

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS  
VEGETAIS**

Olavo Gavioli

**COMPORTAMENTO VITÍCOLA DA VARIEDADE  
CABERNET SAUVIGNON (*Vitis vinifera* L.) EM DOIS  
MUNICÍPIOS DO PLANALTO SUL CATARINENSE**

Dissertação submetido(a) ao Programa de Pós-graduação em de Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Aparecido Lima da Silva

Florianópolis – SC

2011

## **Biblioteca**

## **Ficha assinaturas**



*Dedico este trabalho a meus avós.*



## AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha esposa Maria Carolina pelo apoio.

A meu filho Lucas por ser capaz de alegrar o dia com apenas um sorriso.

Aos meus pais, Giorge e Iolanda, e minha irmã Fernanda, pelo incentivo e apoio em todos os momentos de minha vida.

Ao meu Professor Orientador Aparecido Lima da Silva pela amizade, confiança, apoio e paciência durante meu período acadêmico.

Aos meus amigos Pópo, Luciane e Clarissa, o meu muito obrigado, porque um amigo está contigo quando lhe precisas.

Aos companheiros de trabalho Fábio e Guilherme.

Aos Professores Miguel Pedro Guerra e Hamilton Justino Vieira pelo apoio e ensinamentos transmitidos durante o curso.

A toda equipe de Professores e Funcionários do Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Ao Dr. Ernani e a Janaína por apoiarem a realização deste curso, bem como por ceder as dependências da Vinícola Abreu Garcia para realização de parte deste trabalho.

A Vinícola Villa Francioni, em especial ao Dr. Bettú, por permitir a realização de parte deste trabalho em suas dependências.





*“O vinho é a prova constante de que  
Deus nos ama e nos quer ver felizes”*  
**Benjamin Franklin**



## RESUMO

### **Comportamento vitícola da variedade Cabernet Sauvignon (*Vitis vinífera* L) em dois municípios do Planalto Sul Catarinense**

A vitivinicultura no Estado de Santa Catarina tem se destacado, principalmente, nas regiões de altitude elevada como produtora de uvas viníferas para a elaboração de vinhos finos. Estas regiões possuem características próprias e distintas das tradicionais regiões produtoras brasileiras. As variáveis climáticas deste novo pólo vitícola, permitem a maturação fisiológica completa das uvas, resultando em produtos de alta qualidade e com uma forte identidade regional. Porém, existe pouco conhecimento técnico-científico a respeito destas novas regiões de altitude. Diante desta situação, este trabalho tem por objetivo caracterizar o comportamento vitícola da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, nos municípios de Campo Belo do Sul (900m) e São Joaquim (1.293m), localizados no Planalto Sul Catarinense. Durante todo o ciclo foram monitoradas as variáveis climáticas: temperatura, radiação solar e precipitação, concomitantemente com análises semanais da composição físico-química das uvas. Os resultados indicam que as duas localidades estudadas apresentam condições climáticas favoráveis à atividade da vitivinicultura. A média das temperaturas máxima, média e mínima em São Joaquim foram, respectivamente, de 23,1°C, 15,1°C e 9,9°C e em Campo Belo do Sul de 26,5°C, 19,5°C e 15,3°C. As variações de temperatura influenciaram diretamente o ciclo fenológico da videira, resultando em diferenças entre as duas regiões. Em Campo Belo do Sul, o clima vitícola é classificado como ameno (1.668 à 1.944 GD), segundo o Índice de Winkler e, em São Joaquim, foi classificado como frio (< 1.389 GD). A precipitação pluviométrica foi semelhante nas duas regiões. Em São Joaquim, o volume de precipitação foi de 999,8 mm, e em Campo Belo do Sul, este total foi de 870,0 mm. Estes volumes podem ser considerados elevados para o cultivo da videira. Verificou-se que a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e a radiação global (Rg) apresentaram comportamento similar durante o período de avaliação. Foi possível observar que em todos os estádios fenológicos, tanto em São Joaquim como em Campo Belo do Sul, apresentaram valores de RFA suficientes para que as plantas realizem a fotossíntese. O crescimento dos ramos reduziu significativamente a partir do início da

mudança de cor das bagas e paralisando durante a fase inicial de maturação. No vinhedo localizado em Campo Belo do Sul, os ramos principais apresentaram comprimento médio de 217,3cm quando cessaram o crescimento e em São Joaquim, o crescimento médio dos ramos alcançou 266,3cm. No início da maturação em Campo Belo do Sul, as bagas apresentavam cerca de 16°Brix. Com a evolução da maturação estes compostos foram se acumulando nas bagas, sendo que na colheita, o teor de sólidos solúveis totais foi de 23 °Brix. Em São Joaquim, a maturação iniciou com 14,7 °Brix, sendo as uvas colhidas com média de 23,9 °Brix. A acidez total titulável apresentou padrão de redução nos valores durante a evolução da maturação. Para o vinhedo de Campo Belo do Sul, inicialmente, a acidez total avaliada nas bagas estava próxima a 250meq/l, sendo que ao final do período de maturação, os valores se estabilizaram em torno de 83meq/l. Em São Joaquim, iniciou com 280meq/l e, no momento da colheita, a uva apresentava aproximadamente 100 meq/l. O cultivo da variedade Cabernet Sauvignon, em ambas as regiões estudadas possibilita a obtenção de uvas de boa qualidade para a elaboração de vinhos.

**Palavras-chave:** crescimento dos ramos, maturação, vinhos de altitude, Cabernet Sauvignon

## ABSTRACT

### **Vine performance of variety Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera*) in two cities of southern highlands of Santa Catarina State**

The viticulture in Santa Catarina State has emerged mainly in the high altitude areas as a quality grapes producer for fine wines. These regions have distinct characteristics of the traditional production regions. The climatic variables of these new areas allow a full physiological ripeness of the grapes, resulting in high quality products and a strong regional identity. However, there is little technical and scientific knowledge of these new regions. Given this situation, this work aims to characterize the behavior of Cabernet Sauvignon vine during the 2008/2009 cycle in the cities of Campo Belo do Sul and São Joaquim, located in the "highlands of Santa Catarina State". During the entire cycle were monitored the following weather variables: temperature, precipitation and solar radiation, concurrently with weekly analysis of the physico-chemical qualities of the grapes. The results indicate that the two locations studied showed favorable climatic conditions for the activity of viticulture. The average of the maximum, mean and minimum temperature in São Joaquim were (1.293m) 23,1°C, 15,1°C and 9,9°C. In Campo Belo do Sul these temperatures were 26,5°C, 19,5°C and 15,3°C (900 meters). The thermoperiod observed in both regions ranged between 11 and 12°C. The temperature variations directly influenced the physiological cycle of the vine, resulting in changes in this cycle between the two regions. The Winkler and Huglin index during the growth stages of budding, flowering, early ripening and harvest during the 2008/2009 cycle, demonstrate the difference between production sites. In Campo Belo do Sul, the climate was classified as mild (the 1.668GD to 1.944 GD) according to Winkler Index, and São Joaquim was classified as cold (<1.389 GD). Rainfall showed a similar pattern in both regions. In São Joaquim, the volume of rainfall was 999,8 mm, and in Campo Belo South, this total was 870,0 mm. These volumes can be considered high. It was found that the photosynthetic active radiation (PAR) and global radiation (Rg) showed similar behavior during the evaluation period. It was observed that in all growth stages, both in San Joaquim and in Campo Belo do Sul, RFA values were sufficient for plants to carry out sufficient photosynthetic activity. The branch growth started from the budburst, reducing significantly from the

beginning of the *veraison* of the berries, and stabilized during the initial phase of maturation. In the vineyard located in Campo Belo do Sul, the main branches had a mean length of 217,3 cm when growth ceased and, in São Joaquim, the average growth of the branches reached 266.3 cm. In the early ripening in Campo Belo do Sul, the berries had about 16°Brix. With the ripening evolution these compounds have been accumulated in the berries, and at harvest, the total soluble solids content was 23°Brix. In São Joaquim, the ripening started with 14.7°Brix and, the grapes were harvested with an average 23.9°. The total acidity showed a clear pattern of lower values during the evolution of the ripening. For the vineyard of Campo Belo do Sul, initially, the total acidity in the grapes was evaluated 250meq/l, and at the end of ripening, the values have stabilized in 83meq/l. In São Joaquim the grapes had about 100meq/l at harvest. The cultivation of Cabernet Sauvignon, in both regions results in good quality grapes for winemaking.

**Key-words:** shoot growth, ripening, altitude wines, Cabernet Sauvignon.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Médias diárias de temperatura (máxima, média e mínima) e termoperíodo durante o ciclo fenológicos da variedade Cabernet Sauvignon 2008/2009, em Campo Belo do Sul, SC.....38
- Figura 2. Médias diárias de temperatura (máxima, média e mínima) e termoperíodo durante o ciclo fenológicos da variedade Cabernet Sauvignon 2008/2009, em São Joaquim, SC.....39
- Figura 3. Precipitação pluviométrica (mm) durante o ciclo vegetativo da videira 2008/2009, em São Joaquim e Campo Belo do Sul, SC.....40
- Figura 4. Precipitação pluviométrica (mm) durante a maturação da videira 2008/2009, em São Joaquim e Campo Belo do Sul, SC.....41
- Figura 5. Correlação entre radiação fotossinteticamente ativa - RFA ( $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) e radiação global ( $\text{W.m}^{-2}$ ) em Campo Belo do Sul, ciclo 2008/2009.....42
- Figura 6. Correlação entre radiação fotossinteticamente ativa - RFA ( $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) e radiação global ( $\text{W.m}^{-2}$ ) em São Joaquim, ciclo 2008/2009.....43
- Figura 7. Valores médios/horários da radiação fotossinteticamente ativa - RFA ( $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) entre a brotação e a floração, em São Joaquim e Campo Belo do Sul, SC, ciclo 2008/2009.....44
- Figura 8. Valores médios/horários da radiação fotossinteticamente - RFA ( $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) entre a floração e o início da maturação das bagas, em São Joaquim e Campo Belo do Sul, SC, ciclo 2008/2009.....44

Figura 9. Valores médios/horários da radiação fotossinteticamente ativa - RFA ( $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) entre o início da maturação das bagas e a colheita, em São Joaquim e Campo Belo do Sul, SC, ciclo 2008/2009.....	45
Figura 10. Evolução do crescimento dos ramos da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul, SC.....	48
Figura 11. Evolução do crescimento dos ramos da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em São Joaquim, SC.....	49
Figura 12. Taxa de crescimento dos ramos da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul, SC.....	49
Figura 13. Taxa de crescimento dos ramos da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em São Joaquim, SC.....	50
Figura 14. Teor de sólidos solúveis totais durante a maturação da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul e São Joaquim, SC.....	52
Figura 15. Evolução da acidez total titulável durante a maturação da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul e São Joaquim, SC.....	53
Figura 16. Evolução do pH durante a maturação da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul e São Joaquim,SC.....	54



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Soma Térmica (Índice de Winkler - IW) e Índice Heliotérmico de Huglin (IH), acumulados entre os estádios fenológicos de brotação, floração, maturação e colheita, para a variedade Cabernet Sauvignon, em São Joaquim e Campo Belo do Sul, durante o ciclo 2008/2009.....	41
Tabela 2. Estádios fenológicos da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul e em São Joaquim, SC.....	46
Tabela 3. Coeficientes de correlação entre o teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e o pH da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul e em São Joaquim, SC.....	54



## LISTA DE ABREVIATURAS

ATT - Acidez Total Titulável  
B - Brotação  
BBCH - Estádios de desenvolvimento da videira, definidos pelo código de Baillod e Baggiolini (1993)  
C - Colheita  
CCM - Classificação climática multicritério (Tonietto e Carbonneau, 2004)  
CIRAM Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia  
CS - Cabernet Sauvignon  
D - Declinação Solar  
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina  
F - Floração  
GD - Graus-Dia  
IG – Indicação Geográfica  
IW – Índice de Winkler  
IH - Índice Heliotérmico  
IM - Início da Maturação  
IVP - Radiação na faixa do infravermelho próximo  
k - Coeficiente de correção por latitude  
LAT - Latitude observada no local  
M - Molar  
MW - Peso molecular  
PAR - Photosynthetically Active Radiation - Radiação fotossinteticamente ativa  
SC - Santa Catarina  
SST - Sólidos Solúveis Totais (°Brix)  
T<sub>máx</sub> - Temperatura máxima  
T<sub>méd</sub> - Temperatura média  
T<sub>mín</sub> - Temperatura mínima  
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina  
UV - Radiação ultravioleta  
Z - Distância Zenital do Sol ( $Z= 96^\circ$ )



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	23
1.1. OBJETIVOS.....	24
1.1.1. <b>Objetivo geral</b> .....	24
1.1.2. <b>Objetivos específicos</b> .....	24
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	26
2.1. A VIDEIRA.....	26
2.1.1. <b>A variedade Cabernet Sauvignon</b> .....	26
2.2. A INFLUÊNCIA DO CLIMA NA VIDEIRA .....	27
2.2.1. <b>Temperatura</b> .....	28
2.2.2. <b>Precipitação</b> .....	30
2.2.3. <b>Radiação solar</b> .....	31
2.3. ASPECTOS FENOLÓGICOS DA VIDEIRA .....	32
2.4. MATURAÇÃO DA UVA .....	32
2.4.1. <b>Açúcares</b> .....	32
2.4.2. <b>Ácidos orgânicos</b> .....	33
2.5. CRESCIMENTO DOS RAMOS .....	34
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	35
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	38
4.1. VARIÁVEIS CLIMÁTICAS.....	38
4.2. FENOLOGIA .....	46
4.3. CRESCIMENTO DOS RAMOS .....	48
4.4. MATURAÇÃO DA UVA .....	52
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	56
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	57



## 1. INTRODUÇÃO

A vitivinicultura no Brasil iniciou com a chegada dos portugueses no século XVI, permanecendo como uma cultura doméstica até a segunda metade do século XIX. Tornou-se uma cultura comercial pela iniciativa dos imigrantes italianos estabelecidos no Rio grande do Sul e Santa Catarina a partir de 1875 (Protas, 2006).

Caracteriza-se hoje como uma atividade de distinta importância econômica para alguns Estados do Brasil. Atualmente ocupa no território nacional uma área de aproximadamente 82.600 hectares sendo que destes, 42.450 ha estão implantados no Rio Grande do Sul, caracterizando-se o maior produtor nacional. Santa Catarina possui uma área implantada de 5.000 ha, com uma produção anual de aproximadamente de 48.000 toneladas (Mello, 2010).

Segundo Protas (2002), a base para o desenvolvimento da viticultura destas regiões foram, principalmente, as variedades de origem americana (*Vitis labrusca*). As variedades de origem européia (*Vitis vinifera*), apesar de esforços direcionados para sua produção, obtiveram destaque somente a partir do século XX com o advento dos fungicidas sintéticos, que controlavam as doenças fúngicas, principalmente míldio (*Plasmopara viticola*) e antracnose (*Elsinoe ampelina*).

De acordo com Mello (2010), tem havido investimentos significativos na melhoria da qualidade de toda a cadeia produtiva nos últimos anos, com tendência à formação de várias indicações geográficas (IG). A implementação de Indicações Geográficas, com a produção de vinho de qualidade em regiões determinadas, é uma das alternativas para o aumento da competitividade do vinho brasileiro e fortalecimento da identidade nacional e regional (BRDE, 2008).

A vitivinicultura brasileira nos últimos anos vem buscando uma melhoria dos vinhedos, principalmente com variedades nobres, originárias de *Vitis vinifera*, e em regiões diferenciadas, para a obtenção de uvas e vinhos de melhor qualidade (Brito, 2005).

Nesta busca pela qualidade, análises detalhadas das características qualitativas dos vinhos produzidos de Cabernet Sauvignon, uma das principais variedades cultivadas no mundo, incentivaram o desenvolvimento da viticultura no Planalto Serrano Catarinense, tornando-se um novo pólo de produção nestas regiões altas (Rosier, 2003; Falcão, 2008). Os plantios comerciais de variedades viníferas

iniciaram a partir do ano de 2000 (Brito, 2005; Cordeiro, 2006), sendo que o Planalto Sul Catarinense, atualmente, apresenta cerca de 300 hectares implantados, tendo como principal pólo, o município de São Joaquim.

Para diversos pesquisadores (Rosier, 2003; Brighenti e Tonietto, 2004; Rosier et al., 2004; Falcão, 2008), as uvas produzidas em regiões de altitude apresentam características próprias e distintas das outras regiões produtoras no Brasil, com diferenciada maturação fisiológica completa, o que permite a elaboração de vinhos finos de alta qualidade.

Portanto, a caracterização de novas regiões produtoras e seus “*terroirs*” que apresentam potencialidade para produção de vinhos de qualidade, no contexto o Planalto Sul Catarinense, necessitam de estudos para a caracterização do clima, da fenologia das variedades, bem como das características físico-químicas das uvas e, conseqüentemente, no vinho.

O presente trabalho avaliou o comportamento vitícola da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo de 2008/2009, nos municípios de Campo Belo do Sul e São Joaquim. Teve como objetivo o monitoramento e a caracterização do clima, da fenologia, bem como a avaliação da parada de crescimento dos ramos e a maturação dos frutos, verificando as potencialidades para a produção de vinhos finos.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar o comportamento vitícola da variedade Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), no ciclo vegetativo e reprodutivo de 2008/2009, em vinhedos nos municípios de Campo Belo do Sul e São Joaquim, Planalto Sul de Santa Catarina.

### 1.1.2 Objetivos Específicos



Caracterizar as condições climáticas no período da maturação da uva nos municípios de Campo Belo do Sul e São Joaquim, Planalto Sul Catarinense;

Avaliar e comparar os aspectos fenológicos da variedade Cabernet Sauvignon nos municípios de Campo Belo do Sul e São Joaquim, Planalto Sul Catarinense;

Avaliar e comparar o crescimento dos ramos da variedade Cabernet Sauvignon nos municípios de Campo Belo do Sul e São Joaquim, Planalto Sul Catarinense;

Monitorar e comparar a maturação da variedade Cabernet Sauvignon nos municípios de Campo Belo do Sul e São Joaquim, Planalto Sul Catarinense.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. A VIDEIRA

A videira é uma planta pertencente à família *Vitaceae*, cujas principais variedades comerciais pertencem ao gênero *Vitis*. Estudos arqueológicos revelaram fósseis de folhas de videira anteriores à última era glacial. É considerada a fruta de domesticação mais antiga que se tem conhecimento devido ao registro das civilizações ao longo da história (Souza, 1996). Como resultado da separação dos continentes, a videira difundiu-se e adaptou-se paulatinamente a diversas regiões do globo terrestre. Sua difusão ocorreu em duas principais direções. Uma américo-asiática e, outra, euro-asiática, originando respectivamente as variedades de videira chamadas americanas (principalmente de *Vitis labrusca* L.) e outras chamadas européias ou *Vitis vinifera* L. (Miele e Miolo, 2003). Atualmente o gênero *Vitis* é o gênero de maior importância sócio-econômica. Apresenta 108 espécies e estima-se que possua aproximadamente 17 mil variedades (VITIS, 2010; Souza e Martins, 2002).

A videira (*Vitis vinifera* L.) é uma planta hiberna, que frutifica em ramos de um ano. Os cachos e as bagas têm formas e dimensões diferenciadas, de acordo com as variedades, apresentando variação na coloração da casca, consistência, sabor e aroma. É uma planta trepadeira, lenhosa e de porte arbustivo. Suas folhas são alternadas, pecioladas, cordiformes, com cinco lóbulos sinuados dentados, glabras na parte superior e tomentosas na parte inferior. As flores são pequenas e de cor branco-esverdeada dispostas em rácimos (Souza, 1996).

#### 2.1.1 A variedade Cabernet Sauvignon

A variedade Cabernet Sauvignon é considerada uma das principais variedades viníferas no mundo. Tem sua origem em Bordeaux na França e começou a ser conhecida no final do Século XVIII. Acredita-se ser progênie do cruzamento espontâneo de outras duas variedades, a Cabernet Franc e a Sauvignon Blanc, também originárias de Bordeaux (Bowers e Meredith, 1997).

Atualmente é uma das variedades mais cultivadas no Brasil, sendo primeiramente introduzida em 1921. Mas, somente após a década

de 80 seu plantio foi incrementado nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Brasil, 2006; Pommer, 2003).

É uma variedade que apresenta brotação tardia, relativamente vigorosa, de porte ereto, média produção e alta qualidade para vinificação (Rizzon e Miele, 2002; Dubordieu et al., 2008)

Caracteriza-se por ser uma variedade para produção de vinhos de guarda onde sua principal característica é o gosto herbáceo acentuado. Seu vinho possui como cor marcante o vermelho intenso com reflexos violáceos acentuados. Apresenta boa estrutura e corpo tornando-se um vinho complexo (Rizzon e Miele, 2002; Miele e Miolo, 2003).

## 2.2. A INFLUÊNCIA DO CLIMA NA VIDEIRA

As variáveis climáticas, tais como radiação solar, temperatura do ar, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar exercem forte influência sobre a videira em todas as fases de seu desenvolvimento. Tanto no desenvolvimento e crescimento das plantas, como na inter-relação dessas com as pragas e doenças. A interação destes elementos com o meio natural, e em particular com o solo, assim como as variedades, clones e técnicas de cultivo da videira, são diretamente responsáveis pela produtividade desta cultura, bem como pela potencialidade de cada região produtora (Sentelhas, 1998; Tonietto e Mandelli, 2008; Deloire et al., 2005; Leewen et al., 2004).

Para Leewen et al. (2004), Hidalgo (1999) e Mandelli (2003) características específicas do clima corroboram com produção de uvas de alta qualidade a certas áreas de clima temperado que estão localizadas entre os paralelos 30° e 50° de latitude, tanto no Hemisfério Norte como no Hemisfério Sul. Entretanto, ainda segundo estes autores, as condições de baixa latitude podem ser compensadas pelas condições de elevada altitude, permitindo a ampliação das regiões de produção.

As variáveis climáticas que exercem forte influência sobre as fases de desenvolvimento da videira são verificadas em nível macroclimático. O macroclima descreve o clima de uma região podendo se estender por vários quilômetros e deve ser avaliado por um longo período de tempo. É influenciado pela posição geográfica e pela proximidade de grandes volumes d'água que moderam o clima, se expressando de forma mais estável ao longo dos anos (Bonnardot, 2001; Leewen e Seguin, 2006).

O mesoclima corresponde ao clima local e é influenciado pelas condições topográficas. Normalmente é possível caracteriza-lo através de uma estação meteorológica. Os dados utilizados para a avaliação do mesoclima geralmente são coletados em períodos mais curtos de tempo. O mesoclima afeta diretamente o vinhedo, interferindo principalmente do desenvolvimento vegetativo das plantas e nas práticas de manejo adotadas (Bonnardot et al., 2001)

O microclima é aquele observado dentro ou ao redor de um vinhedo. É determinado principalmente pelo desenvolvimento vegetativo e pelas praticas culturais e de manejo adotadas (Carbonneau, 1984; Smart, 1985; Hunter, 2000).

### **2.2.1. Temperatura**

A videira é uma planta exigente em temperatura. Esta apresenta diferentes efeitos sobre as plantas em função das diferentes fases do ciclo vegetativo ou do período de repouso da planta. O desenvolvimento vegetativo da videira não ocorre quando a temperatura mínima é inferior a 10° Celsius (Amerine e Winkler, 1944; Tonietto e Mandelli, 2008);

Segundo Tonietto e Carbonneau (2004) a temperatura é o principal fator desencadeante do início da atividade biológica das gemas da videira atuando determinantemente durante o inverno. O frio invernal é importante para assegurar a quebra de dormência das gemas da videira, no sentido de assegurar uma adequada brotação. É geralmente no início da primavera que ocorre a brotação das videiras. Neste período podem ocorrer temperaturas baixas e, conseqüentemente geadas tardias que podem causar a destruição dos órgãos herbáceos da planta.

Temperaturas iguais ou superiores a 18°C no período de floração são favoráveis se associados a dias de muita insolação e pouca umidade. A videira resiste até 0,5°C na plena floração e na fase do fruto jovem (Giovannini, 1999; Tonietto e Mandelli,2008).

Segundo Tonietto e Mandelli, 2008, o amadurecimento dos frutos geralmente coincide com a estação de verão em algumas regiões brasileiras. Assim, temperaturas próximas a 30°C são desejáveis para que a acidez dos frutos não seja muito elevada. Temperaturas entre 39 e 45°C reduzem progressivamente as atividades vitais da planta e, temperatura acima de 55°C é letal para a videira.

No outono as baixas temperaturas afetam o comprimento do ciclo vegetativo da videira que é importante para a maturação dos ramos e o acúmulo de reservas pela planta (Tonietto e Mandelli, 2008).

A relação entre a velocidade do ciclo fenológico da videira e as variáveis climáticas podem ser determinada utilizando índices bioclimáticos (Tonietto e Carbonneau, 2004; Brighenti e Tonietto, 2004)

A quantificação das unidades térmicas necessárias para videira completar as diferentes fases do ciclo produtivo, fornece ao viticultor o conhecimento das prováveis datas de colheita, indicando o potencial climático das regiões para o cultivo da videira (Pedro Júnior et al., 1993; Malinovski, 2009).

Entre os principais índices climáticos utilizados para a quantificação das unidades térmicas estão o Índice de Winkler e o Índice Heliotérmico de Huglin (Tonietto e Carbonneau, 2004).

O Índice de Winkler é utilizado para relacionar a temperatura do ar e o desenvolvimento vegetal, e é expresso em graus dia acumulados (GDA). O GDA é definido como a soma das temperaturas acima da condição mínima e abaixo da máxima necessárias para finalizar os diferentes sub-períodos de desenvolvimento (Amerine e Winkler, 1944; Winkler, 1948).

Segundo Amerine e Winkler (1944), o mínimo necessário para o desenvolvimento da videira é 927 GD verificado em áreas de produção na Alemanha, e o máximo é de 3260 GD, observados no México. Níveis adequados de maturação da videira são obtidos com cerca de 1200 GD (Leeuwen et al., 2007; Borghezani, 2010).

A escala de Amerine e Winkler (1944) e conversão das unidades pela equação:  $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) / 1,8$ .

- Região I: abaixo de 2.500 GD ( $^{\circ}\text{F}$ ), equivalente a menor que 1.371  $^{\circ}\text{C}$  (Frio);
- Região II: de 2.501 à 3.000 GD ( $^{\circ}\text{F}$ ), equivalente a 1.372 à 1.649  $^{\circ}\text{C}$  (Moderadamente Frio);
- Região III: de 3.001 à 3.500 GD ( $^{\circ}\text{F}$ ), equivalente a 1.650 à 1.927  $^{\circ}\text{C}$  (Ameno);
- Região IV: de 3.501 à 4.000 GD ( $^{\circ}\text{F}$ ), equivalente a 1.928 à 2.204  $^{\circ}\text{C}$  (Moderadamente Quente);
- Região V: acima de 4.000 GD ( $^{\circ}\text{F}$ ), equivalente a maior que 2.205  $^{\circ}\text{C}$  (Quente).

Outro índice climático vitícola utilizado é o desenvolvido por Huglin (1978). Este índice estima o potencial heliotérmico de uma

condição climática específica. O cálculo das temperaturas estima o período do dia no qual o metabolismo da videira está mais ativo.

Este índice considera além da temperatura média, a temperatura máxima e um coeficiente de correção da latitude, que também considera no cálculo o comprimento do dia, propondo o fator de correção  $k$ , sendo que para as latitudes entre 40° e 50° o fator  $k$  varia de 1,02 para 1,06 (Huglin, 1978, Tonietto e Carbonneau, 2004).

### **2.2.2. Precipitação**

A precipitação pluviométrica é um dos elementos mais importantes do clima para a viticultura. Pode ser determinado como processo pelo qual a água, condensada na atmosfera, atinge gravitacionalmente a superfície terrestre. Segundo Jackson e Schuster (1987) a maioria dos vinhos de qualidade são produzidos em regiões onde a precipitação anual varia entre 700 e 800 mm, sendo que altas precipitações podem diminuir a qualidade da uva, reduzindo as antocianinas e, conseqüentemente, a cor.

O efeito da precipitação, quando em excesso, também interfere na acidez e no teor de açúcares da uva e, posteriormente, do mosto, contribuindo para a perda de qualidade do mesmo na elaboração do vinho (Conradie et al., 2003).

Para a videira, não somente interfere a quantidade de chuvas, mas sua intensidade e o número de horas em que ela ocorre. A precipitação pluviométrica quando moderada em verões longos, quentes e secos beneficiam a qualidade e a produtividade das videiras destinadas à elaboração de vinhos. O déficit hídrico na maturação contribui para a obtenção de uvas com elevada concentração de açúcares, outras substâncias orgânicas e sais minerais (Winkler et al., 1974; Coombe, 1988; Mandelli, 2002).

As chuvas de inverno são importantes para as reservas hídricas do solo, necessárias para o início do ciclo vegetativo da videira. As chuvas que ocorrem na primavera são muito importantes ao desenvolvimento da planta, porém, em excesso, favorecem a ocorrência de doenças fúngicas na parte aérea (Bevilaqua, 1995; Tonietto e Mandelli, 2008).

Ainda segundo Tonietto e Mandelli (2003), as condições sul-brasileiras se caracterizam por ausência de seca, que é determinada pelas chuvas de verão. Por esta razão, verifica-se com frequência a colheita

antecipada das uvas para evitar perdas causadas por podridões do cacho que impõe limites à qualidade das uvas destinadas a vinificação.

### 2.2.3. Radiação solar

A radiação solar é a energia recebida pela terra na forma de ondas eletromagnéticas provenientes do sol. É a fonte primária de energia que o globo terrestre dispõe, e sua distribuição variável é a geratriz de todos os processos atmosféricos (Tubelis e Nascimento, 1980)

Segundo Pereira et al. (2002), a radiação solar pode ser medida como fluxo de energia por unidade de área. A radiação global representa a soma da radiação direta com a radiação difusa, englobando os comprimentos de onda de 300 a 3000 nm. Para Rosenberg (1974), antes de atingir a atmosfera, a radiação solar é composta de 9% da radiação ultravioleta (UV), 40% da radiação visível e 51% na radiação na faixa do infravermelho próximo (IVP). Porém a composição da radiação é alterada consideravelmente após atravessar a atmosfera. A radiação que as plantas absorvem é a radiação visível, denominada radiação fotossinteticamente ativa ou 'PAR', do inglês *Photosynthetically Active Radiation* (Pereira et al., 2002; Martins, 2006; Malinovski, 2009).

A videira é uma planta heliófila que exige radiação solar. Esta, além do efeito direto sobre a fotossíntese, é importante para a cultura, especialmente no período compreendido entre a floração e a maturação, em razão desse elemento climático interferir no acúmulo de açúcares contido no fruto e, conseqüentemente, na sua qualidade. Baixos níveis de luz favorecem o crescimento vegetativo à indução de gemas floríferas e a frutificação (Sentelhas, 1998; Vieira et al., 1999; Martins, 2006).

A intensidade luminosa em que a fotossíntese desenvolve seu potencial máximo é denominada ponto de saturação de luz e sofre influência do ambiente sob o qual a folha se desenvolve (Leão e Soares, 2000). A exigência em luz pode ser expressa em número de horas de brilho solar durante o ciclo, que para a videira pode variar de 1.200 a 1.400 horas, sendo maior no período reprodutivo (Sentelhas, 1998).

A atividade fotossintética da videira, que está no grupo de plantas classificadas como C3, responde de maneira linear ao aumento de radiação até os valores situados entre 500 e 700  $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , até chegar ao ponto de saturação entre 800 e 1000  $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ,

não respondendo mais ao aumento de radiação (Bindi et al., 2001; Petrie et al., 2003).

### 2.3. ASPECTOS FENOLÓGICOS DA VIDEIRA

A fenologia consiste no estudo dos fenômenos periódicos dos seres vivos e suas relações com o ambiente. A fenologia de uma determinada planta varia de acordo com as condições climáticas de uma determinada região devido as variações estacionais do clima ao longo do ano. Assim, é importante compreender a fenologia de uma determinada planta para determinar as potencialidades de uma região a produção da mesma (Coombe e Dry, 1988; Jones e Davis, 2000; Gris, 2010).

O estudo da fenologia na vitivinicultura tem como principal objetivo caracterizar as fases de desenvolvimento da planta em relação ao clima. Também permite conhecer o comportamento particular de cada variedade, além de evidenciar as diferenças entre as variedades a partir da data de ocorrência das fases fenológicas (Richasse, 1999; Jones e Davis, 2000; Tesic et al., 2001).

A videira apresenta mudanças morfológicas e fisiológicas que ocorrem anualmente em ordem cronológica. Os principais eventos que podem ser observados são: brotação, floração, frutificação, maturação. A duração de cada evento fenológico está condicionada a fatores tais como a cultivar, o clima e a localização geográfica onde a videira se desenvolve (Jones e Davis, 2000; Leeuwen et al., 2004; Morlat e Bodin, 2006).

### 2.4. MATURAÇÃO DA UVA

Como a videira produz frutos não climatéricos, não evoluindo a maturação após a colheita, é de fundamental importância que esta seja realizada no ponto ideal de maturação. Como os teores de açúcares e ácidos permanecem inalterados após esta fase, são parâmetros importantes a serem avaliados (Conde et al., 2007)

#### 2.4.1. Açúcares

Os açúcares são os produtos finais resultantes de fotossíntese nos vegetais, sendo este, o único processo de importância biológica que possibilita o aproveitamento da energia a partir da luz solar (Taiz e



Zeiger, 2004). À medida que a videira vai crescendo e os frutos vão maturando, o teor de açúcares vai aumentando gradativamente nas bagas (Ollat et al., 2002; Conde et al., 2007).

A concentração de açúcares nas bagas depende da área de superfície foliar fotossinteticamente ativa, da utilização de energia para a manutenção do metabolismo vegetal e da translocação dos fotoassimilados para os cachos. Além disso, o seu acúmulo nas bagas também depende da atividade de enzimas envolvidas na síntese e degradação de carboidratos (Orlando, 2002).

Os principais açúcares presentes nos frutos da videira são a glicose e a frutose (Ollat et al., 2002). Em uma análise simples, o vinho é o produto da transformação fermentativa dos açúcares da uva em álcool e em outros produtos secundários. Para a determinação do ponto de colheita, visando a elaboração de vinhos, o teor de sólidos solúveis totais na uva é um dos critérios mais importantes, sendo que os açúcares representam aproximadamente 90% deste índice (Guerra, 2002).

A determinação dos açúcares é uma avaliação rotineira e muito utilizada na caracterização da qualidade da uva produzida sob diferentes condições, como comparação entre o vigor de porta-enxertos (Pauletto et al., 2001; Terra et al., 2001), de sistemas de condução (Orlando, 2002), efeito de intensidades de poda verde (Hunter et al., 2004) e para monitoramento da evolução da maturação (Falcão et al., 2008).

#### **2.4.2. Ácidos orgânicos**

A avaliação dos ácidos orgânicos é um critério de grande importância e bastante utilizado na determinação do ponto de colheita de uvas destinadas à elaboração de vinhos finos. Realizado conjuntamente com a análise do teor de açúcares, a avaliação da acidez total possibilita uma observação mais ampla da relação açúcares/acidez, critério este, mais confiável na determinação da qualidade geral da uva podendo se estabelecer, assim, o momento ótimo de colheita (Guerra, 2002).

Dentre os principais ácidos encontrados nos frutos da videira destacam-se os Ácidos Tartárico e Málico. Ao contrário do que ocorre com os açúcares, o teor em ácidos vai diminuindo à medida que a uva vai maturando (Ollat et al., 2002). Também o ácido cítrico é significativo na composição desta fração orgânica da uva (Guerra, 2002; Hunter et al., 2004).

A concentração dos diferentes ácidos orgânicos é determinada principalmente pelas condições ambientais locais, cultivares utilizados e práticas vitícolas adotadas (Hunter et al., 2004; Ollat et al., 2002)

## 2.5. CRESCIMENTO DOS RAMOS

A fase de crescimento vegetativo da videira é dependente de vários fatores climáticos. A manutenção do equilíbrio entre este crescimento e a capacidade produtiva favorece os processos fisiológicos de maturação (Lang, 1987; Petrie et al., 2000).

Segundo Cloete et al. (2006) citado por Borghezan (2010), quando as plantas estão em equilíbrio, dependendo das condições climáticas, o crescimento vegetativo dos ramos cessa durante o estágio fenológico de mudança de cor das bagas. Este comportamento favorece o metabolismo vegetal e os processos bioquímicos, transferindo os compostos da fotossíntese para a maturação dos cachos (Robinson e Davies, 2000; Conde et al., 2007).

Porém, a parada de crescimento dos ramos é um mecanismo complexo que está relacionado com fatores com disponibilidade hídrica, temperatura e fotoperíodo. Estes fatores parecem agir de forma sinérgica induzindo as vias bioquímicas de regulação hormonal que desencadeiam o encerramento da atividade meristemática dos ramos (Garris et al., 2010; Tanino, 2010).

Segundo Jackson e Lombard (1993), a temperatura afeta o metabolismo celular, a acumulação de carbono e os demais processos bioquímicos. Ainda segundo Chao (2007) e Olsen (2010), a variação no período de luz é reconhecida por fitocromos que sinalizam rotas de transdução de sinais para regular o crescimento dos ramos. Estes autores também sugerem que este processo esta ligado a redução nas concentrações de giberelinas (GA), aumento nas concentrações de ácido abscísico (ABA) e, que o termoperíodo também possa ter uma ação na regulação do controle do crescimento.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram implantados nos vinhedos das empresas Vinícola Abreu Garcia, em Campo Belo do Sul, e Villa Francioni Agro Negócios S.A., em São Joaquim, SC, Brasil.

O vinhedo da Vinícola Abreu Garcia estava situado a altitude de 850 metros, latitude de 27°40'4S e longitude de 50° 44'48"W. O plantio foi realizado em 2006, condução em sistema espaldeira, espaçamentos de 3,0 metros entre linhas e 1,0 metro entre plantas, enxertadas sobre o porta-enxertos Paulsen 1103, com orientação das filas N-S.

Na Villa Francioni Agro Negócios S.A. a área estava localizada a uma altitude de 1.293m, à latitude 28°15'13"S e longitude de 49°57'02"W. O plantio foi realizado em 2002, sistema de condução espaldeira, espaçadas em 3,0 metros entre linhas e 0,75 metros entre plantas, enxertadas sobre o porta-enxertos Paulsen 1103, com orientação das filas N-S. As linhas foram protegidas por uma tela de polietileno anti-granizo, com sombreamento de 9% (especificações Lahuman).

O clima do Planalto Sul Catarinense, região onde estão localizados os dois vinhedos, é classificado como Cfb, segundo a classificação de Köppen.

A poda foi realizada deixando-se 2 gemas por esporão, em sistema de cordão esporonado unilateral. A partir da brotação, os ramos foram conduzidos na posição vertical para uma melhor disposição do dossel. A desfolha na região dos cachos foi realizada durante a formação das bagas. Foi acompanhado o ciclo fenológico 2008/2009.

O monitoramento das variáveis meteorológicas foi realizado através da coleta de dados a partir de estação meteorológica automática, localizada ao lado dos vinhedos, uma em Campo Belo do Sul e outra em São Joaquim. Os dados diários de precipitação e temperatura (média, máxima e mínima) foram coletados e cedidos pelo CIRAM (Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina).

A partir destes dados foram calculados os índices de Winkler (Soma Térmica) e Heliotérmico de Huglin (°C) (Blanco-Ward et al., 2007). A soma térmica (ST) e o índice heliotérmico (IH) foram calculados/estimados pelas equações:  $ST = \sum[(T_{\text{máxima}} + T_{\text{mínima}})/2] - 10$ .  $IH = \sum[(T_{\text{máxima}} - 10) + (T_{\text{média}} - 10)]/2 * k$ . O coeficiente de correção (k) foi considerado 0,948 (latitude 28°). A soma térmica (Graus-Dias) e o índice heliotérmico (IH) foram estimados utilizando a temperatura-base

para a videira de 10°C (Blanco-Ward et al., 2007). Ambos os índices foram calculados para o período entre os principais estádios fenológicos.

O crescimento dos ramos foi avaliado a partir da seleção aleatória de 20 gemas (1 por esporão), na região mediana das plantas. Os ramos foram identificados e avaliados a partir do início do desenvolvimento (brotação), medindo-se da base de inserção do ramo até o meristema apical. As avaliações foram realizadas com uma trena, acompanhando a curvatura dos ramos durante o crescimento vegetativo, conforme metodologia proposta por Regina e Audeguin (2005). Foram avaliadas 4 plantas em 5 repetições, analisando 1 ramo por planta. O acompanhamento do crescimento dos ramos iniciou a partir da poda (segunda quinzena de setembro), e foi encerrada durante o início da mudança de cor das bagas (meados de fevereiro).

A fenologia foi avaliada conforme descrito por Leeuwen et al. (2004). Para a definição dos estádios fenológicos da videira, foi utilizada a escala BBCH (Baillod e Baggiolini, 1993; Lorenz et al., 1995). Os estádios fenológicos descritos foram: Poda - data em que foi realizada a poda de inverno, estabelecida a partir da observação do início da brotação dos ramos; Brotação - considerada quando 50% das gemas estavam no estágio de ponta verde (BBCH 07); Floração - considerada quando 50% das flores estavam abertas (BBCH 65); Grão Chumbinho - considerado quando as bagas mediam cerca de 5 mm de diâmetro (BBCH 73); Início da mudança de cor - aparecimento das primeiras bagas com alteração de cor ou consistência (BBCH 81); Mudança de cor (*véraison*) - considerada quando 50% das bagas mudaram de coloração ou amoleceram (BBCH 85); Colheita - estabelecida com base na avaliação da composição química das bagas.

A composição da uva foi avaliada durante a maturação das bagas, a partir da mudança de cor até a colheita, amostrando 200 bagas de forma aleatória em diferentes posições dos cachos. A colheita foi realizada quando o teor de sólidos solúveis totais foi superior a 23,0°Brix em ambos os vinhedos. As bagas foram coletadas através de corte do pedicelo com a utilização de uma tesoura, sendo as amostras acondicionadas em sacos plásticos e transportadas em caixas refrigeradas até o laboratório da UFSC, em Florianópolis, SC. O mosto extraído de cada uma das três sub-amostras de 30 bagas foi analisado imediatamente, com base na metodologia descrita em OIV (2009). Foi avaliado o teor de sólidos solúveis totais (SST) utilizando um refratômetro digital com compensação de temperatura (Instrutherm,

RTD 45), a acidez total titulável (ATT) através de titulação (NaOH 0,1N) com indicador fenolftaleína (1%) e o pH avaliado em aparelho (ADWA, AD 1030) calibrado com soluções tampão pH 4,0 e pH 7,0.

Os dados foram analisados utilizando o software Statistica versão 6.0, através de análise de regressão, ao nível de 5% de probabilidade de erro, conforme descrito em Steel et al. (1997).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

As médias das temperaturas máximas, médias e mínimas durante a maturação dos frutos em São Joaquim no ciclo 2008/2009, foram respectivamente de 23,1°C; 15,1°C; 9,9°C (Figura 1). Em Campo Belo do Sul, estes valores foram de 26,2°C; 19,5°C e 15,3°C (Figura 2). No vinhedo localizado em São Joaquim (1.293 metros de altitude), as médias de temperaturas são inferiores em comparação com o vinhedo localizado em Campo Belo do Sul (850 metros de altitude). Em relação ao termoperíodo, resultado da diferença entre a temperatura máxima e mínima de cada dia, observa-se que em ambas as regiões, em geral esta variável varia entre 11 e 12°C.

A temperatura apresenta efeito determinante sobre a maturação e a composição da uva no momento da colheita. Sob condições temperaturas amenas durante a maturação, a concentração de açúcares nas bagas é maior, além do acúmulo de compostos fenólicos e antocianinas que estão relacionados aos aspectos qualitativos dos vinhos como a cor, aromas e sabor (Jackson e Lombard, 1993; Conde et al., 2007).

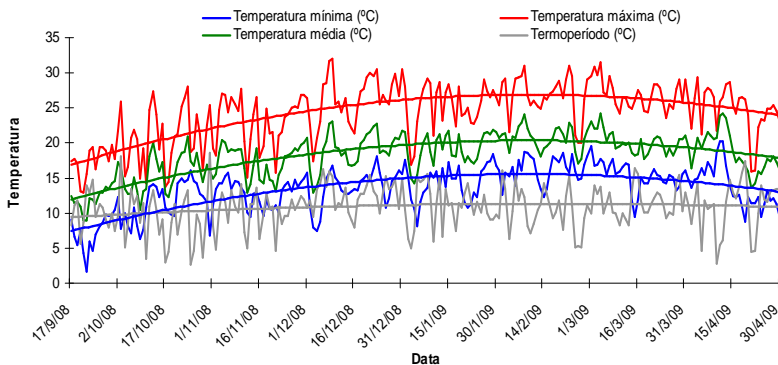


Figura 1. Médias diárias de temperatura (máxima, média e mínima) e termoperíodo durante o ciclo fenológico da variedade Cabernet Sauvignon 2008/2009, em Campo Belo do Sul, SC.

A temperatura influenciou diretamente o ciclo fenológico da videira, resultando em alteração no ciclo fenológico entre as duas regiões. Estas variáveis são utilizadas nos modelos de classificação dos climas vitícolas elaborada por Tonietto e Carbonneau (2004). Este padrão de temperaturas é semelhante ao que foi descrito para estas regiões em ciclos anteriores (Malinovski, 2009; Falcão et al., 2010; Gris et al., 2010).

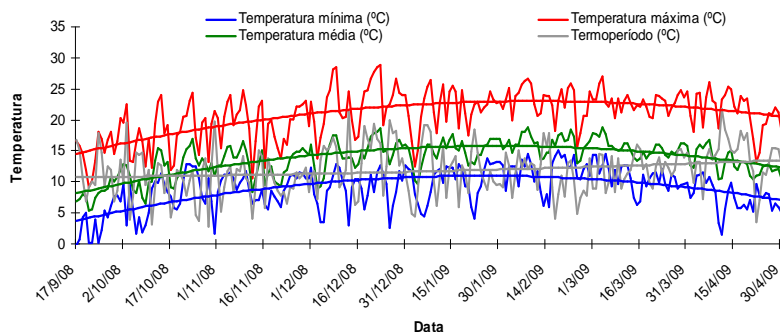


Figura 2. Médias diárias de temperatura (máxima, média e mínima) e termoperíodo durante o ciclo fenológico da variedade Cabernet Sauvignon 2008/2009, em São Joaquim, SC.

Os índices de Winkler (Soma Térmica) e de Huglin (Heliotérmico), durante os estádios fenológicos de brotação, floração, início da maturação e colheita, durante o ciclo 2008/2009 demonstram diferença entre os locais de produção (Tabela 1). Em Campo Belo do Sul, o clima vitícola é classificado como ameno (1.668 GD à 1.944 GD), segundo o Índice de Winkler (Falcão et al., 2010; Malinovski, 2010). Já São Joaquim foi classificado como frio (< 1.389 GD), sendo descrito por outros autores em ciclos anteriores (Gris et al., 2010; Falcão et al., 2010).

Observou-se que em Campo Belo do Sul ocorreu um maior somatório térmico em ambos os índices calculados, sendo uma região climaticamente mais quente que São Joaquim. Em relação ao Índice de Huglin, o vinhedo localizado em Campo Belo do Sul se encontra no limite da classificação como clima vitícola temperado (1.800 à 2.100

GD), enquanto que para São Joaquim, esta classificação é como frio (1.500 à 1800 GD) (Tonietto e Carbonneau, 2004).

Tabela 1. Soma Térmica (Índice de Winkler - IW) e Índice Heliotérmico de Huglin (IH), acumulados entre os estádios fenológicos de brotação, floração, maturação e colheita, para a variedade Cabernet Sauvignon, em Campo Belo do Sul e São Joaquim, durante o ciclo 2008/2009.

Estádios fenológicos	Campo Belo do Sul		São Joaquim	
	IW	IH	IW	IH
Brotação à Floração	520,0	677,8	292,0	420,0
Floração à Maturação	605,4	715,1	491,8	648,7
Maturação à Colheita	632,9	719,1	328,3	437,1
Brotação à colheita	1.758,3	2.112,0	1.112,1	1.505,8

Esta diferença climática entre cada uma das regiões estudadas, propiciaram condições particulares relacionadas ao desenvolvimento da videira e à maturação da uva. Este efeito foi verificado nos estudos da maturação da uva (Falcão et al., 2010) e nas características sensoriais dos vinhos (Miele et al., 2010).

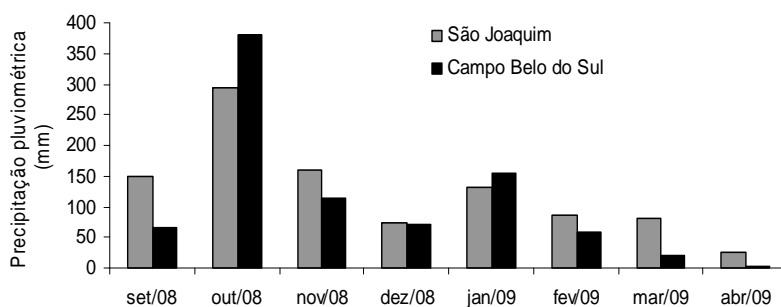


Figura 3. Precipitação pluviométrica (mm) durante o ciclo vegetativo da videira 2008/2009, em São Joaquim e Campo Belo do Sul, SC.

Durante o ciclo fenológico, a precipitação pluviométrica apresentou padrão semelhante nas duas regiões. Em São Joaquim, o



volume de precipitação foi de 999,8 mm, e em Campo Belo do Sul, este total foi de 870,0 mm (Figura 3). Estes volumes podem ser considerados altos em comparação com os vinhedos da Europa (Jones e Davis, 2000; Leeuwen et al., 2004; Blanco-Ward et al., 2007), da Nova Zelândia (Tescic et al., 2001) e da Austrália (Tescic et al., 2007).

No início do desenvolvimento vegetativo (outubro e novembro), o volume de chuvas foi significativamente elevado. Durante a fase de maturação das bagas (fevereiro à abril), o total precipitado reduziu em relação aos demais períodos do ciclo da videira (Figura 4). Em São Joaquim, a precipitação pluviométrica foi mais acentuada na fase inicial de maturação das bagas, com volume de 76,0 mm nos primeiros 11 dias. Após 52 dias de maturação, o total de chuvas foi de 95,0 mm. Já em Campo Belo do Sul, o volume de precipitação foi melhor distribuído durante esta fase do ciclo fenológico, somando em 55 dias, 73,8 mm (Figura 4).

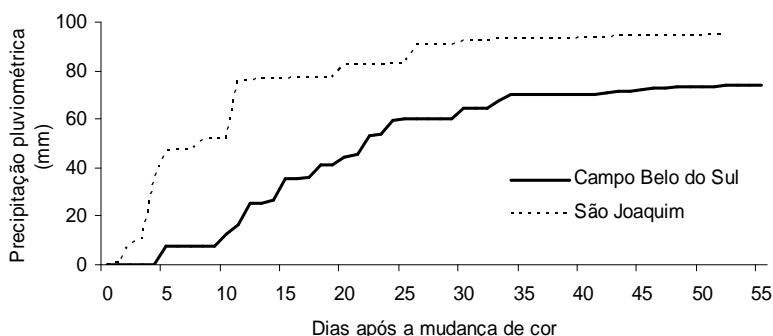


Figura 4. Precipitação pluviométrica (mm) durante a maturação da videira 2008/2009, em São Joaquim e Campo Belo do Sul, SC.

Volumes de precipitação pluviométrica semelhantes foram observados por Gris et al. (2010) durante o ciclo 2005/2006, que relataram boa qualidade da uva colhida. Segundo Malinovski (2009), em Campo Belo do Sul, durante o período de maturação das bagas no ciclo 2008, a precipitação foi de 226 mm. Em relação aos ciclos anteriores, os valores observados podem ser considerados próximos aos valores esperados (Rosier et al., 2004; Falcão et al., 2008; Gris et al., 2010). Em comparação com outras regiões de produção no Brasil, estes valores

podem ser considerados baixos, principalmente durante a fase de maturação das bagas (Fávero et al., 2008; Mota et al., 2008; Falcão et al., 2010).

Verificou-se que a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e a radiação global (Rg) apresentaram comportamento similar durante o período de avaliação. Nas Figuras 5 e 6, observa-se uma elevada relação entre ambas às radiações para as duas áreas estudadas, Campo Belo do Sul ( $R^2=0,99$ ) e São Joaquim ( $R^2=0,99$ ).

Estes resultados estão de acordo com diversos autores, Galvani et al. (2006), Gomes et al. (2007) e Malinovski (2009) que encontraram elevada correlação entre Rg e RFA, sendo respectivamente,  $R^2=0,97$  em São Paulo, SP,  $R^2=0,99$  em Botucatu, SP e  $R^2=0,99$  em Campo Alegre, SC.

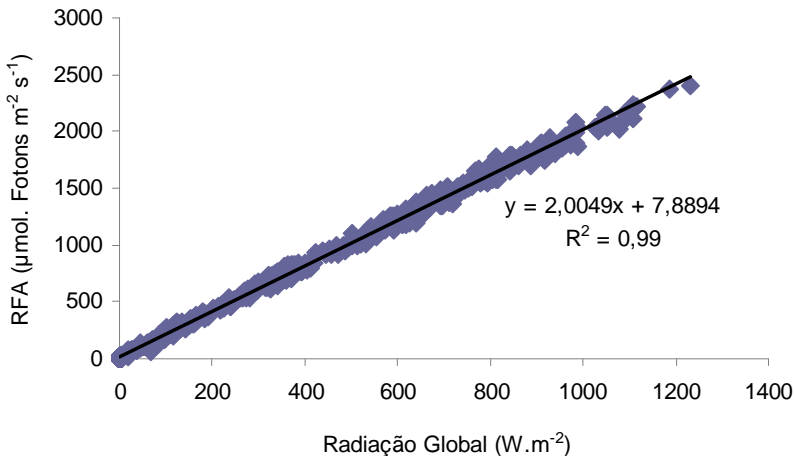


Figura 5. Correlação entre radiação fotossinteticamente ativa - RFA ( $\mu mol.fotons.m^{-2}.s^{-1}$ ) e radiação global ( $W.m^{-2}$ ) de medições realizadas entre a 6:00 e às 18:00 em Campo Belo do Sul, ciclo 2008/2009.

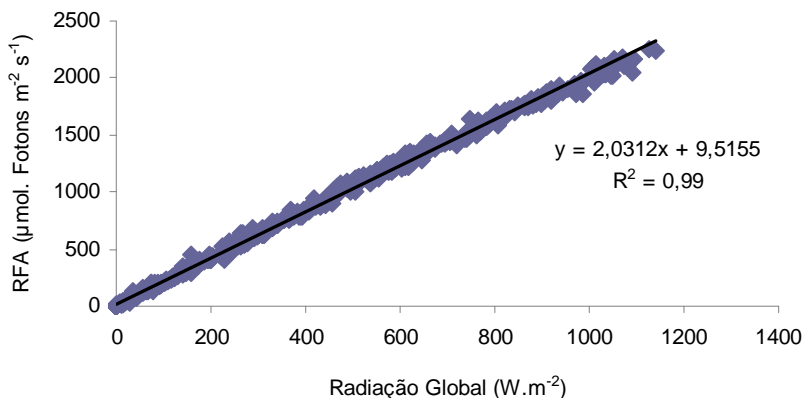


Figura 6. Correlação entre radiação fotossinteticamente ativa - RFA ( $\mu\text{mol.fotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) e radiação global ( $\text{W.m}^{-2}$ ) de medições realizadas entre a 6:00 e às 18:00 em São Joaquim, ciclo 2008/2009.

Nas Figuras 7, 8 e 9, pode-se observar que em todos os estádios fenológicos (da brotação até a colheita), em São Joaquim e em Campo Belo do Sul apresentaram valores de RFA suficientes para que as plantas realizem suficiente atividade fotossintética. Segundo Regina (1993) e Petrie et al. (2003), a atividade fotossintética das folhas da videira responde de maneira linear ao aumento de radiação até os valores situados entre 500 a 700  $\mu\text{mol.fotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . Quando atinge o ponto de saturação, entre 800 a 1.000  $\mu\text{mol.fotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , não respondem mais a valores superiores de radiação.

É possível observar que entre a brotação e a floração (Figura 7), ambas as regiões apresentaram comportamento similar da RFA, porém em São Joaquim a radiação está disponível antes e é mais elevada das 8:00 às 11:00, em comparação com Campo Belo do Sul. No entanto, a partir das 9:00 da manhã, ambas as localidades já apresentam radiação suficiente para que a videira realize a fotossíntese, apresentando valores máximos de radiação nessa fase fenológica de 2.170  $\mu\text{mol.fotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (29/11/2008 às 13:00hs) em São Joaquim de 2.208  $\mu\text{mol.fotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (23/11/2008 às 14:00hs) em Campo Belo do Sul.

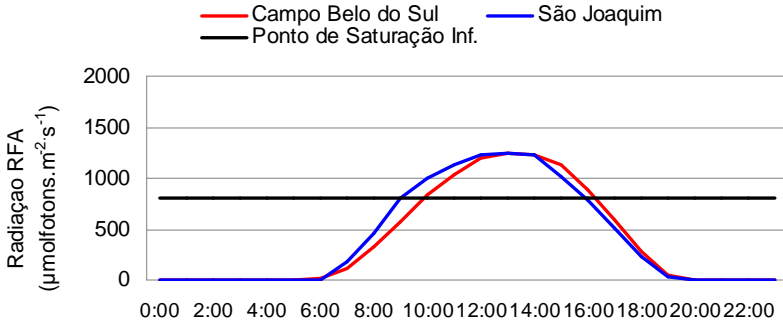


Figura 7. Valores médios/horários da radiação fotossinteticamente ativa - RFA ( $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) entre a brotação e a floração (setembro à dezembro), em São Joaquim e Campo Belo do Sul, SC, ciclo 2008/2009. Ponto de saturação entre 800 a 1000  $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  segundo Bindi *et al*, 2001.

Durante o período entre os estádios de floração e início da maturação, em Campo Belo do Sul os valores de RFA foram superiores a São Joaquim, principalmente durante os horários mais quentes do dia (entre 11:00 às 17:00hs) (Figura 8). Os valores máximos observados de RFA foram 2.250  $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (05/01/2009 às 13:00hs) e 2.408  $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (17/12/2008 às 13:00hs), respectivamente para São Joaquim e Campo Belo do Sul.

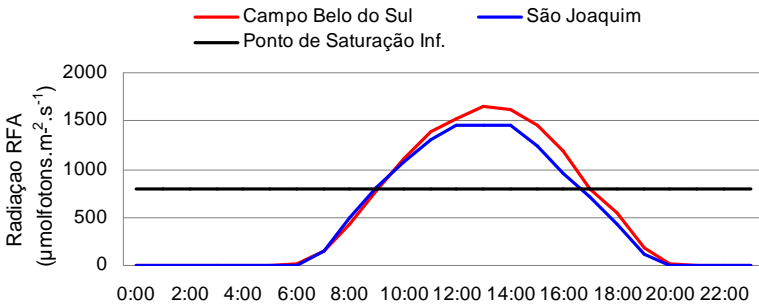


Figura 8. Valores médios/horários da radiação fotossinteticamente - RFA ( $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) entre a floração e o início da maturação das bagas

(dezembro à fevereiro), em São Joaquim e Campo Belo do Sul, SC, ciclo 2008/2009. Ponto de saturação entre 800 a 1000  $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  segundo Bindi *et al*, 2001.

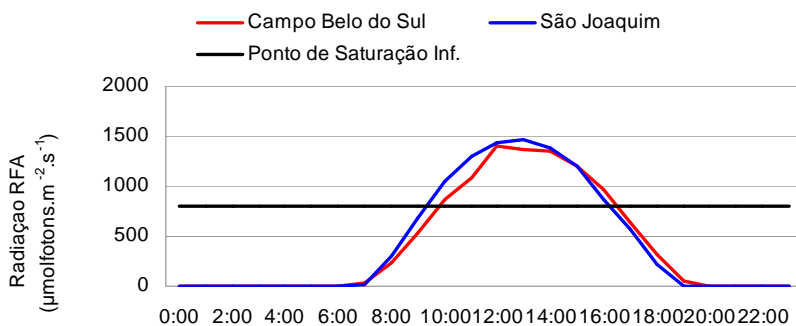


Figura 9. Valores médios/horários da radiação fotossinteticamente ativa - RFA ( $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) entre o início da maturação das bagas e a colheita (fevereiro à abril), em São Joaquim e Campo Belo do Sul, SC, ciclo 2008/2009. Ponto de saturação entre 800 a 1000  $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  segundo Bindi *et al*, 2001.

No período de maturação dos frutos até a colheita, a região de São Joaquim a RFA foi superior, principalmente entre as 9:00 até 14:00hs, sendo posteriormente semelhante entre as duas regiões (Figura 9). Neste estágio fenológico, a máxima de radiação observada foi de 2.007  $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (03/03/2009 às 13:00hs) em São Joaquim e de 2.189  $\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (14/02/2009 às 14:00hs) em Campo Belo do Sul.

As diferenças observadas de RFA, podem estar relacionadas a com latitude, longitude, altitude, teor de umidade do ar, exposição do terreno e cobertura do céu (nebulosidade), pois esses fatores alteram a quantidade e a qualidade da radiação em determinado local (Pandolfo, 2010), conseqüentemente, afetam também a composição das bagas (Bergqvist et al., 2001).

## 4.2. FENOLOGIA

No ciclo fenológico 2008/2009, a brotação da variedade Cabernet Sauvignon ocorreu no final do mês de setembro, tanto em Campo Belo do Sul, como em São Joaquim (Tabela 2). A plena floração ocorreu em final de novembro, 79 dias após a brotação em Campo Belo do Sul, enquanto que em São Joaquim, este estágio foi observado aos 76 dias.

Tabela 2. Estádios fenológicos da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul e em São Joaquim, SC.

Estádio Fenológico <sup>1</sup>	Campo Belo do Sul		São Joaquim	
	Data	Número de dias	Data	Número de dias
Saída de Dormência	17/09/2008	-	20/09/2008	-
Brotação	21/09/2008	0	27/09/2008	0
Início da Floração	20/11/2008	60	27/11/2008	61
Floração	09/12/2008	79	12/12/2008	76
Grão Chumbinho (5mm)	18/12/2008	88	28/12/2008	92
Início da Mudança de Cor	22/01/2009	123	17/02/2009	143
Mudança de Cor ( <i>véraison</i> )	06/02/2009	138	25/02/2009	151
Colheita	02/04/2009	193	18/04/2009	203

<sup>1</sup> Poda - data em que foi realizada a poda de inverno, estabelecida a partir da observação do início da brotação dos ramos; Brotação - considerada quando 50% das gemas estavam no estágio de ponta verde (BBCH 07); Início da Floração - considerada a partir do início da queda do capuz das flores (BBCH 60); Floração - considerada quando 50% das flores estavam abertas (BBCH 65); Grão Chumbinho - considerado quando as bagas mediam cerca de 5 mm de diâmetro (BBCH 73); Início da mudança de cor - aparecimento das primeiras bagas com alteração de cor ou consistência (BBCH 81); Mudança de cor (*véraison*) - considerada quando 50% das bagas mudaram de coloração ou amoleceram (BBCH 85); Colheita - estabelecida com base na avaliação da composição química das bagas (acima de 23°Brix) (BBCH 89).

O início da maturação das bagas ocorreu a partir do final de janeiro, com *véraison* (mudança da cor das bagas) em início de fevereiro no vinhedo localizado em Campo Belo do Sul. Para as condições deste vinhedo, a mudança de coloração das bagas ocorreu 138 dias após a brotação. Na área localizada em São Joaquim, a mudança de cor das primeiras bagas foi observada em meados de fevereiro, com *véraison*

aos 151 dias após a brotação. Observa-se assim, que nas regiões mais altas (São Joaquim), a fase de crescimento vegetativo é mais longa, ocasionando maior tempo para a formação das bagas.

A fase de maturação das bagas foi de 55 dias em Campo Belo do Sul (114 dias após a plena floração) e de 52 dias em São Joaquim (127 dias após a plena floração), demonstrando que o estágio de formação das bagas é o período em que os fatores climáticos mais afetam a duração do ciclo fenológico. Em ambos os vinhedos, a uva foi colhida em estágio adiantado de maturação, apresentando 23 °Brix em Campo Belo do Sul e 23,9 °Brix em São Joaquim.

O ciclo fenológico da variedade Cabernet Sauvignon foi de aproximadamente 200 dias nos vinhedos estudados. Estes resultados estão de acordo com as observações feitas nas regiões de altitude de Santa Catarina (Falcão et al., 2008; Gris et al., 2010). As diferenças no número de dias entre os estádios fenológicos também estão de acordo com as observações de Jones e Davies (2000) e de Leeuwen et al. (2004).

Diversos estudos (Falcão, 2007; Malinovski, 2009; Borghezani, 2010; Gris et al., 2010) têm verificado que em ciclos anteriores e para diferentes variedades de ciclo longo, cultivadas no Planalto Sul de Santa Catarina, a segunda metade do mês de setembro é o período mais frequente para a brotação das gemas da videira. Estes estudos também relatam que a colheita da uva é realizada geralmente no mês de abril. Em comparação com as demais regiões vitícolas brasileiras (Mota et al., 2008), o ciclo fenológico da videira no Planalto Sul catarinense é mais tardio e mais longo.

Esta variação, propicia condições específicas ao desenvolvimento das plantas e ao período de maturação da uva, resultando em vinhos com características diferenciadas conforme observado por Miele et al. (2010). Além disso, com o deslocamento do ciclo fenológico, a maturação da uva ocorre em um período que historicamente os níveis de precipitação pluviométrica são menores (Rosier et al., 2004). Todas essas particularidades possibilitam uma maturação mais completa da uva, conforme descrito em estudos recentes (Falcão et al., 2008; Gris et al., 2010).

### 4.3. CRESCIMENTO DOS RAMOS

O crescimento dos ramos iniciou a partir da brotação das gemas, reduzindo significativamente a partir do início da mudança de cor das bagas e paralizando durante a fase inicial de maturação. No vinhedo localizado em Campo Belo do Sul, os ramos principais apresentaram comprimento médio de 217,3cm quando cessaram o crescimento (Figura 10). O modelo polinomial possibilitou o ajuste dos dados de crescimento dos ramos, apresentando boa precisão ( $R^2=0,83$ ;  $p=0,0023$ ).

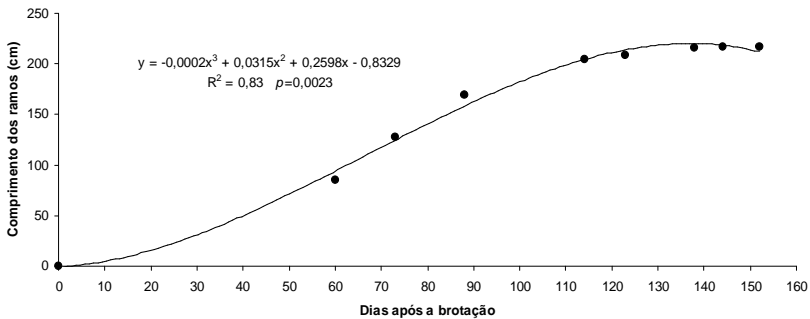


Figura 10. Evolução do crescimento dos ramos da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul, SC.

Em São Joaquim, o crescimento médio dos ramos alcançou 266,3cm (Figura 11). Durante o início do ciclo vegetativo, o desenvolvimento dos ramos foi mais intenso, observando-se redução e paralização do crescimento durante o início da maturação das bagas. Os dados foram ajustados segundo um modelo polinomial ( $R^2=0,93$ ;  $p=0,0094$ ).

Em ambos os vinhedos, o padrão de crescimento dos ramos foi semelhante, sendo inicialmente lento, com uma fase de crescimento rápida e posterior redução durante a fase final de maturação das bagas. Durante o início da maturação das bagas, os ramos cessaram o desenvolvimento. Este comportamento da videira foi descrito em outros estudos sobre o desenvolvimento vegetativo da videira (Smithyman et al., 1997; Leeuwen et al., 2004; Gachons et al., 2005; Piña e Bautista, 2006).



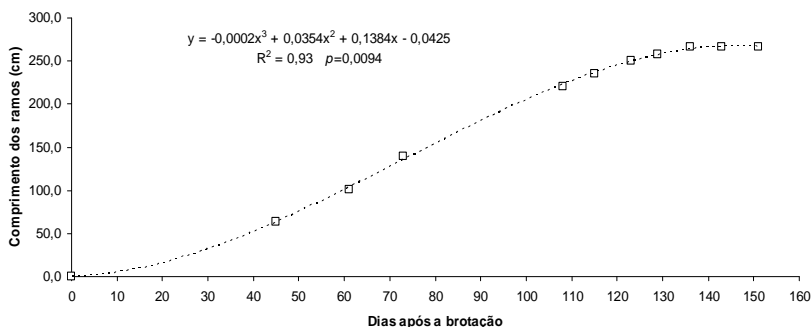


Figura 11. Evolução do crescimento dos ramos da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em São Joaquim, SC.

A diminuição da atividade meristemática no ápice dos ramos durante a parada de crescimento favorece o deslocamento do metabolismo vegetal no sentido de formação e maturação da uva (Chao et al., 2007; Conde et al., 2007). Tanto o acúmulo de açúcares, como de compostos fenólicos, são favorecidos, resultando em bagas com maior teor de sólidos solúveis totais e vinhos com coloração e estrutura mais intensa, como verificado nos estudos de Falcão et al. (2008), Gris et al. (2010) e Miele et al. (2010).

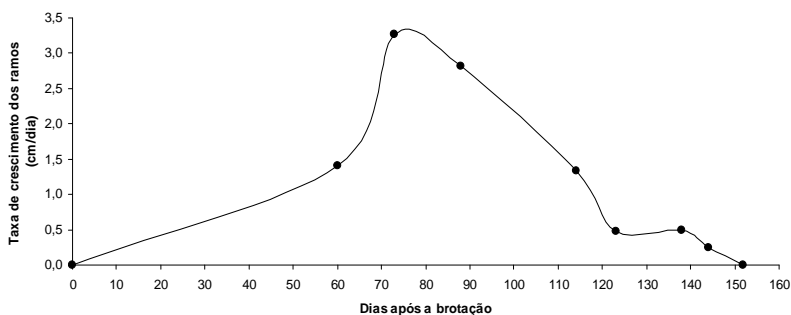


Figura 12. Taxa de crescimento dos ramos da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul, SC.

A taxa de crescimento dos ramos apresentou aumento lento durante a fase inicial de crescimento dos ramos, sendo maior próximo ao estágio fenológico de floração (79 dias após a brotação). A partir desta, a velocidade de crescimento dos ramos reduziu gradativamente, estabilizando-se a partir do início da mudança de cor das bagas (0,5cm/dia). Após a *véraison*, os ramos cessaram o crescimento vegetativo nas condições de cultivo de Campo Belo do Sul (Figura 12).

Em São Joaquim, a taxa de crescimento dos ramos aumentou até próximo do estágio fenológico de plena floração, reduzindo até a paralização após o início da maturação das bagas (Figura 13). Observou-se a parada de crescimento dos ramos a partir do início da mudança de cor das bagas. Estes resultados são consistentes com as observações de Borghezán (2010), que também verificou que a videira cessou o crescimento dos ramos durante a maturação das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim.

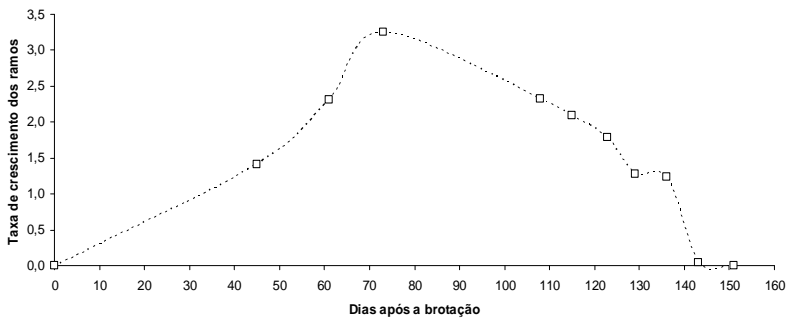


Figura 13. Taxa de crescimento dos ramos da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em São Joaquim, SC.

A parada de crescimento dos ramos é descrita em vários estudos (Koundouras et al., 1999; Leeuwen et al., 2004; Gachons et al., 2005; Cloete et al., 2006) para diversas regiões vitícolas do mundo. Nas regiões vitícolas brasileiras, estas observações foram recentemente descritas para um vinhedo localizado em São Joaquim (Borghezán, 2010). A parada de crescimento dos ramos durante a fase de maturação das bagas possibilita que os compostos originários do processo fotossintético e das demais vias do metabolismo vegetal se direcionem preferencialmente para os cachos. Como resultado, a composição

química da uva é favorecida e os processos de maturação se desenvolvem mais adequadamente (Conde et al., 2007).

Embora nas condições do Mediterrâneo, a parada de crescimento esteja relacionada à ocorrência de deficiência hídrica durante a fase de maturação das bagas (Leeuwen et al., 2004), no Planalto Sul de Santa Catarina, os fatores climáticos parecem ser os responsáveis por este processo (Borghazan, 2010). De acordo com vários estudos realizados em casa de vegetação, o fotoperíodo (Heide, 2008), a temperatura (Heide, 2008; Garris et al., 2009) e o termoperíodo (Tanino et al., 2010) estão relacionados com a indução da redução do crescimento dos ramos. Recentemente tem sido discutido que estas variáveis meteorológicas podem agir de forma conjunta regulando o desenvolvimento vegetativo (Olsen, 2010; Tanino et al., 2010).

Em Campo Belo do Sul, a parada do crescimento foi observada no período de 13 à 22 de janeiro de 2009, possivelmente induzida pela ocorrência de temperaturas mínimas de 7,5°C (04/01/2009) e 8,1°C (05/01/2009) (Figura 10). Nesta fase, a taxa de crescimento dos ramos foi reduzida para cerca de 5mm/dia, o que está de acordo com as considerações de Leeuwen et al. (2004). A partir de 12/02/2009, os ramos não apresentaram aumento de comprimento, resultando na parada completa de crescimento.

Em São Joaquim, a parada de crescimento dos ramos foi observada entre 03 e 10 de fevereiro de 2009. Anteriormente a este período, foram observadas temperaturas mínimas de 4,1°C (22/01/2009) (Figura 11). Entre os dias 13 e 15 de fevereiro foram observadas temperaturas mínimas entre 6,0 à 8,0°C. A completa parada de crescimento dos ramos foi observada a partir de 17/02/2009, coincidindo com o início da maturação das bagas.

No entanto, estudos mais aprofundados sobre a parada de crescimento dos ramos da videira sob condições de adequada disponibilidade hídrica não foram encontrados na literatura. No Brasil, este comportamento foi recentemente descrito por Borghazan (2010) para a Região do Planalto Sul Catarinense. Entretanto, estes estudos ainda não definiram quais os fatores responsáveis pela parada do crescimento da videira nos vinhedos de altitude de Santa Catarina.

#### 4.4. MATURAÇÃO DA UVA

A evolução do teor de sólidos solúveis totais durante a maturação da uva está apresentada na Figura 14. No início da maturação (*véraison*) em Campo Belo do Sul, as bagas apresentavam cerca de 16 °Brix. Com a evolução da maturação estes compostos foram se acumulando nas bagas, sendo que na colheita (02/04/2009), o teor de sólidos solúveis totais foi de 23 °Brix. Em São Joaquim, a maturação iniciou com 14,7 °Brix, sendo as uvas colhidas com média de 23,9 °Brix. Em Campo Belo do Sul, a maturação foi ajustada segundo um modelo polinomial, enquanto que em São Joaquim, o modelo linear foi o mais adequado para expressar a evolução dos teores de sólidos solúveis totais.

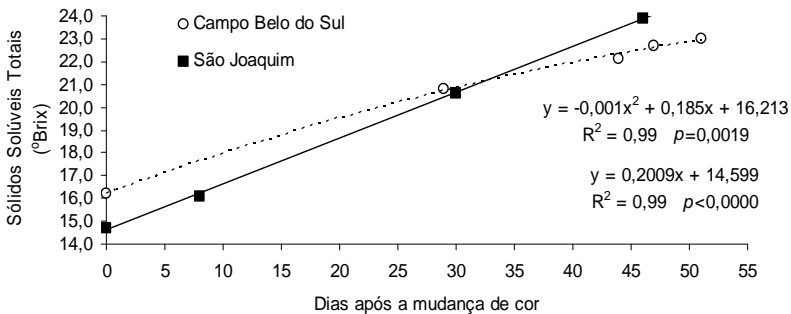


Figura 14. Teor de sólidos solúveis totais durante a maturação da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul e São Joaquim, SC.

Estes valores de sólidos solúveis totais observados no ciclo 2008/2009, em ambas os vinhedos estudados, sugerem elevado grau de maturação da uva, com período de maturação das bagas de aproximadamente 50 dias. Os resultados deste trabalho estão de acordo com os observados em anos anteriores para outros vinhedos do Planalto Sul catarinense (Falcão et al., 2008; Brighenti et al., 2010; Gris et al., 2010; Falcão et al. 2010). Em relação às outras regiões de produção de uvas no Brasil, estes valores sugerem que a colheita ocorra sob condições de maturação mais adiantada aos resultados descritos para as variedades Merlot na Serra Gaúcha (Mandelli et al., 2008), Syrah em Minas Gerais (Fávero et al., 2008) e Cabernet Sauvignon no Vale do

São Francisco (Lima et al., 2004) e no Norte do Paraná (Jubileu et al., 2010).

A acidez total titulável apresentou padrão de redução nos valores durante a evolução da maturação (Figura 15). Para o vinhedo de Campo Belo do Sul, inicialmente, a acidez total avaliada nas bagas estava próxima a 250meq/l, sendo que ao final do período de maturação, os valores se estabilizaram em torno de 83meq/l. Em São Joaquim, a evolução da acidez total titulável seguiu padrão semelhante ao descrito anteriormente, com redução nos valores durante o período de maturação das bagas. No momento da colheita, a uva apresentava aproximadamente 100 meq/l. Resultados em níveis semelhantes aos obtidos neste estudo são descritos por Falcão et al. (2008) e Malinovski (2009) para diferentes regiões vitícolas de Santa Catarina.

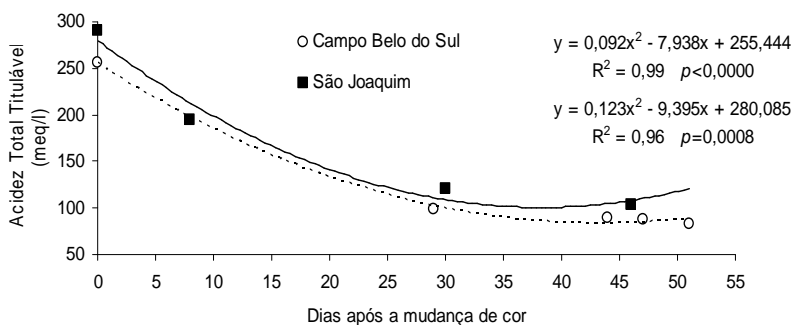


Figura 15. Evolução da acidez total titulável durante a maturação da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul e São Joaquim, SC.

Os valores de acidez no mosto, ligeiramente superiores em São Joaquim, possivelmente, estão relacionados com as temperaturas mais amenas observadas na região, em comparação com o vinhedo localizado em Campo Belo do Sul. Segundo Jackson e Lombard (1993) e Conde et al. (2007), as condições climáticas afetam a metabolização dos ácidos orgânicos, sendo que as temperaturas mais amenas favorecem a menor degradação do ácido málico, ocasionando maior acidez na uva, confirmando as observações feitas neste estudo.

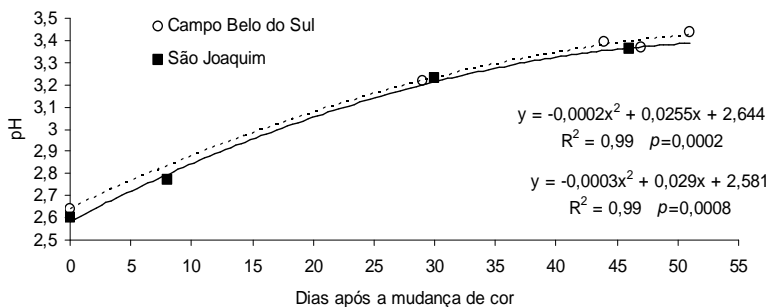


Figura 16. Evolução do pH durante a maturação da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul e São Joaquim, SC.

A evolução do pH apresentou aumento nos valores ao longo da maturação da uva (Figura 16). Em ambos os vinhedos estudados, na *véraison* (mudança de cor), o pH do mosto foi próximo a 2,60, enquanto que no momento da colheita, estes valores estavam em torno de 3,40. Estes valores são considerados adequados para a colheita de uvas destinadas a elaboração de vinhos, principalmente na estabilidade da cor e características microbiológicas (Conde et al., 2007). Resultados semelhantes também foram observados por Brighenti et al. (2010) e Gris et al. (2010), em vinhedos de São Joaquim.

Tabela 3. Coeficientes de correlação entre o teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e o pH da variedade Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2008/2009, em Campo Belo do Sul e em São Joaquim, SC.

		SST	ATT	pH
Sólidos	Solúveis	Totais	1,00	
(°Brix)			-	
Acidez	Total	Titulável	-0,93	1,00
(meq/l)			$p < 0,0000$	-
Ph			0,97	1,00
			$p < 0,0000$	-

A Tabela 3 apresenta os coeficientes de correlação entre as variáveis avaliadas nas bagas durante a maturação da uva nas duas regiões do Planalto Sul Catarinense. Observou-se, correlação negativa

entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez total titulável ( $R^2 = -0,93$ ), correlação positiva entre o teor de sólidos solúveis totais e o pH ( $R^2 = 0,97$ ) e correlação negativa entre a acidez total titulável e o pH ( $R^2 = -0,97$ ).

Em geral, os resultados deste estudo sugerem que a uva cultivada em ambas as regiões estudadas apresentam maturação com elevada concentração de açúcares nas bagas e baixa acidez. Estes índices podem ser considerados adequados a elaboração dos vinhos (Rizzon e Miele, 2002; Falcão et al., 2008; Gris et al., 2010; Miele et al., 2010).

## 5. CONCLUSÕES

As temperaturas mínima, média e máxima diferem as duas regiões estudadas, com ciclo produtivo maior para região mais fria (São Joaquim). Para as duas regiões a radiação RFA (Radiação Fotossinteticamente Ativa) é suficiente em quantidade e qualidade para a o desenvolvimento da videira.

Durante a maturação da uva, durante o ciclo 2008/2009, os níveis de precipitação pluviométrica foram baixos em ambas as regiões, favorecendo a composição da uva no momento da colheita.

O ciclo fenológico no ciclo 2008/2009 foi semelhante entre as duas regiões.

A videira cultivada no Planalto Sul Catarinense paralizou o crescimento vegetativo dos ramos durante o início da maturação das bagas, possibilitando que o metabolismo vegetal direcione os fotoassimilados, preferencialmente, para os cachos, determinando uma melhor composição química da uva e uma maturação adequada.

Neste ciclo, os índices de sólido solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e pH demonstraram que a maturação das bagas foi adequada, atingindo teores elevados de açúcares e equilibrada acidez.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amerine, M.A.; Winkler, A.J. Composition and quality of musts and wines of California grapes. **Hilgard**, v. 15, p. 493-673, 1944.

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**, v. 52, n. 1, p. 1-7, 2001.

Bevilaqua, G. A. P. Avaliações físico-químicas durante a maturação de videiras cultivadas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.1, n.3, p.151- 156, 1995.

Blanco-Ward, D.; Queijeiro, J.M.G.; Jones, G.V. Spatial climate variability and viticulture in the Miño River Valley of Spain. **Vitis**, v. 46, n. 2, p. 63-70, 2007.

Bonnardot, V.M.F.; Carey, V.A.; Planchon, O.; Cautenet, S. Sea breeze mechanism and observations of its effects in the Stellenbosch wine producing area. **Wynboer**, v. 147, p. 10-14, 2001.

Borgezan, M. **Comportamento ecofisiológico da videira (*Vitis vinifera* L.) cultivada em São Joaquim, Santa Catarina: área foliar, crescimento vegetativo, composição da uva e qualidade sensorial dos vinhos**. UFSC, Florianópolis, 2010. 226p. Tese de Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais.

Bowers, J.E.; Meredith, C. P. The parentage of classic wine grape, Cabernet Sauvignon. **Nature Genetics**, New York, v. 16, p. 84 – 87, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Delegacia Federal da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul. **Cadastro vitícola do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS: SDR-DENACOO/EMBRAPA-CNPUV/EMATER-RS/FECOVINHO, 1996. 43p.

BRDE, BANCO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO EXTREMO SUL. **Viticultura em Santa Catarina – Situação atual e perspectivas**, 2005. Disponível em: <www.brde.com.br>. Acesso em: 13 maio 2008.

Brighenti, E.; Tonietto, J. O clima de São Joaquim para a viticultura de vinhos finos: Classificação pelo sistema CCM Geovitécola. In: XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais...** CD-ROM. Florianópolis, 2004, 4p.

Brighenti, A.F.; Rufato, L.; Kretschmar, A.A.; Madeira, F.C. Desponte dos ramos da videira e seu efeito na qualidade dos frutos de ‘Merlot’ sobre porta-enxertos ‘Paulsen 1103’ e ‘Couderc 3309’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 019-026, 2010.

Brito, F. A. Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2004/2005. In: **EPAGRI – CEPA** – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de SC S.A. Florianópolis-SC, 2005. p.133-138.

Carbonneau, A. Place du microclimate de la partie aérienne parme les facteurs déterminant les productions viticoles. **Bulletin de l’OIV**, p. 473-477, 1984..

Chao, W.S.; Foley, M.E.; Horvath, D.P.; Anderson, J.V. Signals regulating dormancy in vegetative buds. **International Journal of Plant Developmental Biology**, v. 1, n. 1, p. 49-56, 2007.

Cloete, H.; Archer, E.; Hunter, J.J. Shoot heterogeneity effects on Shiraz/Richter 99 grapevines. I. Vegetative growth. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 27, n. 1, p. 68-75, 2006.

Conradie, W. J.; Carey, V. A.; Bonnardot, V.; Saayman, D.; Van Scoor, L. H. Effect of different environmental factors on the performance of Sauvignon Blanc grapevines in the Stellenbosch/Durbanville districts of South Africa. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 23, n. 2, p. 78-91, 2002.

Conde, C.; Fontes, N.; Dias, A.C.P.; Tavares, R.M.; Souza, M.J.; Agasse, A.; Delrot, S.; Gerós, H. Biochemical changes throughout grape

berry development and fruit and wine quality. **Food**, v.1, n. 1, p. 1-22, 2007.

Coombe, B. G. Influence of temperature on composition and quality of grapes. **Acta Horti.**, Wageningen, n.206, p.23-35, 1988.

Coombe, B. G. Dry, P. R. **Viticulture**. Australian Industrial Publishers. PTY LTD: Adelaide, Austrália, 1988.

Cordeiro, W.C. **A vitivinicultura em São Joaquim - SC: uma nova atividade no município**. UFSC, Florianópolis, 2006. 133p. Dissertação de Mestrado em Agroecossistemas.

Deloire, A.; Vaudour, E.; Carey, V.; Bonnardot, V.; Van, L. C.Grapevine responses to terroir: a global approach. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 39, p. 149-162, 2005.

Dubourdieu, D.; Chone, X.; Tominaga, T. **Expression et complémentarité des cepages sur les différents sols viticoles de Bordeaux**: facteurs naturels et humains de la qualite des terroirs et des crus en bordelais. Disponível em: <<http://www.unige.ch/sochimge/Dubourdieu.pdf>>. Acesso em dezembro 2010.

Falcão, L.D; Chaves, E.S.; Burin, V.M.; Falcão, A.P.; Gris, E.F.; Bonin, V.; Bordignon-Luiz, M.T. Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 35, n. 3, p. 271-282, 2008.

Falcão, L.D; Burin, V.M.; Chaves, E.S.; Vieira, H.J.; Brighenti, E.; Rosier, J.P.; Bordignon-Luiz, M.T. Vineyard altitude and mesoclimate influences on the phenology and maturation of Cabernet Sauvignon grapes from Santa Catarina State. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 44, n. 3, p. 135-150, 2010.

Fávero, A.C.; Amorim, D.A.; Mota, R.V.; Soares, A.M.; Regina, M.A. Viabilidade de produção da videira ‘Syrah’, em ciclo de outono inverno,

na Região Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 685-690, 2008.

Gachons, C.P.; Leeuwen, C.V.; Tominaga, T.; Soyer, J.P.; Gaudillère, J.P.; Dubourdieu, D. Influence of water and nitrogen déficit on fruit ripening and aroma potential of *Vitis vinifera* L cv Sauvignon Blanc in field conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, p. 73-85, 2005.

Galvani, E. Radiação atmosférica e terrestre de onda longa: uma abordagem didática. In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2005, São Paulo. Geografia, Tecnociência, Sociedade e Natureza. São Paulo, 2005. **Anais...** p. 2203-2209, 2005.

Garris, A.; Clark, L.; Owens, C.; Mckay, S.; Luby, J.; Mathiason, K.; Fennell, A. Mapping of photoperiod-induced growth cessation in the wild grape *Vitis riparia*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 134, n. 2, p. 261-272, 2009.

Giovannini, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre, RS: Ed. Renascença, 1999, 364 p.

Gomes, E.N.; Escobedo, J.F.; Furlan-Júnior, C.R.; Oliveira, A.P.E.; Soares, J. Estimativas das radiações global, direta e difusa horária, diária e mensal em função do índice de claridade (KT) e razão de insolação (n/N). In: Congresso Brasileiro de Energia Solar, Fortaleza, 2007. **Anais...** 2007.

Gris, E.F.; Burin, V.M. Brighenti, E.; Vieira, H.; Bordignon-Luiz, M.T. Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 37, n. 2, p. 61-75, 2010.

Heide, O.M. Interaction of photoperiod and temperature in the control of growth and dormancy of *Prunus* species. **Scientia Horticulturae**, v. 115, p. 309-314, 2008.

Hidalgo, L. **Tratado de Viticultura General**. Madri: Mundi-Prensa, 1999. 1171p.

Huglin, M.P. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. **Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France**, v. 64, n. 13, p. 1117-1126, 1978.

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

Jackson, D. I.; Schuster, D. F. **The Production of grapes in cool climates**. Wellington: Butterworths of New Zealand, 1987.

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

Jones, G.V.; Davies, R.E. Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 51, n. 3, p. 249-261, 2000.

Jubileu, B.S.; Sato, A.J.; Roberto, S.R. Caracterização fenológica e produtiva das videiras 'Cabernet Sauvignon' e 'Alicante' (*Vitis vinifera* L.) produzidas fora de época, no Norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 451-462, 2010.

Koundouras, S.; Leeuwen, C.V.; Seguin, G.; Glories, Y. Influence de l'alimentation em eau sur la croissance de la vigne, la maturation des raisins et les caractéristiques des vins en zone méditerranéenne (exemple de Némée, Grèce, cépage Saint-Georges, 1997). **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 33, n. 4, p. 149-160, 1999.

Leão, P. C. S.; Soares, J. M. **A viticultura no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 366p.  
Leeuwen, C.; Friant, P.; Choné, X.; Trégoat, O.; Koundouras, S.; Dubourdiou, D. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2004.

Leeuwen, C.; Seguin, G. The concept of terroir in viticulture. **Journal of Wine Research**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2006.

Leeuwen, C.; Bois, B.; Pieri, P.; Gaudillère, J.P. Climate as a terroir component. Congress on Climate and Viticulture. **Anais...** Zaragoza, 2007. 14p.

Lima, M.V.D.O.; Guerra, C.C.; Lira, M.M.P.; Xavier, P.R.; Arnaud, A.M.; Amorim, F. M. Características das uvas do Vale do São Francisco sob o ponto de vista enológico. In: I Workshop Internacional de Pesquisa: A produção de vinhos em regiões tropicais, Petrolina e Recife, 2004. **Anais...** p. 177-184, 2004.

Lorenz, D.H.; Eichhorn, K.W.; Bleiholder, H.; Klose, R.; Meier, U.; Weber, E. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) – codes and descriptions according to the extended BBHC scale. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 1, n. 2, p. 100-103, 1995.

Malinovski, L.I. **Comportamento vitícola da videira (*Vitis vinifera* L.) variedade Cabernet Sauvignon nos municípios catarinenses de Campo Alegre, Campo Belo do Sul e Bom Retiro.** UFSC, Florianópolis, 2009. 92p. Dissertação de Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais.

Mandelli, F. **Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na ‘Serra Gaúcha’.** 2002. 174 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

Mandelli, F. **Comportamento da Safra 2003 na Serra Gaúcha.** Embrapa Uva e Vinho, Comunicado Técnico 46. Bento Gonçalves, RS, 2003.

Mandelli, F.; Miele, A.; Rizzon, L.A.; Zanús, M.C. Efeito da poda verde na composição físico-química do mosto da uva Merlot. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 667-674, 2008.

Martins, L. **Comportamento vitícola e enológico das variedades Chardonnay, Pinot Noir e Cabernet Sauvignon, na localidade de Lomba Seca, em São Joaquim (SC)**. 2006. 114 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais – Universidade Federal de Santa Catarina). Florianópolis-SC, 2006.

Mello, L. M. R. **Vitivinicultura Brasileira: panorama 2007**. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/autor>>. Acesso em dezembro de 2010.

Miele, A.; Rizzon, L.A.; Zanus, M.C. Discrimination of Brazilian red wines according to the viticultural region, varietal, and winery origin. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 268-275, 2010.

Miele, A; Miollo, A. **O sabor do vinho**. Bento Gonçalves: Vinícola Miolo: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 123p.

Morlat, R.; Bodin. F. Characterization of viticultural terrioris using a simple field model based on soil depth – II. Validation of the grape yield and berry quality in the Anjou vineyard (France). **Plant and Soil**, v. 281, p. 55-69, 2006.

OIV - Organization Internationale de la Vigne et du Vin. **Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis**, Paris: OIV, 2009, Volume 1, 419p.

Olsen, J.E. Light and temperature sensing and signaling in induction of bud dormancy in woody plants. **Plant Molecular Biology**, v. 73, p. 37-47, 2010.

Pandolfo, C. **Sistemas atmosféricos, variáveis meteorológicas e mudanças climáticas na potencialidade do cultivo da videira (*Vitis vinifera* L.) no Estado de Santa Catarina**. UFSC, Florianópolis, 2010. 124p. Tese de Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais.

Pedro Junior, M. J.; Sentelhas, P.C.; Pommer, C.V; Martins, F.P.; Gallo, P.B; Santos, R.R.; Bovi, V.; Sabino, J.C. Caracterização fenológica da

videira Niagara Rosada em diferentes regiões paulistas. **Bragantia**, Campinas- SP, v.52, p.153-160, 1993.

Pereira, A. R.; Angelocci, L. R.; Sentelhas, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002, 478 p.

Petrie, P.R.; Trought, M.C.T.; Howell, G.S.; Buchan, G.D. 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**, n. 30, p. 711-717, 2003.

Piña, S.; Bautista, D. Evaluation of vegetative growth on several table grape cultivars under semiarid tropic conditions in Venezuela. **Revista de la Facultad de Agronomía LUZ**, v. 23, p. 402-413, 2006.

Pommer, C. V. **Uva: tecnologia de produção, pós colheita, mercado**. Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, 2003. 778p.

Protas, J.F.S.; Camargo, U.A.; Melo, L.M.R. A viticultura brasileira: realidade e perspectivas. In: Regina, M.A. et al. **Viticultura e Enologia: atualizando conceitos**. p. 17-32, 2002.

Raven, P. H.; Evert, R. F.; Eichhorn, S. E.; **Biologia Vegetal**. 6° Ed. Editora Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2001. 906p.

Regina, M. A. **Reponses des cepages de *Vitis vinifera* L. aux variations de l'environnement: effets de la contrainte hydrique sur la photosynthese, la photorespiration et la teneur en acide abscissique des feuilles**. Universidade de Bordeaux II, Bordeaux, 1993, 213 p. Tese de Doutorado em Enologia e Ampelologia, 1993.

Regina, M. A. **Reponses des cepages de *Vitis vinifera* L. aux variations de l'environnement: effets de la contrainte hydrique sur la photosynthese, la photorespiration et la teneur en acide abscissique des feuilles**. 1993, 213 p. Tese (Doutorado em Enologia e Ampelologia) – Universidade de Bordeaux II, Bordeaux, 1993.



Regina, M.A.; Audeguin, L. Avaliação ecofisiológica de clones de videira cv. Syrah. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 875-879, 2005.

Richasse, J. **Cracterización de las características ampelográficas y fenológicas de los cultivares Cabernet Sauvignon, Moscatel Negra y Verdot y evaluación de la calidad de sus vinos**. Tesis, 114f. Agr. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, 1999.

Rizzon, L.A.; Miele, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 192-198, 2002.

Rosier, J.P. Novas Regiões: vinhos de altitude no sul do Brasil. In: X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia. **Anais...** Bento Gonçalves, p. 137-140, 2003.

Rosier, J.P.; Brighenti, E.; Schuck, E.; Bonin, V. Comportamento da variedade Cabernet Sauvignon cultivada em vinhedos de altitude em São Joaquim – Santa Catarina. In: XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais...** CD-ROM. Florianópolis, 2004, 6p.

Sentelhas, P. C. Aspectos climáticos para viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 19, n. 194, p. 9-14, 1998.

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

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**, v. 48, n. 4, p. 482-491, 1997.

Souza, J.S.I. **Uvas para o Brasil**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791p.

Steel, R.G.D.; Torrie, J.H.; Dickey, D.A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill, 1997, 3<sup>a</sup> ed., 666p.

Tanino, K.K.; Kalcsits, L.; Silim, S.; Kendall, E.; Gray, G.R. Temperature-driven plasticity in growth cessation and dormancy development in deciduous woody plants: a working hypothesis suggesting how molecular and cellular function is affected by temperature during dormancy induction. **Plant Molecular Biology**, v. 73, p. 49-65, 2010.

Tesic, D.; Woolley, D.J.; Hewett, E.W.; Martin, D.J. Environmental effects on cv Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grown in Hawke's Bay, New Zealand. 1. Phenology and characterization of viticultural environments. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 8, p. 15-26, 2001.

Tesic, D.; Keller, M.; Hutton, R.J. Influence of vineyard floor management practices on grapevine vegetative growth, yield, and fruit composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 58, n. 1, p. 1-11, 2007.

Tonietto, J.; Carbonneau, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 124, p. 81-97, 2004.

Tonietto, J.; Mandelli, F. **Uvas viníferas para processamento em região de clima temperado**. EMBRAPA uva e vinho, versão eletrônica, 2003. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/clima.htm>>. Acesso em novembro de 2008.

Tubelis, A.; Nascimento, F. J. L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1980, 374 p.

Vieira, A. J. D; Herter, F. G.; Bacarin, M. A.; Nalepinski, W.; Camargo, U. Crescimento de ramos de *Vitis vinifera* L. c.v. Thompson seedless em Jales, São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 45-52, 1999.

**VITIS – International Variety Catalogue.** Disponível em:  
[www.vivc.de](http://www.vivc.de). Acesso em abril de 2010.

Winkler, A. J. Maturity tests for table grapes: the relation of heat summation to time of maturing and palatability. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v.51, p.295-298, 1948.