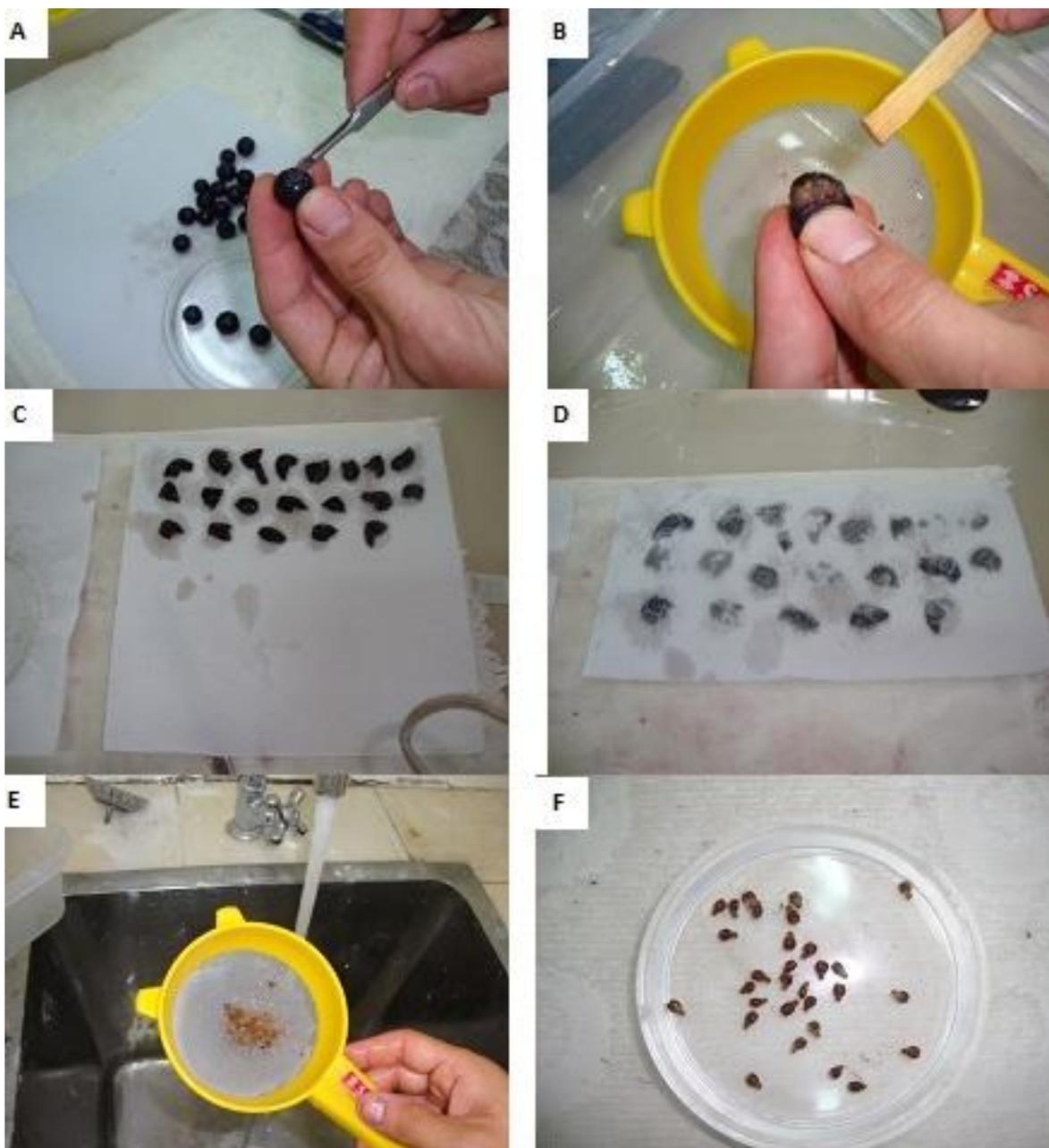
APÊNDICE 2. Croqui detalhado da área do experimento no município de Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, localizado na vinícola Nova Aliança Filial 03 (Grupo Aliança) no lote-4, área de 1,8 ha, implantada com a cultivar Merlot (clone-343) sobre o porta-enxerto SO4, no ano de 2007, espaçamento 1,00 metro entre plantas e de 2,80 metros entre filas, com um total de 42 filas de 154 metros.



APÊNDICE 3. A- Bagas sendo amassadas para a retirada do mosto B- Mosto sendo colocado em tubos de eppendorf C- Mosto acondicionado em tubos de eppendorf identificados conforme tratamento bloco e área do experimento, cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015.



APÊNDICE 4. A- Retirada da polpa e da semente das bagas B- polpa sendo colocada em peneira para separa as sementes C- Películas acondicionadas em papel toalha para secar D- Películas acondicionadas em papel toalha para secar E- Sementes lavadas em água corrente para retirar a mucilagem, F- sementes limpas e secas para a pesagem, cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015.



APÊNDICE 5. A- Medição da nervura central da folha em laboratório, B- Medição da área da folha (cm<sup>2</sup>) C- Caixas com as uvas referentes a cada tratamento D- Cachos de uva de cada planta para análises físicas E- Desengaçamento e preparação do mosto, F- Mosto engarrafado para a microvinificação, cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015.



APÊNDICE 6. A- Mesa para treinamento dos avaliadores da análise ADQ dos vinhos B- Taças identificadas para a degustação C- Amostras dos vinhos para análises de taninos, antocianinas, polifenóis e intensidade de cor da cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2013/2014.



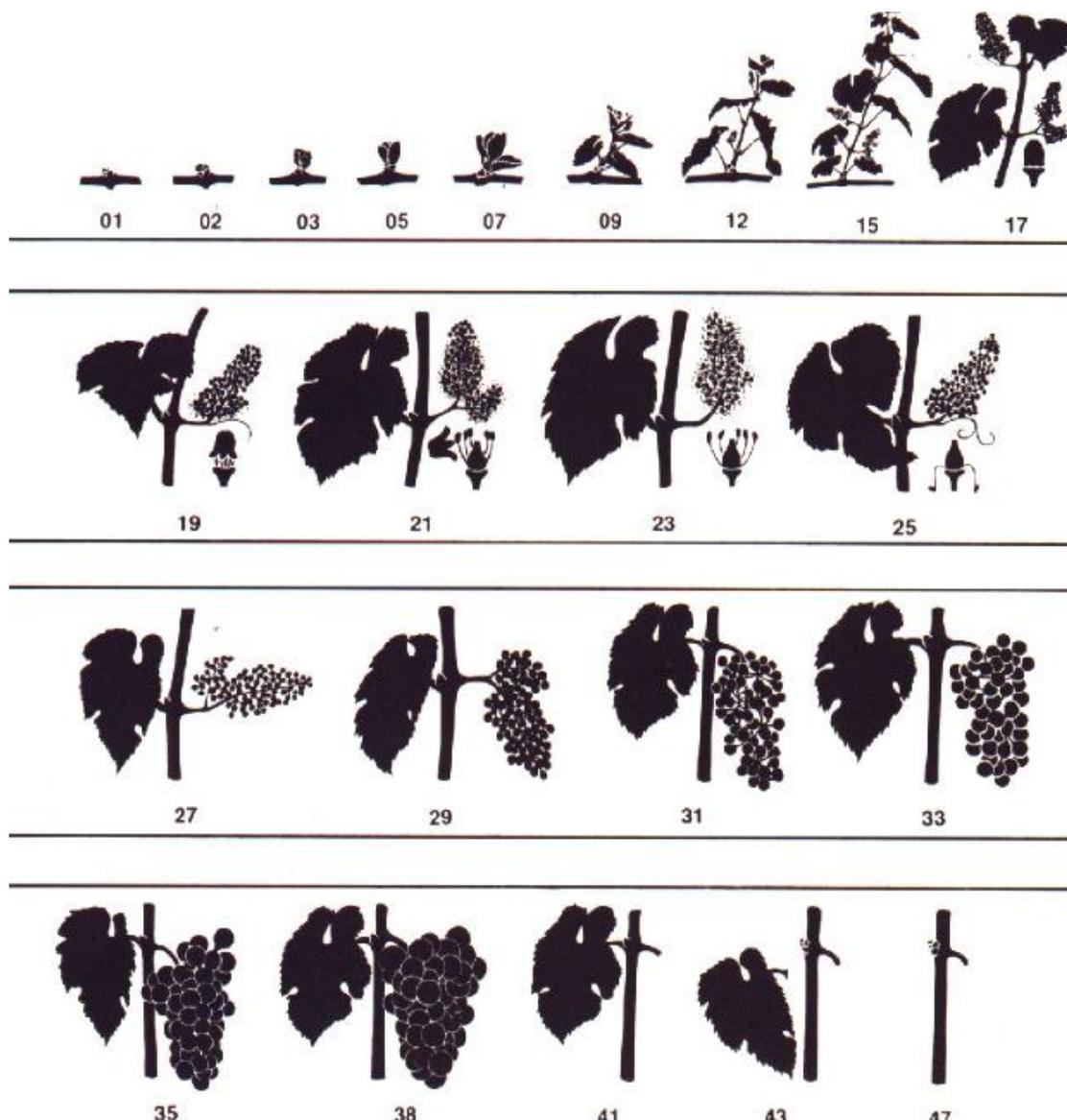
APÊNDICE 7. A e B- Estádio fenológico 31 (baga tamanho“ervilha”), que as plantas se encontravam no momento do manejo do dossel (poda) das plantas da cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015.



APÊNDICE 8. Escala fenológica de Einhorn & Lorenz (1997) com estádios agrupados esubperíodos.

<b>ESTÁDIO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>SUBPERÍODO</b>
01	Gemas dormentes	
02	Inchamento de gemas	
03	Algodão	<b>Brotação</b>
05	Ponta verde	
07	1ª folha separada	
09	2 ou 3 folhas separadas	
12	5 ou 6 folhas separadas; inflorescência visível	
15	Alongamento inflorescência, flores agrupadas	<b>Vegetativo</b>
17	Inflorescência desenvolvida, flores separadas	
19	Início do florescimento, primeiras flores abertas	
21	25% das flores abertas	<b>Florescimento</b>
23	50% das flores abertas (pleno florescimento)	
25	80% das flores abertas	
27	Frutificação (limpeza do cacho)	
29	Grãos tamanho "chumbinho"	<b>Frutificação</b>
31	Grãos tamanho "ervilha"	
33	Início da compactação do cacho	
35	Início da maturação	
38	Maturação plena	
41	Maturação dos sarmentos	<b>Maturação</b>
43	Início da queda das folhas	
47	Final da queda das folhas	

APÊNDICE 9. Representação gráfica da Escala fenológica de Einhorn & Lorenz (1997) com estádios agrupados e subperíodos.



APÊNDICE 10. A- Vista parcial da área do experimento B- Plantas com tratamento 6 (fps) C- Vista da fileira das plantas com tratamento 6 (fps) D- Plantas com tratamento 10 (fps) E- Vista da fileira das plantas com tratamento 10 (fps) F- Plantas com tratamento 15 (fps) G- Vista da fileira das plantas com tratamento 15 (fps) da cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015.



APÊNDICE 11. H- Plantas com tratamento 20 (fps) conduzidas, I- Vista da fileira das plantas com tratamento 20 (fps) conduzidas, J- Plantas com tratamento 20 (fps) não conduzidas K- Vista da fileira das plantas com tratamento não conduzidas (fps) L- Plantas com tratamento 15 (fps), com espaçamento 2 metros entre plantas, M- Vista da fileira das plantas com tratamento 15 (fps) com espaçamento 2 metros entre plantas cv. Merlot na área experimental da Vinícola Nova Aliança, Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015.



APÊNDICE 12. Localização de Santana do Livramento no Rio Grande do Sul.  
Fonte: IBGE, 2008.



APÊNDICE 13. A- Sede da Vinícola B- Área do experimento, Vinícola Nova Aliança Filial 03 (Grupo Aliança) no lote-4, área de 1,8 ha, implantada com a cultivar Merlot (clone-343) sobre o porta-enxerto SO4, no ano de 2007, espaçamento 1,00 metro entre plantas e de 2,80 metros entre filas, com um total de 42 filas de 154 metros, município de Santana do Livramento, Rio Grande do Sul.



APÊNDICE 14. Descrição do experimento detalhando tratamentos de espaçamento, carga de gemas e número de folhas/ramo, no município de Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, localizado na vinícola Nova Aliança Filial 03 (Grupo Aliança) no lote-4 com uma área de 1,8 ha, essa área foi plantada com a cultivar Merlot (clone-343) sobre o porta-enxerto SO4, no ano de 2007, o espaçamento é de 1,00 metro entre plantas e de 2,80 metros entre filas, com um total de 42 filas de 154 metros

