

Tatiane Carine da Silva

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E DIFERENCIAÇÃO FLORAL
EM VIDEIRAS ‘SAUVIGNON BLANC’ E ‘CABERNET
SAUVIGNON’ CULTIVADAS EM SÃO JOAQUIM - SC**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Recursos Genéticos
Vegetais da Universidade Federal de
Santa Catarina para a obtenção do
título de Mestre em Ciências, área de
concentração Recursos Genéticos
Vegetais

Orientador: Prof. Dr. Aparecido Lima
da Silva

Coorientador: Dr. Marcelo Borghezán

Florianópolis, SC
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

da Silva, Tatiane Carine

Crescimento vegetativo e diferenciação floral em
videiras 'Sauvignon Blanc' e 'Cabernet Sauvignon'
cultivadas em São Joaquim - SC / Tatiane Carine da Silva ;
orientador, Aparecido Lima da Silva ; coorientador,
Marcelo Borghezan. - Florianópolis, SC, 2015.
109 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Inclui referências

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Fenologia. 3.
paralisação do crescimento. 4. hormônios vegetais. 5.
iniciação floral. I. da Silva, Aparecido Lima. II.
Borghezan, Marcelo. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos
Vegetais. IV. Título.

Crescimento vegetativo e diferenciação floral em videiras 'Sauvignon Blanc' e 'Cabernet Sauvignon' cultivadas em São Joaquim - SC

por

Tatiane Carine da Silva

Dissertação julgada e aprovada em 28/02/2015, em sua forma final, pelo Orientador e Membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de Concentração Recursos Genéticos Vegetais, no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC.

Banca Examinadora:



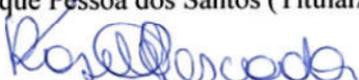
Prof. Dr. Aparecido Lima da Silva (Presidente/CCA-UFSC)



Prof.^a Dr.^a. Marisa Santos (Titular/ CCB/UFSC)



Dr. Henrique Pessoa dos Santos (Titular/EMBRAPA-RS)



Prof.^a Dr.^a. Rosete Pescador (Titular/CCA-UFSC)



Prof. Dr. Rubens Onofre Nodari (Coordenador do Programa)

Florianópolis, fevereiro de 2015

Este trabalho é dedicado aos meus professores e orientadores, aos colegas do Grupo de Estudo da Uva e do Vinho (NEUVIN) e a todos aqueles que direta ou indiretamente tornaram esse estudo possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que me deu a vida, saúde e a capacidade para a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Neide e Osvaldo, que além de me darem o sustento físico e moradia, me ensinaram com palavras e exemplos de vida, a ter caráter, a ser uma pessoa honesta e a importância da educação. A todos os meus irmãos e familiares pelos momentos compartilhados, conselhos e exemplos, por compreenderem minha ausência em alguns momentos e por acreditarem em mim.

À Universidade Federal de Santa Catarina, aos técnicos administrativos, professores e demais colaboradores, pela infraestrutura, qualidade de ensino, e por fazerem parte da minha formação.

Ao meu Orientador pela confiança depositada em mim, pela contribuição na elaboração e execução deste trabalho, por ser amigo e compreensivo nos momentos de dificuldades.

Ao meu Coorientador que foi muitas vezes orientador e companheiro na realização dos trabalhos de campo e de laboratório, foi também psicólogo e amigo nos momentos de crise, pois sem ele esse estudo não seria possível.

Aos colegas e alunos do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, pela parceria nos grupos de estudo de biometria e conservação, e pelos conhecimentos e momentos compartilhados.

Aos colegas e amigos do Grupo de Estudo da Uva e do Vinho (NEUVIN), especialmente à Poliana Francescato por compartilhar sua experiência no estudo de anatomia; à Luciane Isabel Malinowski pelos ensinamentos na avaliação meteorológica; à Larissa Villar e à Monica Canton pela companhia alegre nas viagens ao campo, por toda ajuda e dedicação ao trabalho e, principalmente, pela amizade. Deixo aqui meu agradecimento a todos do grupo, pelos momentos de descontração e parceria nas diversas atividades.

À Villa Francioni, por ceder a área de estudo e confiar em nosso trabalho.

À Epagri/Ciram, por nos fornecer os dados meteorológicos.

À Embrapa Uva e Vinho, especialmente ao Dr. Henrique Pessoa dos Santos, pela colaboração nas análises hormonais.

À CAPES pela bolsa de estudos e pelo auxílio financeiro.

“A história da vida na Terra tem sido uma história
de interação entre coisas vivas e seus ambientes”
(Rachel Carson, 1962).

RESUMO

CRESCIMENTO VEGETATIVO E DIFERENCIAÇÃO FLORAL EM VIDEIRAS 'SAUVIGNON BLANC' E 'CABERNET SAUVIGNON' CULTIVADAS EM SÃO JOAQUIM - SC

A viticultura catarinense é uma atividade econômica em plena expansão e, nos últimos anos, vem buscando a melhoria dos vinhedos para produção de uvas e vinhos de alta qualidade. Nas regiões de altitude de Santa Catarina, a vitivinicultura ainda é muito recente e pouco se sabe sobre o comportamento ecofisiológico das plantas cultivadas. Dentre as variedades de maior importância econômica na região estão a Sauvignon Blanc e a Cabernet Sauvignon. Este estudo teve como objetivos caracterizar o crescimento vegetativo e os níveis de hormônios endógenos em ápices dos ramos, e caracterizar a diferenciação floral morfológica em gemas das videiras 'Sauvignon Blanc' e 'Cabernet Sauvignon', cultivadas em São Joaquim-SC, no ciclo fenológico 2013/2014. A área experimental está localizada em um vinhedo comercial conduzido em sistema espaladeira, em altitude de 1.293m (28°15'13"S e 49°57'02"W). O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado (DCC). Durante o ciclo foi realizado o acompanhamento da fenologia e das variáveis meteorológicas. As avaliações e coletas foram realizadas quinzenalmente. A partir da brotação foi acompanhada a evolução do crescimento vegetativo de 20 plantas por variedade, medindo-se o comprimento dos ramos da base até o ápice. Foram coletados aleatoriamente no vinhedo, ápices dos ramos das videiras para identificação e quantificação de hormônios endógenos (GA₃ e GA₄, AIA, ABA, cZ e tZ, SA e JA), através de Cromatografia Líquida de Ultra Performance (UPLC) e Electrospray Ionization - Mass Spectrometry/Mass Spectrometry (ESI-MS/MS). Foram coletadas as cinco gemas basais de oito ramos por variedade para observação, em estereomicroscópio e microscopia eletrônica de varredura (MEV), dos estádios iniciais da diferenciação floral. Com base nos resultados, pode-se observar que o padrão de crescimento dos ramos foi similar para as duas variedades estudadas, sendo a maior taxa de crescimento observada no final da primavera, na primeira quinzena de dezembro (11/12/2013), após a plena floração. A paralisação do crescimento dos ramos ocorreu no verão, no início de fevereiro (04/02/2014) para a Cabernet Sauvignon e em meados de fevereiro (18/02/2014) para a Sauvignon Blanc, durante o período de maturação das bagas. A paralisação do crescimento foi induzida pela diminuição do fotoperíodo. As baixas temperaturas

(<10°C) parecem estar associadas a uma resposta adicional no processo de aclimatação ao frio. As concentrações de ABA, SA e JA nos ápices dos ramos aumentaram durante a evolução do ciclo vegetativo, tendo suas máximas concentrações durante o período inicial de formação das bagas, antes da *véraison*. Os níveis hormonais nos ápices vegetativos apresentaram comportamento similar ao longo do ciclo para ambas as variedades. A ‘Cabernet Sauvignon’ apresentou concentrações maiores dos hormônios: ABA, SA e JA em comparação com a ‘Sauvignon Blanc’. As concentrações de tZ não variaram significativamente ao longo do ciclo vegetativo da Cabernet Sauvignon e este fitormônio não foi quantificado para a Sauvignon Blanc. Não foi possível quantificar os hormônios: GA₃, GA₄, AIA e cZ nos ápices das duas variedades. O início da diferenciação floral nas gemas ocorreu antes da floração para ambas as variedades, sendo 25 dias antes da plena floração (30/10/2013) para a ‘Sauvignon Blanc’ e 8 dias antes da plena floração (12/11/2013) para a ‘Cabernet Sauvignon’. O primórdio de inflorescência totalmente desenvolvido foi identificado para a Sauvignon Blanc antes da *véraison*, enquanto que para a Cabernet Sauvignon foi após a mudança de cor das bagas. Os resultados deste estudo possibilitaram a melhor compreensão do efeito das condições climáticas e do controle hormonal sobre o crescimento vegetativo da videira cultivada em São Joaquim-SC. Neste trabalho também identificou-se as fases fenológicas em que ocorreram os estágios iniciais da diferenciação floral das variedades na região.

Palavras-chave: Fenologia, paralisação do crescimento, fotoperíodo, hormônios vegetais, iniciação floral, primórdio de inflorescência.

ABSTRACT

VEGETATIVE GROWTH AND FLORAL DIFFERENTIATION IN GRAPEVINES 'SAUVIGNON BLANC' AND 'CABERNET SAUVIGNON' GROWN IN SÃO JOAQUIM-SC

Santa Catarina viticulture is an expanding economic activity which is seeking in the last years to improve the vineyards for production of higher quality grapes and wines. The grapevine and wine production in Santa Catarina Highlands is still recent and little is known about grapes ecophysiological behavior. Sauvignon Blanc and Cabernet Sauvignon are among varieties of greater economic importance in this region. This study aimed to characterize the vegetative growth and the endogenous hormones levels in shoots apices, and to characterize the morphological floral differentiation in grapevine buds of 'Sauvignon Blanc' and 'Cabernet Sauvignon' grown in São Joaquim-SC, at phenological cycle 2013/2014. Experimental area is located in a commercial vineyard conducted in VSP system (vertical shoot positioned), at 1.293m altitude (28°15'13"S and 49°57'02"W). The experimental design was completely randomized blocks. Phenology and weather variables were monitored during the season. Analysis and samples were taken every two weeks. From budburst on, shoot growth was assessed in 20 plants per variety, measuring the length from the base to the shoot apex. Apices of shoots were collected randomly for endogenous hormones (GA₃ and GA₄, AIA, ABA, cZ and tZ, SA and JA) identification and quantification using Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC) and Electrospray Ionization - Mass Spectrometry / Mass spectrometry (ESI-MS / MS). For floral differentiation analysis, five basal buds from eight shoots per variety were collected, and observations of the early stages of floral differentiation in stereomicroscope and scanning electron microscopy (SEM) were performed. It was observed similar pattern of shoot growth for both varieties, with higher growth rate in late spring, on the first half of December (12/11/2013), after full bloom. Shoot growth cessation occurred in the summer, during grape berry ripening, in early February (02/04/2014) for 'Cabernet Sauvignon' and in mid-February (18/02/2014) for 'Sauvignon Blanc'. Growth cessation was induced by photoperiod decrease. Low temperatures (<10°C) seem to be associated to an additional response in the process of cold acclimation. ABA, SA and JA concentration in apices of the shoots increased during the course of the season, with maximum levels in the initial period of berry formation, before *véraison*. Hormone levels in shoot apices showed

similar behavior during cycle for both varieties. 'Cabernet Sauvignon' presented higher concentration of hormones (ABA, SA and JA) compared to 'Sauvignon Blanc'. For both varieties, changes in hormones levels in the apexes during the growth cycle had similar behavior. Concentrations of tZ did not present significant variation for 'Cabernet Sauvignon' and this plant hormone could not be quantified for 'Sauvignon Blanc'. It was not possible to quantify GA₃, GA₄, AIA and cZ in the apexes of shoots for both varieties. The beginning of floral differentiation in buds occurred before flowering for both varieties, 25 days before full bloom (10/30/2013) for 'Sauvignon Blanc' and 8 days before full bloom (12/11/2013) for 'Cabernet Sauvignon'. The fully development of inflorescence primordium was identified for 'Sauvignon Blanc' before *véraison*, while for 'Cabernet Sauvignon' it was after berries color change . Results of this study provided a better understanding of the effect of weather conditions and hormonal control over the vegetative growth of grapevine grown in São Joaquim-SC. In this work it was also identified the phenological phases when the early stages of floral differentiation of varieties in the region occurred.

Keywords: Phenology, growth cessation, photoperiod, plant hormones, floral initiation, inflorescence primordia.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1. 1.** Relação entre o crescimento dos ramos e o desenvolvimento das bagas da ‘Sauvignon Blanc’ (A), da ‘Cabernet Sauvignon’ e da ‘Merlot’ (B), durante o ciclo de desenvolvimento da videira cultivada em São Joaquim-SC. Fonte: Borghezan *et al.* (2014).34
- Figura 1. 2.** Seção longitudinal da gema da videira imediatamente antes da brotação. GP, gema principal; GS, gema secundária; GT, gema terciária; PF, primórdio foliar; PI, primórdio de inflorescência, EV, eixo vegetativo. Fonte: Adaptado de VASCONCELOS *et al.* (2009). 39
- Figura 1. 3.** Representação esquemática do ciclo de desenvolvimento reprodutivo da videira, da indução e iniciação do primórdio de inflorescência à maturação das bagas. Fonte: Modificado de Carmona *et al.* (2008) e Vasconcelos *et al.* (2009)..... 40

CAPÍTULO 2

- Figura 2. 1.** Localização da área experimental no vinhedo. Propriedade da empresa Villa Francioni Agro Negócios S.A. São Joaquim-SC. Fonte: Google earth® 58
- Figura 2. 2.** Imagens do perfil do solo no interior do vinhedo onde foi realizado o estudo. Propriedade da empresa Villa Francioni Agro Negócios S.A., São Joaquim-SC..... 58
- Figura 2. 3.** Temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) e fotoperíodo (horas de luz/dia), durante o ciclo vegetativo 2013/2014 das variedades Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS), cultivadas em São Joaquim-SC..... 63
- Figura 2. 4.** Precipitação pluvial (mm/dia) e precipitação acumulada (mm), durante o ciclo vegetativo 2013/2014 das variedades Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS), cultivadas em São Joaquim-SC. 64
- Figura 2. 5.** Comparativo das médias mensais de temperatura (máxima, média e mínima) e de precipitação pluvial do ciclo 2013/2014 e do período de 1961 a 2011, em São Joaquim-SC..... 65
- Figura 2. 6.** Duração em dias e acúmulo térmico (GD) das fases fenológicas das variedades Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS) no ciclo 2013/2014, em São Joaquim-SC..... 66
- Figura 2. 7.** Comprimento do ramo (m) e taxa de crescimento do ramo (cm/dia) observada para a variedade Sauvignon Blanc (SB), cultivada em São Joaquim-SC, durante o ciclo vegetativo 2013/2014. Dias após a brotação (DAB)..... 67

- Figura 2. 8.** Comprimento do ramo (m) e taxa de crescimento do ramo (cm/dia) observada para a variedade Cabernet Sauvignon (CS), cultivada em São Joaquim-SC, durante o ciclo vegetativo 2013/2014 e dias após a brotação (DAB). 68
- Figura 2. 9.** Concentração de ácido abscísico (ABA), ng.g^{-1} de matéria fresca, em ápices dos ramos das variedades de videira Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS) no ciclo 2013/2014, em São Joaquim, SC. As setas indicam os momentos de paralisação do crescimento vegetativo dos ramos (04/02/2014 para CS e 18/02/2014 para SB)..... 70
- Figura 2. 10.** Concentração de ácido salicílico (SA), ng.g^{-1} de matéria fresca, em ápices dos ramos das variedades de videira Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS) no ciclo 2013/2014, em São Joaquim, SC. As setas indicam os momentos de paralisação do crescimento vegetativo dos ramos das variedades (04/02/2014 para CS e 18/02/2014 para SB). 71
- Figura 2. 11.** Concentração de ácido jasmônico (JA), ng.g^{-1} de matéria fresca, em ápices dos ramos das variedades de videira Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS) no ciclo 2013/2014, em São Joaquim, SC. As setas indicam os momentos de paralisação do crescimento vegetativo dos ramos das variedades (04/02/2014 para CS e 18/02/2014 para SB). 71

CAPÍTULO 3

- Figura 3. 1.** Início do desenvolvimento dos primórdios em gemas de videira (*Vitis vinifera*), cultivada em São Joaquim-SC. A seta indica o local onde ocorreu a divisão no ápice da gema: na imagem (A), a divisão ocorreu no flanco do ápice (A) para formar um primórdio de folha (PF); e na imagem (B), ocorreu a bissecção central do ápice (A) para formar o primórdio indiferenciado ou *Anlage* (AL). 84
- Figura 3. 2.** Estádios da diferenciação floral em gemas da videira (*Vitis vinifera* L.), variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC. Baseado em Srinivasan & Mullins (1981). E₀: Ápice (A) da gema latente jovem apenas com formação de primórdios foliares (PF); E₁: O ápice se divide em dois, a divisão ocorre no meio do ápice, para formar o primórdio indiferenciado ou *Anlage* (AL), em posição oposta ao primórdio foliar (PF) mais jovem; E₂: O primórdio indiferenciado (AL) se separa do ápice e desenvolve-se em uma estrutura larga, disforme ou obovada; E₃: Formação do primórdio de bráctea (BR) no flanco abaxial do primórdio indiferenciado (AL); E₄: Divisão do primórdio de inflorescência para formar um braço interno (IA) e um braço externo (OA). O braço interno torna-se o eixo principal

da inflorescência e o braço externo torna-se a ramificação proximal da inflorescência; E₅: Crescimento do eixo principal (braço interno - IA) para dar origem à primeira ramificação do primórdio (BP); E₆: Crescimento do eixo principal do primórdio de inflorescência para formar diversas ramificações dos primórdios (BP) e primórdios de brácteas (BR); E₇: Primórdio de inflorescência (PI) desenvolvido numa gema latente dormente madura, com primórdio ramificado (BP) e brácteas (BR)..... 85

Figura 3. 3. Morfologia do primórdio de inflorescência em gemas de videira (*Vitis vinifera*), em ramo do ano, variedade Cabernet Sauvignon. As setas indicam os primórdios de inflorescência (PI) na gema dissecada (A) e na gema em corte longitudinal (B)..... 87

Figura 3. 4. Imagens da estrutura interna das gemas da videira (*Vitis vinifera* L.), variedades Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc, cultivadas em São Joaquim-SC. As imagens (A) e (B) mostram a presença de tricomas (TRI) nas escamas das gemas; a imagem (C) mostra os tricomas (TRI) envolvendo o primórdio de inflorescência (PI) e a imagem (D) mostra os tricomas (TRI) emergindo da face abaxial do primórdio foliar (PF). 88

Figura 3. 5. Secção longitudinal de gemas de videira (*Vitis vinifera* L.), variedades Sauvignon Blanc (A) e Cabernet Sauvignon (B), com destaque para o primórdio de inflorescência (PI), em 04/02/2014. 89

Figura 3. 6. Modelo esquemático dos estádios da diferenciação floral identificados durante o ciclo de desenvolvimento da videira (*Vitis vinifera* L.), variedades Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS), cultivadas em São Joaquim-SC, no ciclo 2013/2014. 90

Figura 3. 7. Momento da divisão do ápice (A) da gema da videira (*Vitis vinifera* L.) para a formação do primórdio indiferenciado (AL) nas variedades Sauvignon Blanc (A), em 30/10/2013 e Cabernet Sauvignon (B), em 12/11/2013. Gemas de posição dois (G2) e três (G3) no ramo, respectivamente. 91

Figura 3. 8. Primórdio de inflorescência (PI) da gema da videira (*Vitis vinifera* L.) de posição dois (G2) no ramo, variedades Sauvignon Blanc (A) e Cabernet Sauvignon (B), em 11/12/2013. PI no estágio 6 em (A) e no estágio 3 em (B). 91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- A – Ápice
ABA – Ácido Abscísico
AIA – Ácido Indol Acético
AL – *Anlage*, primórdio indiferenciado, primórdio descompromissado ou primórdio sem compromisso
BBCH – Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry, escala fenológica com as principais fases de desenvolvimento
BR – Bráctea do primórdio de inflorescência
BP – Primórdio ramificado
CS – Cabernet Sauvignon
cZ – *cis*-Zeatina
DAB – Dias após a brotação
DCC – Delineamento completamente casualizado
E₀ a E₇ - Estádios iniciais da formação do primórdio de inflorescência
ESI - MS/MS – Electrospray Ionization - Mass Spetrometry/Mass Spetrometry (Espectrometria de Massas com Ionização por Electrospray)
EV – Eixo vegetativo
GA – Ácido Giberélico
GD – Graus-dia
GP – Gema principal
GS – Gema secundária
GT – Gema terciária
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IA – Braço interno do primórdio de inflorescência
JA – Ácido Jasmônico
MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura
MRM – Monitoramento de Reações Múltiplas
OA – Braço externo do primórdio de inflorescência
PF – Primórdio Foliar
PG – Primórdio de gavinha
PI – Primórdio de Inflorescência
SA – Ácido Salicílico
SB – Sauvignon Blanc
SC – Santa Catarina
TRI – Tricoma
tZ – *trans*-Zeatina
UPLC – Ultra Performance Liquid Chromatography (Cromatografia Líquida de Ultra Performance)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	23
REFERÊNCIAS	24
CAPÍTULO 1: DESENVOLVIMENTO DA VIDEIRA - REVISÃO	27
1. A VIDEIRA	27
2. FATORES EDAFOCLIMÁTICOS	28
2.1 Ecofisiologia da videira.....	30
3. CRESCIMENTO DOS RAMOS	32
3.1. Fitormônios e crescimento vegetativo.....	35
4. DIFERENCIAÇÃO FLORAL DAS GEMAS	39
5. REFERÊNCIAS	43
CAPÍTULO 2 – CICLO VEGETATIVO DA VIDEIRA: REGULAÇÃO HORMONAL E CRESCIMENTO DOS RAMOS DAS VARIEDADES SAUVIGNON BLANC E CABERNET SAUVIGNON CULTIVADAS EM SÃO JOAQUIM, SANTA CATARINA	55
RESUMO	55
1. INTRODUÇÃO	56
2. OBJETIVO	57
3. MATERIAL E MÉTODOS	57
3.1. Área experimental e manejo do dossel.....	57
3.2. Avaliação do crescimento dos ramos	59
3.3. Monitoramento meteorológico	59
3.4. Avaliação fenológica.....	59
3.5. Avaliação hormonal	60
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
5. CONCLUSÃO	73
6. REFERÊNCIAS	73

CAPÍTULO 3 – DIFERENCIAÇÃO FLORAL DA VIDEIRA: VARIEDADES SAUVIGNON BLANC E CABERNET SAUVIGNON CULTIVADAS EM SÃO JOAQUIM, SANTA CATARINA.....	79
RESUMO.....	79
1. INTRODUÇÃO.....	80
2. OBJETIVO.....	81
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	82
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	83
5. CONCLUSÃO.....	92
6. REFERÊNCIAS.....	92
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
APÊNDICE A - Gráficos dos picos de identificação dos hormônios: ABA (A), AIA (B), GA₃ (C), GA₄ (D), cZ (E), tZ (F), JA (G) e SA (H).	99
APÊNDICE B - Curva padrão utilizada para a quantificação dos fitormônios: ácido abscísico (ABA), ácido indol acético (AIA), ácido giberélico (GA₃ e GA₄), <i>cis</i> Zeatina (cZ) e <i>trans</i> Zeatina (tZ), ácido jasmônico (JA), e, ácido salicílico (SA), analisados por UPLC e ESI-MS/MS.....	103
APÊNDICE C - Perdas estimadas (%) na quantificação dos fitormônios: ácido abscísico (ABA), ácido indol acético (AIA), ácido giberélico (GA₃ e GA₄), <i>cis</i> Zeatina (cZ) e <i>trans</i> Zeatina (tZ), ácido jasmônico (JA), e, ácido salicílico (SA), analisados por UPLC e ESI-MS/MS.....	104
APÊNDICE D - Perfil hormonal em ápices dos ramos da videira, variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC, no ciclo 2013/2014.....	105
APÊNDICE E - Variação da taxa de crescimento e da concentração de ácido abscísico (ABA) nas variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC, no ciclo 2013/2014.....	106
ANEXO A - Laudo de análise química do solo da área experimental do vinhedo. Solo identificado como NEOSSOLO LITÓLICO.....	109

INTRODUÇÃO

A Videira (*Vitis* spp.) é uma das frutíferas mais cultivadas no mundo. Em 2012, em torno de 6,9 milhões de hectares foram cultivados, com uma produção estimada de 67 milhões de toneladas de uva. Neste ano, o Brasil ocupou o 11º lugar em produção mundial, com uma área plantada de 82,6 mil hectares e produção de 1,51 milhões de toneladas de uvas para consumo *in natura* e para a elaboração de sucos, vinhos e destilados (FAO, 2015). Em 2014, no Brasil, a área plantada ocupou 80,5 mil hectares e atingiu uma produção de 1,4 milhões de toneladas de uvas (IBGE, 2015).

Santa Catarina é um dos principais Estados brasileiros produtores de uvas, principalmente para elaboração de vinhos finos. Em 2014 foram cultivados 4,9 mil hectares e obteve-se uma produção de 66 mil toneladas de uvas no Estado (IBGE, 2015).

A produção nacional de vinhos, em 2012, atingiu em torno de 257 milhões de litros, sendo que deste montante apenas 45 milhões de litros (em torno de 17,5%) foram produzidos de uvas viníferas (UVIBRA, 2015). Segundo Lombardo (2012), Santa Catarina é o segundo produtor de vinhos do Brasil, e nas macrorregiões de São Joaquim, Caçador e Campos Novos, locais com a maior concentração de uvas viníferas do Estado, 26 produtores ligados a Acavitis (Associação Catarinense de Produtores de Vinhos Finos de Altitude) cultivam 341,3 hectares e produziram em 2011, 385 mil litros de vinhos e 236 mil litros de espumantes.

Nas regiões de altitude de Santa Catarina, a vitivinicultura vem conquistando forte espaço no cenário nacional, onde tem se observado alto potencial para a produção de vinhos finos. Segundo Rosier *et al.* (2004), Brighenti & Tonietto (2004), Falcão *et al.* (2010), Gris *et al.* (2010) e Borghezán *et al.* (2011), as uvas produzidas nas regiões de altitude apresentam características próprias e distintas das demais regiões produtoras no Brasil, com adiantada maturação (índice de maturação elevado, valores de °Brix > 20, sementes escuras no ponto de colheita, caracterizando taninos “macios”), o que permite a elaboração de vinhos de alta qualidade.

Entretanto, por ser uma região de viticultura recente (a partir de 1999), diversos aspectos relacionados com o desenvolvimento das plantas e a maturação das bagas ainda necessitam ser compreendidos. Estudos preliminares caracterizaram para algumas variedades de videira cultivadas na região, a fenologia (BRIGHENTI *et al.*, 2013), o crescimento vegetativo (BORGHEZAN *et al.*, 2012; BORGHEZAN *et*

al., 2014) e o comportamento produtivo e qualitativo das uvas durante a maturação (FALCÃO *et al.*, 2010; GRIS *et al.*, 2010; BORGHEZAN *et al.*, 2011; MALINOVSKI *et al.*, 2012). Porém, muitas questões ainda necessitam ser melhor esclarecidas, dentre elas, a importância dos fatores ambientais indutores da paralisação do crescimento dos ramos ainda não está totalmente esclarecida. A regulação hormonal envolvida no controle da paralisação do crescimento dos ramos ainda não foi estudada para a videira cultivada nessa região.

Estudos sobre a morfologia reprodutiva foram realizados para macieira (FRANCESCATTO, 2014) no Planalto Serrano Catarinense, porém, para a videira ainda não existem informações sobre o momento do período fenológico em que ocorre a indução e o processo de diferenciação dos primórdios de inflorescências.

Para este estudo, foram utilizadas como modelos biológicos, as variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon que estão entre as mais cultivadas nas regiões de altitude de Santa Catarina.

REFERÊNCIAS

BORGHEZAN, M.; VILLAR, L.; SILVA, T. C.; CANTON, M.; GUERRA, M. CAMPOS, P. C. G. C. Phenology and Vegetative Growth in a New Production Region of Grapevines: Case Study in São Joaquim, Santa Catarina, Southern Brazil. **Open Journal of Ecology**, v. 4, p. 321-335, 2014.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; VIEIRA, H. J.; SILVA, A. L. Shoot growth of Merlot and Cabernet Sauvignon grapevine varieties. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 200-207, 2012.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F. A.; SILVA, A. L. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 4, p. 398-405, 2011.

BRIGHENTI, A. F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina - Brasil. **Ciência Rural**, v. 43, n. 7, p. 1162-1167, 2013.

BRIGHENTI, E.; TONIETTO, J. O clima de São Joaquim para a viticultura de vinhos finos: Classificação pelo sistema CCM

Geovíticola. In: XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais**. CD-ROM. Florianópolis, 2004, 4p.

FALCÃO, L. D.; BURIN, V. M.; SIDINEI CHAVES, E.; 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.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em janeiro, 2015.

FRANCESCATTO, P. Desenvolvimento das estruturas reprodutivas da macieira (*Malus domestica* Borkh.) sob diferentes condições climáticas - da formação das gemas à colheita dos frutos. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 2014, 239p.

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 Investigación Agraria**, v. 37, n. 2, p. 61-75, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=2&z=t&o=26&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>>. Acesso em janeiro, 2015.

LOMBARDO, J. Santa Catarina nas altitudes. **Anuário Vinhos do Brasil**, Baco, p. 114-122, 2012.

MALINOVSKI, L. I. ; WELTER, L. J. ; BRIGHENTI, A. F. ; VIEIRA, H. J. ; GUERRA, M. P.; SILVA, A. L. Highlands of Santa Catarina (Brazil): a region with high potential for wine production. **Acta Horticulturae**, v. 931, p. 433-440, 2012.

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.

UVIBRA – União Brasileira de Viticultura. Disponível em: <http://www.uvibra.com.br/pdf/safra_uva2003-2012.pdf>. Acesso em janeiro, 2015.

CAPÍTULO 1: DESENVOLVIMENTO DA VIDEIRA - REVISÃO

1. A VIDEIRA

A videira pertence à família *Vitaceae* e sua domesticação ocorreu a cerca de 10.000 anos atrás, no Oriente Médio, mais precisamente na Região do Cáucaso, entre o Mar Negro e o Mar Cáspio, a partir da espécie selvagem *Vitis vinifera caucasica* (OLMO, 1995; SOUSA, 1996; EBELER & THORNGATE, 2009). As principais variedades comerciais pertencem ao gênero *Vitis* sendo a *Vitis vinifera* L., a espécie que apresenta maior importância sócio-econômica e o cultivo mais antigo (SOUSA & MARTINS, 2002). Registros históricos sobre a uva e o vinho desde tempos remotos são retratados na bíblia e em outros documentos. Sua difusão ocorreu em duas principais direções, uma américo-asiática e outra euro-asiática, originando respectivamente as variedades de uva chamadas americanas, principalmente de *Vitis labrusca* L., e outras chamadas européias ou de *Vitis vinifera* L. (SOUSA, 1996; EPAGRI, 2005).

A videira é uma planta hiberna, que frutifica em ramos de um ano. Os ramos do ano ou sarmentos possuem nós e folhas alternadas, e uma gema axilar acima do pecíolo de cada folha é formada (SOUSA, 1996). Os primórdios de inflorescência iniciam seu desenvolvimento no ano anterior e permanecem na gema dormente durante o período hiberna, quando a planta inicia um novo ciclo vegetativo na primavera, o desenvolvimento é continuado até a formação das flores e posteriormente das bagas (SRINIVASAN & MULLINS, 1981).

As flores na videira são hermafroditas e apresentam-se em forma de um cacho de botões, uma inflorescência chamada *tirso*. A fecundação nas flores ocorre, principalmente, através de autopolinização, as pétalas modificadas na forma de calíptro se desprendem e caem, identificando o período de floração. 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 (SOUSA, 1996).

O vinho é um dos seus principais produtos, o qual possui características organolépticas ligadas a fatores naturais, como condições climáticas e características físicas e químicas do solo, resultando na qualidade da uva utilizada na produção do vinho (JACKSON & LOMBARD, 1993; CONRADIE *et al.*, 2002; LEEUWEN *et al.*, 2004).

A variedade Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera* L.) é originária de Bordeaux e do Vale do Loire, na França, variedade branca de brotação tardia, ciclo precoce, vigor mediano e média produção. Apresenta

cachos médios, cilíndricos e compactos, sendo sensível a podridões quando a maturação ocorre em períodos chuvosos. As bagas são pequenas, ovaladas e de coloração verde-amarelada (SOUZA, 1996). A expressão aromática dos vinhos feitos dessa variedade é profundamente influenciada pelo *terroir* (DUBORDIEU *et al.*, 2008). A variedade Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) é originária de Bordeaux, na França, sendo uma das uvas viníferas mais cultivadas no Brasil (GIOVANNINI, 2001; POMMER *et al.*, 2003). É uma variedade tinta, resultante do cruzamento da Cabernet Franc com Sauvignon Blanc, apresenta brotação tardia, ciclo de desenvolvimento longo, é relativamente vigorosa, de porte ereto, média produção e alta qualidade para vinificação. Os cachos são alongados, com bagas pequenas e esféricas, que apresentam coloração intensa. Os vinhos elaborados a partir desta variedade são de coloração intensa, ricos em taninos, aromáticos e com característica nota herbácea (SOUZA, 1996).

2. FATORES EDAFOCLIMÁTICOS

A viticultura destinada à elaboração de vinhos é desenvolvida em diferentes climas e solos nos continentes, o que mostra a grande capacidade de adaptação da videira às condições naturais. Contudo existem condições climáticas que tornam inviável a viticultura ou que apresentam restrições ao cultivo. Nas inúmeras regiões vitícolas do mundo, o clima e o solo são fatores naturais determinantes do potencial regional para a adaptação de variedades, bem como fator determinante da variabilidade encontrada em termos de tipos de produtos elaborados, qualidade e tipicidade (BRIGHENTI & TONIETTO, 2004).

As características geológicas, físicas e químicas dos solos onde a videira é cultivada influenciam diretamente o desenvolvimento das plantas e a qualidade da uva (CONRADIE *et al.*, 2002). Em São Joaquim-SC, os vinhedos encontram-se em áreas com relevo ondulado e forte ondulado, predominantemente em solos originários de rochas basálticas, das classes NEOSSOLOS LITÓLICOS e CAMBISSOLOS HÚMICOS. Estes solos apresentam-se bem drenados e com presença de pedras nas camadas superficiais, pouco profundos e em estado original, com baixa fertilidade, ricos em matéria orgânica, elevada acidez e caráter aluminico. Em relação às características físicas, em geral apresentam textura argilo-siltosa, coloração marrom-escuro e consistência solta, friável com alta capacidade de retenção de água (BORGHEZAN *et al.*, 2014; EMBRAPA 2004).

O clima, através de elementos como a radiação solar, a temperatura do ar, a precipitação e a umidade relativa do ar, interfere na cultura da videira em todas as suas fases de desenvolvimento. Estes elementos são os grandes responsáveis pela produtividade da cultura (SENTELHAS, 1998) e pela qualidade da uva produzida. Segundo LEEWEN *et al.* (2004) e Mandelli (2002), é utilizado o valor de 10°C como temperatura mínima basal para videira, que representa o limite abaixo do qual não ocorre crescimento vegetativo. Para desenvolver seus frutos, a videira tem necessidade de calor, especialmente no período entre a floração e a maturação da uva. Neste período, a videira exige temperaturas próximas a 30°C para que a acidez dos frutos não seja muito elevada. Já extremos de temperatura limitam a viticultura, porém a planta resiste até -0,5°C na plena floração e na fase de fruto jovem. A partir de 39°C até os 45°C ocorre a redução progressiva nas atividades vitais e, acima destas temperaturas, as atividades cessam, sendo 55°C letal para a planta (GIOVANNINI, 1999; MARTINS, 2006).

A produção de vinhos requer uma boa qualidade da uva, o que é possível obter com alta insolação e baixa precipitação pluvial durante o período de maturação dos frutos (MOTA, 2003). Nem sempre estas condições favoráveis são encontradas nas diferentes regiões vitícolas brasileiras (MOTA, 2003), variando também entre os diferentes ciclos produtivos (BORGHEZAN *et al.*, 2011).

Segundo Tonietto e Carbonneau (2004), as condições climáticas regionais possibilitaram o desenvolvimento de índices de classificação das regiões de cultivo da videira, que são agrupadas de acordo com seu ciclo fenológico. Assim, a região de São Joaquim-SC, apresenta um clima vitícola "frio, de noites frias e úmido". Os diferentes ciclos produtivos são fortemente influenciados pelas alterações microclimáticas, que alteram o desenvolvimento da videira e a qualidade da uva entre os anos produtivos (BORGHEZAN *et al.*, 2011). Essas variações provocam alterações no padrão de crescimento, na fenologia das plantas e afetam significativamente a composição da uva, o que resulta em safras com padrões de qualidade diferenciados (JONES & DAVIS, 2000; LEEWEN *et al.*, 2004).

O clima em São Joaquim-SC é classificado como Cfb: Temperado – mesotérmico úmido e verão ameno, segundo a classificação de Köppen. Este é o principal fator que influencia a qualidade da uva produzida na região. Entre as principais características associadas e que influenciam diretamente as variáveis climáticas nesta região estão: a proximidade ao Oceano Atlântico (~150km), a elevada altitude (1.200 a

1.400 metros), a baixa latitude (28°), as estações bem definidas que apresentam inverno frio e verão com temperaturas amenas (BORGHEZAN *et al.*, 2014). As baixas temperaturas do ar, a alta disponibilidade de horas de frio e as chuvas regulares ao longo do ano, sendo mais frequentes na primavera e verão. Tais características, exceto a alta frequência de geadas durante a primavera, são favoráveis ao cultivo de uvas viníferas, as quais são favorecidas pelo respectivo padrão climático.

Dados históricos da região de São Joaquim-SC indicam volumes totais de precipitação de 1.566mm para o período da brotação à colheita da videira (setembro a abril) (BRIGHENTI, 2014). Tais quantidades de precipitação podem ser consideradas excessivas quando comparados com regiões vitícolas tradicionais de outros países, uma vez que para a atividade vitícola recomenda-se que durante o ciclo fenológico apresente um total entre 700 a 800 mm (JACKSON; LOMBARD, 1993).

2.1 Ecofisiologia da videira

A ciência que analisa os processos e as respostas das plantas em função de alterações nos fatores do meio onde são cultivadas é chamada de ecofisiologia vegetal. As pesquisas relacionadas com a fisiologia vegetal e ao hábito de crescimento das plantas sob diferentes condições, possibilitam a implantação de sistemas de produção que atendam as demandas específicas de cada espécie nos diferentes microclimas e tipos de solos (LARCHER, 2000).

A ecofisiologia vitícola, através da caracterização fenológica, racionaliza a viticultura mediante o cultivo de variedades de alta qualidade enológica em regiões climatologicamente apropriadas. Para Rodrigues *et al.* (2000) é indispensável analisar os estádios fenológicos, de forma direta ou a partir de diferentes índices bioclimáticos.

O comportamento fenológico da videira e suas exigências climáticas são importantes parâmetros que podem ser utilizados pelo viticultor para o acompanhamento do ciclo vegetativo e produtivo, conhecimento das prováveis datas de colheita das uvas e para o planejamento das atividades de manejo do vinhedo (DUCHÊNE & SCHNEIDER, 2005).

Lorenz *et al.* (1995) utilizam um código denominado de BBCH composto por 100 estádios fenológicos, para descrever o processo sequencial de desenvolvimento de uma gema desde o repouso vegetativo até a queda das folhas, na dormência. Este sistema apresenta um código decimal de 00 a 100, aplicável junto à cultura, permitindo

considerar um grande número de estádios de desenvolvimento da videira. A escala BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry) é um sistema que codifica de forma uniforme os estádios fenológicos para várias espécies de plantas de interesse agrícola (monocotiledôneas e dicotiledôneas).

A videira cultivada em regiões de clima temperado apresenta ciclos vegetativos sucessivos intercalados por períodos de repouso. O ciclo vegetativo da videira pode ser subdividido em várias fases: o período de desenvolvimento vegetativo, que inicia na brotação e vai até a paralisação do crescimento; o período reprodutivo, que inicia na floração e estende-se até a maturação das bagas; e o repouso vegetativo (dormência), que inicia com a queda das folhas e estende-se até o início da brotação. Esses períodos vão se sucedendo, existindo uma interdependência entre si, sendo que o desenrolar de um depende daquele que o precede (MANDELLI, 2002).

A determinação dos estádios fenológicos é realizada visualmente, sendo que o ciclo vegetativo pode ser dividido em três períodos principais, identificados quando 50% das gemas, das flores ou das bagas alcançam cada evento (DUCHÊNE & SCHNEIDER, 2005; LEEUWEN *et al.*, 2004).

Durante o ciclo vegetativo, a videira produz fotoassimilados que sustentam o crescimento dos ramos e a formação das estruturas reprodutivas, como as flores e os cachos. A brotação é o início do desenvolvimento dos ramos, das folhas e das estruturas florais, a partir da mobilização das reservas acumuladas nos ramos do ciclo anterior e das raízes da planta. Neste período, as plantas iniciam as atividades fotossintéticas, transitando de uma fase heterotrófica para autotrófica (DUCHÊNE & SCHNEIDER, 2005; KLIEWER & DOKOOZLIAN, 2005; PONI, 2003; SANTOS, 2006).

A floração é uma segunda importante fase do ciclo fenológico da videira. Após a polinização e a fixação dos frutos (*fruit set*), a formação das bagas prossegue pelo aumento do tamanho, resultado da divisão celular e do acúmulo de reservas (CONDE *et al.*, 2007).

A terceira fase é a maturação, que inicia com o amolecimento das bagas (variedades brancas e tintas) e a mudança de cor das bagas (variedades tintas), conhecida também pelo termo francês *véraison*, e se estende até a colheita da uva madura. Nesta fase, ocorrem muitas transformações físicas e bioquímicas, alterando a coloração, a consistência, o tamanho e a composição química e aromática das bagas (CONDE *et al.*, 2007; COOMBE & MCCARTHY, 2000; ROBINSON & DAVIES, 2000).

O estudo do comportamento ecofisiológico da videira auxilia na definição dos sistemas de cultivo e das práticas de manejo mais adequados. A partir desse conhecimento pode-se fornecer condições para melhorar a distribuição da vegetação de dossel, propiciar um aumento da interceptação da luz e favorecer a repartição da energia solar, mantendo um microclima adequado ao desenvolvimento da parte aérea. E, assim, favorecer a produção de uvas de melhor qualidade e consequentemente as características dos vinhos (REYNOLDS & HEUVEL, 2009).

O equilíbrio entre o crescimento vegetativo e a produção de frutos é uma das características mais importantes no sistema atual de produção. Para isso, o conhecimento do comportamento vegetativo, da capacidade produtiva e da evolução fenológica possibilitam caracterizar o comportamento das plantas e o ajuste das práticas de manejo (BORGHEZAN *et al.*, 2014; INTRIERI & FILIPPETTI, 2007; JACKSON & LOMBARD, 1993; KLIEWER & DOKOOZLIAN, 2005).

3. CRESCIMENTO DOS RAMOS

Crescimento, segundo Reis & Muller (1979), é o aumento irreversível de algum atributo físico, especialmente do material protoplasmático. Muitos autores restringem o termo crescimento aos processos de divisão e alongamento celular. Crescimento, entretanto, nem sempre significa um aumento de tamanho (FELIPPE, 1985).

O desenvolvimento é caracterizado pelo crescimento e por mudanças na forma da planta, as quais ocorrem por meio de padrões sensíveis de diferenciação e morfogênese. A diferenciação refere-se a um aumento em complexidade. Diz respeito a todas as diferenças qualitativas entre células: especialização de células e tecidos para funções particulares durante o desenvolvimento. Os tecidos diferenciam-se em sistemas vasculares (floema e xilema), de reservas, preenchimentos e síntese (parênquimas), entre outros (PEIXOTO & PEIXOTO, 2009).

A videira inicia seu ciclo vegetativo com a brotação e encerra no processo de entrada em dormência (BORGHEZAN *et al.*, 2012; CHAO *et al.*, 2007). A fase de crescimento vegetativo é dependente de vários fatores, e as variáveis climáticas têm papel fundamental no controle do desenvolvimento da videira (GARRIS *et al.*, 2009; OLSEN, 2010). A identificação e avaliação deste período e quais fatores estão induzindo,

podem ser indicativos da adaptação das plantas ao local de cultivo (GARRIS *et al.*, 2009).

O crescimento inicial, após a brotação, é suportado pelos carboidratos de reserva mobilizados principalmente das raízes e ramos, resultando em um balanço negativo de carbono. Com a expansão das folhas e o rápido desenvolvimento do dossel, os carboidratos gerados a partir da fotossíntese tornam o balanço de carbono positivo (GREER, & WESTON, 2010). Durante a formação das bagas, a taxa de crescimento vegetativo vai reduzindo, cessando durante a maturação (KLIEWER & DOKOOZLIAN, 2005; LEEUWEN *et al.*, 2004).

A paralisação de crescimento dos ramos requer a suspensão do alongamento dos entrenós e da divisão celular nos meristemas apicais (CHAO *et al.*, 2007; GARRIS *et al.*, 2009). É um mecanismo complexo e que está relacionado com outros fatores, além da disponibilidade hídrica, como a temperatura (HEIDE, 2008; HEIDE & PRESTRUD, 2005) e o fotoperíodo (GARRIS *et al.*, 2009; HEIDE, 2008; WAKE & FENNELL, 2000). Estes fatores podem influenciar, tanto isoladamente como em conjunto, a paralisação de crescimento dos ramos. A redução da temperatura foi o fator que ativou a paralisação do crescimento dos ramos em macieira e pereira, independentemente do fotoperíodo (HEIDE & PRESTRUD, 2005). O papel do fotoperíodo nesta fase foi demonstrado para a videira por Garris *et al.* (2009). Para pessegueiro, o efeito das baixas temperaturas e do fotoperíodo agem de forma simultânea no controle do crescimento dos ramos (HEIDE, 2008).

Na videira, este mecanismo coincide com a indução da dormência das gemas, ocorrendo anteriormente à senescência das folhas (VICTOR *et al.*, 2010). Alterações climáticas são indutoras deste evento de adaptação ecofisiológica em frutíferas de clima temperado (BORGHEZAN *et al.*, 2012; GARRIS *et al.*, 2009; HEIDE & PRESTRUD, 2005; LEEUWEN *et al.*, 2004). Entretanto, os fatores responsáveis por essa indução variam para cada condição de cultivo.

Os sinais da variação na temperatura funcionam como um fator ambiental adicional na modificação da sensibilidade aos sinais fotoperiódicos que regulam a paralisação do crescimento (SHIM *et al.*, 2014). Esta descrição é compatível com os resultados apresentados por Borghezan *et al.* (2014), que descreveram efeitos simultâneos entre o fotoperíodo e a temperatura na indução da dormência da videira. As respostas iniciais do processo de indução a dormência incluem a inibição da atividade no meristema apical do ramo e a formação da periderme, seguido por respostas mais tardias que incluem a paralisação do crescimento, a senescência e a abscisão foliar (BORGHEZAN *et al.*,

2014; ZHANG *et al.*, 2011). Estas alterações, além da fenologia e do desenvolvimento das bagas, foram estruturadas e demonstradas para a videira cultivada em São Joaquim-SC (Figura 1.1).

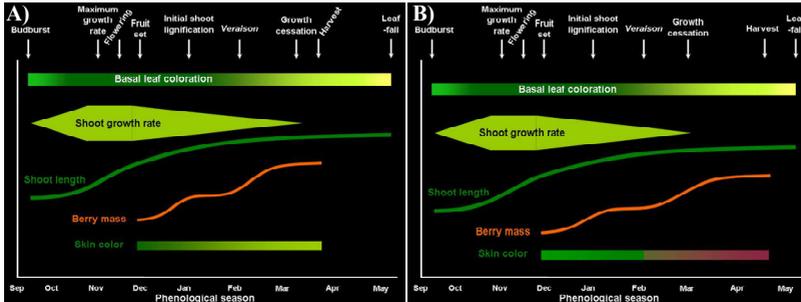


Figura 1. 1. Relação entre o crescimento dos ramos e o desenvolvimento das bagas da ‘Sauvignon Blanc’ (A), da ‘Cabernet Sauvignon’ e da ‘Merlot’ (B), durante o ciclo de desenvolvimento da videira cultivada em São Joaquim-SC. Fonte: Borghezán *et al.* (2014).

A Figura 1.1 resume parte dos eventos relacionados com o crescimento vegetativo da videira e a formação da uva para uma variedade branca e duas variedades tintas, cultivadas em São Joaquim-SC. O ciclo fenológico está demonstrado em relação ao crescimento e a fenologia, apresentados nos meses ao longo do ano. O ciclo inicia a partir da brotação, que geralmente ocorre no mês de setembro, próximo ao início da primavera. A primeira fase de crescimento é delimitada até a floração, onde se verifica o período de máxima taxa de crescimento dos ramos.

Segundo Borghezán *et al.* (2014) com o desenvolvimento dos cachos após a floração inicia uma fase competitiva entre os drenos (meristemas de crescimento e cachos), apresentando uma redução gradativa na taxa de crescimento dos ramos. A formação das bagas compreende as fases de divisão e alongamento celular, resultando no aumento do número e volume celular. Neste período também se inicia o desenvolvimento das sementes. A partir do início da maturação das bagas verificam-se alterações importantes na composição da uva e a paralisação do crescimento dos ramos. Estes eventos ocorrem durante o mês de fevereiro, no verão, período em que já se verifica, nas condições de cultivo, redução significativa no fotoperíodo e a ocorrência de temperaturas noturnas (mínimas) abaixo de 10°C. A lignificação dos

ramos e a degradação de clorofila nas folhas também são observadas durante este período.

A Sauvignon Blanc apresenta colheita mais precoce em comparação com as variedades tintas Merlot e Cabernet Sauvignon (BRIGHENTI *et al.*, 2013). A colheita da variedade branca ocorre em meados de março, no verão, sendo próxima ao período observado em que ocorre a paralisação de crescimento dos ramos (BORGHEZAN *et al.*, 2014). Já para as variedades tintas, a maturação das bagas pode se estender até o mês de abril, no outono. A partir de março também se observa a redução nos teores de clorofila e o avanço do processo de senescência, inicialmente nas folhas basais dos ramos. Em geral, o início da senescência das folhas coincide com a maturação das bagas. No período entre meados de maio e o início de junho, no outono, observa-se a queda total das folhas.

3.1. Fitormônios e crescimento vegetativo

Os hormônios vegetais ou fitormônios são os mensageiros químicos primários que carregam a informação entre células, tecidos e órgãos, e desta forma, coordenam o crescimento e desenvolvimento das plantas. A sequência de eventos iniciada pelos hormônios pode, geralmente, ser apresentada em três estágios: a percepção do sinal; a via de transdução e amplificação do sinal; e a resposta final (SANTNER *et al.*, 2009; TAIZ & ZEIGER, 2009).

Fitormônio é um composto orgânico, não nutriente, de ocorrência natural, produzido na planta (endógeno), o qual, em baixas concentrações (10^{-4} a 10^{-6} M), promove, inibe ou modifica processos morfológicos e fisiológicos, geralmente em local diferente de onde foi sintetizado. Atuam em processos fisiológicos como: crescimento, diferenciação e desenvolvimento (CASTRO & VIEIRA, 2001; PEIXOTO & PEIXOTO, 2009). O hormônio deve estar presente em quantidade suficiente nas próprias células, deve ser reconhecido e confinado firmemente por cada grupo de células que respondam a ele (células-alvo), e o receptor proteico deve causar alguma alteração metabólica que se dirija à amplificação do sinal hormonal ou mensageiro (transdução) (GUERRA & RODRIGUES, 2008; MERCIER, 2008; PERES & KERBAUY, 2008; STACCIARINI-SERAPHIN & FRESCHI, 2008; TAIZ & ZEIGER, 2009).

Entre as categorias de hormônios vegetais relacionados com o crescimento, diferenciação e desenvolvimento, destacam-se: auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico, etileno, ácido jasmônico, ácido

salicílico e brassinosteroides (FU *et al.*, 2011; SANTNER & ESTELLE, 2009; TARKOWSKÁ *et al.*, 2014).

As auxinas são conhecidas como hormônios do crescimento. São produzidas nos ápices dos caules, nas raízes, nas sementes em germinação, nos meristemas, nas folhas novas e nos frutos, sendo as raízes mais sensíveis à ação delas. São responsáveis pelo crescimento das plantas, agindo diretamente nos mecanismos de expansão e diferenciação celular (MERCIER, 2008; VIEIRA & MONTEIRO, 2002). O ácido indol acético (AIA) é a principal auxina vegetal, sendo mais abundante e mais relevante do ponto de vista fisiológico (SANTNER *et al.*, 2009; TARKOWSKÁ *et al.*, 2014).

As citocininas (Cks) estão diretamente relacionadas com o processo de divisão celular, principalmente quando interagem com as auxinas, e em processos de desenvolvimento vegetativos e reprodutivos, na germinação de sementes e na quebra de dormência de gemas (RAVEN *et al.*, 2007; VIEIRA & MONTEIRO, 2002). Também são responsáveis por retardar a senescência de folhas. Uma citocinina natural muito conhecida é a Zeatina e pode ser encontrada na forma *cis* e *trans*, sendo de ocorrência nas plantas superiores a que apresenta configuração *trans*, embora as duas formas possuam atividade biológica. A *cis*-zeatina, quando aplicada a tecidos, pode ser convertida para a forma *trans* (CRANE *et al.*, 2012; TARKOWSKÁ *et al.*, 2014).

As giberelinas (GAs) são amplamente distribuídas no reino vegetal, e estão presentes em toda a planta, podendo ser detectadas em folhas, caules, sementes, embriões e pólen. Possuem a função de promover o crescimento caulinar, estimulando o alongamento e a divisão celular e atuam também em conjunto com a auxina, promovendo maior crescimento do caule (FLEET & SUN, 2005). Executam um importante papel na mediação dos efeitos de estímulos ambientais sobre o desenvolvimento da planta. Fatores ambientais, como fotoperíodo e temperatura, podem alterar os níveis de giberelinas ativas, regulando etapas específicas na sua biossíntese (GUERRA & RODRIGUES, 2008).

Em adição, evidências recentes indicam que GAs podem regular sua própria biossíntese, denominado de regulação por retroalimentação, que pode ser tanto positiva quanto negativa (TAIZ & ZEIGER, 2009). Quando as plantas que requerem dias longos para crescer e florescer, são transferidas para dias curtos, alterações no metabolismo de GAs são observadas. Aplicação exógena de giberelinas ativas em plantas mantidas em dias curtos (SD + GA₃), pode também promover o

crescimento da parte aérea, indicando que a giberelina substitui o estímulo ambiental (dias longos) (BLÁZQUEZ *et al.*, 1998).

O ácido abscísico (ABA) age como regulador negativo do crescimento da parte aérea e do movimento estomático, particularmente quando a planta está submetida ao estresse. Outra importante função do ABA é observada na regulação da dormência de sementes e gemas (STACCIARINI-SERAPHIN & FRESCHI, 2008; ZHANG, *et al.*, 2011). O ABA também possui a capacidade de estimular a síntese de etileno. Dentro da planta, o ABA tem sido detectado em todos os órgãos e tecidos vivos, desde a coifa da raiz até a gema apical da parte aérea. Ele é sintetizado em quase todas as células que possuem cloroplastos ou amiloplastos.

O metabolismo do ABA é particularmente interessante porque seus níveis são alterados de forma abrupta em determinados tecidos, durante o desenvolvimento ou em resposta às mudanças nas condições ambientais (OR *et al.*, 2000). Em plantas submetidas a estresse hídrico, os níveis de ABA nas folhas podem aumentar cerca de 50 vezes dentro de quatro a oito horas. Após o mesmo período de tempo do retorno da irrigação se observa um declínio nos níveis de ABA para os valores iniciais (TAIZ & ZEIGER, 2009). Além desses efeitos, o ABA está envolvido no processo de acúmulo de açúcares durante a maturação das bagas (CONDE *et al.*, 2007).

O ácido salicílico (SA) é reconhecido por seu papel central nas respostas de defesa das plantas e também regulam vários processos de desenvolvimento, especialmente o florescimento (SANTNER *et al.*, 2009; TARKOWSKÁ *et al.*, 2014). Em ação com outros grupos hormonais regula a germinação de sementes, atividade fotossintética e o controle da abertura estomática (VICENTE & PLASENCIA, 2011). Estes autores também descrevem que o SA em interação com outros hormônios, atua na promoção (ABA, JA e etileno) e no atraso (citocininas e giberelinas) de diferentes estágios da senescência.

O ácido jasmônico (JA) e seus metabólitos, conhecidos coletivamente como jasmonatos são importantes moléculas sinalizadoras que mediam respostas ao estresse biótico e abiótico (SANTNER *et al.*, 2009; TARKOWSKÁ *et al.*, 2014). Em interação com outros grupos hormonais regula processos de senescência e aclimação ao frio (WASTERNAK & HAUSE, 2013).

Recentemente, tem sido sugerido que fatores climáticos (fotoperíodo e temperatura) parecem agir de forma sinérgica induzindo as vias bioquímicas de regulação hormonal que desencadeiam o encerramento da atividade meristemática dos ramos (GARRIS *et al.*,

2009; OLSEN, 2010; SHIM *et al.*, 2014; TANINO *et al.*, 2010). Os autores Chao *et al.* (2007), Olsen (2010), Tanino *et al.* (2010) e Victor *et al.* (2010), sugerem que este processo esteja ligado à redução nas concentrações de giberelinas (GA), aumento na concentração de ácido abscísico (ABA), e que o termoperíodo também possa ter uma ação na regulação do controle do crescimento. O efeito desses dois grupos hormonais parece ser muito importante na indução e controle do crescimento vegetativo no final do ciclo da videira. Após o solstício de verão, o fotoperíodo começa a diminuir, sendo que as plantas possuem muitos fitocromos envolvidos na percepção do sinal e na resposta de regulação morfofogenética (SHIM *et al.*, 2014).

A inibição do crescimento vegetativo é regulada pelo ácido abscísico, sendo um dos efeitos mais comuns desse hormônio. Em plantas lenhosas de regiões temperadas, o nível de ABA geralmente se eleva em resposta às condições de dias curtos, quando o crescimento é reduzido e a dormência das gemas é induzida. As folhas são as responsáveis pela percepção do estímulo ambiental, sintetizando o ABA que é transportado para as gemas, onde provoca a dormência (STACCIARINI-SERAPHIN & FRESCHI, 2008). No entanto, segundo OR *et al.* (2000), o envolvimento de ácido abscísico (ABA) na indução e manutenção da dormência é discutível. Os autores encontraram conteúdo de ABA endógeno maior na fase de dormência plena, no entanto, não encontraram correlação na diminuição no teor de ABA com a liberação da dormência, mostrando que outros fatores estão envolvidos para que esta ocorra em condições de clima quente.

A síntese de giberelinas no ápice caulinar e em folhas parece ser inibida pela redução no fotoperíodo antes da paralisação do crescimento dos ramos (CHAO *et al.*, 2007). O ABA está envolvido nas respostas ao estresse, processo de abscisão, restrição do desenvolvimento e indução e manutenção da dormência (CHAO *et al.*, 2007; ZHANG *et al.*, 2011), além da aclimação ao frio (SHIM *et al.*, 2014; ZHANG *et al.*, 2011). Porém, tem-se demonstrado que o ABA não está envolvido na liberação do processo de dormência em gemas (CHAO *et al.*, 2007; OR *et al.*, 2000).

O efeito do ABA sobre a paralisação do crescimento dos ramos e os demais processos indutores da dormência na videira foi demonstrado por Zhang *et al.* (2011). Estes autores confirmaram a hipótese de que o ABA induziu respostas morfológicas e fisiológicas para a adaptação ao frio, mimetizando o efeito das condições de baixa temperatura e/ou curto fotoperíodo.

4. DIFERENCIAÇÃO FLORAL DAS GEMAS

O florescimento é um importante processo no ciclo de vida das plantas. Do ponto de vista agrônômico, a importância do florescimento da videira deve-se à obtenção de frutos que são as estruturas de interesse econômico. O processo de formação de flores na videira é complexo e altamente influenciado por fatores ambientais e práticas culturais (CRANE *et al.*, 2012; KELLER *et al.*, 2001; VASCONCELOS *et al.*, 2009).

A videira possui uma gema composta que é dividida em gema primária, secundária e terciária. Segundo Srinivasan & Mullins (1981), a gema latente primária produz duas ou mais brácteas antes de produzir primórdios de folha. As gemas nas axilas dessas duas brácteas são chamadas de latentes secundárias e terciárias (Figura 1.2).

Essas gemas tem o crescimento limitado e produzem principalmente primórdios de folha. No entanto, as secundárias podem formar primórdios de inflorescência em algumas variedades, mas as terciárias, geralmente, permanecem vegetativas. As gemas latentes totalmente maduras contendo um ou mais primórdios de inflorescência são chamadas frutíferas ou férteis. Essas gemas são denominadas latentes porque não se desenvolvem no ano de sua formação, ficando em estado de repouso aparente (REYNIER, 1995).

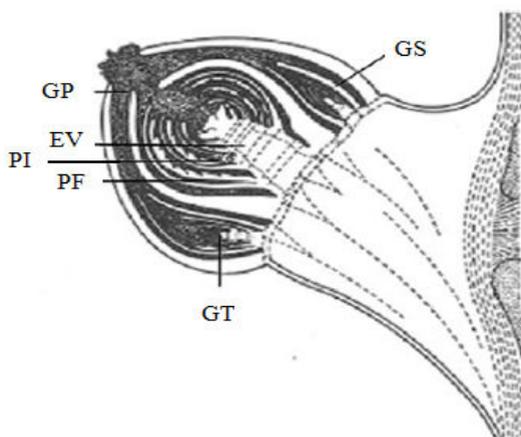


Figura 1. 2. Seção longitudinal da gema da videira imediatamente antes da brotação. GP, gema principal; GS, gema secundária; GT, gema terciária; PF, primórdio foliar; PI, primórdio de inflorescência, EV, eixo vegetativo. Fonte: Adaptado de VASCONCELOS *et al.* (2009).

O momento da diferenciação das gemas da videira apresenta divergências na literatura. Os autores citam momentos diferentes dependendo da variedade e do local onde ela é cultivada (BOTELHO *et al.*, 2006; CHADHA & SHIKHAMANY, 1999; MULLINS *et al.*, 2000; SCHOLEFIELD & WARD, 1975). Sendo assim, os mecanismos pelos quais os ápices são transformados do modo vegetativo para o modo reprodutivo de desenvolvimento, ainda não estão bem esclarecidos.

A indução e a iniciação dos primórdios de inflorescências ocorrem durante o desenvolvimento da gema latente no ciclo precedente (no ano anterior a sua brotação) (Figura 1.3), começando pelas gemas da base do ramo e evoluindo gradualmente até a extremidade. Para a videira ainda não se conhece o papel efetivo dos fatores internos ou externos que induzem à formação do primórdio de inflorescência, embora o tempo entre a indução e a iniciação floral seja de aproximadamente 20 dias (MAY, 2000). Somente depois do período de dormência da gema latente é que ocorre a fase final de desenvolvimento das estruturas florais. Esta formação ocorre em um período que antecede a brotação, com o desenvolvimento das pétalas, sépalas, androceu e gineceu (REYNIER, 1995; VASCONCELOS *et al.*, 2009).

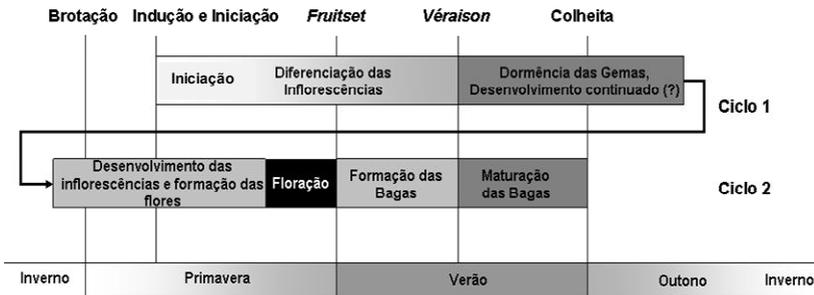


Figura 1. 3. Representação esquemática do ciclo de desenvolvimento reprodutivo da videira, da indução e iniciação do primórdio de inflorescência à maturação das bagas. Fonte: Modificado de Carmona *et al.* (2008) e Vasconcelos *et al.* (2009).

Alguns autores citam que a formação do primórdio reprodutivo indiferenciado (que poderá desenvolver-se em primórdio de gavinha ou de inflorescência), em condições de clima temperado, ocorre no momento da mudança da coloração dos ramos de verde para marrom (início da lignificação), e a diferenciação final em primórdio de

inflorescência somente acontece próximo à entrada da dormência das gemas (BOTELHO *et al.*, 2006; MULLINS *et al.*, 2000). Por outro lado, em revisão realizada por Chadha & Shikhamany (1999), os autores relatam que em condições de clima temperado a diferenciação das gemas coincide com a fase de frutificação ou pegamento de frutos (*fruit set*). Swanepoel & Archer (1988) relataram que a iniciação do primórdio indiferenciado, também chamado de *anlage*, em Chenin Blanc, na gema basal, começou 12 a 15 dias antes da floração, e que a iniciação e diferenciação do primeiro e segundo primórdios de inflorescência nos dois nós basais estava completa aos 25 dias após a floração. Sob condições climáticas mais quentes, a formação dos *anlagen* ocorre antes do que em plantas cultivadas em climas mais amenos (VASCONCELOS *et al.*, 2009; WATT *et al.*, 2008). Diferença no desenvolvimento das estruturas reprodutivas entre variedades também foi sugerida por Vasconcelos *et al.* (2009), Carmona *et al.* (2008) e Watt *et al.* (2008).

A diferenciação na gema da videira ocorre inicialmente com a formação do primórdio indiferenciado, que são protuberâncias do tecido meristemático dos ápices das gemas latentes. Estes tecidos então se desenvolvem em primórdios de inflorescência (PI), primórdios de gavinha (PG) ou primórdios de folha (PF), dependendo de vários fatores que influenciam o desenvolvimento da gema latente. A formação da gema fértil é a consequência da diferenciação do ápice da gema em primórdio reprodutivo indiferenciado e posteriormente em primórdio de inflorescência (PI), que mais tarde vai desenvolver-se na inflorescência e no cacho (BOTELHO *et al.*, 2006; SRINIVASAN & MULLINS, 1981).

Conforme descrito por Srinivasan & Mullins (1981), os primórdios indiferenciados que formarão os primórdios reprodutivos, são formados a partir de uma bissecção no centro do meristema apical da gema, na posição oposta ao primórdio de folha mais jovem. Enquanto que aqueles que formarão os primórdios de folhas são formados no flanco do meristema apical.

Os primórdios que foram direcionados para se desenvolver como inflorescências, vão se ramificando repetidamente para formar uma estrutura cônica composta por muitos primórdios ramificados arredondados. Os dois primeiros estádios (*Anlage* e PI) são completados durante a estação corrente, enquanto que o estágio final (formação das flores) ocorre antes e durante a brotação da gema na próxima primavera (LEBON *et al.*, 2008; MAY, 2000; SRINIVASAN & MULLINS, 1981) (Figura 1.3). De acordo com Boss *et al.* (2003), depois de se

diferenciarem, as inflorescências imaturas sobrevivem durante o inverno em um estágio quiescente na gema dormente e, após a brotação das gemas, na primavera seguinte, o processo de desenvolvimento continua até a formação das flores (Figura 1.3). Segundo May (2000), quando as gemas começam a entumescer antes da brotação, devido ao aumento da circulação da seiva, o crescimento da inflorescência recomeça. Morfologicamente, o número e o tamanho das ramificações aumentam. A microsporogênese (formação do grão de pólen) e a macrosporogênese (formação dos óvulos) ocorre apenas pouco tempo antes da antese (VASCONCELOS *et al.*, 2009). Entretanto, outros autores sugerem um desenvolvimento continuado em nível celular (atividade mitótica) na formação do primórdio de inflorescência, mesmo durante o período de dormência, mostrando que, apesar do aparente estado de dormência das gemas, a divisão celular e o desenvolvimento da inflorescência continua durante os meses de inverno (JONES *et al.*, 2009).

Morfologicamente, o primórdio de inflorescência completamente desenvolvido de uma gema dormente, apresenta-se na forma de um eixo com inúmeras protuberâncias, correspondentes às futuras flores a serem formadas, assemelhando-se a um cacho de uva (BOTELHO *et al.*, 2004).

O florescimento de *Vitis vinifera* é então, dependente de dois ciclos vegetativos para ocorrer. Gavinhas e inflorescências têm uma origem comum conhecida como primórdio indiferenciado e o destino deste primórdio depende do equilíbrio citocinina/giberelina. As citocininas promovendo a transição para a floração e as giberelinas inibindo esse desenvolvimento (CRANE *et al.*, 2012). Altas temperaturas e alta luminosidade são estímulos de indução para o florescimento; o fotoperíodo e a vernalização não são muito relevantes (VASCONCELOS *et al.*, 2009).

Conforme descrito por DOKOOZLIAN (2000), a percentagem de gemas férteis tende a crescer quando a temperatura aumenta de 20°C para 30°C, mas tende a declinar quando a temperatura torna-se superior a 40°C. A ocorrência de baixos níveis de gemas férteis, também está associada com a persistência de dias nublados e frios ao longo do período de diferenciação das gemas florais. Srinivasan e Mullins (1981) relatam que temperaturas de 30°C durante o dia e 25 °C durante a noite são favoráveis à formação de primórdios de inflorescência. E o período crítico de suscetibilidade para resposta à alta temperatura é durante as três semanas anteriores à formação dos primórdios indiferenciados nos ápices das gemas latentes.

O efeito da intensidade de luz sobre a fertilidade de gemas também foi verificado. Em videiras crescidas em ambientes controlados, onde o número de primórdios de inflorescência aumentou com o aumento da intensidade de luz, comprovando que a exposição direta das gemas latentes à alta intensidade de luz melhora a fertilidade das gemas. Os efeitos de temperatura e intensidade de luz também variam de acordo com a variedade (BOTELHO *et al.*, 2006; SRINIVASAN & MULLINS, 1981).

A umidade do solo é um dos principais fatores que influenciam o desenvolvimento de inflorescências em videiras (SRINIVASAN & MULLINS, 1981). O número e o tamanho dos primórdios de inflorescência são reduzidos pelo estresse hídrico (BOTELHO *et al.*, 2006), que pode ser explicado devido ao estresse hídrico causar um declínio na fotossíntese ou por também causar decréscimo na citocinina da seiva do xilema e um aumento nos níveis do ácido abscísico nas folhas e ramos (TAIZ & ZEIGER, 2009).

A nutrição mineral também afeta a formação das flores, um suprimento adequado de nitrogênio, fósforo e potássio, além de outros minerais, é necessário para a formação dos primórdios de inflorescência e para a diferenciação de flores (SRINIVASAN & MULLINS, 1981).

Os fatores externos que promovem o florescimento nas videiras, tais como exposição curta à alta temperatura, alta intensidade de luz e níveis ótimos de umidade do solo e de macronutrientes, são também fatores que promovem a biossíntese da citocinina nas plantas. Por outro lado, fatores que deprimem a formação das flores, como baixa intensidade de luz, baixa temperatura e estresse hídrico, tem efeito inibidor sobre a produção endógena de citocinina. As citocininas exógenas promovem a formação das flores nas videiras crescidas em temperaturas baixas não indutivas, e em plantas crescidas no escuro, por isso está claro que as citocininas são de grande importância no controle do florescimento na videira (SRINIVASAN & MULLINS, 1981).

5. REFERÊNCIAS

BLÁZQUEZ, M. A.; GREEN, R.; NILSON, O.; SUSSMAN, M. R.; WEIGEL, D. Gibberellins promote flowering of *Arabidopsis* by activating the *LEAFY* promoter. **PlantCell**, v. 10, p. 791-800, 1998.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F. A.; SILVA, A. L. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras e composição da uva

em São Joaquim, Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 4, p. 398-405, 2011.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; VIEIRA, H. J.; SILVA, A. L. Shoot growth of Merlot and Cabernet Sauvignon grapevine varieties. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 200-207, 2012.

BORGHEZAN, M.; VILLAR, L.; SILVA, T. C.; CANTON, M.; GUERRA, M. CAMPOS, P. C. G. C. Phenology and Vegetative Growth in a New Production Region of Grapevines: Case Study in São Joaquim, Santa Catarina, Southern Brazil. **Open Journal of Ecology**, v. 4, p. 321-335, 2014.

BOSS, P. K.; BUCKERIDGE, E. J.; POOLE, A. New insights into grapevine flowering. **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 30, n. 6, p. 593-606, 2003.

BOSS, P. K.; THOMAS, M. R. Tendrils, inflorescences and fruitfulness: A molecular perspective. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 6, p. 168-174, 2000.

BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M. Fertilidade de gemas em videiras: fisiologia e fatores envolvidos. **Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v.2, n.1, p. 129-144, 2006.

BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M. Efeitos de reguladores vegetais na qualidade de uvas 'Niagara Rosada' na região noroeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.74-77. 2004.

BRIGHENTI, A. F. Avaliação de variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) autóctones italianas no *terroir* de São Joaquim-SC. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. Florianópolis-SC, 2014, 174p.

BRIGHENTI, A. F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina - Brasil. **Ciência Rural**, v. 43, n. 7, p. 1162-1167, 2013.

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

CARMONA, M. J.; CHAIB, J.; MARTINEZ-ZAPATER, J. M.; THOMAS, M. R.. A molecular genetic perspective of reproductive development in grapevine. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 10, p. 2579-2596, 2008.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001, 231p.

CHADHA, K. L.; SHIKHAMANY, S.D. **The grape: Improvement, production and postharvest management**. New Delhi: Malhotra Publishing House, 1999. 579p.

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.

CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A. C. P.; TAVARES, R. M.; SOUSA, 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.

CONRADIE, W. J.; CAREY, V. A.; BONNARDOT, V.; SAAYMAN, D.; SCHOOR, L. H. Effect of different environmental factors on the performance of Sauvignon Blanc grapevines in the Stellenbosch/Durbanville Districts of South Africa. I. Geology, soil, climate, phenology and grape composition. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 23, n. 2, p. 78-91, 2002.

COOMBE, B.G.; MCCARTHY, M.G. Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 6, p. 131-135, 2000.

CRANE, O.; HALALY, T.; PANG, X.; LAVEE, S.; PERL, A.; VANKOVA, R.; OR, E. Cytokinin-induced VvTFL1A expression may

be involved in the control of grapevine fruitfulness. **Planta**, v. 235, p. 181-192, 2012.

DOKOOZLIAN, N. K. Grape Berry Growth and Development. *In: Raisin Production Manual*. University of California, Agricultural and Natural Resources Publication, 3393, Oakland-CA, p. 30-37, 2000.

DUBOURDIEU, D.; CHONE, X.; TOMINAGA, T. **Expression et complémentarité des cepages sur les différents sols viticoles de Bordeaux: facteurs naturels et humains de la qualité des terroirs et des crus en bordelais**. 2008. Disponível em: <www.unige.ch/sochimge/Dubourdieu.pdf>. Acesso em janeiro de 2015.

DUCHÊNE, E.; SCHNEIDER, C. Grapevine and climatic changes: a glance at the situation in Alsace. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 25, p. 93-95, 2005.

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

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 726p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Sistemas de produção nº 33: **Normas técnicas para o cultivo da videira em Santa Catarina**, Florianópolis, 2005. 67p.

FALCÃO, L. D.; BURIN, V. M.; SIDINEI CHAVES, E.; 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.

FELIPPE, G. M. Desenvolvimento. *In: Fisiologia Vegetal*. FERRI, M. G. São Paulo: EPU, 1985. v. 1, p. 1 - 37.

FLEET, C. M.; SUN, T. A delicate balance: the role of gibberellin in plant morphogenesis. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 8, p. 77-85, 2005.

FU, J.; SUN, X.; WANG, J.; CHU, J.; YAN, C. Progress in quantitative analysis of plant hormones. **Chinese Science Bulletin**, v. 56, n. 4-5, p. 355-366. 2011.

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. **Uva agroecológica**. Porto Alegre: Renascença, 2001. 136p

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

GREER, D. H.; WESTON, C. Effects of fruiting on vegetative growth and development dynamics of grapevines (*Vitis vinifera* cv. Semillon) can be traced back to events at or before budbreak. **Functional Plant Biology**, v. 37, p. 756-766, 2010.

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 Investigación Agraria**, v. 37, n. 2, p. 61-75, 2010.

GUERRA, M. P.; RODRIGUES, M. A. Giberelinas. In: **Fisiologia Vegetal**. KERBAUY, G. B. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008, p. 235-254.

HEIDE, O. M; PRESTRUD, A. K. Low temperature, but not photoperiod, controls growth cessation and dormancy induction and release in apple and pear. **Tree Physiology**, v. 25, p. 109-114, 2005.

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.

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

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.; DAVIS, 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, p.249-261, 2000.

JONES, J. E.; MENARY, R. C.; WILSON, S. J. Continued development of *V. vinifera* inflorescence primordia in winter dormant buds. **Vitis**, v. 48, n. 3, p. 103-105, 2009.

KELLER, M., KUMMER, M., VASCONCELOS, M.C. Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 7, p.12-18, 2001.

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Trad. Prado, C.H.B.A. São Carlos, 2000. 531p.

LEBON, G.; WOJNAROWIEZ, G.; HOLZAPFEL, B.; FONTAINE, F.; VAILLANT-GAVEAU, N.; CLÉMENT, C. Sugars and flowering in the grapevine (*Vitis vinifera* L.). **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 10, p. 2565-2578, 2008.

LEEUWEN, C.; FRIANT, P.; CHONÉ, X.; TRÉGOAT, O.; KOUNDOURAS, S.; DUBOURDIEU, D. Influence of climate, soil and

cultivar on terroir. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2004.

LEVITT, J. **Introduction to plant physiology**. 2. ed. Saint Louis: The C.V. Mosby, 1974. 447 p.

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.

MANDELLI, F. Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na ‘Serra Gaúcha’. **Tese de Doutorado**: Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002, 174p.

MARTINS, L., Comportamento vitícola e enológico das variedades Chardonnay, Pinot Noir e Cabernet Sauvignon, na localidade de Lomba Seca, em São Joaquim (SC). **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. UFSC. 2006. 114p.

MAY, P. From bud to berry, with special reference to inflorescence and bunch morphology in *Vitis vinifera* L. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 6, 82–98, 2000.

MERCIER, H. Auxinas. In: **Fisiologia Vegetal**. KERBAUY, G. B. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008, p. 182-211.

MOTA, F. S. Disponibilidade Climática para a maturação da Uva destinada a produção de vinhos finos nas regiões da Serra do Nordeste e Campanha do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Agrociência**, V. 9, n. 3, p. 297-799, 2003.

MULLINS, M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L.E. **Biology of the grapevine**. Cambridge: University Press, 2000. 239p.

OLMO, H. P. Grapes: *Vitis*, *Muscadinia* (Vitaceae). In: **Evolution of crop plants**. Smart, J.; Simmonds, N.W. Singapore: Longman Publishers, p. 485-490, 1995.

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.

OR, E.; BELAUSOVL, E.; POPILEVSKY, I.; BEN TAL, Y. Changes in endogenous ABA level in relation to the dormancy cycle in grapevines grown in a hot climate. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**. v. 75, n. 2, p. 190-194, 2000.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. Dinâmica do Crescimento Vegetal: Princípios Básicos. *In*: CARVALHO, C. A. L.; DANTAS, A. C. V. L.; PEREIRA, F. A. C.; SOARES, A. C. F.; MELO FILHO, J. F.; OLIVEIRA, G. J. C. **Tópicos em Ciências Agrárias**. Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, v. 1, 2009, p. 36-53.

PERES, L. E. P.; KERBAUY, G. B. Citocininas. *In*: **Fisiologia Vegetal**. KERBAUY, G. B. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008, p. 212-234.

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

RAVEN, P. H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007, 856p.

REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas: mensuração do crescimento**. Belém: CPATU, 1979. 35p.

REYNIER, A. **Manual de Viticultura**. 5. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1995, 407p.

REYNOLDS, A. G.; HEWVEL, J.E.V. Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 60, n. 3, p. 251-268, 2009.

ROBINSON, S.P.; DAVIES, C. Molecular biology of grape berry ripening. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 6, p. 175-188, 2000.

RODRIGUEZ, J.; DE LA IGLESIA, F.; OCVIRK, M. Fenologia de cultivares de vid (*Vitis vinifera* L.) em Luján de Cuyo

(Mendoza, Argentina). **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Cuyo**. Tomo XXXII. n. 2, p.15-24, 2000.

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.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. **Plant physiology**. 4 ed. California: Wadsworth, 1992, 682p.

SANTNER, A.; CALDERON-VILLALOBOS, L. I. A.; ESTELLE, M. Plant hormones are versatile chemical regulators of plant growth. **Nature Chemical Biology**, v. 5, n. 5, p. 301-307, 2009.

SANTNER, A.; ESTELLE, M. Recent advances and emerging trends in plant hormone signalling. **Nature**, v. 459, p. 1071-1078, 2009.

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

SCHOLEFIELD, P. B.; WARD, R. C. Scanning electron microscopy of the developmental stages of the Sultana inflorescence. **Vitis**, v. 14, p. 14-19, 1975.

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

SHIM, D.; KO, J.; KIM, W.; WANG, Q.; KEATHLEY, D. E.; HAN, K. A molecular framework for seasonal growth-dormancy regulation in perennial plants. **Horticulture Research**, v. 59, n. 1, p. 1-9, 2014.

SOUSA, J. S. I.; MARTINS, F.P. **Viticultura brasileira**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 368p.

SOUSA, J. S. I. **Uvas para o Brasil**. v. 1, 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791p.

SRINIVASAN, C.; MULLINS, M. G. Physiology of flowering in the grapevine – A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 32, n. 1, 1981.

STACCIARINI-SERAPHIN, E; FRESCHI, L. Ácido Abscísico. *In: Fisiologia Vegetal*. KERBAUY, G. B. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 255-270.

SWANEPOEL, J. J.; ARCHER, E. The ontogeny and development of *Vitis vinifera* L. cv. Chenin blanc inflorescence in relation to phenological stages. **Vitis**, v. 27, p. 133-141, 1988.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. Eliane R. Santarém *et al.* 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 848p.

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.

TARKOWSKÁ, D.; NOVÁK, O.; FLOKOVÁ, K.; TARKOWSKI, P.; TURECKOVÁ, V.; GRŮZ, J.; ROLCIK, J.; STRNAD, M. Quo vadis plant hormone analysis? **Planta**, v. 240, n. 1, p. 55-76, 2014.

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

VASCONCELOS, M.C., GREVEN, M., WINEFIELD, C.S., TROUGHT, M.C.T., RAW, V. The flowering process of *Vitis vinifera*: A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 60, n. 4, p. 411-434, 2009.

VICENTE, M.R.; PLASENCIA, J. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n. 10, p. 3321-3338, 2011.

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A. **Hormônios vegetais**. In: Introdução à fisiologia vegetal. Maringá, Eduem. p.79-104, 2002.

VICTOR, K. J.; FENNELL, A. Y.; GRIMPLET, J. Proteomic analysis of shoot tissue during photoperiod induced growth cessation in *V. riparia* Michx. grapevines. **Proteome Science**, v. 8, n. 44, p. 1-17, 2010.

WAKE, C. M. F.; FENNELL, A. Morphological, physiological and dormancy responses of three *Vitis* genotypes to short photoperiod. **Physiologia Plantarum**, v. 109, p. 203-210, 2000.

WATT, A. M.; DUNN, G. M.; MAY, P. B.; CRAWFORD, S. A.; BARLOW, E. W. R. Development of inflorescence primordial in *Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay from hot and cool climates. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 14, p. 46-53, 2008.

ZHANG, Y.; MECHLIN, T.; DAMI, I. Foliar Application of Abscisic Acid Induces Dormancy Responses in Greenhouse-grown Grapevines. **Hortscience**, v. 46, n. 9, p. 1271-1277, 2011.

CAPÍTULO 2 – CICLO VEGETATIVO DA VIDEIRA: REGULAÇÃO HORMONAL E CRESCIMENTO DOS RAMOS DAS VARIEDADES SAUVIGNON BLANC E CABERNET SAUVIGNON CULTIVADAS EM SÃO JOAQUIM, SANTA CATARINA

RESUMO

O município de São Joaquim vem se destacando pela produção de vinhos finos de qualidade, em função das condições climáticas devido à sua localização geográfica e altitude elevada. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o crescimento vegetativo e os níveis endógenos de ABA, JA e SA em ápices dos ramos das variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC, no ciclo 2013/2014. Foi acompanhado o ciclo fenológico, compreendendo o período entre a poda e a queda das folhas. Para a definição dos estádios fenológicos foi utilizada a escala BBCH. Foram medidos, quinzenalmente, 20 ramos por variedade a partir do início da brotação até o final do ciclo de vegetativo. Utilizou-se o delineamento completamente casualizado (DCC), com 20 repetições. Os dados foram avaliados utilizando o software Statistica versão 6.0, através de análise de regressão polinomial, ao nível de 5% de probabilidade de erro. Realizou-se o acompanhamento dos dados através de uma estação meteorológica telemétrica automática da Epagri/CIRAM. Para a análise de hormônios, foram realizadas coletas quinzenais de ápices de ramos selecionados aleatoriamente em 5 repetições de 10 ápices. A identificação e quantificação dos hormônios endógenos foi realizada através de Cromatografia Líquida de Ultra Performance (UPLC) e Electrospray ionization- mass spectrometry/mass spectrometry (ESI-MS/MS). A variedade Sauvignon Blanc paralisou o crescimento dos ramos em meados de fevereiro (18/02/2014) e a Cabernet Sauvignon no início fevereiro (04/02/2014), ambas durante a maturação das bagas. A diminuição do fotoperíodo foi determinante para a indução da paralisação do crescimento dos ramos. As baixas temperaturas parecem estar associadas a uma resposta adicional no processo de aclimação ao frio. O ABA foi um dos hormônios responsáveis pela sinalização do estímulo ambiental, o SA e o JA possivelmente agiram de forma sinérgica levando a paralisação do crescimento dos ramos da videira cultivada nas regiões de altitude de Santa Catarina.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*, paralisação do crescimento, fotoperíodo, temperatura, ácido abscísico, ácido jasmônico, ácido salicílico.

1. INTRODUÇÃO

As regiões de altitude de Santa Catarina vem se destacando na produção de uvas viníferas com grande potencial enológico. O município de São Joaquim se destaca pela produção de vinhos finos de qualidade, em função das condições climáticas devido à sua localização geográfica e altitude (ROSIER *et al.*, 2004). Nas regiões de altitude de Santa Catarina a ‘Sauvignon Blanc’ e a ‘Cabernet Sauvignon’ são as variedades mais cultivadas e de grande importância econômica.

A fase de crescimento vegetativo inicia a partir da brotação e estende-se até a paralisação do crescimento dos ramos, quando o processo de entrada em dormência é sinalizado (LANG, 1987). A caracterização do crescimento vegetativo contribui para a compreensão do comportamento das plantas no *terroir* de altitude.

O crescimento vegetativo é dependente de vários fatores, porém as variáveis climáticas têm papel fundamental no controle do desenvolvimento da videira (GARRIS *et al.*, 2009). Dependendo das condições climáticas, o crescimento vegetativo dos ramos cessa durante o estágio fenológico de mudança de cor (*véraison*), como observado por Leeuwen *et al.* (2004) e Borghezán *et al.* (2012). Este comportamento favorece o metabolismo vegetal e os processos bioquímicos, preferencialmente transferindo os compostos da fotossíntese para a formação e maturação dos cachos (CONDE *et al.*, 2007; FOURNIOUX, 1997; ROBINSON & DAVIES, 2000) e para as reservas nos ramos e raízes.

Estudos do desenvolvimento vegetativo e das variáveis meteorológicas que afetam o crescimento dos ramos na região do Planalto Catarinense foram realizados recentemente (BORGHEZAN *et al.*, 2012). Porém, ainda não está claro como os fatores meteorológicos agem na sinalização da paralisação do crescimento. Também é necessário compreender e elucidar quais alterações fisiológicas, principalmente as hormonais, são responsáveis pela regulação do crescimento nas plantas durante o ciclo fenológico. Poucos são os estudos na literatura que exploram a avaliação hormonal durante o ciclo de crescimento das plantas ou visando compreender uma determinada fase do ciclo fenológico (OR *et al.*, 2000). O aprofundamento nesta área de conhecimento poderá futuramente trazer avanços consideráveis para a compreensão do comportamento das plantas e para o desenvolvimento da viticultura catarinense.

2. OBJETIVO

Caracterizar o crescimento vegetativo e os níveis endógenos de ABA, JA e SA em ápices dos ramos das variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC, no ciclo 2013/2014

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área experimental e manejo do dossel

A área experimental está localizada em um vinhedo da empresa Villa Francioni Agro Negócios S.A., a uma altitude de 1.293m (28°15'13"S e 49°57'02"W) no município de São Joaquim, Santa Catarina, Brasil (Figura 2.1). O vinhedo foi implantado em dezembro de 2002, sendo as plantas enxertadas sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, conduzidas em sistema espaldeira, espaçadas em 3,0 metros entre linhas e 0,75 metros entre plantas, com orientação N-S. As linhas foram protegidas com uma tela antigranizo e anti-UV, com sombreamento de 9% (especificações Lahuman Ltda). O clima de São Joaquim-SC é classificado como Cfb, segundo a classificação de Köppen. O solo do vinhedo é classificado como NEOSSOLO LITÓLICO, baseado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) (Figura. 2.2 e Anexo A).

Foram avaliadas as variedades de videira (*Vitis vinifera* L.): Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon. A poda da 'Sauvignon Blanc' foi realizada em 11/09/2013, em sistema misto de cordão esporonado com vara sobreposta, deixando-se 2 gemas por esporão e uma vara com 8 gemas, totalizando 24 gemas por planta. A poda da 'Cabernet Sauvignon' foi realizada em 30/08/2013, em sistema de cordão esporonado, deixando-se 2 gemas por esporão, totalizando 16 gemas por planta. A carga de gemas foi definida pela empresa com objetivo de limitar a produção.

A partir da brotação, os ramos foram conduzidos na posição vertical para uma melhor disposição do dossel. Não foi realizado o desponte dos ramos e também não foram retiradas as feminelas durante o ciclo vegetativo. A desfolha na região dos cachos foi realizada após a mudança de cor e/ou amolecimento das bagas (*veraison*).



Figura 2. 1. Localização da área experimental no vinhedo. Propriedade da empresa Villa Francioni Agro Negócios S.A. São Joaquim-SC. Fonte: Google earth[®].



Figura 2. 2. Imagens do perfil do solo no interior do vinhedo onde foi realizado o estudo. Propriedade da empresa Villa Francioni Agro Negócios S.A., São Joaquim-SC.

3.2. Avaliação do crescimento dos ramos

O acompanhamento do crescimento dos ramos foi realizado a partir do início da brotação até o final do ciclo de crescimento vegetativo (após a colheita), durante o ciclo 2013/2014. Para esta avaliação, foram selecionadas aleatoriamente 20 plantas por variedade e um ramo (região mediana) por planta, os quais foram medidos quinzenalmente com uma fita métrica, seguindo a curvatura do ramo, sendo avaliado o comprimento da base até o ápice, conforme metodologia descrita por Borghezán *et al.* (2012).

Foi utilizado o delineamento completamente casualizado (DCC), composto por 20 repetições (ramos). Os dados foram avaliados utilizando o software Statística versão 6.0, através de análise de regressão polinomial, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

3.3. Monitoramento meteorológico

Os dados foram obtidos de uma estação meteorológica telemétrica automática da Epagri – CIRAM (Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina) instalada no vinhedo. Foram acompanhados os dados diários de temperatura máxima, média e mínima (°C) do ar e precipitação pluvial (mm), entre a brotação (14/09/2013) até a colheita (07/04/2014) da variedade mais tardia.

A partir dos dados de temperatura, foi calculado o índice de Winkler (soma térmica, ST) pela equação (WINKLER *et al.*, 1974):

$$ST = \Sigma[(T_{\text{máxima}} + T_{\text{mínima}})/2] - 10 \quad (1)$$

A ST (graus-dias, GD) foi estimada, utilizando a temperatura-base de 10°C para a videira (BLANCO-WARD *et al.*, 2007).

O termoperíodo (amplitude térmica diária) foi calculado a partir da diferença entre a temperatura máxima e mínima de cada dia. O fotoperíodo foi estimado a partir da latitude.

3.4. Avaliação fenológica

Durante o período entre a poda e a queda das folhas, no ciclo 2013/2014, foi acompanhado o ciclo fenológico das plantas, caracterizando o ciclo vegetativo e reprodutivo das variedades.

Para a definição dos estádios fenológicos da videira foi utilizada a escala BBCH e a metodologia descrita por Lorenz *et al.* (1995). Os estádios fenológicos descritos foram: a) data de realização da poda de inverno, estabelecida a partir da observação do início da brotação dos ramos; b) Brotação - considerada quando 50% das gemas estão no estágio de ponta verde (BBCH 07); c) Floração - considerada quando 50% das flores estão abertas (BBCH 65); d) Mudança de cor (*véraison*) - considerada quando 50% das bagas mudaram de coloração e/ou apresentam amolecimento (BBCH 85); e) Colheita - estabelecida com base na avaliação da composição química das bagas (teor de sólidos solúveis totais > 20°Brix) e na condição de sanidade dos cachos (BBCH 89); f) Queda das folhas - considerada quando 100% das folhas caíram (BBCH 97).

A avaliação das plantas foi realizada por meio de observações visuais. Foi utilizado o delineamento completamente casualizado (DCC), totalizando vinte plantas por variedade. Foi caracterizada, então, a duração em dias de cada um dos seguintes subperíodos: poda à brotação; poda ao florescimento; poda ao início da maturação das bagas (*véraison*), poda à colheita e poda à queda das folhas. A partir destes dados, foi construído um diagrama, representando a duração em dias de cada uma das fases fenológicas das variedades de videira Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, bem como a duração de cada subperíodo.

3.5. Avaliação hormonal

Para determinação e quantificação de hormônios endógenos (ABA, JA e SA) foram realizadas coletas quinzenais de ápices de ramos selecionados aleatoriamente no vinhedo. Cada data de coleta foi composta por 5 repetições contendo 10 ápices.

O material após coletado foi imediatamente acondicionado em tubos tipo falcon, congelados em nitrogênio líquido e transportados ao laboratório. As amostras foram armazenadas em freezer (-20°C) até o momento da avaliação.

Foi realizada a moagem das amostras em nitrogênio líquido utilizando um cadinho e um pistilo para obtenção de uma amostra fina e homogênea. A amostra congelada foi pesada em triplicata, procurando obter-se valores próximos de 100 mg em cada uma das repetições. Em uma das repetições foi adicionada solução contendo padrões hormonais Sigma-Aldrich® (50 µL de solução padrão na concentração 500 ng/mL) para posterior estimativa da eficiência de extração (Apêndice C).

Para elaboração do protocolo de extração, identificação e quantificação dos hormônios vegetais a metodologia foi baseada nos trabalhos publicados por Han *et al.* (2012) e Müller & Munné-Bosch (2011).

A extração foi realizada, em tubos eppendorf, com solução contendo metanol:isopropanol:ácido acético na proporção de 20:79:1, respectivamente, repetindo-se o processo quatro vezes, com volumes variáveis de solvente (1° extrato: 800 µL; 2° ao 4° extratos: 400 µL), totalizando um volume final de 2000 µL de extrato. As etapas de extração foram realizadas em banho de água com gelo, em sonicator por 32 minutos cada, mantendo a temperatura baixa durante todo o processo. Na primeira etapa de extração agitou-se a amostra com 800 µL da solução de extração em vórtex por dois segundos e manteve-se em ciclo contínuo no sonicator por 32 minutos. A partir da segunda etapa de extração, as amostras foram agitadas em vórtex por dois segundos e também a cada oito minutos do ciclo em sonicator.

Após cada etapa de extração foi realizada uma centrifugação por 15 minutos a 17000 rpm e 4°C, o sobrenadante foi transferido para um novo eppendorf e seguiu-se a resuspensão do precipitado, adicionando-se o solvente e agitando-se em vórtex. Os extratos das quatro etapas de extração foram reunidos e centrifugados por 15 minutos a 17000 rpm e 4°C. Posteriormente, foi realizada a filtração em membranas de filtração de 0,22 µm, dispensando o extrato diretamente no 'Vial' (frasco utilizado no UPLC).

Os hormônios ácido abscísico (ABA), ácido jasmônico (JA) e ácido salicílico (SA) foram identificados e quantificados por um Cromatógrafo Líquido de Ultra Performance (UPLC/ACQUITY) e Electrospray ionization- mass spectrometry/mass spectrometry (ESI-MS/MS WATERS/XEVO® TQ) no laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves/RS. Foi utilizada coluna WATERS ACQUITY® UPLC BEH C18 1,7 µm de 2,1 x 50 mm, fluxo de 0,3 mL/minuto, gradiente linear, solventes (fase móvel): A (água Milli-Q® + 0,05% ácido acético) e B (acetonitrila + 0,05% ácido acético). Para MS/MS foi utilizada voltagem do capilar de 2,5 kV, temperatura de solvatação de 400°C e modo de análise de Monitoramento de Reações Múltiplas (MRM). Os parâmetros LC e MS/MS são apresentados nas tabelas 2.1 e 2.2.

Tabela 2. 1. Parâmetros de Cromatografia Líquida (LC), gradiente de solventes (fase móvel): A (água Milli-Q® + 0,05% ácido acético) e B (acetonitrila + 0,05% ácido acético).

TEMPO (min)	% A	% B	FLUXO (ml/min)
0	99	1	0,3
2,2	0	100	0,3
2,8	0	100	0,3
2,9	99	1	0,3
3,2	99	1	0,3

Tabela 2. 2. Parâmetros de MS/MS.

HORMÔNIO	PRECURSOR/ FRAGMENTO (m/z)	CONE (V)	COLISÃO (V)	TEMPO DE RETENÇÃO (minutos)
SA (ES-)	137>93	40	20	1,43
JA (ES-)	209>59	24	17	1,71
ABA (ES-)	263>153	34	18	1,54

Para a injeção e análise em LC-MS/MS cada repetição da amostra foi lida uma vez, considerando uma injeção de 5 µL de amostra no aparelho. Entre cada leitura da amostra foram intercaladas quatro leituras de branco (água Milli-Q®), para evitar contaminação ou interferência entre as corridas.

Testes com infusão direta dos padrões hormonais para ajustes do método de eluição em UPLC e de detecção em MS/MS, foram realizados empregando-se o método MRM do software MassLynx® versão 4.1 da Waters (Apêndice A).

A montagem do método de quantificação e o processamento dos dados para o cálculo de concentração foram realizados com o software TargetLynx® da Waters, a partir de uma curva padrão contendo os hormônios analisados, nos pontos de 0; 0,1; 1; 10; 100; 250; 500; 750 e 1000 ng/mL (Apêndice B).

Os dados foram confrontados pelo coeficiente de correlação de Pearson, utilizando o software Statistica® versão 6.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2.3 apresenta os dados de temperatura (mínima, média e máxima), fotoperíodo entre meados de setembro de 2013 ao início de abril de 2014. Neste ciclo, os meses de janeiro e fevereiro apresentaram temperaturas mais elevadas em comparação com ciclos anteriores, alcançando em vários dias de fevereiro valores máximos acima de 30,0°C. Também observou-se nestes meses temperaturas mínimas mais elevadas, com o valor mínimo de 6,5°C em 18/01/2014. A partir do início de março, a ocorrência de temperaturas mais baixas (abaixo de 10°C) passou a ser mais frequente. O fotoperíodo aumentou até o solstício de verão (21/12/2013), atingindo quase 15 horas e passando a diminuir a partir desta data, registrando 13 horas em meados de março. O termoperíodo médio foi de 12,2°C, variando de 1,9°C (16/09/2013) a 21,5°C (17/11/2013).

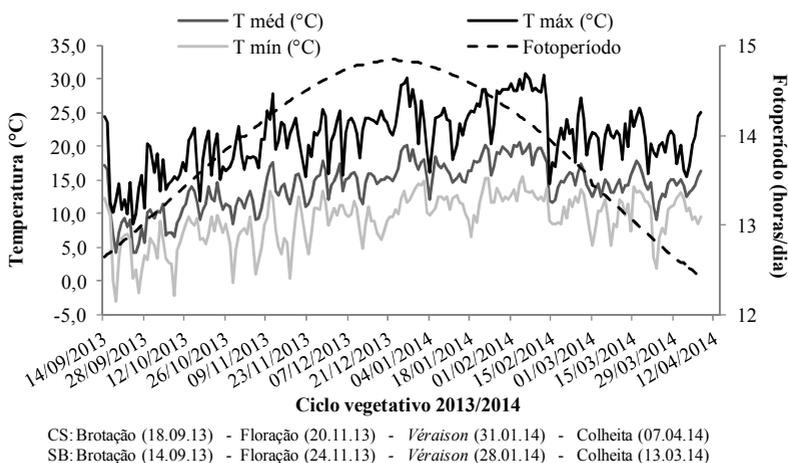


Figura 2. 3. Temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) e fotoperíodo (horas de luz/dia), durante o ciclo vegetativo 2013/2014 das variedades Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS), cultivadas em São Joaquim-SC.

A precipitação pluvial acumulada no período entre a brotação e a colheita das variedades foi de 1089 mm para Sauvignon Blanc e 1159,9 mm para Cabernet Sauvignon (Figura 2.4). Observaram-se dois períodos de baixa precipitação, sendo o primeiro no início de outubro (13 dias sem chover) e o segundo no final de dezembro (14 dias sem chover). Estes períodos de estiagem afetaram o desenvolvimento das plantas.

Este ciclo apresentou grande volume de precipitação, com chuvas (em 24 horas) superiores a 25 mm em vários dias. Durante a maturação das bagas (fevereiro a março) foi registrado elevado volume de chuva (390 mm) e grande número de dias chuvosos (37 dias com chuva), afetando significativamente a qualidade da uva na safra 2014. Condições de precipitação que afetaram significativamente a composição da uva foram também descritas por Gris *et al.* (2010) durante o ciclo 2006/2007, para esta região. Estes autores observaram volume de 450 mm durante o período de maturação das bagas. Entretanto, em relação ao período de 1961 a 2011 (Figura 2.5) e a outros ciclos produtivos, os volumes de chuvas foram menores que estas observações (BORGHEZAN *et al.*, 2014; MALNOVSKI *et al.*, 2012).

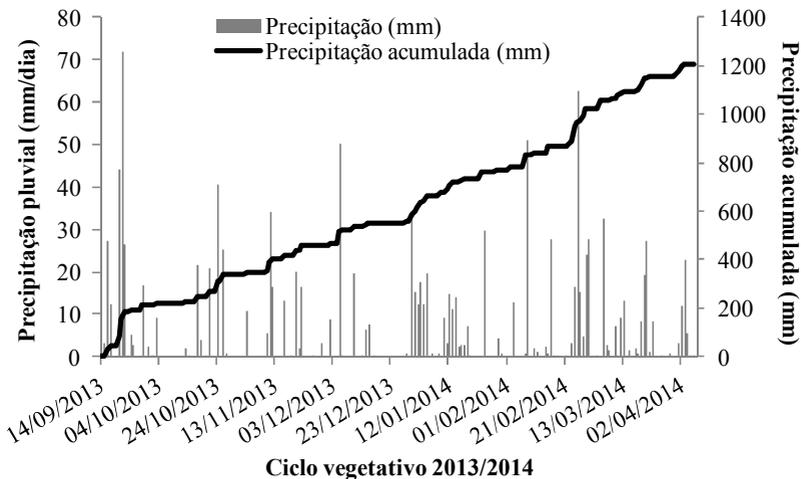


Figura 2. 4. Precipitação pluvial (mm/dia) e precipitação acumulada (mm), durante o ciclo vegetativo 2013/2014 das variedades Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS), cultivadas em São Joaquim-SC.

A Figura 2.5 apresenta os dados climáticos do ciclo 2013/2014 em comparação com as médias do período que compreende os anos de 1961 a 2011 em São Joaquim-SC. A média histórica do período do ciclo estudado apresentou as temperaturas máximas maiores e mínimas menores. A precipitação nos meses de fevereiro e março, período de maturação das bagas, foram maiores em 2013/2014. Entretanto, a precipitação média acumulada foi maior para o período histórico (1216,0 mm). De maneira geral, os índices meteorológicos observados no ciclo 2013/2014 possibilitaram o desenvolvimento da videira, sendo

que o excesso de chuvas afetou a composição das bagas durante o período de maturação.

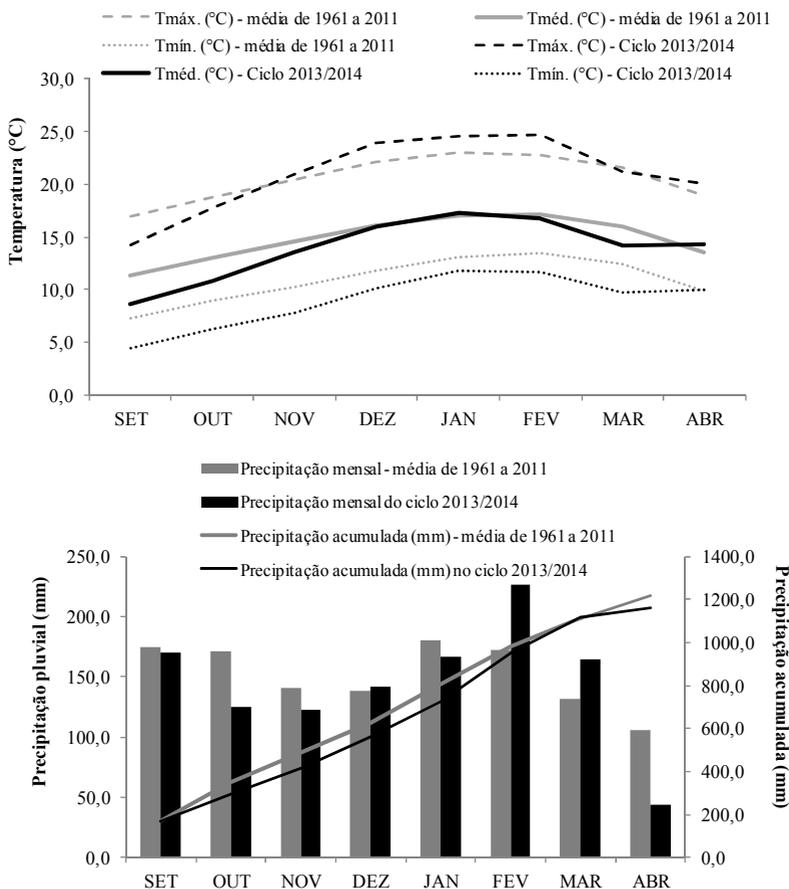


Figura 2. 5. Comparativo das médias mensais de temperatura (máxima, média e mínima) e de precipitação pluvial do ciclo 2013/2014 e do período de 1961 a 2011, em São Joaquim-SC.

As diferentes fases fenológicas estão apresentadas em relação ao número de dias e em relação ao acúmulo térmico (Figura 2.6). A brotação ocorreu na segunda quinzena de setembro e a colheita em meados de março, para a Sauvignon Blanc e início de abril, para a Cabernet Sauvignon. Para a variedade Sauvignon Blanc, o amolecimento das bagas (*véraison*) ocorreu em 28/01/2014, com

período de maturação de 44 dias. O ciclo completo, da brotação (14/09/2013) até a colheita (13/03/2014) foi de 181 dias (Figura 2.6). No momento da colheita as uvas apresentavam teor de sólidos solúveis totais de 21,7°Brix, acidez de 99,2meq/L e pH de 3,14. Para a Cabernet Sauvignon, a mudança de cor das bagas (*véraison*) ocorreu em 31/01/2014, com período de maturação de 66 dias. O ciclo completo, da brotação (18/09/2013) até a colheita (07/04/2014) foi de 202 dias (Figura 2.6). No momento da colheita as uvas apresentavam teor de sólidos solúveis totais de 20,5°Brix, acidez de 130,0meq/L e pH de 3,17. Este comportamento está de acordo com os resultados observados em outros estudos para esta região (BORGHEZAN *et al.*, 2011; BRIGHENTI *et al.*, 2013; GRIS *et al.*, 2010).

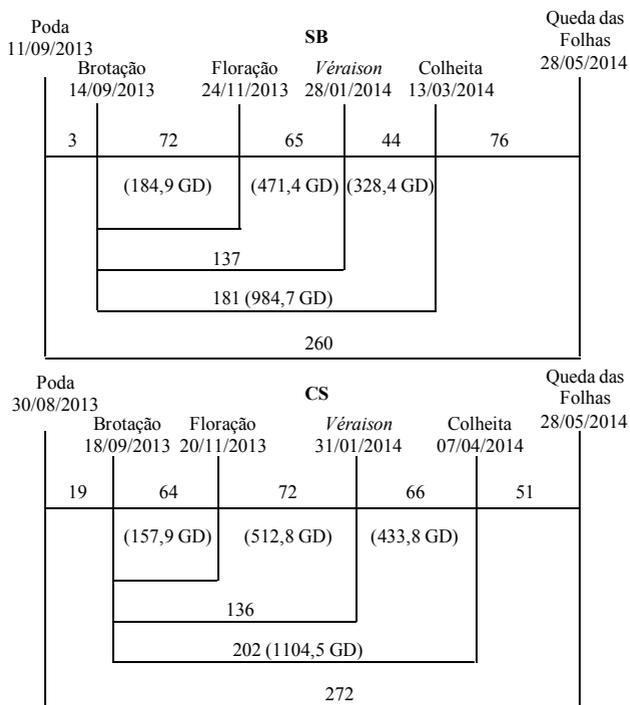


Figura 2. 6. Duração em dias e acúmulo térmico (GD) das fases fenológicas das variedades Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS) no ciclo 2013/2014, em São Joaquim-SC.

As variedades atingiram níveis de maturação aceitáveis para a produção de vinhos, mesmo com o período chuvoso. A queda total das

folhas foi observada no final da segunda quinzena de maio (28/05/2014) para ambas as variedades.

O acúmulo térmico foi de aproximadamente 1000 GD entre a brotação e a colheita para Sauvignon Blanc, sendo maior para a variedade Cabernet Sauvignon, que foi de 1104,5 GD. Esses resultados são inferiores aos observados por Borghezán *et al.* (2011), Burin *et al.* (2011) e Malinovski *et al.* (2012) para ‘Cabernet Sauvignon’. Estes autores observaram variações maiores (entre 1187 a 1322 GD) na soma térmica de diversas variedades da videira cultivadas nesta região. Estes valores também são inferiores aos descritos por Leeuwen *et al.* (2004) para outra região vitícola (Bordeaux-França), que observou valores acima de 1370 GD, para as variedades Merlot, Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon.

Para a Sauvignon Blanc a taxa máxima de crescimento foi observada na primeira quinzena de dezembro (2,6 cm/dia) (Figura 2.7), 88 dias após a brotação e 17 dias após a floração (24/11/2013). Verificou-se redução acentuada na taxa de crescimento ocasionada por um período de estiagem, ocorrido de meados até o final de dezembro (Figura 2.4). A paralisação do crescimento vegetativo foi observada no início da segunda quinzena de fevereiro (18/02/2014), 157 dias após a brotação. A paralisação do crescimento foi considerada quando os ramos apresentaram, em média, taxa de crescimento diária inferior a 0,5 cm por dia, conforme descrito por Leween *et al.* (2004) e Borghezán *et al.* (2012). Os ramos da variedade Sauvignon Blanc alcançaram em média 195,4 cm de comprimento (Figura 2.7).

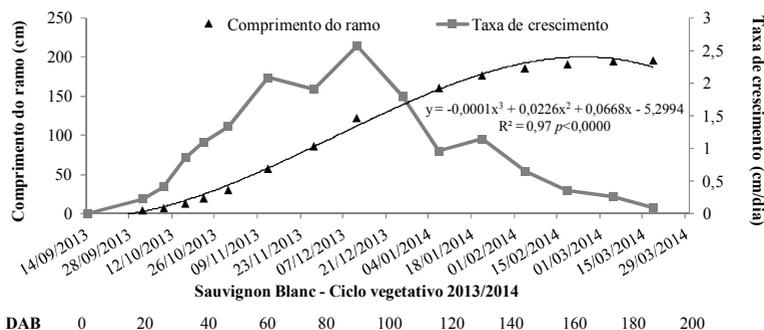


Figura 2. 7. Comprimento do ramo (m) e taxa de crescimento do ramo (cm/dia) observada para a variedade Sauvignon Blanc (SB), cultivada em São

Joaquim-SC, durante o ciclo vegetativo 2013/2014. Dias após a brotação (DAB).

Para a Cabernet Sauvignon a taxa máxima de crescimento foi observada na primeira quinzena de dezembro (3,0 cm/dia) (Figura 2.8), 84 dias após a brotação e 21 dias após a floração (20/11/2013). Verificou-se redução acentuada na taxa de crescimento ocasionada por um período de estiagem, ocorrido de meados até o final de dezembro (Figura 2.4). A paralisação do crescimento vegetativo foi observada na primeira quinzena de fevereiro (04/02/2014), 149 dias após a brotação. Os ramos alcançaram em média 216,7 cm de comprimento (Figura 2.8). A ocorrência de dias consecutivos sem chuva na segunda quinzena de dezembro (Figura 2.4) afetou o desenvolvimento das plantas (Figuras 2.7 e 2.8).

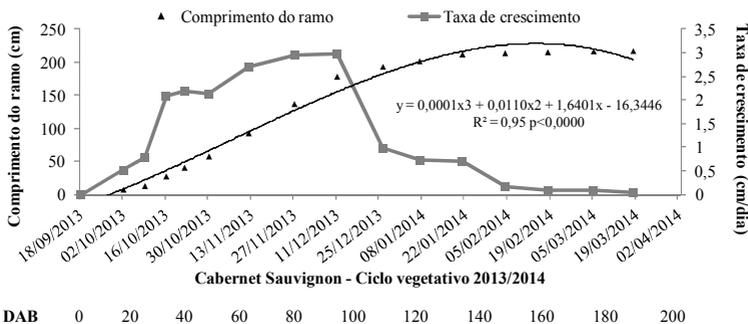


Figura 2. 8. Comprimento do ramo (m) e taxa de crescimento do ramo (cm/dia) observada para a variedade Cabernet Sauvignon (CS), cultivada em São Joaquim-SC, durante o ciclo vegetativo 2013/2014 e dias após a brotação (DAB).

Neste ciclo, a diminuição do fotoperíodo foi o fator determinante para a paralisação do crescimento dos ramos, embora observou-se períodos com temperaturas abaixo de 10°C (Figura 2.3). Esta resposta é compatível com os resultados observados em ciclos anteriores, onde a paralisação do crescimento dos ramos foi induzida tanto pela redução no fotoperíodo quanto pela ocorrência de temperaturas baixas (BORGHEZAN *et al.*, 2012; BORGHEZAN *et al.*, 2014). Estes resultados sugerem um efeito adicional da temperatura sobre a paralisação do crescimento dos ramos como sugerido por Shim *et al.* (2014). Ferguson *et al.* (2011) descrevem que embora a indução da

dormência das gemas seja em resposta ao fotoperíodo, as baixas temperaturas são necessárias para a completa aclimação ao frio. A observação deste efeito também está de acordo com as descrições de outros autores (CHAO *et al.*, 2007; GARRIS *et al.*, 2009; STACCIARINI-SERAPHIN & FRESCHI, 2008; ZHANG *et al.*, 2011). Esses autores descrevem que a inibição do crescimento vegetativo é provocada pelo ácido abscísico (ABA), e que em plantas lenhosas de regiões temperadas, o nível de ABA geralmente se eleva em resposta às condições de dias curtos (diminuição do fotoperíodo), quando o crescimento é reduzido e a dormência das gemas é imposta. As folhas são as responsáveis pela percepção do estímulo ambiental, sintetizando o ABA que é transportado para as gemas, induzindo a dormência. O efeito deste hormônio sobre a paralisação do crescimento dos ramos e os demais processos indutores da dormência na videira foi demonstrado por Zhang *et al.* (2011). Or *et al.* (2000) também observaram o efeito indutor do ABA sobre o processo de dormência.

Foi verificada uma variação similar das concentrações de ABA ao longo do ciclo vegetativo para as duas variedades analisadas, com concentrações maiores deste hormônio nos ápices da variedade Cabernet Sauvignon (Figura 2.9). Para ambas as variedades foi verificado aumento nas concentrações de ABA no ápice vegetativo logo após a um período de estiagem. Entretanto, um aumento mais expressivo deste hormônio nos ápices dos ramos de videira foi observado pouco antes da paralisação do crescimento dos ramos, no início da maturação das bagas (Apêndice E). Estes resultados concordam com as descrições de muitos autores sobre o aumento da concentração e o efeito do ABA em condições de estresse hídrico e nos processos de aclimação ao frio e indução à dormência (CHAO *et al.*, 2007; OR *et al.*, 2000; SHIM *et al.*, 2014; ZHANG *et al.*, 2011). Os dados apresentados na Figura 2.9 também indicam que as concentrações mais elevadas de ABA para a Cabernet Sauvignon induziram uma resposta mais rápida e efetiva, resultando na antecipação da paralisação do crescimento dos ramos em comparação com a Sauvignon Blanc. Esse resultado sugere que as respostas observadas entre as variedades podem estar sendo controladas por diferenças nas concentrações de hormônios, durante o desenvolvimento.

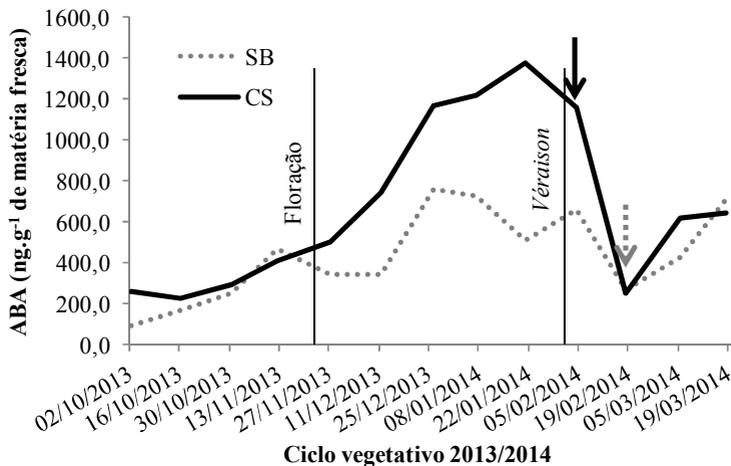


Figura 2. 9. Concentração de ácido abscísico (ABA), ng.g⁻¹ de matéria fresca, em ápices dos ramos das variedades de videira Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS) no ciclo 2013/2014, em São Joaquim, SC. As setas indicam os momentos de paralisação do crescimento vegetativo dos ramos (04/02/2014 para CS e 18/02/2014 para SB).

As maiores concentrações de ácido salicílico (11.821 e 16.164 ng.g⁻¹ de matéria fresca para SB e CS, respectivamente) e ácido jasmônico (535 e 629 ng.g⁻¹ de matéria fresca para SB e CS, respectivamente) (Figuras 2.10 e 2.11) foram encontradas na segunda quinzena de janeiro, período próximo a mudança de cor e/ou amolecimento das bagas (*véraison*). Para ambas as variedades, as concentrações destes dois hormônios apresentaram comportamento similar durante o período avaliado. Correlação positiva foi encontrada entre ácido jasmônico (JA) e ácido salicílico (SA) para ambas as variedades ($r^2 = 0,65$ $p=0,030$). Entre o ABA e o SA foi observada correlação positiva para a variedade Cabernet Sauvignon ($r^2 = 0,62$ $p=0,044$).

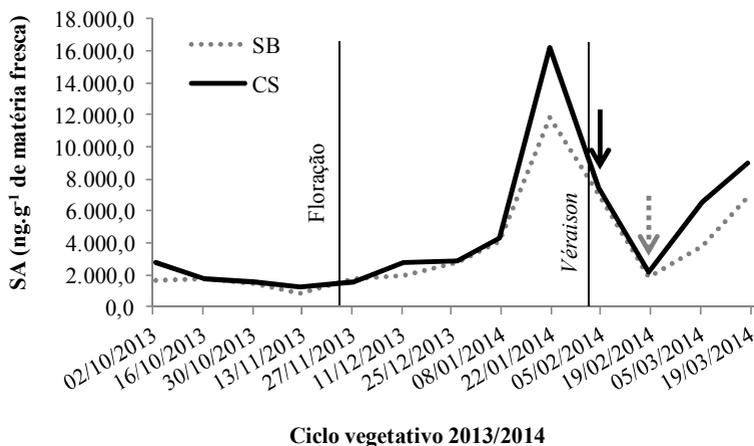


Figura 2. 10. Concentração de ácido salicílico (SA), ng.g^{-1} de matéria fresca, em ápices dos ramos das variedades de videira Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS) no ciclo 2013/2014, em São Joaquim, SC. As setas indicam os momentos de paralisação do crescimento vegetativo dos ramos das variedades (04/02/2014 para CS e 18/02/2014 para SB).

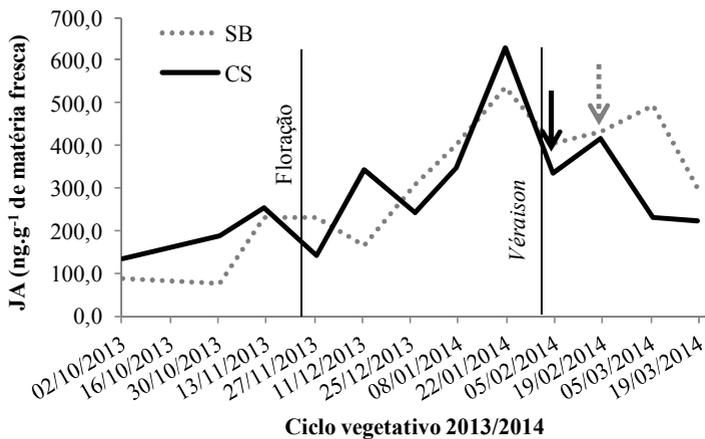


Figura 2. 11. Concentração de ácido jasmônico (JA), ng.g^{-1} de matéria fresca, em ápices dos ramos das variedades de videira Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS) no ciclo 2013/2014, em São Joaquim, SC. As setas indicam os momentos de paralisação do crescimento vegetativo dos ramos das variedades (04/02/2014 para CS e 18/02/2014 para SB).

Trapp *et al.* (2014) relacionaram o efeito dos fitormônios ácido abscísico (ABA), jasmonatos (JA) e ácido salicílico (SA) na resposta ao estresse. Ao quantificarem esses hormônios, em *Arabidopsis thaliana*, encontraram concentrações maiores de ácido salicílico nas plantas e concentrações similares de ABA e JA. Os resultados descritos por estes autores estão de acordo com o observado nesse estudo.

Os jasmonatos estão envolvidos em vários processos do metabolismo vegetal, sinalizando respostas aos estresses biótico e abiótico, dentre eles, inibindo a ação das giberelinas sobre o crescimento e tendo efeitos no processo de senescência, regulando a atividade da RUBISCO e a degradação de clorofila (WASTERNAK & HAUSE, 2013; WASTERNAK, 2014). Estes autores descrevem que o ácido jasmônico também possa estar relacionado com os mecanismos de adaptação das plantas ao frio. O ácido salicílico está relacionado com a regulação da senescência (VICENTE & PLASENCIA, 2011). Este grupo de hormônios também parece estar relacionado com a tolerância ao frio e parece atuar em interação com o ABA em respostas ao estresse (MIURA & TADA, 2014). Estes autores descrevem que altas concentrações destes hormônios ativam vias de regulação em resposta ao estresse, tanto à seca (disponibilidade hídrica) quanto ao frio (temperaturas baixas).

Os resultados deste estudo mostraram que houve um aumento expressivo, seguido de redução, nos níveis de SA e JA no ápice dos ramos de videira (Figuras 2.10 e 2.11). Esse pico ocorreu na segunda quinzena de janeiro, anteriormente à paralisação do crescimento vegetativo. Essas observações são compatíveis com as descrições de Miura & Tada (2014), ao sugerirem que elevadas concentrações e tempo prolongado de aplicação destes hormônios podem provocar danos ao crescimento e diminuição da tolerância ao frio. E também estão de acordo com Chao *et al.* (2007), que descrevem que os hormônios ABA e JA regulam a indução a dormência. Também tem sido sugerido que as espécies reativas de oxigênio (ROS) possuem uma função adicional de regulação nos mecanismos de defesa ao estresse em plantas, em conjunto com outras moléculas sinalizadoras como o SA, ABA e JA (BELHADJ *et al.*, 2006; ROBERT-SEILANIANTZ *et al.*, 2011). Robert-Seilaniantz *et al.* (2011) relataram antagonismo entre o SA e as concentrações de ABA e JA na modulação das respostas de defesa contra patógenos (estresse biótico). Entretanto, os resultados observados neste trabalho indicam que estes 3 grupos hormonais podem estar atuando de maneira conjunta na regulação da paralisação do crescimento dos ramos em resposta as mudanças no fotoperíodo e temperatura.

Embora muitas dúvidas acerca dos mecanismos que regulam a indução e a manutenção da dormência ainda necessitam ser esclarecidas, os resultados deste trabalho permitiram identificar alguns aspectos regulatórios nas fases iniciais deste processo. A lignificação dos ramos e o início da senescência das folhas nos primeiros dias do ano indicam a ativação dos mecanismos de aclimatação ao frio (SHIM *et al.*, 2014; ZHANG *et al.*, 2011). Posteriormente, com a percepção da redução no fotoperíodo e, eventualmente um efeito adicional de temperaturas baixas, as concentrações de ABA, SA e JA aumentaram nos ápices dos ramos. Posteriormente, observou-se a paralisação do crescimento dos ramos durante o período de maturação das bagas. Este comportamento, possivelmente, favoreceu a distribuição dos fotoassimilados na planta, priorizando a composição da uva como descrito por vários autores (CONDE *et al.*, 2007; LEEUWEN *et al.*, 2004).

5. CONCLUSÃO

As variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon paralisaram o crescimento dos ramos em fevereiro (no verão), durante a maturação das bagas. A diminuição do fotoperíodo foi determinante para a indução da paralisação do crescimento dos ramos. O efeito da temperatura parece estar associado a uma resposta adicional no processo de aclimatação ao frio. Os fitormônios ABA, SA e JA atuam conjuntamente na sinalização do estímulo ambiental, levando a paralisação do crescimento dos ramos da videira cultivada nas regiões de altitude de Santa Catarina.

6. REFERÊNCIAS

BELHADJ, A.; SAIGNE, C.; TELEF, N.; CLUZET, S.; BOUSCAUT, J.; CORIO-COSTET, M. F.; MÉRILLON, J. M. Methyl jasmonate induces defense responses in grapevine and triggers protection against *Erysiphe necator*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 9119-25, 2006.

BLANCO-WARD, D.; QUELJEIRO, J. M. G.; JONES, G. V. Spatial climate variability and viticulture in the Miño River Valley of Spain. **Vitis**, v. 46, p. 63-70, 2007.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; VIEIRA, H. J.; SILVA, A. L. Shoot growth of Merlot and Cabernet Sauvignon grapevine varieties. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 200-207, 2012.

BORGHEZAN, M.; VILLAR, L.; SILVA, T. C.; CANTON, M.; GUERRA, M. P.; CAMPOS, C. G. C. Phenology and Vegetative Growth in a New Production Region of Grapevines: Case Study in São Joaquim, Santa Catarina, Southern Brazil. **Open Journal of Ecology**, v. 4, p. 321-335, 2014.

BRIGHENTI, A. F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina - Brasil. **Ciência Rural**, v. 43, n. 7, p. 1162-1167, 2013.

BURIN, V.M.; SILVA, A.L.; MALINOVSKI, L.I.; ROSIER, J.P.; FALCÃO, L.D.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Characterization and multivariate classification of grapes and wines of two Cabernet Sauvignon clones. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 5, p. 474-481, 2011.

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.

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.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FERGUSON, J. C.; TARARA, J. M.; MILLS, L. J.; GROVE, G. G.; KELLER, M. Dynamic thermal time model of cold hardiness for dormant grapevine buds. **Annals of Botany**, v. 107, p. 389-396, 2011.

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

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.

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 America wine growing region. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 37, n. 2, p. 61-75, 2010.

HAN, Z.; LIU, G.; RAO, Q.; BAI, B.; ZHAO, Z.; LIUB, H.; WU, A. A liquid chromatography tandem mass spectrometry method for simultaneous determination of acid/alkaline phytohormones in grapes. **Journal of Chromatography B**, 881-882, p. 83-89, 2012.

LANG, G.A. Dormancy: A new universal terminology. **Hortscience**, v. 22, n. 5, p. 817-820, 1987.

LEEUWEN, C.; FRIANT, P.; CHONÉ, X.; TRÉGOAT, O.; KOUNDOURAS, S.; DUBOURDIEU, D. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 55, n. 3, p. 207-217, 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. ; WELTER, L. J. ; BRIGHENTI, A. F. ; VIEIRA, H. J. ; GUERRA, M. P.; SILVA, A. L. Highlands of Santa Catarina (Brazil): a region with high potential for wine production. **Acta Horticulturæ**, v. 931, p. 433-440, 2012.

MIURA, K.; TADA, Y. Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, n. 4, p. 1-12, 2014.

MÜLLER, M.; MUNNÉ-BOSCH, S. Rapid and sensitive hormonal profiling of complex plant samples by liquid chromatography coupled to electrospray ionization tandem mass spectrometry. **Plant Methods**, v. 7, n. 37, p. 1-11, 2011.

OR, E.; BELAUSOVL, E.; POPILEVSKY, I.; BEN TAL, Y. Changes in endogenous ABA level in relation to the dormancy cycle in grapevines grown in a hot climate. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**. v. 75, n. 2, p. 190-194, 2000.

ROBERT-SEILANIANTZ, A.; GRANT, M.; JONES, J.D.G. Hormone crosstalk in plant disease and defense: More than just Jasmonate-Salicylate antagonism. **Annual Reviews of Phytopathology**, v. 49, p. 317-343, 2011.

ROBINSON, S.P.; DAVIES, C. Molecular biology of grape berry ripening. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 6, p. 175-188, 2000.

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.

SHIM, D.; KO, J.; KIM, W.; WANG, Q.; KEATHLEY, D. E.; HAN, K. A molecular framework for seasonal growth-dormancy regulation in perennial plants. **Horticulture Research**, v. 59, n. 1, p. 1-9, 2014.

STACCIARINI-SERAPHIN, E; FRESCHI, L. Ácido Abscísico. In: **Fisiologia Vegetal**. KERBAUY, G. B. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 255-270.

TRAPP, M. A.; SOUZA, G. D.; RODRIGUES-FILHO, E.; BOLAND, W.; MITHÖFER, A. Validated method for phytohormone quantification in plants. **Frontiers in Plant Science**, v.5, n. 417, p. 1-11, 2014.

VICENTE, M.R.; PLASENCIA, J. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n. 10, p. 3321-3338, 2011.

WASTERNACK, C. Jasmonates in plant growth and stress responses. In: TRAN, L.P.; PAL, S. *Phytohormones: A Window to Metabolism, Signaling and Biotechnological Applications*. New York, Springer, 2014, p. 221-263.

WASTERNACK, C.; HAUSE, B. Jasmonates: biosynthesis, perception, signal transduction and action in plant stress response, growth and development. An update to the 2007 review in *Annals of Botany*. **Annals of Botany**, v. 111, n. 6, p. 1021-1058, 2013.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. M.; LIDER, L. A. **General viticulture**. Berkeley: University of California, 1974. 710pp.

ZHANG, Y.; MECHLIN, T.; DAMI, I. Foliar Application of Abscisic Acid Induces Dormancy Responses in Greenhouse-grown Grapevines. **Hortscience**, v. 46, n. 9, p. 1271-1277, 2011.

CAPÍTULO 3 – DIFERENCIAÇÃO FLORAL DA VIDEIRA: VARIEDADES SAUVIGNON BLANC E CABERNET SAUVIGNON CULTIVADAS EM SÃO JOAQUIM, SANTA CATARINA

RESUMO

A diferenciação floral das gemas é dependente de fatores ambientais e varietais, e o momento da formação do primórdio indiferenciado ou *Anlage* que dará início ao primórdio de inflorescência é controverso na literatura. O objetivo deste trabalho foi determinar o início da diferenciação floral e caracterizar a evolução temporal de suas distintas fases, em gemas de videiras (*Vitis vinifera* L.) ‘Sauvignon Blanc’ e ‘Cabernet Sauvignon’, nas condições edafoclimáticas de São Joaquim-SC, no ciclo 2013/2014. Em um delineamento completamente casualizado (DCC), foram marcadas 8 plantas por variedade no vinhedo. E destas, foram coletadas quinzenalmente, as 5 gemas basais de um ramo por planta a partir da brotação (setembro/2013), deixando-se uma gema para o rebrote do ano seguinte. As gemas foram dissecadas, fixadas em solução de glutaraldeído 2,5% com tampão fosfato de sódio 0,1M (pH 7,2), desidratadas em série crescente de etanol, secas em ponto crítico de CO₂ e recobertas com liga de ouro paladium. Foram realizadas observações e a captura das imagens das gemas em microscópio eletrônico de varredura (MEV). Também foram observadas em estereomicroscópio e capturadas as imagens de gemas frescas seccionadas longitudinalmente ao longo do ciclo. Os estádios fenológicos das variedades foram acompanhados através da escala BBCH. O início da diferenciação floral das gemas (formação do *Anlage*) ocorreu com diferença de 13 dias entre as variedades estudadas. Para a Sauvignon Blanc, a iniciação do primórdio indiferenciado ocorreu 25 dias antes da plena floração (30/10/2013), enquanto que para a Cabernet Sauvignon, foi identificada 8 dias antes da plena floração (12/11/2013). O primórdio de inflorescência desenvolvido foi identificado antes da *véraison* para a Sauvignon Blanc e após para a Cabernet Sauvignon.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*, fenologia, biologia floral, ontogenia, *Anlage*, primórdio de inflorescência.

1. INTRODUÇÃO

A videira é uma planta complexa em relação a sua anatomia vegetativa e reprodutiva. A formação de inflorescências e flores na videira envolve três estádios bem definidos: Formação dos primórdios indiferenciados ou *Anlagen*, que são protuberâncias meristemáticas claviformes que surgem dos ápices das gemas latentes, ou seja são “primórdios sem compromisso”, que podem ser direcionados para formar primórdios de inflorescência ou de gavinha; Formação do primórdio de inflorescência, os primórdios que foram direcionados para se desenvolver como inflorescências vão se ramificando repetidamente para formar uma estrutura cônica composta de muitas ramificações arredondadas, assemelhando-se ao final de sua formação, com um pequeno cacho de uva; Formação das flores, fase final da diferenciação do primórdio de inflorescência para formar as flores individuais. Os dois primeiros estádios são completados durante a estação corrente, e o estágio final ocorre pouco antes e durante a brotação da gema na próxima primavera, depois do período de dormência das gemas (BOTELHO *et al.*, 2006; MAY, 2000; SRINIVASAN & MULLINS, 1981).

A indução do primórdio indiferenciado e o desenvolvimento do primórdio de inflorescência podem ocorrer, portanto, em diferentes fases do ciclo fenológico (BOTELHO *et al.*, 2006; CHADHA & SHIKHAMANY, 1999; MULLINS *et al.*, 2000; SWANEPOEL & ARCHER, 1988; VASCONCELOS *et al.*, 2009). O processo de diferenciação do primórdio de inflorescência ocorre, aproximadamente, entre a antese (floração) e a maturação das bagas, sendo concluído no final do verão (CRANE *et al.*, 2012). O desenvolvimento das flores ocorre no final do inverno, durante o inchamento das gemas e a brotação (CARMONA *et al.*, 2008; CRANE *et al.*, 2012).

O florescimento de *Vitis vinifera* é então, dependente de dois ciclos vegetativos para ocorrer, e as gavinhas e inflorescências têm uma origem comum conhecida como *anlage* ou primórdio indiferenciado (CARMONA *et al.*, 2008; VASCONCELOS *et al.*, 2009).

A diferenciação floral das gemas é dependente de vários fatores internos e externos à planta. O destino do primórdio indiferenciado depende do equilíbrio citocinina/giberelina. As citocininas promovendo a transição para a formação do primórdio de inflorescência e as giberelinas inibindo, levando a formação de gavinhas (CRANE *et al.*, 2012). Altas temperaturas e alta luminosidade são estímulos de indução para o desenvolvimento de inflorescências nas gemas (CRANE, *et al.*,

2012), enquanto o fotoperíodo e a vernalização não são muito relevantes (VASCONCELOS *et al.*, 2009).

A morfologia complexa da biologia floral da videira e a origem das inflorescências foram esclarecidas de forma detalhada utilizando imagens de microscopia eletrônica de varredura (SRINIVASAN & MULLINS, 1981). Outros trabalhos recentemente ampliaram os conhecimentos sobre o desenvolvimento dos primórdios de inflorescência e o florescimento da videira (BOSS *et al.*, 2003; WATT *et al.*, 2008).

Alguns autores citam que a formação do primórdio reprodutivo indiferenciado, em condições de clima temperado, ocorre no momento da mudança da coloração dos ramos de verde para marrom (início da lignificação, geralmente após a frutificação), e a diferenciação final em primórdio de inflorescência somente acontece próximo à entrada da dormência das gemas (BOTELHO *et al.*, 2006; MULLINS *et al.*, 2000). Por outro lado, em revisão realizada por Chadha & Shikhamany (1999), os autores relatam que nesta condição de clima, a diferenciação das gemas coincide com a fase de frutificação ou pegamento de frutos (*fruit set*). Swanepoel & Archer (1988) relataram que a iniciação do primórdio indiferenciado, também chamado de *anlage*, em Chenin Blanc, na gema basal, começou 12 a 15 dias antes da floração, e que a iniciação e diferenciação do primeiro e segundo primórdios de inflorescência nos dois nós basais estava completa aos 25 dias após a floração.

Algumas contradições podem ser identificadas na literatura em relação ao momento da diferenciação floral. As variedades de videira e as condições climáticas nas diferentes regiões de cultivo proporcionam diferenças em relação ao momento da iniciação (formação do *anlage*) e diferenciação das inflorescências (formação do primórdio de inflorescência). Ainda existem algumas lacunas sobre o processo de florescimento da videira, sendo que uma melhor compreensão poderá trazer benefícios do ponto de vista produtivo e qualitativo (VASCONCELOS *et al.*, 2009). Entretanto, para as condições de cultivo do Sul do Brasil, mais precisamente para as regiões de altitude de Santa Catarina, estes estudos ainda não foram realizados.

2. OBJETIVO

Determinar o início da diferenciação floral e caracterizar a evolução temporal de suas distintas fases, em gemas de videiras (*Vitis vinifera* L.) ‘Sauvignon Blanc’ e ‘Cabernet Sauvignon’, nas condições edafoclimáticas de São Joaquim-SC, no ciclo 2013/2014.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental está localizada em um vinhedo da empresa Villa Francioni Agro Negócios S.A., a uma altitude de 1.293m (28°15'13"S e 49°57'02"W) no município de São Joaquim, Santa Catarina, Brasil. Foram avaliadas duas variedades de videira (*Vitis vinifera* L.): Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon. O vinhedo foi implantado em dezembro de 2002, sendo as plantas enxertadas sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, conduzidas em sistema espaldeira, espaçadas em 3,0 metros entre linhas e 0,75 metros entre plantas, com orientação N-S e cobertas com tela antigranizo e anti-UV, com sombreamento de 9% (especificações Lahuman Ltda). O clima é classificado como Cfb, segundo a classificação de Köppen. E o solo é classificado como NEOSSOLO LITÓLICO (EMBRAPA, 2006).

A partir da brotação, os ramos foram conduzidos na posição vertical para uma melhor disposição do dossel. A poda da 'Cabernet Sauvignon' foi realizada em 30/08/2013, em sistema de cordão esporonado unilateral, e a poda da 'Sauvignon Blanc' foi realizada em 11/09/2013, em sistema misto de cordão esporonado unilateral com uma vara sobreposta. A diferença na poda ocorreu apenas devido ao manejo adotado pela administração do vinhedo, não tendo nenhuma finalidade para este estudo. A carga de gemas foi definida mantendo-se 2 gemas por esporão e 8 gemas na vara, sendo mantidas cerca de 30 gemas por planta para ambas as variedades.

A partir da brotação, os ramos foram conduzidos na posição vertical para uma melhor disposição do dossel. Não foi realizado o desponte dos ramos e também não foram retiradas as feminelas durante o ciclo vegetativo. A desfolha na região dos cachos foi realizada após a mudança de cor e/ou amolecimento das bagas (*veraison*).

As coletas das gemas foram realizadas quinzenalmente, sendo estas iniciadas a partir da brotação (setembro de 2013) no ciclo 2013/2014. Utilizou-se o delineamento completamente casualizado (DCC) com 8 repetições. Foram coletadas as 5 gemas basais de um ramo por planta, deixando-se apenas uma gema para o rebrote do ano seguinte. As plantas foram selecionadas aleatoriamente no vinhedo e marcadas para que a coleta fosse realizada sempre nas mesmas plantas durante todo o ciclo.

No laboratório, as gemas foram agrupadas conforme a sua posição no ramo (G1 a G5). As mesmas foram dissecadas com bisturi e pinça. Foram então fixadas em solução de glutaraldeído 2,5% com tampão fosfato de sódio 0,1M (pH 7,2) por no mínimo 3 horas,

desidratadas em série crescente de etanol (10 a 70%) e armazenadas em temperatura ambiente. Para análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV), as amostras foram desidratadas em série crescente de etanol (70 a 100%) e secas em ponto crítico de CO₂ EM-CPD-030 (Leica, Heidelberg, Alemanha) pelo método de Horridge & Tamm (1969). Em seguida, as amostras foram aderidas a suportes metálicos (Stub), com fita de carbono dupla face, e recobertas em metalizador (LEICA EM SCD 500) com liga de ouro paladium. As gemas foram então visualizadas e suas imagens capturadas em microscópio eletrônico de varredura (MEV) Jeol JSM 6390 LV (JEOL Ltd., 56 Tokyo, Japan, at 10 kV). Foram observadas 2 gemas por posição no ramo, para cada data de coleta em ambas as variedades, compreendendo o período entre 30/10/13 a 18/02/14. Estas observações foram realizadas no Laboratório Central de Microscopia Eletrônica da UFSC - LCME/UFSC.

Para cada data de coleta, no período entre 16/10/13 a 18/03/14, foram selecionadas, aleatoriamente, 2 gemas de cada posição no ramo, em ambas as variedades. Estas gemas foram seccionadas longitudinalmente e observadas em estereomicroscópio (Olympus SZH10 Research Stereo), buscando-se a identificação do primórdio de inflorescência (PI). As imagens foram capturadas através de câmera fotográfica digital (Olympus DP71 U-TV0.5XC-3 Japan) acoplada ao equipamento. Estas observações foram realizadas no Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal/CCA-UFSC.

Os resultados foram analisados através de estatística descritiva. Foram considerados oito estádios de desenvolvimento (E₀ a E₇) para descrição da diferenciação floral em gemas de videira, conforme metodologia descrita por Srinivasan & Mullins (1981).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que a formação do primórdio foliar (PF) ocorre no flanco do ápice da gema (A). Enquanto que a formação do primórdio indiferenciado (AL), posteriormente primórdio de inflorescência, ocorre a partir de uma bissecção central do ápice da gema (Figura 3.1). Esse resultado está de acordo com o descrito por Srinivasan & Mullins, (1981).

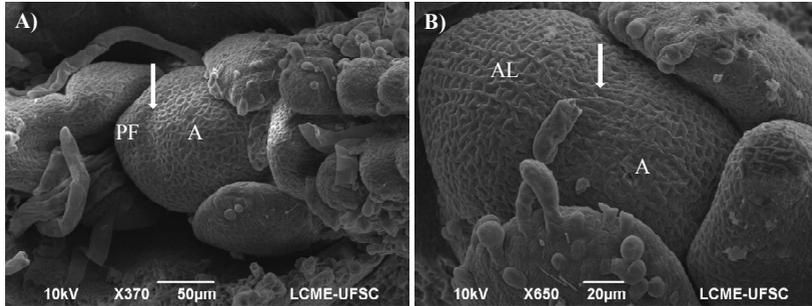


Figura 3. 1. Início do desenvolvimento dos primórdios em gemas de videira (*Vitis vinifera*), cultivada em São Joaquim-SC. A seta indica o local onde ocorreu a divisão no ápice da gema: na imagem (A), a divisão ocorreu no flanco do ápice (A) para formar um primórdio de folha (PF); e na imagem (B), ocorreu a bissecção central do ápice (A) para formar o primórdio indiferenciado ou *Anlage* (AL).

Durante o ciclo vegetativo da videira, foram identificados diferentes estádios da diferenciação floral e desenvolvimento das gemas das variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC. No entanto, as coletas quinzenais não permitiram a observação de todos os estádios da formação do primórdio de inflorescência (E_0 a E_7) para cada variedade individualmente. Também não foi possível observar diferença temporal dos estádios nas diferentes posições da gema no ramo (G_1 a G_5). Assim, a Figura 3.2 apresenta a descrição dos estádios E_0 a E_7 da diferenciação floral da gema da videira, em conjunto, para as duas variedades observadas. As imagens ilustram as fases de desenvolvimento identificadas para as variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC, no ciclo 2013/2014.

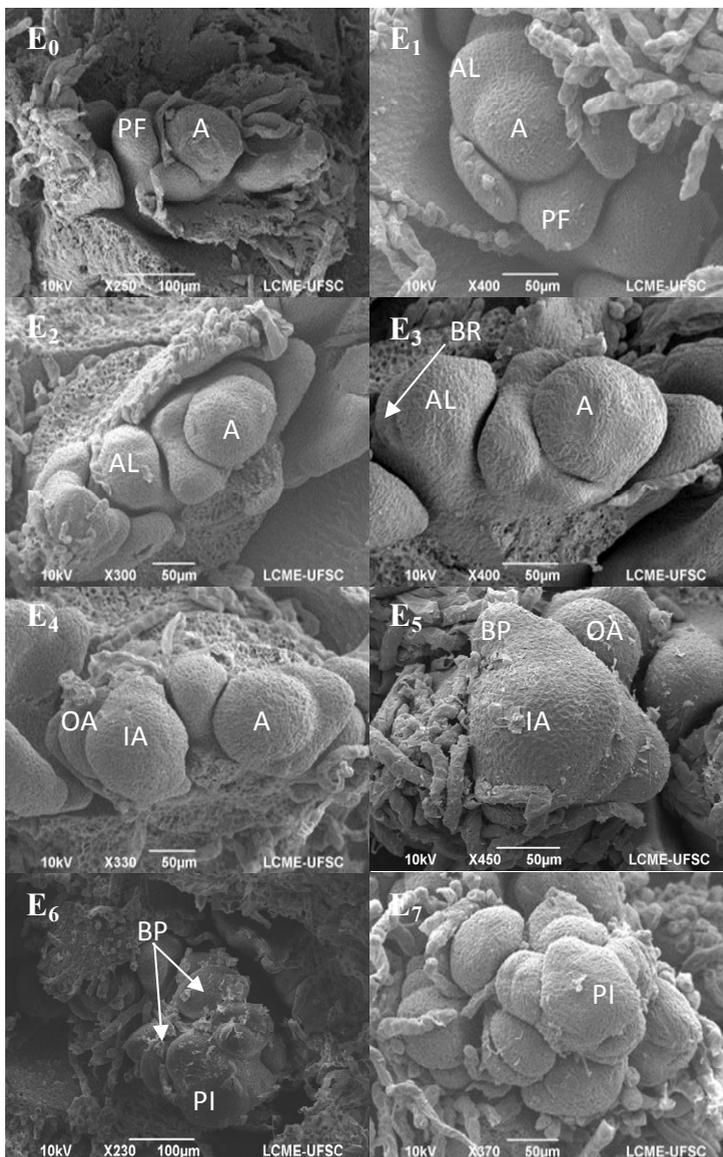


Figura 3. 2. Estádios da diferenciação floral em gemas da videira (*Vitis vinifera* L.), variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC. Baseado em Srinivasan & Mullins (1981). E₀: Ápice (A) da gema latente jovem apenas com formação de primórdios foliares (PF); E₁: O ápice se divide em dois, a divisão ocorre no meio do ápice, para formar o primórdio

indiferenciado ou *Anlage* (AL), em posição oposta ao primórdio foliar (PF) mais jovem; E₂: O primórdio indiferenciado (AL) se separa do ápice e desenvolve-se em uma estrutura larga, disforme ou obovada; E₃: Formação do primórdio de bráctea (BR) no flanco abaxial do primórdio indiferenciado (AL); E₄: Divisão do primórdio de inflorescência para formar um braço interno (IA) e um braço externo (OA). O braço interno torna-se o eixo principal da inflorescência e o braço externo torna-se a ramificação proximal da inflorescência; E₅: Crescimento do eixo principal (braço interno - IA) para dar origem à primeira ramificação do primórdio (BP); E₆: Crescimento do eixo principal do primórdio de inflorescência para formar diversas ramificações dos primórdios (BP) e primórdios de brácteas (BR); E₇: Primórdio de inflorescência (PI) desenvolvido numa gema latente dormente madura, com primórdio ramificado (BP) e brácteas (BR).

Segundo Srinivasan & Mullins (1981), a gema latente produz de 6 a 10 primórdios de folha e até 3 primórdios de inflorescência antes de se tornar dormente durante o inverno. Para as variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC, foram encontrados até 6 primórdios de folha e no máximo 2 primórdios de inflorescência.

No Estádio E₀, o desenvolvimento do ápice resulta na formação de estruturas vegetativas (primórdios foliares). No início da diferenciação floral (E₁), ocorre a formação do *anlage*, estrutura ainda indefinida, mas distinta do primórdio foliar (Figura 3.2). O *anlage* pode se desenvolver em gavinha (estrutura de suporte) ou primórdio de inflorescência, dependendo da sinalização hormonal e das condições do meio (E₂ à E₅). Após a separação do meristema apical, inicia sua estruturação. A diferença essencial entre os primórdios de gavinhas e de inflorescências está no número de ramificações do *anlage* (SRINIVASAN & MULLINS, 1981). Estes autores afirmam que os *anlagen* que se ramificam repetidas vezes darão origem a primórdios de inflorescência, enquanto que os com poucas ramificações originarão gavinhas. Esta sequência de eventos está de acordo com as descrições de Crane *et al.* (2012) e Vasconcelos *et al.* (2009). Nos estádios E₆ e E₇, observam-se as diversas ramificações do primórdio e a presença das brácteas (Figura 3.2). Ao final da formação (E₇), o grau de ramificação do braço interno diminui gradualmente em direção acrópeta, o que dá ao primórdio de inflorescência um formato cônico, lembrando um cacho (BOTELHO *et al.*, 1996; SRINIVASAN & MULLINS, 1981; VASCONCELOS *et al.*, 2009). O primórdio de inflorescência totalmente formado, assemelhando-se a um pequeno cacho de uva, também foi observado em estereomicroscópio (Figura 3.3).

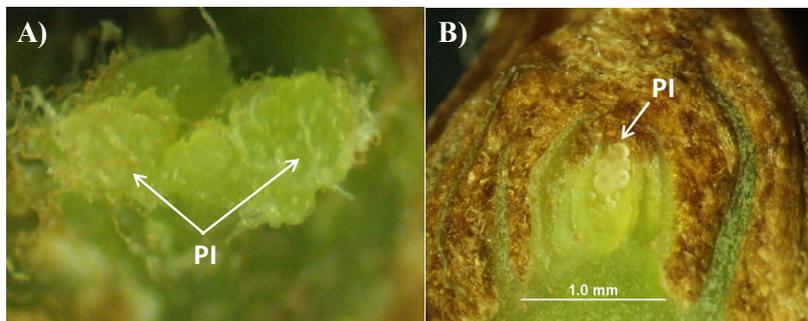


Figura 3.3. Morfologia do primórdio de inflorescência em gemas de videira (*Vitis vinifera*), em ramo do ano, variedade Cabernet Sauvignon. As setas indicam os primórdios de inflorescência (PI) na gema dissecada (A) e na gema em corte longitudinal (B).

Verificou-se entre 5 e 7 escamas de cada lado protegendo as estruturas internas da gema, como os primórdios e o ápice meristemático. Pode-se observar a presença de muitos tricomas (TRI) entre estas escamas, e também entre os primórdios de folha (PF) e os primórdios de inflorescência (PI), protegendo a gema como um todo. Verificou-se a formação dos tricomas (TRI) na face abaxial do primórdio foliar (PF) (Figura 3.4). Os tricomas ou pêlos epidérmicos tem a função de proteção do interior da gema contra desidratação e térmica, como parte da estratégia de adaptação da planta ao frio durante o período de dormência (CARMONA *et al.*, 2007). Além dessas, sugere-se que também apresentem a função de proteção mecânica, minimizando os danos em decorrência de impactos e esmagamento.

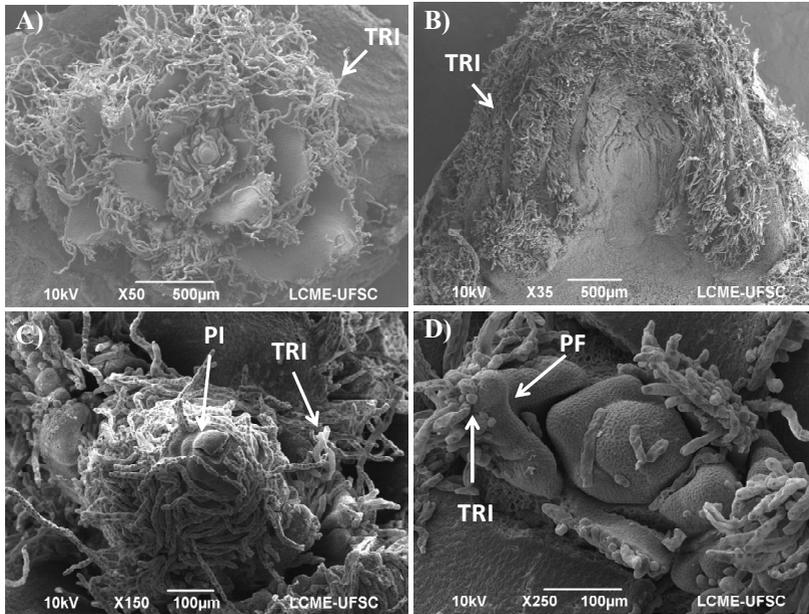


Figura 3. 4. Imagens da estrutura interna das gemas da videira (*Vitis vinifera* L.), variedades Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc, cultivadas em São Joaquim-SC. As imagens (A) e (B) mostram a presença de tricomas (TRI) nas escamas das gemas; a imagem (C) mostra os tricomas (TRI) envolvendo o primórdio de inflorescência (PI) e a imagem (D) mostra os tricomas (TRI) emergindo da face abaxial do primórdio foliar (PF).

Com as observações em estereomicroscópio o primórdio de inflorescência (PI) só pode ser verificado com clareza a partir do início de fevereiro de 2014, pouco depois do *véraison*, sendo 143 DAB para Sauvignon Blanc e 139 DAB para a Cabernet Sauvignon (Figura 3.5). Souza (2013), identificou a presença do primórdio de inflorescência em estereomicroscópio e em microscopia óptica aos 105 dias após a brotação para a variedade Niágara Rosada, cultivada no Rio de Janeiro.

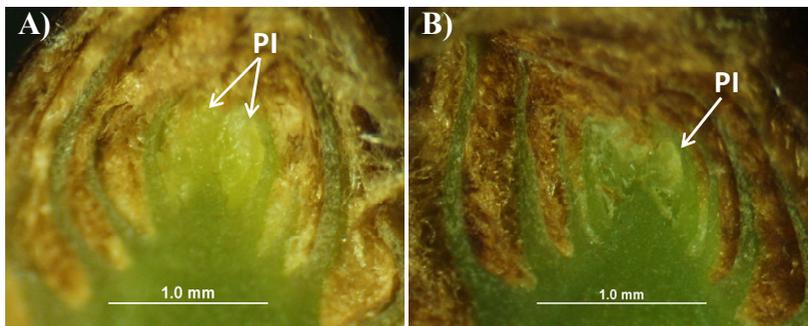


Figura 3. 5. Secção longitudinal de gemas de videira (*Vitis vinifera* L.), variedades Sauvignon Blanc (A) e Cabernet Sauvignon (B), com destaque para o primórdio de inflorescência (PI), em 04/02/2014.

A plena floração ocorreu em 20/11/13 para Cabernet Sauvignon e em 24/11/13 para Sauvignon Blanc (Figura 3.6). Através das imagens de microscopia eletrônica de varredura foi possível visualizar o meristema apical em início de divisão, estágio 1 (E_1), na gema dois (G2) da variedade Sauvignon Blanc, em 30/10/13 (46 dias após a brotação - DAB), ou seja 25 dias antes da plena floração (Figuras 3.7A e 3.6). Em 11/12/13 foi possível observar a estrutura do primórdio de inflorescência (PI) em fase final de formação, estágio 6 (E_6), para esta variedade (Figura 3.8A), estágio observado entre a plena floração e o *véraison* (Figura 3.6). Para a variedade Cabernet Sauvignon foi possível visualizar o meristema apical em divisão, estágio 1 (E_1), na gema dois (G2) em 12/11/13 (55 DAB), ou seja 8 dias antes da plena floração (Figura 3.7B e 3.6). Em 11/12/13 também foi possível observar a estrutura do primórdio de inflorescência (PI) para esta variedade, porém com a formação mais atrasada, estágio 3 (E_3) (Figura 3.8B), estágio observado entre a plena floração e o *véraison* (Figura 3.6). Ou seja, na mesma data o PI estava em um estágio mais atrasado para a ‘Cabernet Sauvignon’ do que para a ‘Sauvignon Blanc’. Esse resultado mostra que o momento da diferenciação floral é diferente para as duas variedades. E que o evento fenológico mais próximo do início da diferenciação floral em gemas da videira é a floração.

SB

Brotação	Floração	<i>Véraison</i>	Colheita
14/09/2013	24/11/2013	28/01/2014	13/03/2014
72	65	44	
E ₀ ; E ₁	E ₂ ; ... E ₇		
137			
181			

CS

Brotação	Floração	<i>Véraison</i>	Colheita
18/09/2013	20/11/2013	31/01/2014	07/04/2014
64	72	66	
E ₀ ; E ₁	E ₂ ; E ₃ ; ...	E ₇	
136			
202			

Figura 3. 6. Modelo esquemático dos estádios da diferenciação floral identificados durante o ciclo de desenvolvimento da videira (*Vitis vinifera* L.), variedades Sauvignon Blanc (SB) e Cabernet Sauvignon (CS), cultivadas em São Joaquim-SC, no ciclo 2013/2014.

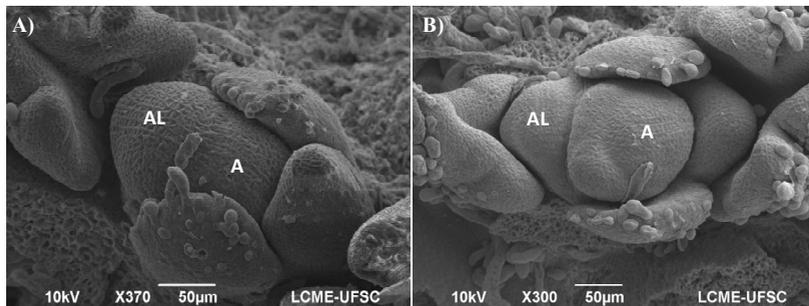


Figura 3. 7. Momento da divisão do ápice (A) da gema da videira (*Vitis vinifera* L.) para a formação do primórdio indiferenciado (AL) nas variedades Sauvignon Blanc (A), em 30/10/2013 e Cabernet Sauvignon (B), em 12/11/2013. Gemas de posição dois (G2) e três (G3) no ramo, respectivamente.

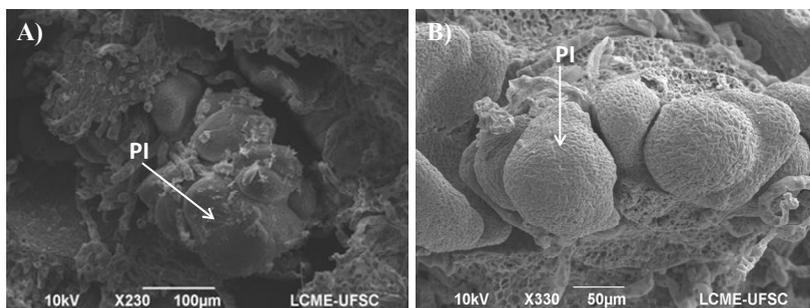


Figura 3. 8. Primórdio de inflorescência (PI) da gema da videira (*Vitis vinifera* L.) de posição dois (G2) no ramo, variedades Sauvignon Blanc (A) e Cabernet Sauvignon (B), em 11/12/2013. PI no estágio 6 em (A) e no estágio 3 em (B).

Estes resultados estão de acordo com a literatura (CRANE *et al.*, 2012; VASCONCELOS *et al.*, 2009; WATT *et al.*, 2008; BOTELHO *et al.*, 2006), indicando que dependendo das condições climáticas e da variedade, o início da diferenciação floral pode ocorrer em diferentes momentos do período de desenvolvimento da videira. Estes trabalhos também sugerem que é no período próximo a antese que ocorre a indução e início da diferenciação floral. Esta diferença no desenvolvimento das estruturas reprodutivas entre as variedades também foi sugerida por Vasconcelos *et al.* (2009), Carmona *et al.* (2008) e Watt *et al.* (2008). Sob condições climáticas mais quentes, a formação dos *anlagen* ocorre antes do que em plantas mantidas em condições de climas mais amenos (VASCONCELOS *et al.*, 2009; WATT *et al.*, 2008). Essas descrições indicam que os eventos relacionados com a

biologia floral da videira, também podem apresentar variações no momento da diferenciação das gemas, entre os ciclos fenológicos. Esse comportamento pode afetar em algumas situações particulares a formação dos primórdios de inflorescência e a fertilidade das gemas, podendo resultar em irregularidade da produção de alguns vinhedos e ou variedades. Para uma avaliação do processo de ontogênese de forma mais detalhada, a coleta de gemas com intervalos de tempo menores é recomendada.

5. CONCLUSÃO

Nas condições de São Joaquim-SC, o início da diferenciação floral das gemas da videira ocorreu antes da floração. A formação do primórdio indiferenciado (*Anlage*) foi observada primeiro para a Sauvignon Blanc e 13 dias depois Cabernet Sauvignon. O primórdio de inflorescência totalmente desenvolvido foi identificado para a Sauvignon Blanc antes da *véraison*, enquanto que para a Cabernet Sauvignon após este estágio fenológico. A análise em estereomicroscópio possibilitou identificar a presença do primórdio de inflorescência somente na fase final de formação.

6. REFERÊNCIAS

- BOSS, P. K.; BUCKERIDGE, E. J.; POOLE, A. New insights into grapevine flowering. **Functional Plant Biology**, Victoria, v.30, n.6, p.593-606, 2003.
- BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M. Fertilidade de gemas em videiras: fisiologia e fatores envolvidos. **Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v.2, n.1, p. 129-144, 2006.
- CARMONA, M. J.; CHAIB, J.; MARTINEZ-ZAPATER, J. M.; THOMAS, M. R.. A molecular genetic perspective of reproductive development in grapevine. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 10, p. 2579-2596, 2008.
- CARMONA, M. J., CUBAS, P., CALONJE, M., MARTINEZ-ZAPATER, J. M. Flowering transition in grapevine (*Vitis vinifera* L.). **Canadian Journal of Botany**, v. 85, p. 701-711, 2007.

CHADHA, K. L.; SHIKHAMANY, S.D. **The grape: Improvement, production and postharvest management**. New Delhi: Malhotra Publishing House, 1999. 579p.

CRANE, O.; HALALY, T.; PANG, X.; LAVEE, S.; PERL, A.; VANKOVA, R.; OR, E. Cytokinin-induced VvTFL1A expression may be involved in the control of grapevine fruitfulness. **Planta**, v. 235, p. 181-192, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

MAY, P. From bud to berry, with special reference to inflorescence and bunch morphology in *Vitis vinifera* L. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 6, p.82-98, 2000.

MULLINS, M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L.E. **Biology of the grapevine**. Cambridge: University Press, 2000. 239p.

SOUZA, G. M. Desenvolvimento e morfologia de inflorescências em videiras ‘Niagara Rosada’ (*Vitis labrusca* L.). **Tese de Doutorado** (Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, RJ. 2013. 93p.

SRINIVASAN, C.; MULLINS, M. G. Physiology of flowering in the grapevine – A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 32, n. 1, 1981.

SWANEPOEL, J. J.; ARCHER, E. The ontogeny and development of *Vitis vinifera* L. cv. Chenin blanc inflorescence in relation to phenological stages. **Vitis**, v. 27, p. 133-141, 1988.

VASCONCELOS, M. C., GREVEN, M., WINEFIELD, C. S., TROUGHT, M.C.T., RAW, V. The flowering process of *Vitis vinifera*: A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 60, n. 4, p. 411-434, 2009.

WATT, A. M.; DUNN, G. M.; MAY, P. B.; CRAWFORD, S. A.; BARLOW, E. W. R. Development of inflorescence primordia in *Vitis*

vinifera L. cv. Chardonnay from hot and cool climates. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 14, p. 46-53, 2008.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão do comportamento ecofisiológico da videira nessas novas regiões de cultivo serve de base para geração de tecnologias e estratégias de manejo que visem o aprimoramento dos vinhedos. O objetivo deste trabalho foi elucidar alguns pontos ainda desconhecidos no desenvolvimento da videira cultivada em São Joaquim, Santa Catarina.

Os resultados apresentados neste estudo retratam as condições reais de campo e trouxeram esclarecimentos importantes para os temas abordados. As coletas quinzenais não foram suficientes para observar todos os estádios iniciais da diferenciação floral, como foi desejado para cada variedade. Pode-se observar que esse processo de desenvolvimento ocorre rapidamente. Esse resultado serve de base para trabalhos futuros, que devem ter intervalos de coletas menor do que 15 dias.

Este trabalho apresenta um avanço no entendimento dos fatores ambientais que induzem à paralização do crescimento dos ramos. A partir deste estudo, pode-se identificar que o fotoperíodo é o fator climático mais importante nesse processo e que as baixas temperaturas potencializam essa resposta. Embora estes sejam resultados preliminares, pode-se verificar a importância de alguns grupos hormonais envolvidos na sinalização da resposta ambiental.

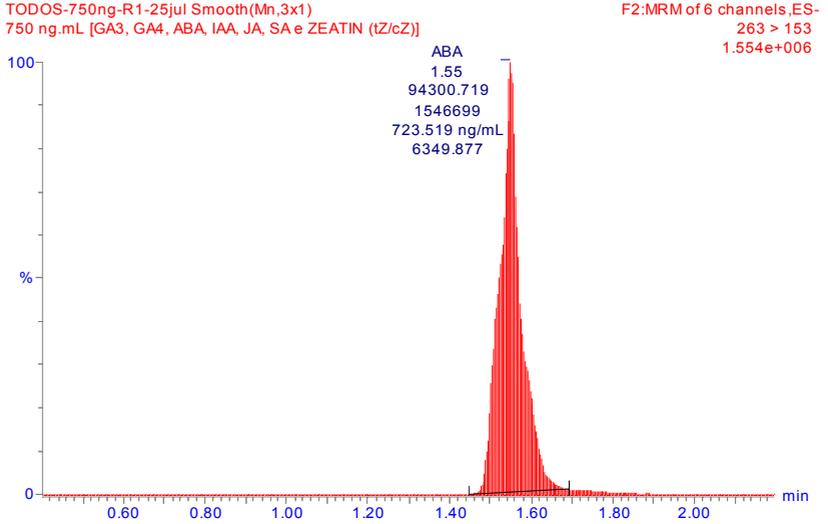
Em relação a descrição do perfil hormonal para as variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC, continua sendo um desafio a quantificação de várias classes hormonais na mesma análise. A investigação de potenciais causas para a não quantificação de alguns grupos hormonais ainda precisa ser esclarecida. Acredita-se que pigmentos como clorofilas e carotenoides podem causar interferências nas leituras, diminuindo a relação sinal/ruído e com isso prejudicando a identificação e quantificação dos hormônios nas amostras. Nesse sentido, sugere-se que seja realizada uma etapa de purificação das amostras, após a etapa de extração, para retirada dos pigmentos. Também sugere-se testes de concentração das amostras, pois a maioria dos hormônios estão em quantidades muito pequenas nos tecidos vegetais e por esse motivo podem não ser detectadas pelo equipamento. Neste estudo foram realizados testes de purificação da amostra: com coluna C18 SPE Supelco[®] e também com carvão ativado na amostra, com posterior centrifugação e filtragem, mas não obteve-se êxito nos resultados. Também realizou-se testes de secagem da amostra com de nitrogênio gasoso para retirada de parte do solvente de extração e concentração da amostra, que do mesmo modo não obteve-se êxito.

A proposta deste estudo foi ousada por pretender-se desenvolver um grande volume de trabalho em menos de dois anos, tempo necessário para execução do projeto de mestrado. No entanto, os resultados trouxeram a satisfação pessoal pelo aprendizado promovido e conhecimento gerado. Além disso, abrem-se portas para um estudo mais profundo e específico no que diz respeito aos temas: diferenciação floral e perfil hormonal da videira.

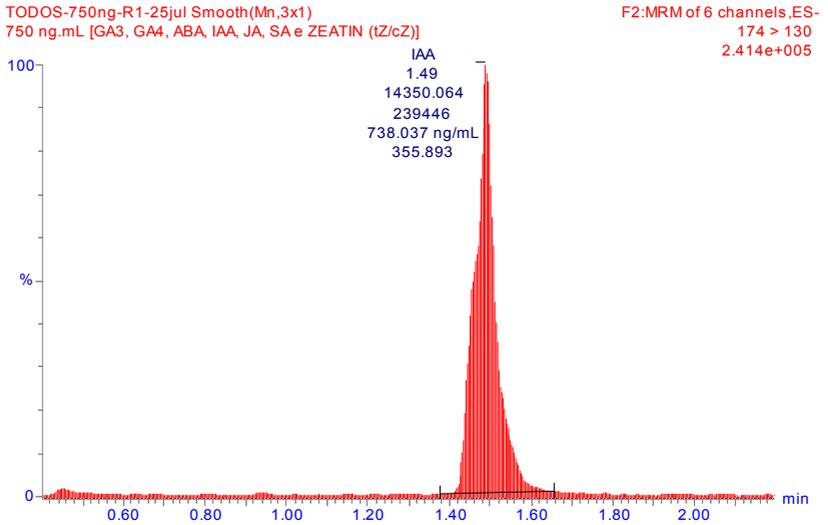
APÊNDICES

APÊNDICE A - Gráficos dos picos de identificação dos hormônios: ABA (A), AIA (B), GA₃ (C), GA₄ (D), cZ (E), tZ (F), JA (G) e SA (H).

A)



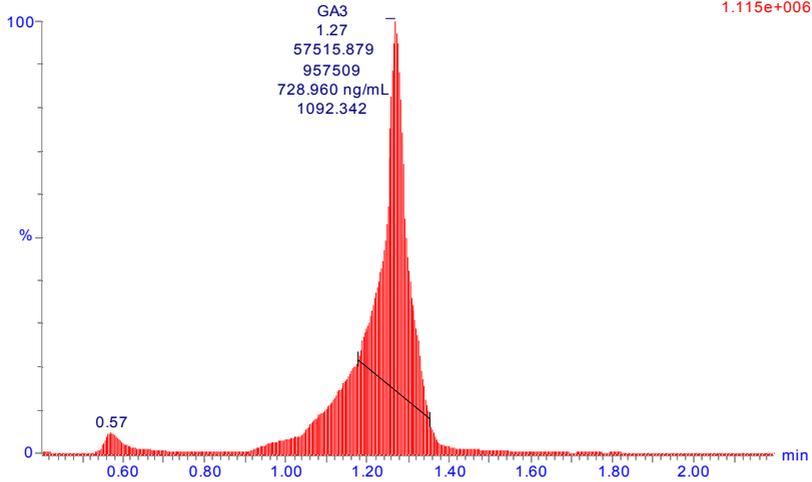
B)



C)

TODOS-750ng-R1-25jul Smooth(Mn,3x1)
750 ng.mL [GA3, GA4, ABA, IAA, JA, SA e ZEATIN (tZ/cZ)]

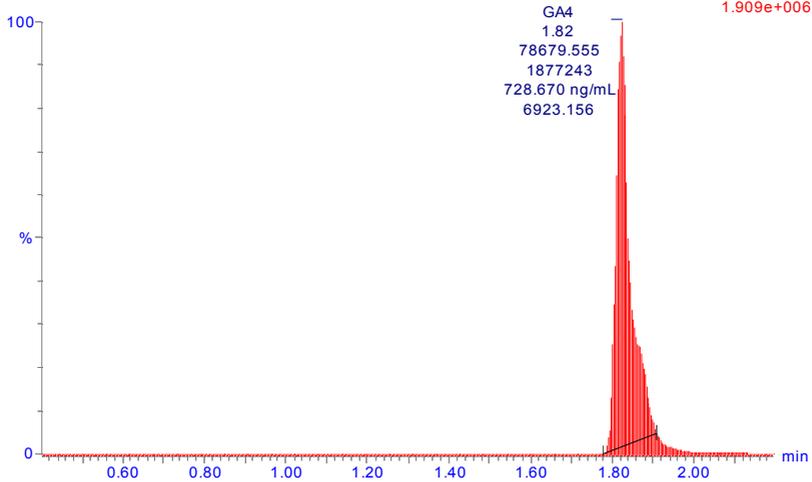
F2:MRM of 6 channels,ES-
345 > 142
1.115e+006



D)

TODOS-750ng-R1-25jul Smooth(Mn,3x1)
750 ng.mL [GA3, GA4, ABA, IAA, JA, SA e ZEATIN (tZ/cZ)]

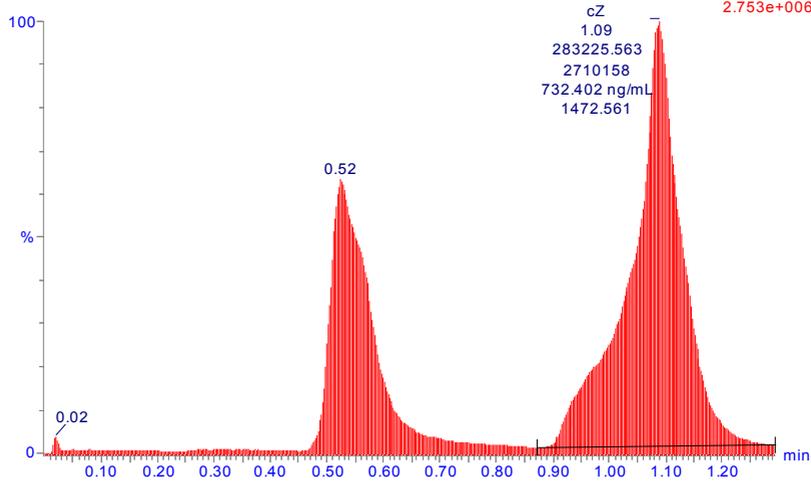
F2:MRM of 6 channels,ES-
331 > 213
1.909e+006



E)

TODOS-750ng-R1-25jul Smooth(Mn,3x1)
750 ng.mL [GA3, GA4, ABA, IAA, JA, SA e ZEATIN (tZ/cZ)]

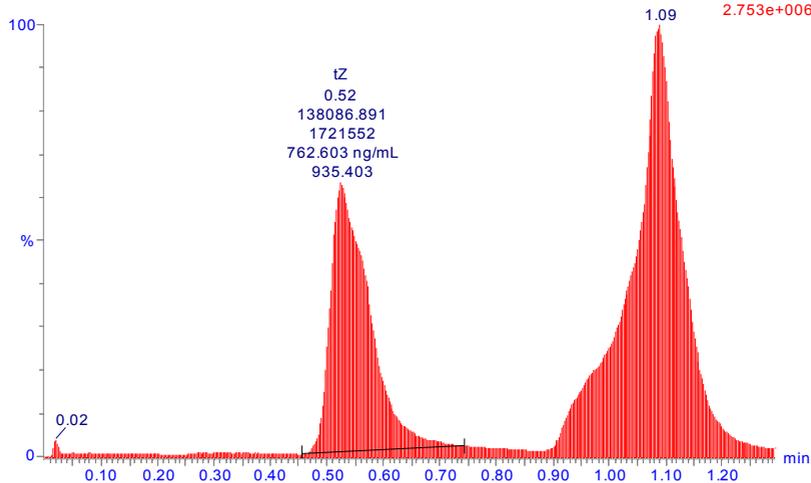
F1:MRM of 1 channel,ES+
220 > 136
2.753e+006



F)

TODOS-750ng-R1-25jul Smooth(Mn,3x1)
750 ng.mL [GA3, GA4, ABA, IAA, JA, SA e ZEATIN (tZ/cZ)]

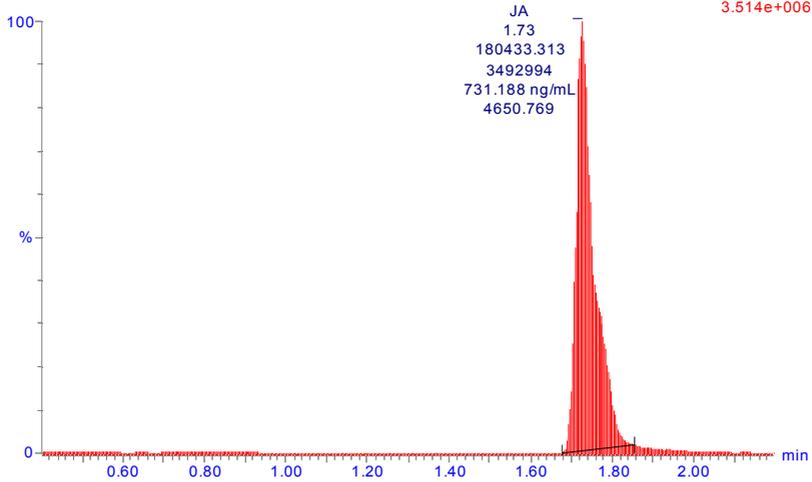
F1:MRM of 1 channel,ES+
220 > 136
2.753e+006



G)

TODOS-750ng-R1-25jul Smooth(Mn,3x1)
750 ng.mL [GA3, GA4, ABA, IAA, JA, SA e ZEATIN (tZ/cZ)]

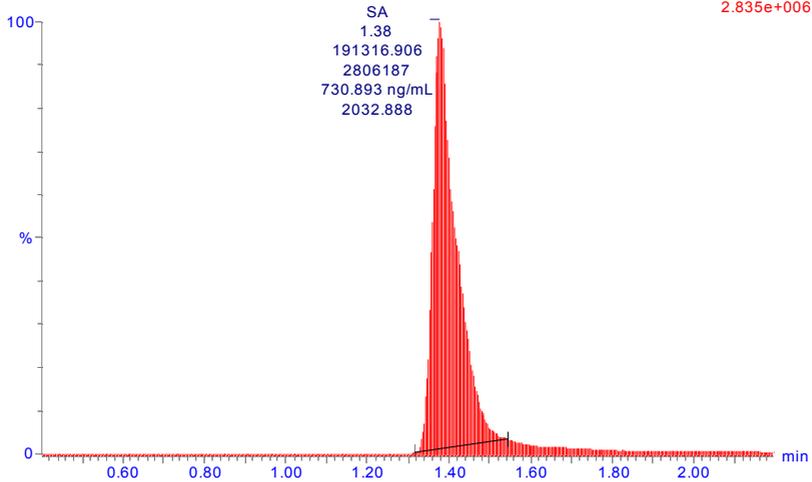
F2:MRM of 6 channels,ES-
209 > 59
3.514e+006



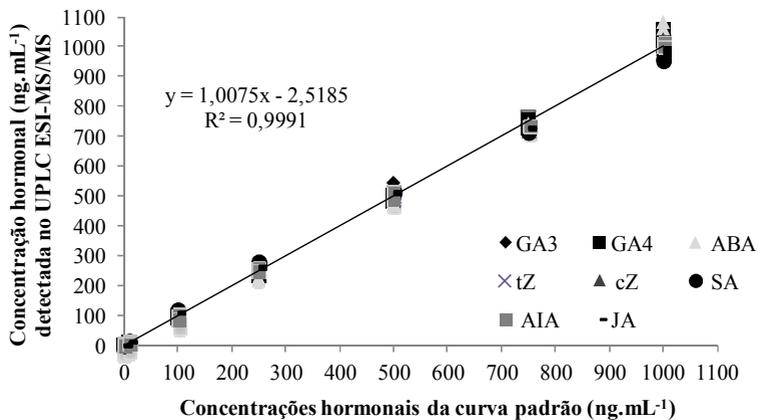
H)

TODOS-750ng-R1-25jul Smooth(Mn,3x1)
750 ng.mL [GA3, GA4, ABA, IAA, JA, SA e ZEATIN (tZ/cZ)]

F2:MRM of 6 channels,ES-
137 > 93
2.835e+006



APÊNDICE B - Curva padrão utilizada para a quantificação dos fitormônios: ácido abscísico (ABA), ácido indol acético (AIA), ácido giberélico (GA₃ e GA₄), *cis* Zeatina (cZ) e *trans* Zeatina (tZ), ácido jasmônico (JA), e, ácido salicílico (SA), analisados por UPLC e ESI-MS/MS.

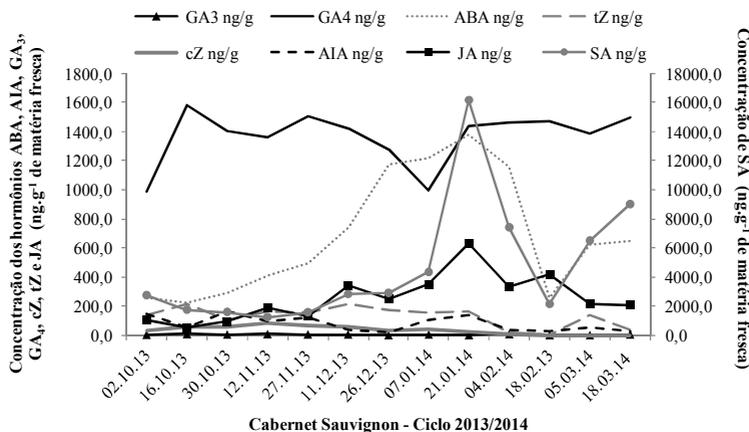
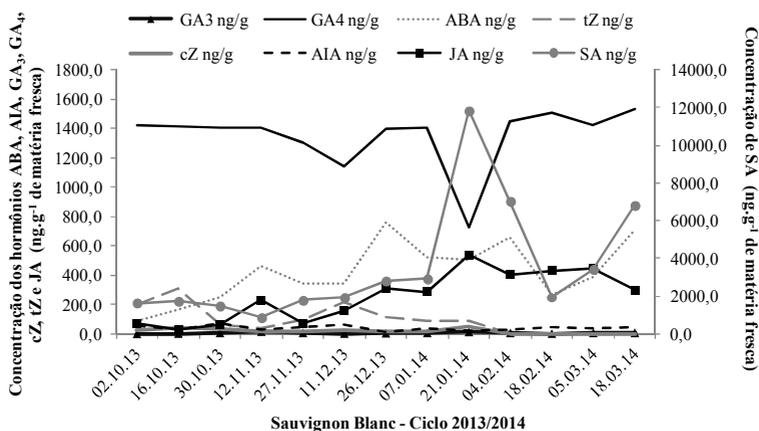


APÊNDICE C - Perdas estimadas (%) na quantificação dos fitormônios: ácido abscísico (ABA), ácido indol acético (AIA), ácido giberélico (GA₃ e GA₄), *cis* Zeatina (cZ) e *trans* Zeatina (tZ), ácido jasmônico (JA), e, ácido salicílico (SA), analisados por UPLC e ESI-MS/MS.

Hormônio	Perda (%)
ABA	80,5
tZ	65,8
cZ	63,4
SA	78,3
JA	19,7
AIA	65,0
GA ₃	93,6
GA ₄	45,0

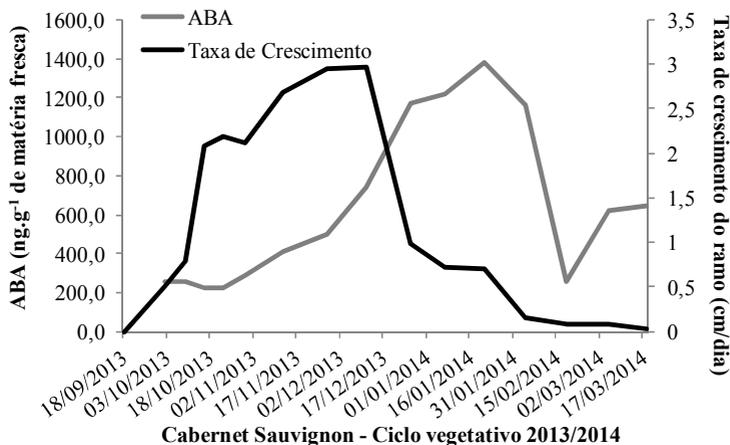
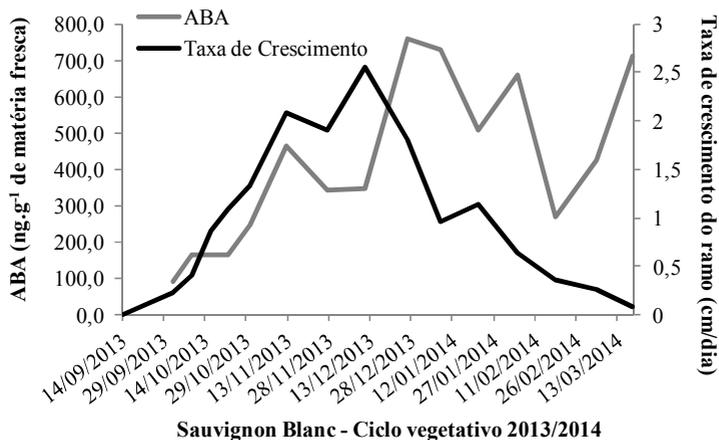
*Dados médios considerados para os resultados das análises em ápices dos ramos da ‘Sauvignon Blanc’ e da ‘Cabernet Sauvignon’.

APÊNDICE D - Perfil hormonal em ápices dos ramos da videira, variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC, no ciclo 2013/2014.



*Os resultados dessas análises não foram significativos para a quantificação dos hormônios AIA, GA₃, GA₄, *cis*Z e *trans*Z nos tecidos vegetais. Apesar de serem identificados, as leituras ficaram abaixo do limite de quantificação para o sinal/ruído (S/R<10), indicando muita interferência no sinal.

APÊNDICE E - Variação da taxa de crescimento e da concentração de ácido abscísico (ABA) nas variedades Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC, no ciclo 2013/2014.



ANEXOS

ANEXO A - Laudo de análise química do solo da área experimental do vinhedo. Solo identificado como NEOSSOLO LITÓLICO.

Cód. Lab.		Gleba		pH H ₂ O	Ind. SMP	Al	Ca	Mg	H + Al	CTC (pH 7,0)	CTC (efetiva)	K	Na	pH CaCl ₂	pH KCl	
											mg/dm ³					
1500503	Amostra 01 - 0 a 20 cm	6,86	6,93	0	15,53	5,22	1,5	22,4	20,9	60	x	x	x	x	x	
1500504	Amostra 02 - 20 a 40 cm	6,81	6,7	0	13,16	5,09	1,95	20,33	18,38	52	x	x	x	x	x	
Índices de Saturação (%)																
Cód. Lab.		Gleba		Bases (V%)								Ca/Mg	(Ca + Mg)/K			
1500503	Amostra 01 - 0 a 20 cm	93,32	0,00	69,33	23,30	0,69	x	6,70	2,98	135,22						
1500504	Amostra 02 - 20 a 40 cm	90,42	0,00	64,73	25,04	0,65	x	9,59	2,59	137,23						
M.O. Argila																
Cód. Lab.		Gleba		P	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe	P-Rem	NiCRIP	PR			
											mg/dm ³					
1500503	Amostra 01 - 0 a 20 cm	3,8	43	3,2	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
1500504	Amostra 02 - 20 a 40 cm	4,4	50	3,2	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Responsável Técnico: Ana Elisa Velho Schons - CREA-SC 067876-6																
Extratores: Mellich - 1 (P, K, Na, Fe, Cu, Zn); KCl 1M (Al, Ca, Mg, Mn); HCl 0,1M (Zn e Cu); Água Quente (S); Fosfato de cálcio (S); Oxidação por solução (MO). M.O. (Matéria Orgânica); Bases (Ca, Mg, K e Na); P-Rem (Fósforo remanescente); NiCRIP (Nível Crítico de Nitrogênio); PR (Fósforo Relativo). 1/3 Via																

*Segundo o Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, os resultados indicam pH alto, teor médio de M.O., teor de argila alto e solo de classe 2, CTC alta, saturação por bases alta, saturação por alumínio muito baixa, baixo potássio (K), baixo fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) alto e relação Ca/Mg acima de 2,5.