

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais

INDUÇÃO DO ATRASO NA BROTAÇÃO DE GEMAS DE
'CHARDONNAY' (*Vitis vinifera* L.) PELO MANEJO DE
REGULADORES DE CRESCIMENTO

Larissa Villar

Florianópolis
Maio/2015

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais

INDUÇÃO DO ATRASO NA BROTAÇÃO DE GEMAS DE
'CHARDONNAY' (*Vitis vinifera* L.) PELO MANEJO DE
REGULADORES DE CRESCIMENTO

Larissa Villar

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutora em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Aparecido Lima da Silva

Florianópolis
Maio/2015

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

Villar, Larissa

INDUÇÃO DO ATRASO NA BROTAÇÃO DE GEMAS DE ?CHARDONNAY?
(Vitis vinifera L.) PELO MANEJO DE REGULADORES DE
CRESCIMENTO / Larissa Villar ; orientador, Aparecido Lima da
Silva ; coorientador, Marcelo Borghezán. -
Florianópolis, SC, 2015.

256 p.

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

Inclui referências

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Agronomia. 3.
Fitotecnia. 4. Viticultura. I. Silva, Aparecido Lima da.
II. Borghezán, Marcelo. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos
Vegetais. IV. Título.

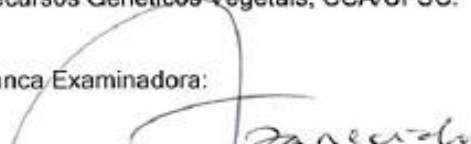
**Indução do atraso na brotação de gemas de
'Chardonnay' (*Vitis vinifera* L.) pelo manejo de
reguladores de crescimento**

por


Larissa Villar

Tese julgada e aprovada em 29/05/2015, em sua forma final, pelo Orientador e membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de Doutor 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. Rosete Pescador (Titular Interno - CCA/UFSC)



Dr.ª. Luciane Isabel Malinovski (Titular Interno - PNP/RGV)



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



Prof. Dr. Hamilton Justino Vieira (Titular Externo - EPAGRI/SC)



Prof. Dr. José Afonso Voltolini (Titular Externo - CCA/UFSC)



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

Florianópolis, maio de 2015

*Dedico este trabalho
à minha família,
aos meus amigos,
aos integrantes do NEUVIN
e aos viticultores associados
à ACAVITIS.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus amados pais Neila Zocca e José Antonio Villar pelo constante apoio, por me ensinarem de diferentes formas que a caminhada é tão importante quanto o destino e por nunca pararem de me dar motivos para amá-los cada vez mais e mais!

Agradeço ao Professor Aparecido Lima da Silva pela orientação, ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais pela oportunidade de fazer o doutorado e a todos os Professores do Programa pelos valiosos ensinamentos.

Ao Dr. Marcelo Borghezán pela fundamental co-orientação, pelo valioso apoio e incontáveis ensinamentos durante todo o doutorado e pela inestimável amizade durante os quatro anos que estive em Florianópolis. Sou infinitamente grata por ter tido a chance de conhecer a pessoa de imensa competência e enorme coração que você é!

Às preciosas amigas que fiz durante esta caminhada: Tatiane Carine da Silva, Monica Canton, Monique dos Santos, Gabriella Vanderlinde, Aline Mabel Rosa e Poliana Francescato. Cada uma de vocês tem um lugar muito especial em meu coração! A oportunidade que me deram de desfrutar de sua amizade foi fundamental para superar os obstáculos desta etapa de minha vida!

Aos colegas de Laboratório: Juliana Fátima Welter, Luciane Isabel Malinovski, Jaqueline Nogueira Muniz, Alberto Fontanella Brighenti, Suzeli Simon, Bruno Munhoz, Diego Poletto de Matos, Anyela Rojas Molina e Tiago Ribeiro pelo apoio técnico e por fazerem parte de minha formação profissional.

Ao meu namorado Pericles Eduardo Tosi por estar comigo nesta difícil fase final. Por me dar carinho, me emprestar seu ombro amigo e me apoiar. Por trazer mais cores e alegria à minha vida!

À Vinícola Vinhedos do Monte Agudo pela parceria e por permitir o uso de seus vinhedos para execução de experimentos de campo e por respeitar e apoiar iniciativas inovadoras.

Ao Pesquisador João Felipeto pelos importantes suportes técnico, estrutural e logístico durante os experimentos do doutorado. Também pelo amparo com sua amizade, ilimitada solicitude, entusiasmo e caronas! Também à técnica de laboratório Estela Campos pela

fundamental colaboração técnica em parte do projeto e ao funcionário de campo Tadeu pela ajuda em alguns momentos.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, Estação Experimental de São Joaquim, por permitir o uso de sua estrutura física para realização de experimentos em câmara de crescimento.

Ao Pesquisador Dr. Henrique Pessoa dos Santos pelo apoio para a realização de análises laboratoriais complexas e de alta demanda estrutural, pela oportunidade de partilhar de seus conhecimentos, pela prestatividade e pelo profissionalismo. Estendo este agradecimento ao técnico de laboratório Daniel Antunes Souza e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Uva e Vinho.

À Dona Esmênia Correa pelo abrigo e aos colegas Leonir da Silva, Karine Warmling, André Fontana da Silva, Suelen Silveira, Crisiane Venson e Yara Miranda pela amizade e pelos bons momentos durante meus frios e longos invernos em São Joaquim.

To Dr. Etti Or by the spectacular guidance during my doctoral exchange in Israel. I appreciate the professionalism, teaching, good humor, enthusiasm and emotional support during difficult times. To my labmates Kwame, Chuanlin, Padma, Tamar and Aliza for the technical support and friendship, and especially to Sasha for her fellowship and affection! To the Agricultural Research Organization for receiving me for this doctoral internship.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela bolsa de doutorado CAPES-PROEX e pela bolsa de “doutorado sanduíche” PDSE-CAPES. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo recurso financeiro (CNPq 486547/2012-4 / Edital Universal MCTI/CNPq nº14/2012) para realização dos experimentos.

INDUÇÃO DO ATRASO NA BROTAÇÃO DE GEMAS DE 'CHARDONNAY' (*Vitis vinifera* L.) PELO MANEJO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO

RESUMO

A produção de algumas variedades de videira (*Vitis vinifera* L.) para produção de vinhos finos nas regiões de altitude do Estado de Santa Catarina é limitada em função da ocorrência de geadas tardias de primavera. Estes eventos danificam os tecidos em desenvolvimento de variedades de brotação precoce como a 'Chardonnay'. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do uso do ácido naftalenoacético (ANA) e do ácido abscísico (ABA) para atrasar a brotação da videira cultivada em São Joaquim, SC. Os experimentos foram realizados durante os ciclos 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, em área de produção comercial da empresa Vinhedos do Monte Agudo, localizada a 1.270 m de altitude, 28°14'51''S e 49°57'42''O. O vinhedo de 'Chardonnay' foi implantado em 2005, com espaçamento de 3,00 x 1,50 metros, conduzido em sistema "Y" ou manjedoura. Os experimentos foram realizados em laboratório e em condições de campo, testando concentrações que variaram entre 0 e 8000 mg L⁻¹ de ANA e entre 0 e 2000 mg L⁻¹ de ABA. Foram testados também diferentes formas de aplicação a campo, sendo pela incorporação em lanolina ou via pulverização. As plantas de videira foram podadas mantendo em média trinta esporões contendo duas gemas e os tratamentos foram aplicados em até três datas de aplicação (na data tradicional da poda e duas datas antecipadas em até 30 dias em relação a esta), em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições variando de uma a três plantas por parcela. Foram avaliados, o número de dias para brotação, o percentual de gemas não brotadas, o número de cachos por planta, o peso médio dos cachos, a produção por planta e a composição das bagas (teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH) na data de colheita. Para os experimentos realizados em laboratório, foram coletadas estacas dormentes de 'Chardonnay' do mesmo vinhedo. Foram utilizadas as mesmas concentrações do campo e o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 estacas. As estacas tratadas foram distribuídas em bandejas com espuma fenólica e mantidas em BOD a 20°C. Foram avaliados o número de dias para a brotação, o índice de velocidade e o percentual de brotação. Os resultados observados em laboratório apresentaram padrão de resposta semelhante aos estudos realizados a

campo. Tanto em campo como em laboratório, o uso de ANA promoveu atraso da brotação da videira mais expressivo que o ABA, que não se mostrou efetivo a ponto de justificar sua adoção para o objetivo proposto. A aplicação via pulverização de ANA promoveu menor porcentagem de gemas não brotadas. Concentrações próximas a 1000 e 2000 mg L⁻¹ via lanolina promoveram atraso significativo da brotação com menor perda de gemas. Foi observada também redução na produção das plantas para a maioria das concentrações testadas de ANA. As datas de brotação mais tardias foram em geral observadas com aplicação na data tradicional da poda. O efeito dos tratamentos sobre os índices de maturação foram pouco expressivos. Atraso de até 18 dias na brotação das plantas foram observados em relação à testemunha com a pulverização de 3000 mg L⁻¹ de ANA. Esta metodologia mostrou-se promissora para o desenvolvimento de uma tecnologia de proteção contra os efeitos das geadas tardias para variedades de videira de brotação precoce.

Palavras-chave: reguladores vegetais, ANA, ABA, postergação da dormência.

INDUCTION OF DELAY IN 'CHARDONNAY' (*Vitis vinifera* L.) BUDBREAK BY GROWTH REGULATORS MANAGEMENT

ABSTRACT

The production of some grape varieties (*Vitis vinifera* L.) for fine wines production in Santa Catarina Highlands is limited by the occurrence of late spring frosts. These events damage the tissues, mainly during the initial development of early bud break varieties as 'Chardonnay'. This work was carried out to evaluate the effect of the use of naphthalene acid (NAA) and abscisic acid (ABA) to delay the bud break of vines grown in São Joaquim, SC. The experiments were performed during 2012/2013, 2013/2014 and 2014/2015 cycles, in a commercial production area of Vinhedos do Monte Agudo, located at 1,270 m above sea level, 28°14'51"S and 49°57'42"W. The 'Chardonnay' vineyard was planted in 2005, with plants spaced in 3.00 x 1.50 meters, conducted in "Y" or manger system. The experiments were conducted in laboratory and field conditions, testing concentrations ranging between 0 and 8000 mg L⁻¹ NAA and between 0 and 2000 mg L⁻¹ ABA. Different forms of application were also tested on the field, by incorporating in lanolin or by spraying. Vines were pruned maintaining an average of thirty spurs containing two buds and the treatments were applied in up to three application dates (the traditional date of pruning and two early dates, within up to 30 days prior to this), in a randomized block design with four replications varying from one to three plants per plot. The number of days to bud break, the percentage of not broken buds, the number of clusters per plant, the average weight of the clusters, the yield per plant and the berries composition (total soluble solids, titratable acidity and pH) on the date of harvest were assessed. For the experiments conducted in the laboratory, 'Chardonnay' dormant single bud cuttings from the same vineyard were collected. The same field concentrations were tested in a completely randomized design with four replications of 25 cuttings. Treated cuttings were distributed in trays with phenolic foam, put in growth chamber and maintained at 20°C. We assessed the number of days for bud break, the bud break speed index and the percentage of nor broken buds. The results observed in the laboratory have a similar pattern to field studies. Both in the field and in the laboratory the use of NAA promoted vine bud break delay more expressive than that of ABA, which was not effective enough to justify its adoption for the proposed objective. NAA application via spray promoted smaller percentage of

not broken buds. Concentrations around 1000 and 2000 mg L⁻¹ via lanolin promoted significant delay with less bud loss. A yield reduction for most NAA concentrations tested was also observed. Later bud break dates were generally observed with application in the traditional date of pruning. The effect of treatments over the maturation rates was not very significant. Up to 18 days of bud break delay was observed compared to the control by spraying vines with 3000 mg L⁻¹ NAA. This methodology proved to be promising for the development of a protection technology against the effects of late spring frosts for early bud break vine varieties.

Key words: plant growth regulators, NAA, ABA, dormancy postponement.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1.** Médias mensais de temperatura (°C – máxima, média e mínima), precipitação (mm) e umidade relativa (%) do município de São Joaquim, SC, para o período 1961 – 2011. (BORGHEZAN et al., 2014).
..... 45
- Figura 1.2.** Médias mensais de horas de frio (h), ocorrência de geadas e fotoperíodo (h) do município de São Joaquim, SC, para o período 1961 – 2011. (BORGHEZAN et al., 2014). 45
- Figura 1.3.** Médias mensais de temperaturas máxima e mínima (°C) e precipitação (mm) dos municípios de Bento Gonçalves, RS (BG) e São Joaquim, SC (SJ), para o período 1961-1990. (Dados: TONIETTO et al., 2012). 47
- Figura 1.4.** Folhas e cachos da variedade de uva Chardonnay. (Foto A: UNIVERSITY OF CALIFORNIA – UC Integrated viticulture, 2015; Foto B: Vinhedos do Monte Agudo). 49
- Figura 1.5.** Fenologia das variedades de videira ‘Chardonnay’ (CH), ‘Merlot’ (MT) e ‘Cabernet Sauvignon’ (CS) na região de São Joaquim, SC. BROT – brotação; FLOR – floração; COL – colheita (adaptado de BRIGHENTI et al., 2013). 50
- Figura 1.6.** Modelos para o envolvimento da auxina derivada da gema apical na regulação do crescimento de gemas axilares: modelo clássico (A); modelo clássico com a gema apical retirada (B); modelo SMS (C); modelo SMS com a gema apical retirada (D) (MALLADI & BURNS, 2007). 66
- Figura 2.1.** Padronização das estacas de videira ‘Chardonnay’ em segmentos de uma gema (A); aplicação da pasta de lanolina contendo o regulador vegetal (B); distribuição das estacas tratadas em bandejas contendo espuma fenólica (C); e distribuição das bandejas contendo os tratamentos em BOD (D). São Joaquim, SC, 2012. 90
- Figura 2.2.** Estaca central representando o padrão de brotação adotado (‘ponta verde’) para estacas de videira ‘Chardonnay’. São Joaquim, SC, 2012. 90
- Figura 2.3.** Número de dias para brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2012. 91

- Figura 2.4.** Brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’, submetidas a diferentes tratamentos: testemunha aos 100% de brotação (A1), e 400 mg L⁻¹ de ANA aos 29% de brotação (A2) - 2012; 1000 mg L⁻¹ de ANA, aos 60 DDT, com 1220 HF (B1) e 375 HF (B2) – 2013. Bandeja 53x38cm. São Joaquim, SC. 92
- Figura 2.5.** Número de dias para brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido naftalenoacético e 1220 horas de frio. São Joaquim, SC, 2013. 93
- Figura 2.6.** Brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’, submetidas a diferentes tratamentos: testemunha aos 100% de brotação (A1) e 4000 mg L⁻¹ de ANA aos 50% de brotação (A2), para estacas com 1220 HF - 2013; testemunha aos 100% de brotação (B1) e 500 mg L⁻¹ de ANA aos 50% de brotação (B2), para estacas com 375 HF - 2013. Bandeja 53x38cm. São Joaquim, SC. 94
- Figura 2.7.** Dias para brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido naftalenoacético, que possuíam 375 horas de frio do campo. São Joaquim, SC, 2013..... 95
- Figura 2.8.** Índice de velocidade de brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2012. 97
- Figura 2.9.** Índice de velocidade de brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido naftalenoacético e horas de frio. São Joaquim, SC, 2013..... 97
- Figura 2.10.** Porcentagem de gemas não brotadas de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2012. 98
- Figura 2.11.** Porcentagem de gemas não brotadas de estacas de videira ‘Chardonnay’ após o tratamento com ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2013. 99
- Figura 2.12.** Número de dias para brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido abscísico. São Joaquim, SC, 2012. 102
- Figura 2.13.** Brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’, submetidas a diferentes tratamentos: testemunha aos 100% de brotação (A) e 400 mg L⁻¹ de ABA, aos 91% de brotação (B) – 2012. Bandeja 53x38cm. São Joaquim, SC. 102

- Figura 2.14.** Número de dias para brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido abscísico e horas de frio. São Joaquim, SC, 2013..... 103
- Figura 2.15.** Brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’, submetidas a diferentes tratamentos: testemunha aos 100% de brotação (A1) e 2000 mg L⁻¹ de ABA aos 50% de brotação (A2), para estacas com 1220 HF – 2013; testemunha aos 100% de brotação (B1) e 2000 mg L⁻¹ de ABA aos 50% de brotação (B2), para estacas com 375 HF – 2013. Bandeja 53x38cm. São Joaquim, SC..... 104
- Figura 2.16.** Índice de velocidade de brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido abscísico. São Joaquim, SC, 2012. 106
- Figura 2.17.** Índice de velocidade de brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido abscísico e horas de frio. São Joaquim, SC, 2013..... 106
- Figura 3.1.** Vinhedo de ‘Chardonnay’ na Vinícola Vinhedos do Monte Agudo (A) e sistema de condução em “Y” para plantas de videira ‘Chardonnay’ (B). São Joaquim, SC, 2013..... 121
- Figura 3.2.** Aplicação de lanolina contendo o tratamento sobre o ápice do ramo podado de plantas de videira ‘Chardonnay’ (A), proteção da lanolina aplicada com cápsula de alumínio (B) e plantas ao final da aplicação do tratamento (C). São Joaquim, SC, 2012. 121
- Figura 3.3.** Número de dias para brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013... 125
- Figura 3.4.** Diferença do atraso da brotação em relação à testemunha para plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com 400 mg L⁻¹ de ANA em diferentes datas . São Joaquim, SC, 2012/2013..... 125
- Figura 3.5.** Médias das temperaturas média, máxima e mínima e precipitação acumulada no período da brotação do experimento com plantas de videira ‘Chardonnay’. São Joaquim, SC, 2012/2013. 126
- Figura 3.6.** Número de dias para brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014... 127
- Figura 3.7.** Médias das temperaturas média, máxima e mínima e precipitação acumulada no período da brotação do experimento com plantas de videira ‘Chardonnay’. São Joaquim, SC, 2013/2014. 128

- Figura 3.8.** Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2013/2014. 130
- Figura 3.9.** Brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ testemunha antes (A, C e E) e depois (B, D e F) das geadas do ano de 2012, de acordo com as diferentes datas de poda. São Joaquim, SC, 2012/2013. 133
- Figura 3.10.** Brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com 400 mg L⁻¹ de ANA, antes (A, C e E) e depois (B, D e F) das geadas do ano de 2012, de acordo com as diferentes datas de poda. São Joaquim, SC, 2012/2013..... 134
- Figura 3.11.** Porcentagem de ramos de plantas de videira ‘Chardonnay’, tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético, afetados por geadas tardias. São Joaquim, SC, 2013/2014. 135
- Figura 3.12.** Brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ testemunhas (A, C e E) e tratadas com 8000 mg L⁻¹ de ANA (B, D e F) em 30/10/2013, de acordo com as diferentes datas de poda. São Joaquim, SC, 2013/2014..... 136
- Figura 3.13.** Número de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. 137
- Figura 3.14.** Número de cachos por planta de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014. . 138
- Figura 3.15.** Produção por planta de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014. 141
- Figura 3.16.** Sólidos solúveis totais do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. 143
- Figura 3.17.** Acidez total titulável do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. 144
- Figura 3.18.** pH do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. 144

- Figura 3.19.** Sólidos solúveis totais do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014..... 146
- Figura 3.20.** Acidez total titulável do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014..... 146
- Figura 3.21.** pH do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes data. São Joaquim, SC, 2013/2014. 147
- Figura 3.22.** Número de dias para brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico. São Joaquim, SC, 2013/2014. 149
- Figura 3.23.** Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico. São Joaquim, SC, 2013/2014. 152
- Figura 3.24.** Porcentagem de ramos de plantas de videira ‘Chardonnay’, tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico, afetados por geadas tardias. São Joaquim, SC, 2012/2013. 153
- Figura 3.25.** Brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com 400 mg L⁻¹ de ABA antes (A, C e E) e depois (B, D e F) das geadas do ano de 2012, de acordo com as diferentes datas de poda. São Joaquim, SC, 2012/2013..... 154
- Figura 3.26.** Brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ testemunhas (A, C e E) e tratadas com 2000 mg L⁻¹ de ABA (B, D e F) em 30/10/2013, de acordo com as diferentes datas de poda. São Joaquim, SC, 2013/2014..... 156
- Figura 3.27.** Sólidos solúveis totais do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. 161
- Figura 3.28.** Acidez total titulável do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. 161
- Figura 3.29.** pH do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. 162

Figura 3.30. Sólidos solúveis totais do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.....	163
Figura 3.31. Acidez total titulável do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.....	164
Figura 3.32. pH do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.....	164
Figura 4.1. Mapa de Israel, com destaque para o Ayalon Valley (Fonte: Google Maps).....	175
Figura 4.2. Paisagem do Ayalon Valley em Israel (A), plantas de ‘Chardonnay’ sendo pulverizadas com diferentes tratamentos após a poda (B) e vinhedo com plantas em desenvolvimento (C) (Fotos: Larissa Villar).....	175
Figura 4.3. Médias mensais de temperatura máxima, média, mínima e precipitação; e extremos de temperaturas máxima e mínima durante o período de 1964-1990. Bet-Dagan, Israel (Fonte: Record Meteo, 2015).	179
Figura 4.4. Amplitudes térmicas mensais média, máxima e mínima durante o ano de 2014. Bet-Dagan, Israel (Fonte: Mundomanz, 2015).	180
Figura 4.5. Fenologia da variedade de videira ‘Chardonnay’ e estações do ano em Israel e no Brasil. BROT – brotação; FLOR – floração; COL – colheita.....	181
Figura 4.6. Dias para brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014.....	182
Figura 4.7. Gemas de plantas de videira ‘Chardonnay’ viva (A) e morta (B) após tratamento com 1500 mg L ⁻¹ de ANA, aos 35 DDT. Israel, 2014. Escala: 1000 µm.....	185
Figura 4.8. Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ podadas em diferentes datas. Israel, 2014.....	187
Figura 4.9. Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014.	187

Figura 4.10. Número de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014.	189
Figura 4.11. Número de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ podadas em diferentes datas. Israel, 2014.	189
Figura 4.12. Peso médio dos cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014.	190
Figura 4.13. Produção de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014.	191
Figura 4.14. Produção de plantas de videira ‘Chardonnay’ podadas em diferentes datas. Israel, 2014.	192
Figura 4.15. Dimensões do engajo de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014.	193
Figura 4.16. Número de bagas por cacho de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA, em diferentes datas. Israel, 2014.	194
Figura 4.17. Sólidos solúveis totais de mostos de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com ANA em diferentes datas. Israel, 2014.	195
Figura 4.18. Dias para brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014.	196
Figura 4.19. Porcentagem final de gemas mortas em estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA, em diferentes datas, aos 64 dias depois do tratamento. Israel, 2014.	199
Figura 5.1. Número de dias para brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015.	210
Figura 5.2. Médias das temperaturas média, máxima e mínima e precipitação acumulada no período da brotação do experimento com plantas de videira ‘Chardonnay’. São Joaquim, SC, 2014/2015.	211
Figura 5.3. Brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ testemunha (A) e tratadas com ANA nas concentrações 1500 mg L ⁻¹ (B), 3000 mg L ⁻¹ (C) e 4500 mg L ⁻¹ (D), em 25/09/2014 (37 DDT). São Joaquim, SC, 2014/2015.	212

Figura 5.4. Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015.	214
Figura 5.5. Número de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015.	216
Figura 5.6. Peso médio do cacho de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015.	217
Figura 5.7. Produção de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015.	219
Figura 5.8. Sólidos solúveis totais do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015.	220
Figura 5.9. Acidez total titulável do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015.	221
Figura 5.10. pH do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015.	221
Figura A1. Temperaturas mínimas registradas na estação meteorológica localizada na Vinícola Villa Francioni (1293m de altitude, distante 3 Km e 23 metros mais elevada em relação ao local do experimento) no período compreendido entre 01/08 e 19/12/2012. São Joaquim, SC, 2012 (Epagri/CIRAM).	230
Figura A2. Temperaturas mínimas registradas na estação meteorológica localizada na Vinícola Villa Francioni (1293m de altitude, distante 3 Km e 23 metros mais elevada em relação ao local do experimento) no período compreendido entre 01/08 e 19/12/2013. São Joaquim, SC, 2013 (Epagri/CIRAM).	232
Figura A3. Temperaturas mínimas registradas na estação meteorológica localizada na Vinícola Villa Francioni (1293m de altitude, distante 3 Km e 23 metros mais elevada em relação ao local do experimento) no período compreendido entre 01/08 e 19/12/2014. São Joaquim, SC, 2014 (Epagri/CIRAM).	234

- Figura A4.** Horas de frio ($<7,2^{\circ}\text{C}$) registradas pela estação meteorológica localizada na Estação Experimental da Epagri de São Joaquim (..... 235
- Figura A5.** Médias das temperaturas médias ao longo dos meses do ano, registradas pela estação meteorológica localizada na Vinícola Villa Francioni (1293m de altitude) para o município de São Joaquim, SC, nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015; incluindo médias históricas (1961-2011; 1376m de altitude). São Joaquim, SC (Epagri/CIRAM; BORGHEZAN et al., 2014). 240
- Figura A6.** Médias das temperaturas máximas ao longo dos meses do ano, registradas pela estação meteorológica localizada na Vinícola Villa Francioni (1293m de altitude) para o município de São Joaquim, SC, nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015; incluindo médias históricas (1961-2011; 1376m de altitude). São Joaquim, SC (Epagri/CIRAM; BORGHEZAN et al., 2014). 241
- Figura A7.** Médias das temperaturas mínimas ao longo dos meses do ano, registradas pela estação meteorológica localizada na Vinícola Villa Francioni (1293m de altitude) para o município de São Joaquim, SC, nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015; incluindo médias históricas (1961-2011; 1376m de altitude). São Joaquim, SC (Epagri/CIRAM; BORGHEZAN et al., 2014). 242
- Figura A8.** Precipitação acumulada mensal ao longo dos meses do ano, registradas pela estação meteorológica localizada na Estação Experimental da Epagri de São Joaquim (..... 243

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Resistência relativa ao frio de variedades de videira (Adaptado de DAMI, 2007).	58
Tabela 2.1. Concentrações de ANA e ABA aplicadas às estacas de videira ‘Chardonnay’ em 2012 e 2013. São Joaquim, SC, 2012/2013..	89
Tabela 2.2. Porcentagem de estacas não brotadas de videira ‘Chardonnay’ após o tratamento com ácido abscísico. São Joaquim, SC, 2012 e 2013.	107
Tabela 3.1. Relação dos tratamentos com os reguladores de crescimento, as concentrações e as datas de aplicação para o ciclo 2012/2013. São Joaquim, SC.	120
Tabela 3.2. Relação dos tratamentos com os reguladores de crescimento, as concentrações e as datas de aplicação para o ciclo 2013/2014. São Joaquim, SC.	120
Tabela 3.3. Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.....	129
Tabela 3.4. Porcentagem média de ramos afetados pelas geadas tardias de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em 23/08/2012. São Joaquim, SC, 2012/2013.....	132
Tabela 3.5. Porcentagem média de ramos afetados pelas geadas tardias de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.	135
Tabela 3.6. Peso de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.	140
Tabela 3.7. Data da brotação, produção por planta, delta (Δ) da produção em relação à testemunha e produtividade de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014...	142
Tabela 3.8. Número de dias para brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013.	148

Tabela 3.9. Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.	151
Tabela 3.10. Porcentagem média de ramos afetados pelas geadas tardias de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.	155
Tabela 3.11. Número de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico, em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013.	157
Tabela 3.12. Número de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.	157
Tabela 3.13. Peso de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.	158
Tabela 3.14. Produção de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.	159
Tabela 4.1. Número de gemas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA, em diferentes datas, coletadas e mortas aos 35 dias após o tratamento. Israel, 2014.	184
Tabela 4.2. Número de gemas de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA, em diferentes datas, coletadas e mortas aos 35 dias após o tratamento. Israel, 2014.	197
Tabela 5.1. Número de cachos por planta, peso de cachos, produção por planta e produção por hectare de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. São Joaquim, SC, 2014/2015.	220
Tabela A1. Relatório de geadas registradas na estação meteorológica localizada na Estação Experimental da Epagri de São Joaquim (1376m de altitude), às 9:00h, no ano de 2012. São Joaquim, SC, 2012 (Epagri/CIRAM).	229
Tabela A2. Relatório de geadas registradas na estação meteorológica localizada na Estação Experimental da Epagri de São Joaquim (1376m de altitude), às 9:00h, no ano de 2013. São Joaquim, SC, 2013 (Epagri/CIRAM).	231

Tabela A3. Relatório de geadas registradas na estação meteorológica localizada na Estação Experimental da Epagri de São Joaquim (1376m de altitude), às 9:00h, no ano de 2014. São Joaquim, SC, 2014 (Epagri/CIRAM).	233
Tabela A4. Valores de F da análise de variância do experimento com estacas da videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2012.....	236
Tabela A5. Valores de F da análise de variância do experimento com estacas da videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético e horas de frio. São Joaquim, SC, 2013.....	237
Tabela A6. Valores de F da análise de variância do experimento com estacas da videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido abscísico. São Joaquim, SC, 2012.	238
Tabela A7. Valores de F da análise de variância do experimento com estacas da videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido abscísico e horas de frio. São Joaquim, SC, 2013.	239
Tabela A8. Valores de F da análise de variância do experimento com a videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético, em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013..	244
Tabela A9. Valores de F da análise de variância do experimento com a videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético, em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014..	245
Tabela A10. Atraso da brotação em relação à testemunha de plantas de ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013...	246
Tabela A11. Atraso da brotação em relação à testemunha de plantas de ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas, de acordo com a posição da gema. São Joaquim, SC, 2013/2014.	247
Tabela A12. Valores de F da análise de variância do experimento com a videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido abscísico, em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013.	248
Tabela A13. Valores de F da análise de variância do experimento com a videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido abscísico, em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.	249

Tabela A14. Atraso da brotação em relação à testemunha de plantas de ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013.	250
Tabela A15. Atraso da brotação em relação à testemunha de plantas de ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.	251
Tabela A16. Valores de F da análise de variância do experimento com a videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético, em diferentes datas. Israel, 2014.	252
Tabela A17. Atraso da brotação em relação à testemunha de plantas de ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético, em diferentes datas. Israel, 2014.	253
Tabela A18. Valores de F da análise de variância do experimento com estacas de videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético, em diferentes datas. Israel, 2014.	254
Tabela A19. Valores de F da análise de variância do experimento com plantas da videira ‘Chardonnay’ pulverizadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015.	255
Tabela A20. Atraso da brotação em relação à testemunha de plantas de ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015.	256

LISTA DE ABREVIATURAS

ABA = Ácido Abscísico

Ác. = Ácido

ACAVITIS = Associação Catarinense dos Produtores de Vinhos Finos de Altitude

ANA = Ácido Naftalenoacético

ATT = Acidez Total Titulável

ATP = Adenosine Triphosphate

BBCH = Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt Chemie

BOD = Biological Oxygen Demand, Câmara de Crescimento

CIRAM = Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia

CV = Coeficiente de Variação

DAP = Dias Antes da Data Tradicional da Poda

DDT = Dias Depois do Tratamento

DNA = Desoxyribonucleic Acid

ds = Decisiemens

EPAGRI = Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

g = Grama

ha = Hectare

HF = Horas de Frio

IBRAVIN = Instituto Brasileiro do Vinho

IVB = Índice de Velocidade de Brotação

Kg = Quilograma

L = Litro

M = Molar

m = Metros

mg = Miligrama

mL = Mililitro

°Brix = Grau Brix

OIV = Organization Internationale de la Vigne et Du Vin

R = Coeficiente de Correlação

RNA = Ribonucleic Acid

SC = Santa Catarina

SST = Sólidos Solúveis Totais

ton = Tonelada

Δ = Delta

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	35
OBJETIVOS	36
Objetivo geral.....	36
Objetivos específicos	36
CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	40
1.1 Viticultura brasileira	41
1.2 Viticultura catarinense	42
1.2.1 São Joaquim	43
1.3 A videira.....	47
1.3.1 ‘Chardonnay’	48
1.3 Geadas	50
1.4.1 Controle ativo de geadas	52
1.4.2 A videira e a geada.....	55
1.5 Dormência.....	58
1.5.1 Alterações fisiológicas e metabólicas envolvidas na dormência e o papel do frio	62
1.5.2 Envolvimento da auxina e do ácido abscísico na regulação hormonal da dominância apical e da dormência	64
1.6 Referências Bibliográficas	69
CAPÍTULO II - AÇÃO DOS ÁCIDOS NAFTALENOACÉTICO E ABCÍSIKO SOBRE O ATRASO DE BROTAÇÃO DE GEMAS EM ESTACAS DE VIDEIRA (<i>Vitis vinifera</i> L.) DA VARIEDADE ‘CHARDONNAY’	85
Resumo	85
2.1 Introdução	86
2.2 Material e Métodos	87
2.3 Resultados e Discussão	91

2.3.1 Ácido Naftalenoacético.....	91
2.3.1.1 Dias para brotação	91
2.3.1.2 Índice de velocidade de brotação	96
2.3.1.3 Gemas não brotadas	97
2.3.2 Ácido Abscísico	101
2.3.2.1 Dias para brotação	101
2.3.2.2 Índice de velocidade de brotação	105
2.3.2.3 Gemas não brotadas	106
2.4 Conclusões	107
2.5 Referências Bibliográficas	108
CAPÍTULO III - AÇÃO DOS ÁCIDOS NAFTALENOACÉTICO E ABSCÍSICO SOBRE O ATRASO DA BROTAÇÃO DE PLANTAS DE VIDEIRA (<i>Vitis vinífera</i> L.) DA VARIEDADE ‘CHARDONNAY’	115
Resumo	115
Abstract.....	116
3.1 Introdução	117
3.2 Material e Métodos	118
3.3 Resultados e Discussão.....	123
3.3.1 Ácido Naftalenoacético.....	123
3.3.1.1 Dias para brotação	124
3.3.1.2 Gemas não brotadas	129
3.3.1.3 Ramos afetados pelas geadas tardias	131
3.3.1.4 Número de cachos.....	137
3.3.1.5 Peso dos cachos	139
3.3.1.6 Produção por planta	140
3.3.1.7 Maturação tecnológica	142

3.3.2 Ácido Abscísico	148
3.3.2.1 Dias para brotação.....	148
3.3.2.2 Gemas não brotadas	151
3.3.2.3 Ramos afetados pelas geadas tardias.....	152
3.3.2.4 Número de cachos	156
3.3.2.5 Peso dos cachos.....	158
3.3.2.6 Produção por planta.....	158
3.3.2.7 Maturação tecnológica	160
3.4 Conclusão.....	165
3.5 Referências Bibliográficas	165
CAPÍTULO IV - EFEITO DA PULVERIZAÇÃO DO ÁCIDO NAFTALENOACÉTICO SOBRE PLANTAS E ESTACAS DE VIDEIRA (<i>Vitis vinifera</i> L.) DA VARIEDADE CHARDONNAY ...	171
Resumo	171
Abstract	172
4.1 Introdução	172
4.2 Material e Métodos	174
4.2.1 Experimento com plantas de videira a campo.....	174
4.2.2 Experimento com estacas de videira em laboratório.....	177
4.3 Resultados e Discussão	178
4.3.1 Experimento com plantas de videira a campo.....	178
4.3.1.1 Dias para brotação.....	180
4.3.1.2 Porcentagem de gemas mortas aos 35 DAT.....	184
4.3.1.3 Porcentagem final de gemas não brotadas	185
4.3.1.4 Número de cachos	188
4.3.1.5 Peso do cacho.....	190
4.3.1.6 Produção por planta.....	191

4.3.1.7 Comprimento e largura do engaço e número de bagas por cacho.....	193
4.3.1.8 Sólidos solúveis totais.....	194
4.3.2 Experimento com estacas de videira em laboratório.....	195
4.3.2.1 Dias para brotação	195
4.3.2.2 Porcentagem de estacas mortas aos 35 DAT	197
4.3.2.2 Porcentagem final de estacas mortas	198
4.4 Conclusão	199
4.5 Referências Bibliográficas.....	200
CAPÍTULO V - PULVERIZAÇÃO DE ÁCIDO NAFTALENOACÉTICO PARA ATRASO DA BROTAÇÃO DA VIDEIRA (<i>Vitis vinifera</i> L.) ‘CHARDONNAY’ CULTIVADA EM SÃO JOAQUIM, SC.....	205
Resumo	205
Abstract.....	206
5.1 Introdução	206
5.2 Material e Métodos	208
5.3 Resultados e Discussão.....	209
5.3.1 Dias para brotação	209
5.3.2 Gemas não brotadas	214
5.3.3 Número de cachos por planta.....	216
5.3.4 Produção por planta	217
5.3.5 Peso do cacho.....	217
5.3.6 Maturação tecnológica.....	220
5.4 Conclusão	222
5.6 Referências Bibliográficas.....	222
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	225
ANEXO	227

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a viticultura tem se tornado uma atividade cada vez mais importante do agronegócio brasileiro e catarinense. No cenário internacional, a vitivinicultura brasileira ocupou, em 2012, a 19^o posição em área cultivada com uvas (82.507 ha) e a 11^o em produção de uvas (1.455.809 ton). O país ficou em 13^o posição em produção de vinhos, sucos e derivados, com 579,3 milhões de litros produzidos no Rio Grande do Sul, mais 21,2 milhões de litros em Santa Catarina, além da produção de outros Estados (MELLO, 2013a; 2013b).

Em 2010, fatores climáticos desfavoráveis, especialmente nas áreas de produção de uvas para vinhos, resultaram em redução de 3,74% da produção em relação a 2009. O Estado de Santa Catarina apresentou decréscimo de produção de uvas de 1,97% (MELLO, 2011).

O principal desafio para a continuidade da evolução da produção vitivinícola em algumas regiões do sul do país é contornar as condições climáticas que comprometem o bom desenvolvimento do ciclo da videira, como o caso de geadas tardias de primavera que atingem variedades de brotação precoce de grande interesse comercial.

O Estado de Santa Catarina destaca-se por seu clima mais ameno, sendo que algumas regiões de elevada altitude, por vezes superior a 900 metros acima do nível do mar, são potenciais produtoras de uvas viníferas pelo fato de atingirem bons índices de maturação. As características peculiares da região, principalmente baixas temperaturas, fazem com que o ciclo da videira seja atrasado em comparação a outras regiões produtoras. A condição térmica também retarda a brotação e pode promover a ocorrência de geadas tardias de primavera que limitam a produção do vinhedo dependendo de sua localização e da precocidade da brotação da variedade (ROSIER, 2003; ROSIER, 2006).

Dentre as variedades cultivadas na região, a ‘Chardonnay’ se destaca por fazer parte das castas mais utilizadas na produção de vinhos brancos tranquilos e espumantes, desperta grande interesse dos viticultores. Entretanto, a variedade é bastante afetada por danos causados pelas geadas tardias de primavera devido à sua brotação precoce. Uma das opções para solucionar este problema é buscar alternativas para o atraso da brotação da videira.

No modelo fisiológico de dominância apical clássica, o meristema apical caracteriza-se como uma fonte de auxina transportada de forma basípeta e inibe o crescimento de gemas laterais (BANGERTH, 1994; CLINE, 1996). É mais provável que a auxina iniba o crescimento da gema axilar por um mecanismo indireto através da

promoção da síntese de um inibidor secundário ou da inibição da síntese de um promotor de crescimento (STAFSTROM, 2000).

Um fator de ramificação transportado de maneira acrópeta chamado sinal radicular de multiplicação de ramos – ‘Root Shoot Multiplication Signal’ (SMS - JOHNSON et al., 2006) foi identificado como um inibidor de ramificação regulado por auxina (FOO et al., 2005). Se a fonte de auxina é removida, há também o declínio do transporte acrópeta deste sinal, permitindo o crescimento das gemas laterais, pois, com a redução do conteúdo de auxina, aumentam os níveis de citocinina sintetizada em tecidos adjacentes às gemas (TANAKA et al., 2006).

O ácido abscísico (ABA), primeiro hormônio identificado com base em sua capacidade de induzir dormência em gemas, pode também ser importante na inibição do crescimento de gemas paradoras, isto é, sujeitas a inibição correlativa. O ABA não é transportado a partir do órgão inibidor (TAMAS et al., 1981), por isso é provavelmente sintetizado dentro da gema ou na proximidade da mesma, talvez em resposta à auxina dentro do ramo (ROMANO et al., 1993).

A partir das teorias relativas ao envolvimento das auxinas e do ácido abscísico na inibição da brotação de gemas, sugere-se que a manutenção de altas concentrações endógenas desses hormônios através do fornecimento exógeno dos mesmos, antes da superação da dormência, pode ser uma das alternativas para atrasar a brotação e evitar que haja danos às plantas pelo efeito da geada tardia.

OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo foi gerar conhecimento científico que possibilite o atraso da brotação da variedade Chardonnay, na região vitivinícola de altitude catarinense, visando evitar danos às brotações causados por geadas tardias.

Objetivos específicos

a) Avaliar em estacas dormentes da variedade de videira Chardonnay, mantidas em BOD, a potencialidade do uso de diferentes concentrações dos ácidos naftalenoacético e abscísico para o atraso da brotação de gemas;

b) Avaliar em plantas de videira da variedade Chardonnay no vinhedo a potencialidade do uso de diferentes concentrações dos ácidos naftalenoacético e abscísico, aplicados antes da poda, para o adiamento do início do novo ciclo através do retardamento da brotação.

c) Avaliar o potencial da aplicação dos ácidos naftalenoacético e abscísico e avançar no desenvolvimento de uma tecnologia voltada ao atendimento da demanda dos viticultores das regiões de altitude da serra catarinense, de solução dos problemas ocasionados por geadas tardias de primavera ao cultivo de variedades de videira de brotação precoce.

CAPÍTULO I
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Viticultura brasileira

Segundo o IBRAVIN (2014), a viticultura brasileira nasceu com a chegada dos colonizadores portugueses, no século XVI. As primeiras plantas teriam sido trazidas por Martin Afonso de Souza, em 1532, que foram cultivadas na Capitania de São Vicente. Presume-se que eram variedades para a produção de vinho (*Vitis vinifera* L.), originárias de Espanha e Portugal.

No Brasil, o cultivo teria se espalhado por outras regiões, mas em 1789, um decreto protecionista promulgado por Portugal proibiu o plantio de uvas, inibindo completamente a produção e comercialização de vinho no Brasil. Permaneceu como cultura doméstica até o final do século XIX, tornando-se uma atividade comercial a partir do início do século XX, por iniciativa dos imigrantes italianos estabelecidos no sul do país a partir de 1875.

As espécies de videira de origem americana, principalmente das variedades de *Vitis labrusca*, foram base para o desenvolvimento da vitivinicultura brasileira. Destacaram-se as variedades Isabel como uva para a elaboração de vinho e Niagara Branca e Niagara Rosada como uvas de mesa. As variedades de *Vitis vinifera* L., denominadas de europeias, apesar dos esforços para seu cultivo, não tiveram expressão nos primórdios da vitivinicultura comercial brasileira devido às perdas causadas pela incidência de doenças fúngicas, especialmente pelo míldio (*Plasmopara viticola*) e pela antracnose (*Elsinoe ampelina*). Com o advento dos fungicidas sintéticos, efetivos no controle destas doenças, a partir de meados do século XX, as variedades européias ganharam expressão com o cultivo de uvas para vinho no Estado do Rio Grande do Sul e com a difusão da uva 'Itália' para consumo *in natura*, especialmente no Estado de São Paulo (IBRAVIN, 2014).

Na produção de uvas destinadas à vinificação, a qualidade dos vinhos finos nacionais tem passado por constante evolução nos últimos anos, incorporando notáveis melhorias, principalmente no que diz respeito ao emprego de variedades finas e às técnicas enológicas. Tal condição permite classificá-los no quarto período de sua escala evolutiva, no qual se busca a afirmação da identidade regional (TONIETTO, 2002).

Com a vitivinicultura consolidada em diferentes regiões, do Sul ao Nordeste do Brasil, cada zona produtiva investe no desenvolvimento de uma identidade própria. O pioneiro neste rumo foi o Vale dos

Vinhedos, no Estado do Rio Grande do Sul, que conquistou a Indicação de Procedência em 2002 (IBRAVIN, 2014) e a Denominação de Origem em 2012 (EMBRAPA, 2015).

Em Santa Catarina, o pioneiro foi o projeto PROGOETHE nos Vales da Uva Goethe, localizados entre as encostas da Serra Geral e o litoral sul catarinense nas Bacias do Rio Urussanga e Rio Tubarão, que conquistaram a Indicação de Procedência em 2010 (PROGOETHE, 2014).

Atualmente existem seis registros de Indicações Geográficas para as regiões vitícolas brasileiras (INPI, 2015). O Vale do Rio São Francisco foi a primeira Indicação de Procedência para a produção de uvas de mesa.

1.2 Viticultura catarinense

Algumas regiões de elevada altitude do Estado de Santa Catarina, por vezes superior a mil metros acima do nível do mar, são potenciais produtoras de uvas viníferas pelo fato de estas atingirem índices de maturação tecnológica e fenólica que propiciam a produção de vinhos que se diferenciam por sua intensa coloração, definição aromática e equilíbrio gustativo (ROSIER, 2006).

Nas regiões do Estado de Santa Catarina onde a produção de uvas está tradicionalmente estabelecida predomina a agricultura familiar em pequenas propriedades. O cultivo de videiras está fortemente ligado às comunidades ítalo-brasileiras, onde são adotadas variedades americanas (*Vitis labrusca* L.) e híbridas para a produção de vinhos de mesa e suco de uva. O cultivo de variedades europeias (*Vitis vinifera* L.) destinadas à produção de vinhos finos é menor, no entanto, está em expansão através da renovação de vinhedos e da introdução de novas variedades (BORGHEZAN et al., 2014).

Segundo a Associação Catarinense dos Produtores de Vinhos Finos de Altitude (ACAVITIS, 2014) - a trajetória da vitivinicultura na Serra Catarinense iniciou quando a Epagri constatou a adaptação de variedades de *Vitis vinifera* na região. No ano de 1999, instalou-se em São Joaquim, o primeiro empreendimento vitivinícola, objetivando exploração comercial de vinhos finos.

No ano de 2000, outros empreendimentos iniciaram seus projetos e se sucederam até a criação da ACAVITIS em 2005. Hoje, são mais de 20 empreendimentos em São Joaquim, divididos entre individuais e coletivos (ACAVITIS, 2014). No Estado de Santa Catarina, a área cultivada com uvas viníferas na safra 2012/2013 foi estimada em 553,3

ha, com produção de 4511,1 toneladas (EPAGRI, 2013) e de 21.183.775 litros de vinhos, sucos e derivados (MELLO, 2013b).

Os vinhos finos de altitude são produzidos entre 900 metros e 1.400 metros, em três regiões - São Joaquim, Campos Novos e Caçador. A variedade predominante é a Cabernet Sauvignon, estando implantados também vinhedos com 'Merlot', 'Pinot Noir', 'Cabernet Franc', 'Sangiovese', 'Sauvignon Blanc', 'Chardonnay', 'Tinta Roriz', 'Touriga Nacional', 'Trincadeira' e 'Malbec', entre outras, cultivadas sobre os porta-enxertos 1103P e SO4 (ROSIER, 2006).

Segundo Tonietto & Mandelli (2003), o efeito mais importante da altitude para a viticultura é o térmico, pois 100 metros de elevação representam uma diminuição de aproximadamente 0,6 °C na temperatura média do ar.

A elevada altitude e a baixa latitude do local provocam o deslocamento em todo o ciclo de videira. As baixas temperaturas noturnas atrasam o início da brotação, o crescimento vegetativo e a maturação. Assim, a colheita ocorre em um período que os índices pluviométricos são menores do que outras regiões produtoras tradicionais (BONIN & BRIGHENTI, 2006; BORGHEZAN et al., 2014).

O início do ciclo vegetativo ocorre entre meados e o final do mês de setembro para variedades de brotação tardia. Para variedades de brotação precoce, entretanto, a brotação ocorre entre o final do mês de agosto e início do mês de setembro, época em que há alta probabilidade de ocorrência de geadas de primavera, podendo ocorrer limitação da produção do vinhedo dependendo de sua localização.

A produção de uvas de qualidade para vinificação nas regiões de altitude do Planalto Sul Catarinense foi atestada por diferentes autores nos últimos anos (BORGHEZAN et al., 2011; BRIGHENTI et al., 2012; MALINOVSKI, et al., 2012; BRIGHENTI et al., 2013, BORGHEZAN et al., 2014).

1.2.1 São Joaquim

A classificação nesta região é de clima Cfb de acordo com Köppen (1928), sendo temperado, mesotérmico úmido, com verões amenos. As temperaturas nos meses de inverno são baixas, com recorde de -10°C registrado no período compreendido entre 1961 e 2011, e mais elevadas no verão, com recorde máximo registrado de 31,4°C para o mesmo período. Julho é o mês mais frio no ano, com média histórica de 9,4°C, e o mês de Janeiro é o mais quente, com média de 17°C (**Figura**

1.1) (BRIGHENTI & TONIETTO, 2004; GRIS et al., 2010; BORGHEZAN et al., 2014).

A temperatura média diária ao longo da estação de crescimento das videiras em São Joaquim equivale a 15°C e a amplitude térmica está próxima a 10°C (FALCÃO et al., 2010; BRIGHENTI et al., 2014), consideradas adequadas para classificar a região apta à produção de uvas viníferas de qualidade.

O clima vitícola de São Joaquim pode ser classificado como Frio, de noites frias e úmido segundo o Sistema CCM Geovitícola de Tonietto & Carbonneau (2004), distinto de outras regiões produtoras de vinhos finos do Brasil por apresentar clima vitícola mais frio e apresentar noites mais frias (BRIGHENTI & TONIETTO, 2004).

Nos meses de inverno é comum a ocorrência de geadas, inclusive com possibilidade de neve em dias mais frios. A **Figura 1.2** mostra que os meses de junho e julho são aqueles com maior frequência de geadas. Agosto e setembro ainda apresentam alta frequência média quando comparada a outros locais de produção, caracterizando típicas geadas tardias de primavera (BORGHEZAN et al., 2014).

No mês de julho também é registrado o maior acúmulo de horas de frio (horas abaixo de 7,2°C), equivalente a 240 horas, sendo que entre os meses de abril e setembro, a média histórica da soma é igual a 1057,4 horas de frio (BORGHEZAN et al., 2014) (**Figura 1.2**).

A alta disponibilidade de frio para produção de fruteiras de clima temperado, dentre outros fatores, destaca o município nos cenários estadual e nacional de produção de frutas como maçãs e uvas (BRIGHENTI & TONIETTO, 2004; FALCÃO et al., 2008; FALCÃO et al., 2010; GRIS et al., 2010; BRIGHENTI et al., 2014; BORGHEZAN et al., 2014).

As chuvas são em geral bem distribuídas durante o ano, sendo o período de menor precipitação, variando de 105 a 122 mm mensais, ocorre dos meses de março a junho. Os meses de setembro e outubro são os que apresentam maior precipitação, com médias próximas de 200 mm mensais (**Figura 1.1**) (GRIS et al., 2010; BORGHEZAN et al., 2014).

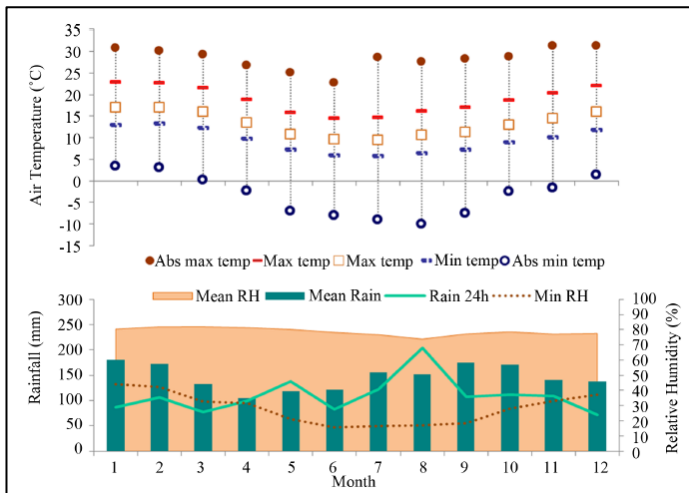


Figura 1.1. Médias mensais de temperatura (°C – máxima, média e mínima), precipitação (mm) e umidade relativa (%) do município de São Joaquim, SC, para o período 1961 – 2011. (BORGHEZAN et al., 2014).

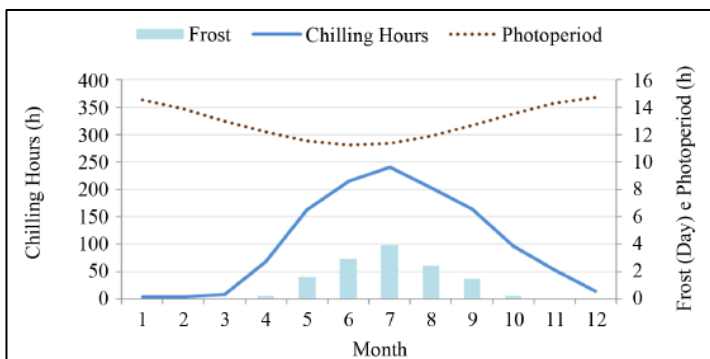


Figura 1.2. Médias mensais de horas de frio (h), ocorrência de geadas e fotoperíodo (h) do município de São Joaquim, SC, para o período 1961 – 2011. (BORGHEZAN et al., 2014).

Tonietto et al. (2012), ao classificar o clima das regiões brasileiras produtoras de uvas para vinhos finos mencionaram que Cfb (KÖPPEN, 1928) é a classificação climática tanto para São Joaquim como para a Serra Gaúcha, a maior e mais tradicional região vitícola do Brasil. Entretanto, segundo o Sistema CCM Geovitícola (TONIETTO & CARBONNEAU, 2004), as duas regiões produtoras diferem.

Enquanto a Serra Gaúcha apresenta clima úmido, temperado quente e de noites temperadas, São Joaquim apresenta clima úmido, frio e de noites frias. Semelhanças entre as duas regiões estão na possibilidade de ocorrência de neve, de queda de granizo e de geadas tardias de primavera devido a baixas temperaturas em final de Agosto e início de Setembro (TONIETTO et al., 2012).

Médias mensais para o período compreendido entre 1961 e 1990 para as duas regiões são mostradas por Tonietto et al. (2012). A média anual de temperaturas mínimas equivale a 12,9°C para a Serra Gaúcha, considerando Bento Gonçalves – RS como município de referência; e 9,1°C para a região de São Joaquim, cuja referência é o município de mesmo nome. As menores médias são para o mês de Junho em ambas regiões, equivalentes a 8,6°C e 5,6°C, respectivamente (**Figura 1.3**).

Para temperaturas máximas, Bento Gonçalves apresenta média anual de 22,9°C e São Joaquim de 20,0°C. Janeiro é o mês mais quente em Bento Gonçalves, com média de 27,8°C, enquanto para São Joaquim, a maior média, de 24,1°C, é igual para os meses de Janeiro e Fevereiro (**Figura 1.3**).

A precipitação mensal média equivale a 135,9 mm em São Joaquim e 144,7 mm para Bento Gonçalves. Para o primeiro município, o mês de maior precipitação é Setembro, com média de 169 mm, e o de menor precipitação é Abril, que apresenta média de 102 mm. No município gaúcho, Setembro e Maio são os meses de maior e menor precipitação, com médias de 185 e 107 mm, respectivamente (**Figura 1.3**).

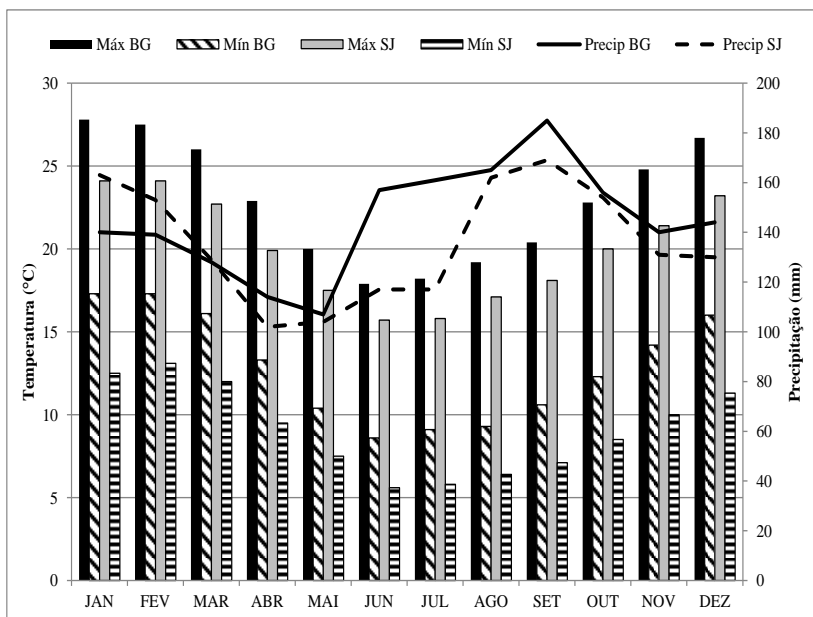


Figura 1.3. Médias mensais de temperaturas máxima e mínima (°C) e precipitação (mm) dos municípios de Bento Gonçalves, RS (BG) e São Joaquim, SC (SJ), para o período 1961-1990. (Dados: TONIETTO et al., 2012).

1.3 A videira

A videira pertence à família das Vitaceae, que possui 19 gêneros, sendo o de maior importância econômica, social e histórica o *Vitis*, que engloba 108 espécies. A mais cultivada é a *Vitis vinifera* L., que também apresenta o cultivo mais antigo, adaptada à Ásia Ocidental, também chamada de “videira europeia”. Outra espécie importante é a *Vitis labrusca*, a “videira americana”, adaptada à América do Norte (HERNÁNDEZ, 2000; SOUSA & MARTINS, 2002).

Para a *Vitis vinifera* L. ainda não há região de origem bem definida, sendo uma das hipóteses mais abordadas a Região do Cáucaso, entre o Mar Negro e o Mar Cáspio (SOUZA, 1996; EBELER & THORNGATE, 2009). Entretanto, é comum levantar-se que o gênero *Vitis* tem três grandes centros de biodiversidade, isto é, a América Setentrional, a Ásia Oriental incluindo Nepal, China e Japão, e o Euroasiático (FREGONI, 1985).

A videira é cultivada em várias regiões do planeta, com mais sucesso entre os limites de latitudes 34° N e 49° S, além dos quais as

baixas temperaturas hibernais impedem o seu desenvolvimento normal e a sua sobrevivência (HIDALGO, 1993). A espécie *V. vinifera* L. adapta-se melhor em áreas de verão longo e seco e de invernos brandos. Em regiões de verões úmidos, devido à sua suscetibilidade a doenças causadas por fungos, deixa a desejar. As espécies americanas aclimatam-se bem em ambientes quentes e úmidos e de invernos rigorosos, e algumas vezes não se adaptam bem aos climas semiáridos (SIMÃO, 1971).

Apresenta um período de intenso crescimento ativo, caracterizado por brotação, floração, frutificação e maturação, e um período de repouso vegetativo, quando há queda gradativa das folhas até o inchamento das gemas. Baixas temperaturas limitam o crescimento dos brotos, induzindo a planta a entrar em repouso vegetativo, com redução das atividades metabólicas sem que haja parada total do crescimento devido à não formação de gemas terminais, podendo também haver indução da entrada em repouso por baixa umidade no solo (WINKLER, 1976).

As baixas temperaturas do outono e inverno constituem um importante fator ambiental que induz a entrada em dormência, sendo necessária a exposição das plantas a certo período de baixas temperaturas para que ocorra a superação da dormência e a brotação seja efetiva (PETRI et al., 2006). Diferentes variedades possuem diferentes exigências de horas de frio, sendo as americanas, devido à origem, menos exigentes em relação às europeias (WINKLER, 1976).

1.3.1 ‘Chardonnay’

A Chardonnay é uma variedade francesa da região da Borgonha e caracteriza-se como casta nobre para a elaboração de vinhos brancos em muitas regiões do mundo (SOUSA & MARTINS, 2002). A variedade produz vinhos agradáveis e é uma das mais adequadas para vinificação e maturação em barricas (DOMINÉ, 2006).

É uma variedade mais versátil que a ‘Pinot Noir’, pois, pode ser cultivada em muitas regiões, exceto pelas limitações climáticas, porque sua brotação precoce a deixa suscetível à geada da primavera. Tornou-se a mais conhecida uva de vinho branco do mundo, por não apresentar um sabor particularmente intenso, uma das razões que responde tão bem à fermentação e ao envelhecimento em carvalho (JOHNSON & ROBINSON, 2008).

Segundo Sousa & Martins (2002), seu cultivo comercial iniciou-se na década de 1980, no Rio Grande do Sul. É cultivada também no

Nordeste, onde as produções iniciais apontam um futuro promissor. É uma variedade vigorosa, medianamente produtiva, sendo a escolha certa do porta enxerto e o manejo correto fatores importantes de sua produtividade.

A brotação é precoce, deixando a videira suscetível a danos causados pela ocorrência de geadas tardias. As folhas médias, orbiculares, com seio peciolar aberto, verdes e glabras na página superior, mostrando traços de pubescência na página inferior. Os cachos são pequenos, cilindro-cônicos e às vezes alados, medianamente compactos, com bagas pequenas, quase esféricas, verde-amareladas, com polpa sucosa e sabor mais relevado que o da ‘Pinot Blanc’ verdadeira (**Figura 1.4**) (SOUSA & MARTINS, 2002).



Figura 1.4. Folhas e cachos da variedade de uva Chardonnay. (Foto A: UNIVERSITY OF CALIFORNIA – UC Integrated viticulture, 2015; Foto B: Vinhedos do Monte Agudo).

É uma variedade resistente à antracnose, sensível ao oídio e às podridões e moderadamente sensível ao míldio (GIOVANNINI, 2008).

Na Serra Gaúcha, foi estimada a necessidade de horas de frio da variedade Chardonnay em 150 HF para superação da endodormência, sendo cerca de 40 destas necessárias para indução da endodormência, classificando a variedade com baixa necessidade de frio (SANTOS et al., 2011).

Na região de São Joaquim, a brotação desta variedade ocorre em média nos últimos dez dias do mês de Agosto e início de Setembro, em anos em que não há elevação precoce das temperaturas médias para a transição para a primavera (**Figura 1.5**). Devido à sua precocidade de brotação, as videiras apresentam suscetibilidade a danos causados por

geadas tardias de primavera ocorridas nesta região, dificultando o sucesso de seu cultivo.

A floração ocorre em média na segunda quinzena de outubro e início de novembro. A colheita se inicia no fim do mês de fevereiro e início do mês de março do ano seguinte, dividindo-se em duas etapas de acordo com a finalidade da uva colhida, para vinificação em espumante ou de vinho tranquilo (**Figura 1.5**).

Nesta mesma região, as variedades de brotação média tardia Merlot e tardia Cabernet Sauvignon apresentaram data de brotação por volta dos dias 11 e 24 de setembro, respectivamente, no levantamento realizado por Brighenti et al. (2013) com diversas variedades de videira, em três ciclos consecutivos. A data da colheita para estas variedades ocorreu em média em 11 e 26 de abril (**Figura 1.5**).

	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
CH			BROT			FLOR				COL		
MT				BROT			FLOR				COL	
CS				BROT			FLOR				COL	

Figura 1.5. Fenologia das variedades de videira ‘Chardonnay’ (CH), ‘Merlot’ (MT) e ‘Cabernet Sauvignon’ (CS) na região de São Joaquim, SC. BROT – brotação; FLOR – floração; COL – colheita (adaptado de BRIGHENTI et al., 2013).

Ligeiramente mais antecipada, na Serra Gaúcha, variedades precoces como a ‘Chardonnay’ iniciam a brotação nos últimos dez dias do mês de Agosto, o período de floração ocorre no início de Outubro e a colheita ocorre nos últimos dez dias de Janeiro (TONIETTO et al., 2012).

1.3 Geada

O fenômeno das geadas afeta de maneira negativa a agricultura, que representa importante setor da economia catarinense, podendo causar prejuízos parciais ou totais em muitas culturas.

Ocorrem quando a temperatura do ar próximo do solo ou superfícies expostas cai abaixo de 0°C e, dependendo da quantidade de vapor d’água no ar, pode ocorrer a deposição de cristais de gelo sobre o solo, vegetação ou qualquer superfície exposta (AGUIAR & MENDONÇA, 2004).

Geadas de radiação, brancas e negras, são causadas por perda de calor através de radiação de ondas longas do solo e ocorrem quando o céu está sem nuvens, em condições de pouco vento, fazendo com que haja inversão de massas e a temperatura próxima à superfície do solo diminua abaixo de 0°C. A espessura da camada de inversão de massas varia geralmente de 10 a 60 metros (PERRY, 1998).

Geadas brancas, as mais comuns, ocorrem quando há congelamento de vapor de água em pequenos cristais, seguido de sua deposição sobre superfícies. Este congelamento ocorre porque a temperatura do ponto de orvalho, em que o vapor de água do ar fica saturado e depois condensa, está alta e a atmosfera está úmida. Quando a temperatura do ponto de orvalho está baixa, a atmosfera está seca e propícia para a formação de geada negra, sem a formação de cristais de gelo, que também não ocorre caso a velocidade do vento esteja superior a 2,2 m/s (POLING, 2008).

Em geadas negras geralmente se assume que a temperatura de ponto de orvalho está abaixo da temperatura crítica, no entanto, se considera também que a temperatura crítica no caso de brotos de videira está variando entre 0 e -2,2°C (POLING, 2008). Wolf & Boyer (2003) relataram que brotos de videira são muito suscetíveis a lesões por frio e congelamento em temperaturas abaixo de 0°C. Entretanto, sob condições de menor umidade do ar, lesões ocorreriam apenas quando temperaturas atingem de -3,3 a -3,8°C, com rara sobrevivência dos tecidos nesta situação.

Diferente de geadas de radiação, geadas de advecção estão associadas à passagem de grandes sistemas de ar muito frio, sobre uma grande região, afetando extensas áreas. Nuvens podem estar presentes neste tipo de geada e a espessura da massa de ar frio pode variar de 150 a 1500 metros. Geadas mistas combinam ventos que normalmente variam de 2,2 a 4,5 m/s e temperaturas inferiores a 0°C. São tipicamente de longa duração, normalmente superior a dez horas, sendo a proteção das culturas muito dificultada pelos ventos de mais de 2,2 m/s (POLING, 2008).

Segundo Aguiar & Mendonça (2004), em Santa Catarina, episódios de geadas são mais frequentes entre Maio e Setembro, sendo historicamente Junho e Julho os meses com maior número de registros. Isso se deve à maior frequência de invasões de frentes frias e fluxos polares mais intensos no Estado neste período.

Pandolfo et al. (2002) citam que no Estado de Santa Catarina, em regiões com altitudes superiores a 900 m acima do nível do mar, podem

ocorrer geadas mesmo nos meses de Novembro a Março, pois, não raramente, as temperaturas caem abaixo de 0°C em muitos locais.

Dentre os municípios mais atingidos, há destaque para São Joaquim com frequência média de 24 ocorrências anuais, incluindo registros de geadas tardias de primavera nos meses de Agosto e Setembro e até mesmo mais tardias, em Novembro e Dezembro, apesar de mais raros. Entre os fatores geográficos que favorecem essa ocorrência destacam-se a continentalidade e a variação de altitude que é o principal fator que contribui para que o planalto apresente maior frequência de noites frias (AGUIAR & MENDONÇA, 2004).

Os danos à cultura da videira ocorrem principalmente pelo fato das geadas tardias de primavera afetarem a brotação das plantas durante a retomada de crescimento pós-dormência, em agosto e setembro. Estas geadas danificam tecidos vegetais de forma a comprometer a evolução do ciclo, principalmente no caso de variedades de brotação precoce como a 'Chardonnay', prejudicando o sucesso de seu cultivo.

Quando brotos de videira em desenvolvimento após a saída da dormência são mortos por geadas, gemas secundárias brotarão para produzir novos ramos e, em caso de uma segunda geada, gemas terciárias latentes podem brotar também. No entanto, gemas secundárias de *Vitis vinifera*, por exemplo a variedade 'Chardonnay', geralmente tem menos da metade do potencial de frutificação de gemas primárias, enquanto gemas terciárias normalmente não tem cachos diferenciados (WOLF & POLING, 1995; VASCONCELOS et al., 2009).

O efeito das geadas sobre tecido vegetais, com danos em diferentes níveis podendo ocorrer até morte dos mesmos, ocorre através do congelamento da água no interior das células, causando rompimento de membranas e parede celular em função do aumento do volume da água ao passar do estado líquido para sólido. Estas estruturas das células vegetais, essenciais ao correto funcionamento celular, perdem sua integridade e o conteúdo do citoplasma e vacúolo vazam, resultando em morte celular. Se um grande número de células morre, porções consideráveis de tecido morrem, causando muitos danos à parte aérea (DAMI, 2007).

1.4.1 Controle ativo de geadas

O controle de geadas em vinhedos começa de forma passiva, pela correta escolha do local de instalação do plantio, evitando áreas de vales e preferindo áreas de topo, com boa drenagem de ar, e da variedade a ser

cultivada, com atenção especial para a precocidade de brotação (HOWELL & SABBATINI, 2013).

Além destes, técnicas de manejo quando o vinhedo já está implantado, como a manutenção de vegetação nas entrelinhas, que pode contribuir com a elevação da temperatura no microclima local, o adiamento da poda são também úteis para evitar possíveis danos por geadas (STRIEGLER, 2007; HOWELL & SABBATINI, 2013).

Ainda assim, métodos ativos de combate a este evento climático se fazem necessários para casos onde a localização do vinhedo não é privilegiada ou em que se faça necessária a complementação dos métodos passivos de controle.

Um critério importante na escolha do correto método ativo de proteção contra geadas é saber o tipo predominante de evento de frio esperado para o local em questão, através da previsão do tempo, para que haja prevenção eficiente da formação de gelo e do estabelecimento dos danos.

Máquinas de vento são aparelhos de manuseio geralmente simples, com a função de misturar as camadas de ar e diminuir a inversão térmica, eficientes no controle de geadas brancas (POLING, 2008; DOMOTO, 2015). A aquisição é justificada em casos de vinhedos instalados em locais com pelo menos uma previsão de geada tardia de primavera a cada cinco anos, com tamanho mínimo de 2,8 a 4 ha (para cada máquina), pois, seu custo é elevado (em torno de US\$ 7000/ha). No caso de geadas negras, com previsão de temperaturas inferiores a -2,2°C, será necessário um método de proteção adicional, como fontes de calor/aquecedores.

O uso de aquecedores a gás, óleo ou carvão, também é possível. Usados como o único meio de proteção são inviáveis, sendo geralmente complementares a outro método de proteção, como as máquinas de vento. A poluição do ar por fumaça pode ser um problema significativo, sendo o uso de aquecedores a óleo proibido em algumas áreas dos Estados Unidos (SNYDER & MELO-ABREU, 2005).

Entre 80 e 100 aquecedores por hectare são necessários para fornecer de 2 a 4°C de proteção, que pode ser maior em condições ideais, e menor em condições de vento. Aquecimento adicional em torno das bordas dos talhões é importante, pois, a ar quente no centro do mesmo produz um fluxo de entrada de ar frio a partir das bordas, que necessita ser aquecido para evitar danos. Da mesma forma, se há movimento de ar através do talhão, aquecimento extra precisa ser fornecido no lado de entrada do vento (TROUGH et al., 1999).

Snyder & Melo-Abreu (2005), Poling (2008) e Domoto (2015) relataram que em algumas áreas dos Estados Unidos e da França são utilizados helicópteros como uma variação das máquinas de vento. Podem ser consideravelmente mais eficazes porque podem se ajustar à melhor altura de vôo para promover a correta inversão de massas de ar. Um helicóptero pode proteger mais de 20 hectares, com custo de US\$ 2000 a US\$ 4000 por hora, por hectare. O alto custo é a razão pela qual sua adoção normalmente só ocorre quando há previsão de geada negra, com temperaturas abaixo de $-2,2^{\circ}\text{C}$.

Trought et al. (1999) mencionaram entretanto que, para geadas negras, o uso de helicópteros não é eficaz. Nestes casos, assim como para geadas brancas, o uso de irrigação por aspersão pode ser bastante eficiente. O calor latente de congelamento geralmente libera calor necessário para evitar que as temperaturas caiam abaixo de 0°C . Quando as temperaturas estão abaixo de 0°C , os tecidos terão uma camada de gelo no interior e água livre em sua superfície. Com o contínuo congelamento da água livre, o calor latente é liberado mantendo uma camada limítrofe a 0°C , sendo fundamental manter a irrigação para que haja água livre suficiente sobre o gelo em torno do tecido.

Mesmo temperaturas abaixo de -6°C podem ser efetivamente controladas por irrigação. Sua adoção em áreas de alta probabilidade de ocorrência de geada negra é viável por ser mais barato em relação a outros métodos, podendo equivaler a 12% do custo por hora de máquinas de vento a combustível e 4% do custo por hora de um sistema de aquecedor a óleo (100 aquecedores/ha) (SNYDER & MELO-ABREU, 2005; POLING, 2008).

Uma das desvantagens do sistema de aspersão é a necessidade de grande quantidade de água, principalmente quando a previsão indica noites consecutivas de geada, podendo chegar por exemplo a cerca de 960 mil litros de água por hectare em três noites de geada. Apesar de oferecer um dos mais altos níveis de proteção, seu design não permite ajuste de volume de água e o geralmente alto volume aspergido pode acarretar problemas em solos de drenagem ruim, além de carrear nutrientes e aumentar a pressão para o desenvolvimento de doenças. Há também o risco de danos às plantas causados por falha do sistema, fazendo-o parar durante a noite, ou por possível alta carga de gelo formado sobre as mesmas durante a noite de aspersão. Por fim, o sistema deve ser preferencialmente instalado antes do plantio do vinhedo (SNYDER & MELO-ABREU, 2005; DOMOTO, 2015).

Poling (2008) cita ainda outros métodos de proteção ativa, aplicados em véspera de geadas, menos convencionais como o uso de

filmes hidrofóbicos, o uso de fertilizantes foliares específicos para diminuir a temperatura de congelamento da seiva e o uso de antibióticos para diminuir a presença de bactérias que funcionam como núcleos para a formação de cristais de gelo, sendo os dois últimos pouco efetivos até então.

Trought et al. (1999) citaram uso de cortinas de neblina, formada a partir do aspersores de alta pressão, como sistema eficiente para evitar a perda de calor por radiação de ondas longas. Entretanto, é necessário que ponto de orvalho esteja perto da temperatura do ar para formar a neblina, além de condição de pouco vento. Pode haver riscos quando o vinhedo está localizado próximo a estradas, caso haja deslocamento da cortina devido a ventos fortes.

No município de São Joaquim, estas técnicas ainda não são amplamente utilizadas, pelo menos não totalmente de acordo com sua concepção, principalmente em função de seus custos. Quando há previsão de geada tardia, quando variedades de brotação precoce já iniciaram seu ciclo, na maior parte das vezes os viticultores optam pela queima de material combustível como carvão ou serragem salitrada em tambores espalhados pelo vinhedo, mimetizando o efeito do uso dos aquecedores, e podendo combinar a isto o uso do atomizador do trator para movimentação de massas de ar.

Outra ação empregada é o uso de máquinas que combinam a queima de diesel e vapor d'água para formação de cortinas de fumaça, quando não há ventos fortes. Alguns testes informais também têm sido realizados por estes viticultores com a aplicação preventiva de fórmulas a base de aminoácidos, visando diminuir o ponto de congelamento da seiva.

1.4.2 A videira e a geada

Gemas dormentes de videira apresentam profunda resistência ao congelamento, mesmo que sejam a parte da planta mais suscetível a danos por congelamento. No entanto, após a brotação, esta resistência diminui com o tempo e o desenvolvimento dos vários estádios de crescimento (GARDEA, 1987).

Há potencial para enormes prejuízos, causados por diferentes eventos de frio, sobre videiras nos estádios seguintes à saída de dormência que apresentam tecidos em desenvolvimento muito sensíveis a baixas temperaturas (POLING, 2008).

Silva et al. (2013) relataram que as geadas ocorridas em São Joaquim, SC, durante o período de crescimento vegetativo da videira no

ciclo 2012/2013 comprometeram significativamente a produção da uva, com redução de 80% na produção da variedade Cabernet Sauvignon. Mudrei et al. (2013) também relataram 85% de redução da produção para a mesma variedade, no mesmo ciclo.

A produção de ‘Chardonnay’ em São Joaquim, SC, sob diferentes sistemas de cobertura, foi avaliada após uma série de geadas tardias de primavera do ciclo 2013/2014 por Matos et al. (2014). Os autores relataram que plantas sem cobertura reduziram a produção em 54,6% em comparação a plantas cobertas com lona plástica, com significativa queda nos rendimentos.

Resistência ao frio é a capacidade dos tecidos dormentes de videira sobreviverem a temperaturas de congelamento durante o outono e inverno. Durante o período de dormência, videiras resistem ao congelamento através de dois mecanismos: pela menor quantidade de água no interior das células e pelo super resfriamento (“supercooling”), que é a capacidade do conteúdo celular permanecer no estado líquido em temperaturas abaixo de 0°C (DAMI, 2007).

A seiva permanece em um estado super resfriado e, se não houver centros de nucleação de gelo ou se a temperatura não cair abaixo do ponto de nucleação, não há congelamento. Por outro lado, gelo externo pode iniciar o congelamento entrando via estômatos, lenticelas ou feridas, com mais de um ponto de nucleação, que é mais rápida através do sistema vascular (GARDEA, 1987).

A temperatura crítica é aquela em que a lesão provavelmente ocorre. Em estudos anteriores, estas temperaturas foram definidas como aquelas que as gemas e as brotações em expansão poderiam suportar por 30 minutos sem lesão (YOUNG, 1966). Atualmente consideram-se as temperaturas médias que matam 10%, 50% (T_{50} ou LT_{50}) e 90% de gemas e brotações (PROEBSTING, 1978).

Segundo Winkler (1976), a videira é sensível a temperaturas inferiores a -1,1°C. Em geadas durante a primavera, os tecidos vegetais da videira podem ser danificados por temperaturas de -1 a -3°C; entretanto, a intensidade dos danos varia com a duração da geada. Temperaturas inferiores a -3°C por poucas horas causam a morte de todos os brotos (GUÍA, 1983).

Johnson & Howell (1981) mencionaram que a T_{50} para gemas de ‘Concord’, em condições secas, foi de -9,4°C no momento da ruptura das escamas, -7,9°C para o início do inchamento das gemas, -7,1°C para gemas completamente inchadas e -6,2°C para o estágio de ponta verde. Sob condições úmidas, como presença de geada, orvalho, gelo ou água da chuva ou irrigação, as T_{50} aumentam para -5,7°C, -4,4°C, -3,5°C e -

3,1°C, respectivamente. Relataram ainda que para ‘Baco Noir’, ‘Concord’ e ‘Vidal Blanc’, a T_{50} variou de -3,0°C a -4,5°C no início do inchamento, e -2,5°C a -3,5°C para gemas completamente inchadas.

Gardea (1987) avaliou danos por frio em ‘Pinot Noir’ e relatou que a T_{50} equivale a -14,0°C em gemas dormentes, -3,4°C para gemas inchadas, -2,2°C na brotação (“ponta verde”), -2,0°C no estágio de primeira folha expandida, -1,7°C no estágio de duas folhas e -1,2°C para quatro folhas expandidas.

A definição da combinação entre temperaturas críticas e duração necessária para gerar lesão por frio em tecidos de videira ainda não está completa. Sugar et al. (2003) observaram que, após a brotação, o dano pode ocorrer quando temperaturas atingem -0,5°C ou menos durante meia hora ou mais. A lesão não ocorre, no caso de geadas de radiação, antes que as temperaturas atinjam a faixa de -3,3 a -3,8°C segundo Wolf & Boyer (2003).

Poling (2008), ao discutir tipos de geadas e métodos de controle, optou por adotar como temperaturas críticas para videiras os valores de -2,2°C para brotações logo após seu surgimento (“ponta verde”) e 0°C para brotações jovens (a partir da expansão das folhas).

O genótipo de uma videira determina sua resistência ao frio, enquanto ambiente (solo, clima, topografia e pragas) e manejo determinam quanto dessa resistência é usada (DAMI, 2007). A razão pela qual algumas variedades são mais resistentes que outras ainda não é completamente compreendida. Sabe-se que a resistência ao frio varia entre as espécies de uvas. Espécies em ordem de maior para menor resistência são: *V. riparia* (norte-americana), *V. amurensis* (asiática), *V. labrusca*, híbridos interespecíficos, *V. vinifera* (europeia) e *V. rotundifolia* (**Tabela 1.1**).

Tabela 1.1. Resistência relativa ao frio de variedades de videira (Adaptado de DAMI, 2007).

RESISTÊNCIA AO FRIO	T ₅₀ * (°F)	T ₅₀ * (°C)	ESPÉCIES	VARIEDADES
Muito baixa	5 a -5	-15 a -20	Maioria <i>V. rotundifolia</i>	Carlos, Cowart, Scuppernong, Supreme
			Maioria <i>V. vinifera</i>	Chenin blanc, Merlot, Semillon, Syrah, Sauvignon blanc, Zinfandel
Baixa	0 a -8	-18 a -22	Maioria <i>V. vinifera</i>	Chardonnay, Cabernet sauvignon, Gewurztraminer, Pinot gris, Pinot noir, Sangiovese, Viognier
			Algumas <i>V. vinifera</i> e alguns híbridos	White riesling, Cabernet franc, Lemberger, Gamay noir, Chambourcin
Moderadamente baixa	-5 a -10	-20 a -23	Maioria híbridos	Cayuga White, Chardone1, Traminette, Norton, Seyval blanc, Vignoles
			Algumas <i>V. vinifera</i> e alguns híbridos	Frontenac, Foch, LaCrescent
Moderadamente alta	-10 a -15	-23 a -26	Maioria híbridos	
Alta	-15 a -20	-26 a -29	Maioria <i>V.</i> <i>labrusca</i>	Catawba, Concord, Delaware, Niagara
			Alguns híbridos	
Muito alta	-20 a -30	-29 a -34	Alguns híbridos	

*Expresso como um intervalo porque varia com variedades, ciclo, ambiente e manejo; T50 de algumas variedades pode sobrepor-se entre as classes de resistência.

No descongelamento, observa-se que brotos de videira lesionados pelo frio perdem o turgor, escurecem completamente e ganham um aspecto de ‘ensopados’ de água. Tecidos completamente moles podem ser observados algumas horas após o evento de frio (SUGAR et al., 2003).

1.5 Dormência

Segundo Lang et al. (1987), dormência é a suspensão temporária do crescimento visível de qualquer estrutura vegetal contendo um meristema. Durante a dormência, nos meses de outono e inverno, as gemas permanecem numa situação estacionária até que o crescimento recomeça na primavera, levando à brotação (LAVEE & MAY, 1997).

Ao longo dos anos de pesquisa, a dormência foi comumente abordada estabelecendo que inibidores de crescimento induzem à dormência e promotores induzem sua saída (SAURE, 1985; CRABBÉ, 1994).

Lavee (1972), reunindo trabalhos pioneiros sobre dormência, postulou que o início da dormência se daria pelo acúmulo de inibidores de crescimento que eram anulados após exposição ao frio, com a proximidade do fim da dormência.

Segundo esta teoria clássica, o ácido abscísico apresenta concentração aumentada durante a dormência e isso está associado à condição de dias curtos (SD), que por sua vez correlaciona-se à redução da concentração endógena de auxinas. Níveis endógenos de citocininas são insignificantes na seiva do xilema de plantas dormentes e aumentam consideravelmente durante a primavera, induzindo a abertura de gemas. Ocorre também a redução dos níveis endógenos de giberelinas e, em contrapartida, a liberação da dormência é precedida pelo restabelecimento da concentração endógena deste hormônio, o que ocorre mais lentamente e anteriormente ao aumento das auxinas (LAVEE, 1972).

O balanço entre promotores e inibidores de crescimento é mais importante do que a contribuição individual de cada um deles nos processos de indução e liberação da dormência segundo este autor (LAVEE, 1972). Este balanço está envolvido na indução ou inibição de sequências específicas do DNA que, através de RNAs mensageiros, induzem enzimas específicas envolvidas na determinação dos períodos de crescimento ou repouso.

Lang et al. (1987) propuseram a divisão da dormência em três sub fases: endodormência, paradormência e ecodormência. A paradormência envolve sinais bioquímicos específicos originados em uma estrutura qualquer, que não seja aquela em questão. Este sinal pode ser desencadeado ou não por fatores ambientais, como a inibição do crescimento visível de meristemas de gemas laterais, ou por fatores morfogênicos produzidos por órgãos circundantes, por exemplo, ápices e folhas.

A endodormência é determinada quando o controle do crescimento deve-se a sinais ambientais ou endógenos inerentes à estrutura em questão (LANG et al., 1987).

Ecodormência está ligada a um ou mais fatores ambientais, por exemplo, deficiência de água ou nutrientes ou extremos de temperatura, que têm efeitos amplos no crescimento e função vegetais. Envolve apenas a ausência de condições ambientais fundamentais ao crescimento

de plantas, isto é, uma pausa até que todos os fatores básicos requeridos como água, temperatura e nutrientes tornem-se adequados (LANG et al., 1987).

Para Lavee & May (1997), a dormência das gemas de videira evolui de uma sub fase para a outra de forma tão difusa que pode ser imprudente relacionar cada fase (para, endo e ecodormência) à sua fisiologia.

A indução da dormência ocorre por fotoperíodo curto e as alterações morfológicas necessárias para aclimação ao frio geralmente incluem o desenvolvimento de escamas de proteção nas gemas. Em seguida, temperaturas frias cumprem a exigência em frio da gema, tornando-as competentes para iniciar seu desenvolvimento após exposição a temperaturas quentes (FUCHIGAMI & NEE, 1987).

Abordagens sobre superação da dormência trataram do aumento da capacidade dreno do broto em relação aos tecidos circundantes e do seu potencial de crescimento (CHAMPAGNAT, 1989), ou da mudança no estado da água nas gemas, pois, durante a dormência a água seria mais encontrada em estado ligado enquanto para liberação de dormência, se tornaria mais livre (FAUST et al., 1991).

Chen et al. (2000) abordaram o desenvolvimento da endodormência como uma importante estratégia adaptativa uma vez que as plantas se tornam mais resistentes ao congelamento e desidratação, sendo a paralisação do crescimento um pré-requisito para este processo. Em plantas lenhosas perenes, esta paralisação está geralmente associada à formação da gema terminal ou abscisão do ápice caulinar. A retomada do crescimento ocorre em seguida à liberação da endodormência e está geralmente associada à diminuição da resistência a frio.

A indução da dormência e a formação das gemas continuam ao longo de várias semanas, sendo controlados principalmente pelo fotoperíodo e pela temperatura. É um processo dinâmico, induzido e encerrado como resposta quantitativa à temperatura. Ainda não há qualquer marcador fisiológico ou molecular para indicar o suprimento da necessidade de frio (COOKE et al., 2012).

Mathiason et al. (2009), em estudos com *Vitis riparia*, relataram que a dormência é induzida pelo encurtamento do fotoperíodo e a redução de temperatura, sendo percebida por redução no crescimento e incapacidade de crescer mesmo com condições favoráveis. A endodormência se iniciaria após quatro semanas de exposição a dias curtos (fotoperíodo de oito horas), não conseguindo retomar o crescimento mesmo após a exposição a dias longos (fotoperíodo de quinze horas).

Borghезan et al. (2014) identificaram a parada do crescimento dos ramos das variedades Cabernet Sauvignon, Sauvignon Blanc e Merlot coincidente com o “*véraison*” das bagas (que ocorre em média nas datas 10/2, 3/2 e 1/2 para as três variedades, respectivamente - BRIGHENTI et al., 2013) em diferentes ciclos para o município de São Joaquim, SC. Foram observadas também lignificação dos ramos, parada do crescimento dos ramos laterais e início da senescência das folhas como sinais de início da dormência. Os autores afirmam que redução do fotoperíodo e da temperatura foram determinantes na indução desta parada de crescimento.

Erez (2000) cita que o desenvolvimento da dormência de gemas é um fenômeno local e sua superação pode ocorrer em uma gema, mas não em outra, devido à pouca comunicação entre estas estruturas durante este período.

Além de conceitos clássicos, abordagens mais atuais foram reunidas na revisão de Cooke et al. (2012). A dormência de gemas pode ser considerada como a incapacidade de um meristema de retomar crescimento em condições favoráveis (ROHDE & BHALERAO, 2007). Neste contexto, é uma propriedade do meristema e representa a incapacidade do meristema apical caulinar se submeter a divisões celulares ou de células derivadas sofrerem expansão que contribui para o crescimento (RINNE et al., 2010).

A dormência de gemas é parte de um conjunto de processos interligados que caracteriza a alternância desenvolvimento-dormência e que também inclui a interrupção do crescimento apical, do desenvolvimento da gema, o desenvolvimento da tolerância ao frio e dessecação, o ciclo sazonal do nitrogênio e a senescência em espécies caducifólias (ROHDE & BHALERAO, 2007;).

O status da dormência de gemas é de difícil definição e ainda não há qualquer marcador molecular ou fisiológico não destrutivo para identificá-lo. A maior parte dos estudos sobre este tema depende de observações visuais, tais como o final da formação das gemas, a porcentagem de brotação e o tempo para brotação (50%). Tais métodos observacionais têm fortes limitações uma vez que muitas alterações fisiológicas e metabólicas ocorrem sem qualquer sinal externo e visível nas gemas (COOKE et al., 2012).

Condições favoráveis para a retomada do crescimento de meristemas pós dormência geralmente estão relacionadas à temperatura, fotoperíodo e acesso à água, mas podem variar significativamente entre indivíduos de uma mesma espécie e entre diferentes espécies (COOKE et al., 2012).

1.5.1 Alterações fisiológicas e metabólicas envolvidas na dormência e o papel do frio

Mathiason et al. (2009) estabeleceram relações diretas entre a exposição a baixas temperaturas hibernais e alterações na expressão gênica de vários genes em *Vitis riparia*. Significativa indução de genes relacionados com a sinalização, divisão e o crescimento celulares, sugerindo que células estão se preparando para a retomada do crescimento, ocorreu em combinação à inibição de genes relacionados com metabolismo de carboidratos e mobilização de energia durante o acúmulo de frio ao longo da dormência.

Genes que codificam proteínas transportadoras, envolvidas no transporte polar de auxina, no catabolismo de lipídios, na desintoxicação xenobiótica, na biossíntese de clorofila, na formação de grupamentos Fe/S, em fluxos iônicos, na resistência a doenças, no funcionamento estomático, etc, foram inibidos durante o período de suprimento de frio na dormência de gemas. Genes que codificam para aquaporinas, proteínas intrínsecas de membrana que facilitam o transporte de água, foram induzidos durante este suprimento de frio hiberna, dentre outros eventos (MATHIASON et al., 2009).

Gai et al. (2013), ao estudar a peônia (*Paeonia ostii*) que, diferentemente de fruteiras de clima temperado, é insensível à cianamida hidrogenada e responsiva a giberelinas (GAs) para quebra de dormência, relataram que genes chave envolvidos na biossíntese e na sinalização de giberelinas foram rapidamente induzidos pela exposição a frio artificial e, subsequentemente, enzimas GA-dependentes foram ativadas para sinalizar o afrouxamento da parede celular e a hidrólise de amido.

O metabolismo de carboidratos (glicólise, ciclo de Krebs e a via das pentose fosfato) foi induzido ao final da endodormência. Tendência semelhante foi observada para a fosforilação oxidativa, que indica aumento da produção de ATP para a quebra de dormência. A ativação de ambas vias metabólicas, gerando acúmulo de ATP, é essencial para sustentar o crescimento das gemas após a liberação da dormência (GAI et al., 2013).

Videiras requerem poucas horas de exposição ao frio, em comparação a outras espécies caducifólias, para superar a dormência permitindo a brotação na primavera. A quantificação exata de horas de frio necessárias ainda é um desafio, sendo que para alguns autores a necessidade em temperaturas abaixo de 7,2°C pode variar de 50 a 800 horas, dependendo da variedade (DOKOOZLIAN, 1999).

Para videiras da variedade ‘Thompson Seedless’ (*Vitis vinifera*) mantidas em vaso, foi observado aumento da porcentagem total de gemas brotadas com o aumento da exposição a 2°C de 168 para 1176 horas (KLEWER & SOLEIMANI, 1972). Weaver & Iwasaki (1977) relataram que a brotação de estacas de ‘Zinfandel’ (*Vitis vinifera*) ocorreu mais rapidamente e atingiu maior porcentagem final de estacas brotadas conforme se aumentou a exposição a 0°C de 72 para 672 horas.

A porcentagem total de gemas brotadas em estacas de ‘Perlette’ (Scolokertek hiralyonoje x Sultanina marble - *Vitis vinifera*) aumentou expressivamente conforme o tempo de exposição a 3°C foi aumentado de 50 para 400 horas, e aumentou discretamente com o aumento de 400 para 800 horas (DOKOOZLIAN et al., 1995).

Estacas da variedade de videira ‘Perlette’ apresentaram brotação comercialmente aceitável (acima de 75%) após exposição a temperaturas entre 0 e 10°C por 200 horas, com aumento contínuo da porcentagem final de brotação em resposta ao aumento do tempo de exposição para até 800 horas (DOKOOZLIAN, 1999). Para *Vitis riparia*, a maior porcentagem final de gemas brotadas foi atingida após exposição de plantas em vaso a 4°C por um período de 1500 a 2000 horas (MATHIASON et al., 2009).

Videiras cultivadas perto da linha do Equador normalmente não são expostas a temperaturas frias e ainda assim a brotação ocorre após a desfolha e a poda. A razão pela qual algumas gemas requerem baixas temperaturas e outras não, ainda não está clara, mas pode ser fruto da variabilidade do status de dormência entre gemas na mesma planta. Gemas que se apresentam aptas à brotação sem a exposição a horas de frio podem representar uma população ecodormente, que necessita apenas de condições ambientais favoráveis. Em contraste, aquelas que receberam a sinalização para entrada em endodormência, e por consequência necessitarão de temperaturas frias para brotação (DOKOOZLIAN, 1999).

A intensidade da dormência de gemas está diretamente relacionada à atividade da catalase, envolvida no metabolismo de espécies reativas de oxigênio, sendo que esta aumenta no período que antecede a entrada em dormência e é reduzida após a superação da mesma. O efeito da dormência sobre a redução da transcrição da catalase ocorre pelas baixas temperaturas do repouso hibernar (LAVEE & MAY, 1997).

A diminuição da atividade da catalase causa aumento dos níveis de peróxido de hidrogênio nos tecidos das gemas, gerando estresse oxidativo que desvia a via respiratória induzindo o funcionamento da

via das pentoses fosfato, com oxidação de compostos energéticos e geração de poder redutor. Esse processo leva ao aumento do metabolismo e consequente fim do período de dormência (NIR et al, 1986; LAVEE & MAY, 1997).

O princípio da redução da atividade da catalase é o mesmo utilizado na aplicação de agentes para quebra artificial de dormência ou uniformização da brotação de gemas, como é o caso do uso da cianamida hidrogenada. Ocorre privação de oxigênio na respiração das mitocôndrias pelo efeito da aplicação de cianamida hidrogenada, ativando rearranjos metabólicos que levam ao aumento da geração anaeróbica de ATP pela glicólise e fermentação. Esta alteração mitocondrial levaria também à ativação da via das pentoses fosfato (NIR et al, 1986).

O frio é, portanto, importante para a viabilidade da produção comercial por permitir a brotação normal e uniforme de gemas. A falta de frio causa desuniformidade, atraso ou falhas na brotação, redução do número de ramos, redução do número de frutos por falhas na diferenciação de gemas e, por consequência, redução da produção por planta. Quando a exposição ao frio não é suficiente para suprir as necessidades de espécie e variedade, é necessário o uso de técnicas de manejo para assegurar brotação uniforme.

Por outro lado, quando esta exposição é satisfatória e o suprimento precoce da necessidade de frio, seguido por ocorrência prematura de altas temperaturas na transição de inverno para primavera pode levar a danos ou morte de estruturas vegetais caso baixas temperaturas voltem a ocorrer.

1.5.2 Envolvimento da auxina e do ácido abscísico na regulação hormonal da dominância apical e da dormência

A dominância apical foi um dos primeiros fenômenos do desenvolvimento em que foi estabelecida sua regulação pela ação de hormônios. No experimento clássico de Thimann & Skoog (1933) foi descrita a substituição de ápices decapitados de plantas por blocos de ágar contendo uma substância de crescimento, resultando no reestabelecimento da dominância apical, com inibição do crescimento das gemas laterais.

Por definição, a dominância apical envolve um órgão de sinalização como uma gema terminal e, a certa distância, um órgão responsivo, como a gema axilar dormente. Os cinco hormônios vegetais clássicos, água, nutrientes e substâncias enxerto-transmissíveis foram

envolvidas na regulação da dominância apical. Alguns desses fatores podem ser transportados a partir de uma parte da planta para a outra e outros podem atuar dentro da gema ou na proximidade da mesma (STAFSTROM, 2000).

Uma vez que o crescimento de gemas terminais e axilares é regulado por processos fisiológicos que ocorrem em toda a planta, este processo é definido como um tipo de “dormência dentro da estação”, chamado inibição correlativa. O exemplo mais conhecido de inibição correlativa é a regulação do desenvolvimento de gemas axilares por gemas terminais em crescimento, chamado de paradormência ou dominância apical (FUCHIGAMI & NEE, 1987; BORCHERT, 1991; STAFSTROM, 2000).

No modelo fisiológico de dominância apical clássica, o meristema apical caracteriza-se como uma fonte de auxina transportada de forma basípeta e inibe o crescimento de gemas laterais. Quando há decréscimo da concentração de auxinas, citocininas sintetizadas na raiz e transportadas de forma acrópeta no fluxo de transpiração atingem as gemas laterais e desencadeiam seu desenvolvimento (BANGERTH, 1994; CLINE, 1996).

Genes estimulados por auxinas são expressos em níveis baixos em gemas dormentes (STAFSTROM, 1993). É mais provável que a auxina iniba o crescimento da gema axilar por um mecanismo indireto através da promoção da síntese de um inibidor secundário ou da inibição da síntese de um promotor de crescimento (STAFSTROM, 2000).

Um fator de ramificação transportado de maneira acrópeta chamado sinal radicular de multiplicação de ramos – ‘Root Shoot Multiplication Signal’ (SMS - JOHNSON et al., 2006) foi identificado em mutantes altamente ramificados de ervilha inglesa (BEVERIDGE, 2000) e petúnia (SNOWDEN et al., 2005). O SMS foi identificado como um inibidor de ramificação regulado por auxina (FOO et al., 2005).

No modelo SMS, se a fonte de auxina é removida, há também o declínio do transporte acrópeta deste sinal, permitindo o crescimento das gemas laterais, pois, com a redução do conteúdo de auxina, aumentam os níveis de citocinina sintetizada em tecidos adjacentes às gemas (TANAKA et al., 2006) (**Figura 1.6**).

A auxina parece ser um sinal primário comunicando a dominância apical, mas o sinal SMS derivado das raízes, as citocininas, e possivelmente outros reguladores de crescimento interagem para iniciar e sustentar o crescimento de gemas axilares (DUN et al., 2006).

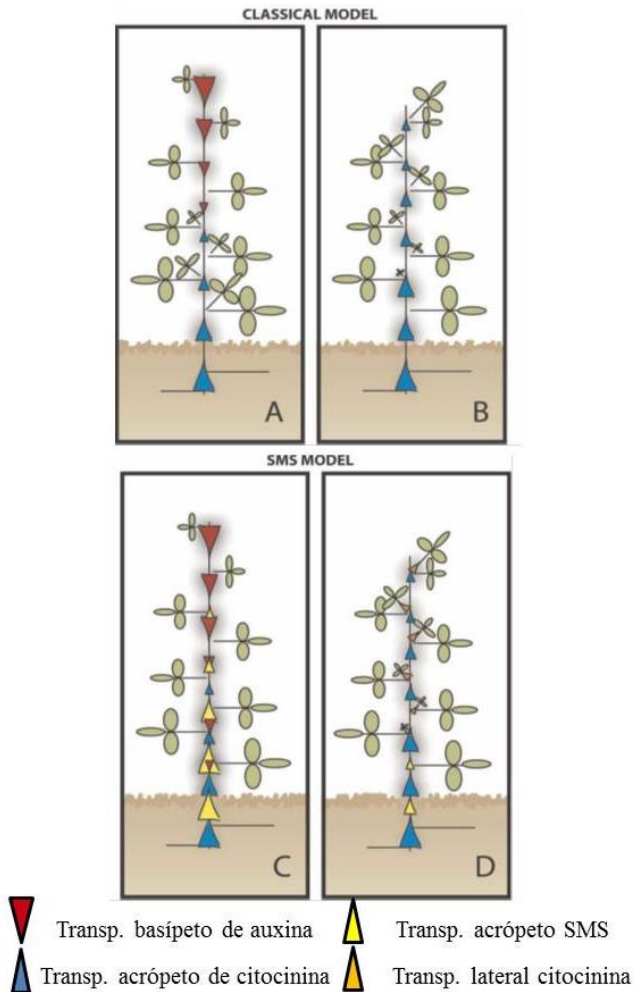


Figura 1.6. Modelos para o envolvimento da auxina derivada da gema apical na regulação do crescimento de gemas axilares: modelo clássico (A); modelo clássico com a gema apical retirada (B); modelo SMS (C); modelo SMS com a gema apical retirada (D) (MALLADI & BURNS, 2007).

O ácido abscísico (ABA) foi o primeiro hormônio identificado com base em sua capacidade de induzir dormência de gemas, podendo também ser importante na inibição do crescimento de gemas paradoras, isto é, sujeitas a inibição correlativa. Foi descrito

elevado conteúdo endógeno de ABA em gemas dormentes de plantas dos gêneros *Phaseolus* e *Elytrigia* (GOCAL et al., 1991; PEARCE et al., 1995).

O ABA não é transportado a partir do órgão inibidor (TAMAS et al., 1981), por isso é provavelmente sintetizado dentro da gema ou na proximidade da mesma, talvez em resposta à auxina dentro do ramo (ROMANO et al., 1993).

Chatfield et al. (2000) demonstraram que não apenas a auxina aplicada ao ápice inibe o crescimento de gemas laterais, mas também a aplicação simultânea de ABA, de forma basal, sinergicamente reprimiu este crescimento, e sugeriram que este efeito seria devido à inibição do transporte de auxina promovido pelo ABA.

A decapitação do ápice caulinar rico em auxina, que resulta na liberação da dominância apical, é também acompanhada por redução do teor de ABA em gema laterais. Além disso, esta redução do teor de ABA pode ser evitada pela aplicação de auxina sintética em substituição ao ápice decapitado (GEUNS et al., 2001).

Segundo Cline & Oh (2006), é possível que o ABA reprima o crescimento de gemas laterais pela redução do fornecimento acrópeto de um sinal de ramificação não identificado através da inibição da transpiração. O fato do ABA e este sinal poderem ser derivados a partir de um precursor carotenoide comum pode significar que mudanças no conteúdo de ABA podem estar indiretamente relacionadas a alterações no conteúdo do sinal.

O transporte acrópeto do ABA atuou como um inibidor da ramificação em duas espécies herbáceas divergentes (*Ipomoea nil* e *Solanum lycopersicum*), fornecendo evidências de uma possível conexão do hormônio com o inibidor de ramificação acrópeto não identificado (CLINE & OH, 2006)

Alguns estudos estabeleceram correlação entre o máximo conteúdo de ABA endógeno e o tempo em que a dormência das gemas atinge sua profundidade máxima (endodormência), e sugeriram que o aumento no ABA endógeno estaria diretamente envolvido na indução da dormência de gemas de videira (DURING & BACHMANN, 1975; EMMERSON & POWEL, 1978; KOUSSA et al., 1994; OR et al., 2000).

Apesar dos fortes indícios do envolvimento do ABA na dormência, a elucidação de seu papel neste processo ainda não está completamente definida (COOKE et al., 2012).

Mathiason et al. (2009) relataram que a única alteração de expressão gênica relacionada a hormônios durante o suprimento de frio

hibernal foi a repressão de uma proteína putativa induzida por ABA, e um receptor de giberelinas que apresentou maior atividade. A inibição de um gene relacionado ao ABA e a indução de um receptor de giberelina em gemas de *Vitis riparia* neste período coincidem com modelos de dormência de sementes, mas não pode ser considerado definitiva.

Considerando o grau de inter relação entre reguladores vegetais, muito ainda permanece não plenamente compreendido em relação à regulação da dormência de gemas. Como um exemplo, o papel das recentemente descobertas estrigolactonas na alternância atividade vegetativa e produtiva para dormência ainda precisa ser definido. A investigação da inter relação com outros fatores, como o ritmo circadiano, também será importante para unir informações e compreender a regulação, a manutenção e a liberação da dormência (COOKE et al., 2012).

Na década de 80, trabalhos com o uso de ANA para controle da formação de ramos ladrões em troncos de videira foram realizados. Takeda et al. (1982) aplicaram ANA incorporado a tinta látex branca para pintura de troncos de videiras ‘Dixie Red’, entre 10 e 4 dias antes da brotação, e relataram significativa redução da brotação de ramos ladrões, além de certo atraso na brotação de gemas da parte aérea sem prejuízo sobre a produção e a qualidade da uva produzida.

Em experimentos pulverizando ésteres ou o sal sódico de ANA sobre troncos de ‘Merlot’, entre a brotação e o estágio de três folhas dos ramos ladrões, Eynard et al. (1986) obtiveram sucesso ao usar o ANA com efeito herbicida, eliminando ramos ladrões brotados e prevenindo o surgimento de novos ramos ladrões, sem que houvesse problemas com os ramos brotados a partir do cordão esporonado ou alterações de produtividade.

Para se conseguir atraso de brotação na videira, Weaver (1972) citou o uso do ácido naftalenoacético (ANA) em concentrações de 100 a 200 mg L⁻¹.

Atraso da brotação de plantas de videira foi descrito por Qrunfleh (2010), ao trabalhar com videiras de brotação precoce da variedade Edelweiss, e relatar de dois a cinco dias de atraso em relação à brotação da testemunha quando utilizadas concentrações entre 500 e 1000 mg L⁻¹ de ANA.

Qrunfleh & Read (2013) relataram até nove dias de atraso da brotação de estacas de uma gema da variedade ‘Edelweiss’ tratadas com 1000 mg L⁻¹ de ANA. Loseke (2014) confirmou a observação dos autores anteriores, com igual resultado.

Aplicação de até 750 mg L⁻¹ de ABA em estacas dormentes da variedade de videira Sangiovese causaram atraso de até três dias na brotação no estudo de Hellman et al. (2006). Neste estudo, para plantas de videira da mesma variedade, apenas um dia de atraso em relação à testemunha foi registrado ao receber concentração de até 1000 mg L⁻¹ de ABA.

Woolard & Petracek (2013) relataram atraso da brotação de plantas de videira ‘Cabernet Franc’ quando estas foram tratadas com análogos de ABA. Soluções de 300 mg L⁻¹ de análogos (PBI-429 e PBI-524, Vallent Biosciences) resultaram em até 15 dias de atraso em comparação a plantas não tratadas.

Trabalhos desta natureza são recentes e escassos, tanto no cenário nacional como mundial. Somando a isso a forte demanda dos viticultores da Associação Catarinense dos Produtores de Vinhos Finos de Altitude (ACAVITIS) para estabelecimento de uma tecnologia que possibilite o sucesso do cultivo de variedades precoces de videira destinadas à elaboração de vinhos finos tranquilos e espumantes, sem danos causados por geadas tardias de primavera, justificou-se a execução do presente trabalho. Segundo estes viticultores, atrasos de brotação entre dez e quinze dias contribuiriam para o sucesso do cultivo de variedades de brotação precoce.

1.6 Referências Bibliográficas

ACAVITIS. Associação Catarinense dos Produtores de Vinhos Finos de Altitude. **Nasce um novo polo vitivinícola**. Disponível em: <http://www.acavitis.com.br/site/web/site_dev.php/content/index/p/acavitis>. Acesso em: 13 out. 2014.

AGUIAR, D.; MENDONÇA, M. Climatologia das geadas em Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p.762-773. (CDROM).

BANGERTH, F. Response of cytokinin concentration in the xylem exudate of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants to decapitation and auxin treatment, and relationship to apical dominance. **Planta**, v.194, p.439–442. 1994.

BEVERIDGE, C. A. Long-distance signaling and a mutational analysis of branching in pea. **Plant Growth Regulators**, v.32, p.193–203. 2000.

BONIN, V.; BRIGHENTI, E. Aspectos climáticos e produção de vinhos finos na serra catarinense. In: IX ENFRUTE - Encontro Nacional Sobre Fruticultura de Clima Temperado, 7, 2006. Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: Epagri, 2006. 368p.

BORCHERT, R. Growth periodicity and dormancy. In: Raghavendra, A. S. (ed.) **Physiology of Trees**. New York: John Wiley & Sons, 1991. p.221-245.

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

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**, Santa Maria, v.43, n.7, p.1162-1167. 2013.

BRIGHENTI, A. F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; MARCON FILHO, J. L.; BRIGHENTI, L. M.; MALINOVSKI, L. I.; SILVA, A. L. Physical-chemical quality of Cabernet Sauvignon clones in high altitude regions of Santa Catarina State - Brazil. **Acta Horticulturae**, v.931, p.385-388. 2012.

BRIGHENTI, A. F.; SILVA, A. L.; BRIGHENTI, E.; PORRO, D.; STEFANINI, M. Desempenho vitícola de variedades autóctones italianas em condição de elevada altitude no Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.6, p.465-474, 2014.

BRIGHENTI, E.; TONIETTO, J. O clima de São Joaquim para a viticultura de vinhos finos: classificação pelo sistema CCM geovitícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 2004.

CHAMPAGNAT, P. Rest and activity in buds of trees. **Annales des Sciences Forestières**, v.46, p.9-26. 1989.

- CHATFIELD, S.; STIRNBERG, P.; FORDE, B.; LEYSER, O. The hormonal regulation of axillary bud growth in *Arabidopsis*. **Plant Journal**, v.24, p.159–169. 2000.
- CHEN, T. H. H.; DAVIS, J.; FREWEN, B. E.; HOWE, G. T.; BRADSHAW, JR, H. D. Molecular genetic analysis of bud dormancy-related traits in *Populus*. In: Viémont, J. -D.; Crabbé, J. (ed.) **Dormancy in Plants: From Whole Plant Behavior to Cellular Control**. New York: CABI Publishing, 2000. p.319-330.
- CLINE, M. G. Exogenous auxin effects on lateral bud outgrowth in decapitated shoots. **Annals of Botany**, v.78, p.255-266. 1996.
- CLINE, M. G.; OH, C. A reappraisal of the role of abscisic acid and its interaction with auxin in apical dominance. **Annals of Botany**, v.98, p.891–897. 2006.
- COOKE, J. E. K.; ERIKSSON, M. E.; JUNTILA, O. The dynamic nature of bud dormancy in trees: environmental control and molecular mechanisms. **Plan, Cell & Environment**, v.35, p.1707-1728. 2012.
- CRABBÉ, J. Dormancy. **Encyclopedia Agricultural Science**, v.1, p.597-611. 1994.
- CRUZ, G.; CAMARGO, C.; MONTEIRO, M.; BRAGA, H.; PINTO, E.; Levantamento de horas de frio nas diferentes regiões de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.22, n.1, p.44-47, Mar 2009.
- DAMI, I. Freezing and survival mechanisms of grapevines. In: STRIEGLER, R. K.; ALLEN, A.; BERGMEIER, E.; CAPLE, H. (Ed.). **Understanding and preventing freeze damage in vineyards. Proceedings...** University of Missouri. p.13-20. 2007.
- DOKOOZLIAN, N. K. Chilling temperature and duration interact on the budbreak of ‘Perlette’ grapevine cuttings. **HortScience**, v.34, n.6, p.1-3. 1999.
- DOKOOZLIAN, N. K.; WILLIAMS, L. E.; NEJA, R. A. Chilling exposure and hydrogen cyanamide interact in breaking dormancy of grape buds. **HortScience**, v.30, p.1244–247. 1995.
- DOMINÉ, A. **Vinhos**. 1. ed. Portugal: Editora Dinalivro, 2006. 926p.
- DOMOTO, P. **Methods of Vineyard Frost Protection**. Disponível em: <<http://viculture.hort.iastate.edu/info/06iawgmtg/vineyardfrostprotection.pdf>> Acesso em: 24 Abr. 2015.

DUN, E. A.; FERGUSON, B. J.; BEVERIDGE, C. A. Apical dominance and shoot branching. Divergent opinions or divergent mechanisms? **Plant Physiology**, v.142, p.812–819. 2006.

DURING, H.; BACHMANN, O. Abscisic acid analysis in *Vitis vinifera* in the period of endogenous bud dormancy by high pressure liquid chromatography. **Physiologia Plantarum**, v.34, p.201-203. 1975.

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. **Denominação de Origem Vale dos Vinhedos**. Disponível em: <<http://www.cnpqv.embrapa.br/tecnologias/ig/valedosvinhedos.html>> Acesso em: 31 mar. 2015.

EMMERSON, J. G., POWELL, L. E. Endogenous abscisic acid in relation to rest and bud burst in three *Vitis* species. **Journal of the American Society of Horticulture Science**, Alexandria, v.103, n.5, p.677-688, 1978.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Fruticultura catarinense em números 2012/13**. Disponível em: <http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Producao_fruticultura_Santa%20Catarina_2013.pdf> Acesso em: 15 abr. 2015.

EREZ, A. Bud Dormancy: a suggestion for the control mechanism and its evolution. In: Viémont, J. -D.; Crabbé, J. (ed.) **Dormancy in Plants: From Whole Plant Behavior to Cellular Control**. New York: CABI Publishing, 2000. p.23-34.

EYNARD, I.; GAY, G.; VALLANIA, R.; OCCELLI, P.; BOTTA, R.; DOLCI, M.; MARTINI, A. Control of sucker growth of *Vitis vinifera* cv. Merlot with NAA derivatives. **Vitis**, v.25, p.169-177. 1986.

FALCÃO, L. D.; BURIN, V. M.; CHAVES, E. S.; VIEIRA, H. J.; BRIGHENTI, E.; ROSIER, J. P.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Vineyard altitude and mesoclimate influences on the phenology and maturation of Cabernet-Sauvignon grapes from Santa Catarina State. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v.44, n.3, 135-150, 2010.

FALCÃO, L. D.; CHAVES, E. S.; BURIN, V. M.; FALCÃO, A. P.; GRIS, E. F.; BONIN, V.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.35, n.3, p.271-282, 2008.

FAUST, M.; LIU D.; MERLE, M.; STUTTE, G. W. Bound versus free water in dormant apple buds – a theory for endodormancy. **HortScience**, v.26, p.887–890. 1991.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (sistema para análise de variância) para Windows, versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p.255-258.

FIDELIBUS, M.; CHRISTENSEN, L.; KATAYAMA, D.; VERDENAL, P. Yield components and fruit composition of six Chardonnay grapevine clones in the central San Joaquin Valley, California. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.57, n.4, p.503-506. 2006.

FREGONI, M. **Viticultura generale: compendi didattici e scientifici**. Roma: Reda, 1985. 728p.

FOO, E., BULLIER, E.; GOUSSOT, M.; FOUCHER, F.; RAMEAU, C.; BEVERIDGE, C. A. The branching gene RAMOSUS1 mediates interactions among two novel signals and auxin in pea. **Plant Cell**, v.17, p.464–474. 2005.

FUCHIGAMI, L. H.; NEE, C. C. Degree growth stage model and restbreaking mechanisms in temperate woody perennials. **HortScience**, v.22, p.836-845. 1987.

GAI, S.; ZHANG, Y.; LIU, C.; ZHANG, Y.; ZHENG, G. Transcript profiling of *Paeonia ositi* during artificial chilling induced dormancy release identifies activation of GA pathway and carbohydrate metabolism. **Plos One**, v.8, n.2. 2013.

GARDEA, A. A. Freeze damage of Pinot Noir (*Vitis vinifera* L.) as affected by bud development. INA bacteria, and a bacterial inhibitor. 1987. 98p. **Dissertação** (Mestrado em Horticultura) – Oregon State University.

GEUNS, J.; SMETS, R.; STRUYF, T.; PRINSEN, E.; VALCKE, R.; VAN ONCKELEN, H. Apical dominance in *Pssu-ipt-transformed* tobacco. **Phytochemistry**, v.58, p.911–921. 2001.

GIOVANNINI, E. **Produção de Uvas para Vinho, Suco e Mesa**. 3. ed. Porto Alegre: Renascença, 2008. 368p.

GOCAL, G. F. W.; PHARIS, R. P.; YEUNG, E. C.; PEARCE, D. Changes after decapitation of indole-3-acetic acid and abscisic acid in the larger axillary bud of *Phaseolus vulgaris* L. cv Tender Green. **Plant Physiology**, v.95, p.344-350. 1991.

GRIS, E. F.; BURIN, V. M.; BRIGHENTI, E.; VIEIRA, H.; BORGIGNON-LUIZ, M. T. Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.37, n.2, p.61-75, 2010.

GUÍA técnica del viticultor-1983. México: Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos, 1983. 238p. **Publicación Especial, 3**.

HELLMAN, E.; SHELBY, S.; LOWERY, C. Exogenously applied abscisic acid did not consistently delay budburst of deacclimating grapevines. **Journal of the American Pomological Society**, v.60, n.4, p.178-186. 2006.

HERNÁNDEZ, A. **Introducción al vino de Chile**. Santiago, Chile: Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, 2000. Colección en Agricultura.

HIDALGO, L. **Tratado de Viticultura General**. Madrid, Espanha: Mundi-Prensa, 1993.

HOWELL, G. S.; SABBATINI, P. **Prevention and management of winter damage**. Disponível em: <http://aces.nmsu.edu/ces/viticulture/documents/4-march-n-mexico-2013_cold-hardiness.pdf> Acesso em: 02 Abr. 2015.

IBRAVIN. Instituto Brasileiro do Vinho. **História do Vinho no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/historia-do-vinho-no-brasil>>. Acesso em: 13 out. 2014.

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial. **Indicações geográficas reconhecidas**. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/images/docs/lista_com_as_indicacoes_geograficas_concedidas_-_10-03-2013.pdf> Acesso em: 10 mar. 2015.

- JOHNSON, D. E.; HOWELL, G. S. Factors influencing critical temperature for spring freeze damage to developing primary shoots of Concord grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.32, p.144-149. 1981.
- JOHNSON, H.; ROBINSON, J. **Atlas Mundial do Vinho**. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2008. 400p.
- JOHNSON, X.; BRCICH, T.; DUN, E. A.; GOUSSOT, M.; HAUROGNE, K.; BEVERIDGE, C. A.; RAMEAU, C. Branching genes are conserved across species. Genes controlling a novel signal in pea are coregulated by other long-distance signals. **Plant Physiology**, v.142, p.1014-1026. 2006.
- KLIEWER, W. M.; SOLEIMANI, A. Effect of chilling on budbreak in 'Thompson Seedless' and 'Carignane' grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.23, p.31-34. 1972.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.
- KOUSSA, T.; BROQUEDIS, M.; BOUARD, J. Changes of abscisic acid level during the development of grapevine latent buds, particularly in the phase of dormancy break. **Vitis**, v.33, p.63-67. 1994.
- LANG, G. A.; EARLY, J. D.; MARTIN, G. C.; DARNELL, R. L. Endo-, para-, and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. **HortScience**, v.22, n.3, p.371-377. 1987.
- LAVEE, S. Dormancy and bud break in warm climates, considerations of growth regulator involvement. **Acta Horticulturae**, v.34, p.225-234. 1972.
- LAVEE, S.; MAY, P. Dormancy of grapevine buds – facts and speculation. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.3, p.31-46. 1997.
- LOSEKE, B. A. Delay of bud break on 'Edelweiss' grapevines with multiple applications of Amigo oil and NAA. 2014. 118p. **Tese** (Doutorado em Agronomia e Horticultura) - University of Nebraska – Lincoln.
- MALDINEY, R.; LEROUX, B.; SABBAGH, I.; SOTTA, B.; SOSSOUNTZOV, L.; MIGINIAC, E. A biotin-avidin-based enzyme immunoassay to quantify three phytohormone: auxin, abscisic acid and

zeatin-riboside. **Journal of Immunology Methods**, v.90, p.151-158. 1986.

MALLADI, A.; J. BURNS. Communication by plant growth regulators in roots and shoots of horticultural crops. **HortScience**, v.42, p.1113-1117. 2007.

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

MATHIASON, K.; HE, D.; GRIMPLET, J.; VENKATESWARI, J.; GALBRAITH, D. W.; OR, E.; FENNEL, A. Transcript profiling in *Vitis riparia* during chilling requirement fulfillment reveals coordination of gene expression patterns with optimized bud break. **Functional & Integrative Genomics**, v.9, p.81-96. 2009.

MATOS, D. P.; RIBEIRO, T.; WELTER, J.; VILLAR, L.; BORGHEZAN, M. Efeito do sistema de cobertura dos vinhedos sobre os danos ocasionados por geadas. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO - SENAFRUT, 11. 2014, São Joaquim. **Anais...** São Joaquim: Epagri, 2014, p.146.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: Panorama 2010**. Comunicado Técnico 115. EMBRAPA Uva e Vinho. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot115.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2012.

MELLO, L. M. R. **Atuação do Brasil no Mercado Vitivinícola Mundial: Panorama 2012**. Comunicado Técnico 138. EMBRAPA Uva e Vinho. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot138.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2014. 2013a.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: Panorama 2013**. Comunicado Técnico 137. EMBRAPA Uva e Vinho. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot137.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2014. 2013b.

MUDREI, P. I.; MARCON FILHO, J. L.; ALLEBRANDT, R.; DE BEM, B.; MACEDO, T. A.; PETERS, F. K.; RUFATO, L. Danos por geada tardia em Cabernet Sauvignon em região de altitude. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA

TEMPERADA - ENFRUTE, 13. 2013, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: Epagri, 2013, p.113.

NIR, G.; SHULMAN, Y.; FANBERSTEIN, L.; LAVEE, S. Changes in the activity of catalase (EC 1.11.1.6) in relation to the dormancy of grapevine (*Vitis vinifera* L.) buds. **Plant Physiology**, v.81, p.1140-1142. 1986.

NORDSTRÖM, A.; TARKOWSKI, P.; TARKOWSKA, D.; NORBAEK, R.; ASTOT, C.; DOLEZAL, K.; SANDBERG, G. Auxin regulation of cytokinin biosynthesis in *Arabidopsis thaliana*: A factor of potential importance for auxin-cytokinin-regulated development. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.101, p.8036–8044. 2004.

OR, E.; BELAUSOV, I.; POPILEVSKY, Y.; BEN TAL, J. 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.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JR, V. P. da; MASSIGNAM, A. M., PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F.V. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-Rom.

PEARCE, D. W.; TAYLOR, J. S.; ROBERTSON, J. M.; HARKER, N.; DALY, E. J. Changes in abscisic acid and indole-3-acetic acid in axillary buds of *Elytrigia repens* released from apical dominance. **Physiologia Plantarum**, v.94, p.110-116. 1995.

PERES, L. E. P.; MERCIER, H.; KERBAUY, G. B.; ZAFFARI, G. R. Níveis endógenos de AIA, Citocininas e ABA em uma orquídea acaule e uma bromélia sem raiz, determinados por HPLC e ELISA. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.9, n.3, p.169-176. 1997.

PERRY, K. B. Basics of frost and freeze protection for horticultural grapes. **HortTechnology**, v.8, p.10-15. 1998.

PIRES, E. J. P.; BOTELHO, R. V. Emprego de Reguladores de Crescimento em Viticultura. In: REGINA, M. de A. (Ed.). **Viticultura e Enologia: Atualizando Conceitos**. Caldas: EPAMIG-FECD, p.59-81, 2002.

POLING, E. B. Spring cold injury to winegrapes and protection strategies and methods. **Hortscience**, v.43, n.6, p.1652-1662. 2008.

POUGET, R. Le débourrement des bourgeons de la vigne: méthode de prévision et principes d'établissement d'une échelle de précocité de débourrement. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, v.22, p.105-123. 1988.

PROEBSTING, E. L. Deciduous fruit freeze survival. In: LI, P. H.; SAKAI, A. (Ed.). **Plant cold hardiness and freezing stress**. New York: Academic Press. 273p. 1978.

PROGOETHE. Vales da Uva Goethe. **IGP**. Disponível em: <<http://www.progoethe.com.br/igp.php?id=1>>. Acesso em: 29 out. 2014.

QRUNFLEH, I. M. Delaying bud break in 'Edelweiss' grapevines to avoid spring frost injury by NAA and vegetable oil applications. 2010. 120p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia e Horticultura) - University of Nebraska – Lincoln.

QRUNFLEH, I. M.; READ, P. E. Use of naphthaleneacetic acid and vegetable oil to delay bud break in 'Edelweiss' single-bud grapevine cuttings placed in a forcing solution. **International Journal of Fruit Science**, v.13, n.4, p.400-412, 2013.

RINNE, P. L. H.; WELLING, A.; VAN DER SCHOOT, C. Perennial life style of *Populus*: dormancy cycling and overwintering. In: Jansson, S.; Bhalerao, R. P.; Groover, A. T. (Ed.). **Genetics and Genomics of Populus**. New York: Springer, 2010. p.171-200.

ROHDE, A.; BHALERAO, R. P. Plant dormancy in the perennial context. **Trends in Plant Science**, v.12, p.217-223. 2007.

ROMANO, C. P.; COOPER, M. L.; KLEE, H. J. Uncoupling auxin and ethylene effects in transgenic tobacco and *Arabidopsis* plants. **Plant Cell**, v.5, p.181-189. 1993.

ROSIER, J. P. Novas Regiões: Vinhos de Altitude no Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10, 2003, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p.137-140. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 40).

ROSIER, J. P. Vinhos de Altitude: Características e Potencial na Produção de Vinhos Finos Brasileiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.234, p.105-110, Set./Out. 2006.

SANTOS, H. P.; ANZANELLO, R.; FIALHO, F. B.; GASPERIN, A. C.; TONIETTO, J.; BERGAMASCHI, H.; MARODIN, G. A. B.

Necessidades de frio hibernal para evolução da dormência de gemas de videira. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL E XIV REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE FISILOGIA VEGETAL, 2011, Búzios. **Livro de Resumos...** Búzios: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2011. v.23. p.255-255. 2011.

SAURE, M. Dormancy release in deciduous fruit trees. **Horticultural Review**, v.7, p.239-300. 1985.

SIMÃO, S. **Manual de Fruticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1971. 530p.

SILVA, T. C.; BORGHEZAN, M.; CANTON, M.; VILLAR, L.; SILVA, A. L. Efeito da geada tardia na produção da variedade Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) em São Joaquim, SC, ciclo 2012/2013. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADA - ENFRUTE, 13. 2013, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: Epagri, 2013, p.125.

SNOWDEN, K. C.; SIMKIN, A. J.; JANSSEN, B. J.; TEMPLETON, K. R.; LOUCAS, H. M.; SIMONS, J. L.; KARUNAIRETNAM, S.; GLEAVE, A. P.; CLARK, D. G.; KLEE, H. J. The decreased apical dominance1 / *Petunia hybrida* CAROTENOID CLEAVAGE DIOXYGENASE 8 gene affects branch production and plays a role in leaf senescence, root growth and flower development. **Plant Cell**, v.17, p.746-759. 2005.

SNYDER, R. L.; MELO-ABREU, J. P. Active protection methods. In: SNYDER, R. L.; MELO-ABREU, J. P. **Frost protection: fundamentals, practice and economics**. v.1. Roma: FAO, 2005. p.142-187.

SOTTA, B.; PILLATE, G.; PELESE, F.; SABBAGH, I.; BONNET, M.; MALDINEY, R. An avidin-biotin solid phase ELISA for femtomole isopentenyladenine and isopentenyladenosine measurements in HPLC purified plant extracts. **Plant Physiology**, v.84, p.571-573. 1987.

SOUSA, J. S. I de; MARTINS, F. P. **Viticultura Brasileira: Principais Variedades e suas características**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 2002, 368p.

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

STAFSTROM, J. P. Axillary bud development in pea: apical dominance, growth cycles, hormonal regulation and plant architecture.

In: Amasino, R. M. (ed.) **Cellular Communication in Plants**. New York: Plenum Press, 1993. p.75-86.

STAFSTROM, J. P. Regulation of Growth and Dormancy in Pea Axillary Buds. In: Viémont, J. D.; Crabbé, J. (ed.) **Dormancy in Plants: From Whole Plant Behavior to Cellular Control**. New York: CABI Publishing, 2000. p.331-346.

STRIEGLER, R. K. Passive freeze prevention methods. STRIEGLER, R. K.; ALLEN, A.; BERGMEIER, E.; CAPLE, H. (Ed.). Understanding and preventing freeze damage in vineyards. **Proceedings...** University of Missouri. p.39-46. 2007.

SUGAR, D.; GOLD, R.; LOMBARD, P.; GARDEA, A. Strategies for frost protection. p.213-217. In: HELLMAN, E. W. (Ed.). **Oregon viticulture, strategies for frost protection**. Oregon State University, Corvallis. 2003.

TAKEDA, F.; DRANE, V.; SAUNDERS, M. S. Inhibiting sprouting in Muscadine grapes. **Proc. Fla. State Hort. Sci.**, v.95, p.125-128. 1982.

TAMAS, I. A.; ENGELS, C. J.; KAPLAN, S. L.; OZBUN, J. L.; WALLACE, D. H. Role of indoleacetic acid and abscisic acid in the correlative control by fruits of axillary bud development and leaf senescence. **Plant Physiology**, v.68, p.476-481. 1981.

TANAKA, M.; KENTARO, T.; KOJIMA, M.; SAKAKIBARA, H.; MORI, H. Auxin controls local cytokinin biosynthesis in the nodal stem in apical dominance. **The Plant Journal**, v.45, p.1028–1036. 2006.

THIMANN, K. V.; SKOOG, F. Studies on the growth hormone of plants. The inhibiting action of the growth substance on bud development. **Proceedings of the National Academy of Sciences, USA** 19, 1933. p.714-716.

TONIETTO, J. O Conceito de denominação de origem como agente promotor da qualidade dos vinhos. In: REGINA, M. de A. (Ed.). **Viticultura e enologia: atualizando conceitos**. Caldas: EPAMIG-FECD, p.151-163. 2002.

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

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. **Uvas viníferas para processamento em região de clima temperado**. EMBRAPA Uva e Vinho, versão eletrônica, 2003.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F.; ZANUS, M. C.; GUERRA, C. C.; PEREIRA, G. E. O clima vitícola das regiões produtoras de uvas para vinhos finos no Brasil. In: TONIETTO, J.; RUIZ, V. S.; GÓMEZ-MIGUEL, V. D. (Ed.). **Clima, zonificación y tipicidad del vino en regiones vitivinícolas iberoamericanas**. Madrid: Cyted, p.113-145. 2012.

TROUGHT, M. C. T.; HOWELL, G. S.; CHERRY, N. Practical considerations for reducing frost damage in vineyards. **Report to New Zealand Winegrowers**. Lincoln University. 1999. 43p.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **UC Integrated viticulture - Viticultural information - Chardonnay**. Disponível em: <http://iv.ucdavis.edu/Viticultural_Information/?uid=10&ds=351>. Acesso em: 16 mar. 2015.

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.

WEAVER, R. J. **Plant Growth Substances in Agriculture**. San Francisco: W. H. Freeman, 1972. 594 p.

WEAVER, R. J.; IWASAKI, K. Effect of temperature and length of storage, root growth and termination of bud rest in ‘Zinfandel’ grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.28, p.149–151. 1977.

WINKLER, A. J. **Viticultura**. México: Continental, 1976. 792p.

WOLF, T. K.; BOYER, J. D. **Vineyard site selection**. Virginia Cooperative Extension. Disponível em: <<https://pubs.ext.vt.edu/463/463-020/463-020.html>>. Acesso em: 06 Abr. 2015.

WOLF, T. K.; POLING, E. B. **The mid-Atlantic winegrape grower’s guide (AG-535)**. North Carolina Coop. Ext. Serv., NC State University, Raleigh. 1995.

WOOLARD, D. D.; PETRACEK, P. D. **Methods for delaying bud break by applying ABA analogs**. Valent Biosciences Corporation. Inventors: Woolard, D. D.; Petracek, P. D. 09/14/2012.

PCT/US2012/055506. United States, invention patent. WIPO/PCT WO 2013/040407 A1. 21/03/2013.

YAMAZAKI, H.; NISHIJIMA, T.; , YAMATO, Y.; MIURA, H. Involvement of abscisic acid (ABA) in bulb dormancy of *Allium wakegi* Araki I. Endogenous levels of ABA in relation to bulb dormancy and effects of exogenous ABA and fluridone. **Plant Growth Regulation**, v.29, p.189–194. 1999.

YOUNG, R. H. Freezing points and lethal temperatures of citrus leaves. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, v.88, p.272-9. 1966.

CAPÍTULO II

AÇÃO DOS ÁCIDOS NAFTALENOACÉTICO E ABCÍSICO SOBRE O ATRASO DE BROTAÇÃO DE GEMAS EM ESTACAS DE VIDEIRA (*Vitis vinifera* L.) DA VARIEDADE ‘CHARDONNAY’

CAPÍTULO II - AÇÃO DOS ÁCIDOS NAFTALENOACÉTICO E ABCSÍSIKO SOBRE O ATRASO DE BROTAÇÃO DE GEMAS EM ESTACAS DE VIDEIRA (*Vitis vinifera* L.) DA VARIEDADE ‘CHARDONNAY’

Resumo

A produção de algumas variedades de uvas viníferas para elaboração de vinhos finos nas regiões de altitude do Estado de Santa Catarina é limitada pela ocorrência de geadas tardias de primavera. Estas geadas danificam os brotos das videiras, principalmente de variedades que possuem brotação precoce como a ‘Chardonnay’. O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito dos ácidos naftalenoacético (ANA) e abscísico (ABA) para atraso da brotação de estacas de videira em condições de laboratório. Dois experimentos foram realizados, em 2012 e 2013, com diferentes concentrações de ANA e ABA aplicadas via lanolina a estacas dormentes de ‘Chardonnay’ contendo uma gema. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco concentrações para ambos reguladores de crescimento (0, 50, 100, 200 e 400 mg L⁻¹) com quatro repetições de 24 estacas, no ano de 2012. Em 2013 foram avaliadas cinco concentrações de ABA (0, 250, 500, 1000 e 2000 mg L⁻¹) e sete de ANA (0, 250, 500, 1000, 2000, 4000 e 8000 mg L⁻¹), com quatro repetições de 25 estacas. As estacas tratadas foram mantidas em BOD a 20°C. O uso das maiores concentrações de ANA promoveu atraso da brotação por 15 dias em relação à testemunha em 2012 e 35 dias em 2013. A porcentagem de estacas não brotadas foi superior a 20% nos tratamentos acima de 1000 mg L⁻¹ de ANA, chegando a 97% com 8000 mg L⁻¹. Concentrações ao redor de 2000 mg L⁻¹ promoveram o atraso da brotação com menor perda de gemas. Atraso da brotação por seis dias foi observado em 2012, e por 17 dias em 2013, com o uso das maiores concentrações do ABA. A porcentagem de gemas não brotadas foi inferior a 10% para todos os tratamentos com ABA. Os resultados sugerem que o uso de ANA para atraso da brotação da videira apresenta potencial de uso em plantas em condições de campo.

Palavras-chave: uva, reguladores vegetais, dormência, ANA, ABA, retardo.

Abstract

The production of some varieties of wine grapes for the production of fine wines in the Highlands of Santa Catarina State is limited by the occurrence of late spring frosts. These frosts damage the vines' shoots, mainly early bud break varieties as 'Chardonnay'. This study aimed to evaluate the effect of naphthalene acetic (NAA) and abscisic (ABA) acids to delay bud break of grape cuttings under laboratory conditions. Two experiments were carried out, in 2012 and 2013, with different NAA and ABA concentrations applied via lanolin to single node dormant cuttings of 'Chardonnay'. It was used a completely randomized design with five concentrations for both growth regulators (0, 50, 100, 200 and 400 mg L⁻¹) with four replications of 24 cuttings, in 2012. In 2013 five ABA (0, 250, 500, 1000 and 2000 mg L⁻¹) and seven NAA (0, 250, 500, 1000, 2000, 4000 and 8000 mg L⁻¹) concentrations were evaluated with four replicates of 25 cuttings. The treated cuttings were kept in chamber at 20°C. The use of higher NAA concentrations promoted bud break delay compared to control for 15 days in 2012 and 37 days in 2013. The percentage of not broken buds was higher than 20% in the treatments above 1000 mg L⁻¹ NAA, reaching 97% with 8000 mg L⁻¹. Concentrations around 2000 mg L⁻¹ promoted bud break delay with lower loss of buds. Bud break delay for six days was observed in 2012, and for 17 days in 2013, with the use of higher concentrations of ABA. The percentage of not broken buds was not higher than 10% for all ABA treatments. The results suggest that the use of NAA to delay vine's bud break presents potential of use in plants under field conditions.

Key words: Vines, growth regulators, dormancy, NAA, ABA, retard.

2.1 Introdução

Regiões do Estado de Santa Catarina com altitude, superior a 900 metros acima do nível do mar, tem se destacado como produtoras de vinhos devido à alta qualidade das uvas viníferas colhidas (BORGHEZAN et al., 2011; BRIGHENTI et al., 2012; MALINOVSKI, et al., 2012; BRIGHENTI et al., 2013; BORGHEZAN et al., 2014).

No Planalto Catarinense, episódios de geadas são frequentes principalmente entre junho e julho, com destaque para o município de São Joaquim, com frequência média de 24 ocorrências anuais, podendo ser tardias e se estender até novembro ou dezembro (AGUIAR & MENDONÇA, 2004).

Nesta região, o cultivo da videira, principalmente variedades de brotação precoce é prejudicado, pois, as geadas tardias afetam a brotação das plantas, podendo causar elevada redução da produção. Como estratégia para viabilizar o cultivo destas variedades, faz-se necessária a busca de alternativas para o atraso da brotação das plantas.

Experimentos com estacas de videira dormentes foram realizados anteriormente tendo como um dos principais objetivos estudar o enraizamento de estacas de porta-enxertos, visando à otimização da produção de mudas (DENEGA et al., 2009; GÖKBAYRAK et al., 2010; LONE et al., 2010; SALIBE et al., 2010; SOUZA et al., 2012; CARVALHO et al., 2014).

Ensaio avaliando a brotação de estacas de videira, visando à busca de alternativas ao uso da cianamida hidrogenada para indução da brotação também foram realizados (BOTELHO et al., 2007; VARGAS-ARISPURO et al., 2008; BOTELHO et al., 2009).

Deste modo, o uso de estacas é um modelo de estudo que pode permitir a avaliação de tratamentos com reguladores de crescimento para o atraso da brotação. Para a videira, Weaver (1976) citou o uso do ácido naftalenoacético (ANA) em concentrações de 100 a 200 mg L⁻¹. Qrunfleh & Read (2013) relataram nove dias de atraso da brotação de estacas tratadas com 1000 mg L⁻¹ de ANA. Loseke (2014) confirmou a observação dos autores anteriores, com igual metodologia e resultado.

Alguns estudos sugeriram que o aumento no ácido abscísico (ABA) endógeno estaria diretamente envolvido na indução da dormência de gemas de videira (KOUSSA et al., 1994; OR et al., 2000). Hellman et al. (2006) observaram atraso de três dias na brotação de estacas de videira tratadas com ABA.

O objetivo deste trabalho foi avaliar em condições controladas o efeito de diferentes concentrações de ANA e ABA sobre o atraso da brotação de gemas de estacas de videira da variedade ‘Chardonnay’, para verificar a potencialidade do uso destas substâncias em uma tecnologia a ser difundida para viticultores.

2.2 Material e Métodos

Os experimentos foram realizados com estacas de videira (*Vitis vinifera* L.) da variedade Chardonnay, coletadas na área de produção comercial da vinícola Vinhedos do Monte Agudo, localizada no município de São Joaquim, SC, a 1.270 m de altitude, 28°14’51’’S e 49°57’42’’O.

Em 2012, a coleta das estacas foi realizada após a queda das folhas, em 06/06/2012, com acúmulo de cerca de 148 horas de frio (HF) a campo (PETRI et al., 2012).

As estacas foram transferidas para a Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri São Joaquim. Foram envoltas em jornal umedecido, acondicionadas em saco plástico e então armazenadas em BOD com temperatura regulada a 6°C para acúmulo de 1000 horas de frio (42 dias). Somando as HF acumuladas a campo, as gemas foram expostas a cerca de 1150 HF.

Em 2013, foram coletadas estacas também após a queda das folhas, em 05/06/2013, com acúmulo de 221 HF a campo (soma de horas abaixo de 7,2°C - PETRI & COUTO, 2013). Estas também receberam o tratamento com 1000 HF no laboratório, somando cerca de 1220 HF.

Em uma segunda coleta, em 01/07/2013, foram coletadas estacas com 375 HF a campo (PETRI & COUTO, 2013) e que não foram expostas a frio no laboratório. Esta coleta visou verificar se a imposição de horas de frio em laboratório estaria induzindo brotação mais rápida e, conseqüentemente, anulando possíveis atrasos promovidos pelos tratamentos aplicados.

As estacas foram padronizadas em segmentos de uma gema para o tratamento com o ácido naftalenoacético (ANA) e o ácido abscísico (ABA), em dois experimentos diferentes. Os reguladores aplicados foram dissolvidos em NaOH 1M e incorporados em lanolina derretida em banho-maria a 65°C. A pasta formada foi aplicada ao ápice das estacas e estas foram colocadas em bandejas contendo espuma fenólica. As estacas foram mantidas em BOD regulada para 20°C, recebendo reposição diária de água, sem exposição à luz (**Figura 2.1**).

Foi adotado o uso da lanolina por ser, além de um substrato amplamente utilizado em experimentos clássicos com hormônios, um veículo de liberação lenta de substâncias que poderia potencializar o efeito dos hormônios testados para causar atraso da brotação.

Em 2012 foram testadas cinco concentrações de ABA (Sigma[®]) e ANA (Sigma[®]), com quatro repetições de 24 estacas por parcela e, em 2013, sete concentrações de ANA (Sigma[®]) e cinco de ABA (Sigma[®]) (**Tabela 2.1**), com quatro repetições de 25 estacas por parcela. Em ambos experimentos foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado.

Tabela 2.1. Concentrações de ANA e ABA aplicadas às estacas de videira ‘Chardonnay’ em 2012 e 2013. São Joaquim, SC, 2012/2013.

2012		2013	
ANA (mg L ⁻¹)	ABA (mg L ⁻¹)	ANA (mg L ⁻¹)	ABA (mg L ⁻¹)
0	0	0	0
50	50	250	250
100	100	500	500
200	200	1000	1000
400	400	2000	2000
		4000	
		8000	

A data de brotação foi estabelecida quando 50% das estacas atingiram estágio de ponta verde (BBCH 08 - **Figura 2.2**) (LORENZ et al., 1994), sendo o número de dias para a brotação definido a partir de avaliações realizadas a cada dois dias. Para o enceramento das avaliações adotou-se como padrão 100% de brotação ou quatro avaliações consecutivas (oito dias) sem novas brotações.

Foi estimado um índice de velocidade de brotação para representar a forma como os tratamentos afetaram a brotação das estacas. Utilizou-se a mesma fórmula utilizada para o índice de velocidade de germinação de sementes (MAGUIRE, 1962): $IVB = \Sigma(n/t)$, onde “t” corresponde ao número de dias transcorridos da instalação à cada contagem, e “n” é o número de estacas brotadas em cada contagem.

Ao final do período de avaliação foi estabelecida a porcentagem de estacas não brotadas.

Os dados foram verificados quanto à normalidade de distribuição e à homogeneidade de variância pelo programa STATISTICA 12TM. Quando necessário, dados de porcentagem foram transformados optando-se por $[\arcseno \sqrt{x(\%)}]$.

Para análise de variância dos dados obtidos foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Para as datas de aplicação foi feito o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e, para as concentrações de reguladores de crescimento aplicadas, análise de regressão.



Figura 2.1. Padronização das estacas de videira ‘Chardonnay’ em segmentos de uma gema (A); aplicação da pasta de lanolina contendo o regulador vegetal (B); distribuição das estacas tratadas em bandejas contendo espuma fenólica (C); e distribuição das bandejas contendo os tratamentos em BOD (D). São Joaquim, SC, 2012.

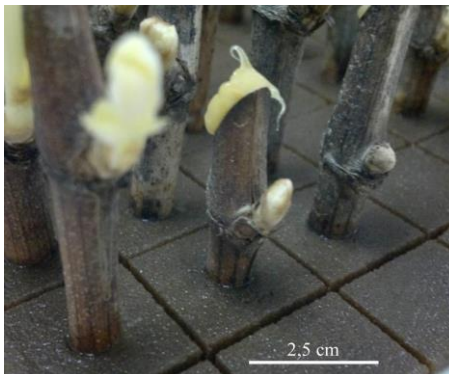


Figura 2.2. Estaca central representando o padrão de brotação adotado (‘ponta verde’) para estacas de videira ‘Chardonnay’. São Joaquim, SC, 2012.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Ácido Naftalenoacético

Os valores de F das análises de variância para estes experimentos são apresentados no anexo (**Tabelas A4 e A5**). Para a confecção dos gráficos e tabelas apresentado a seguir foram considerados apenas efeitos significativos pela análise de variância. Todas as regressões apresentadas são significativas, indicando seus respectivos níveis de significância.

Dados das horas de frio registradas na Estação Experimental de São Joaquim, acumuladas entre abril e agosto dos anos de 2012, 2013 e 2014, estão apresentados em anexo (**Figura A4**). Os anos de 2012 e 2014 apresentaram acúmulo total de HF (624 e 544 HF, respectivamente) inferior à média histórica do município (759 HF). O ano de 2013 apresentou acúmulo superior (871 HF).

2.3.1.1 Dias para brotação

Em 2012 a testemunha apresentou 50% de brotação aos 19 dias depois do tratamento (DDT) enquanto as estacas tratadas com 400 mg L^{-1} de ANA, aos 34 DDT (**Figura 2.3**), representando atraso de 15 dias. Observou-se uma tendência de maior atraso na brotação com aumento da concentração de ANA.

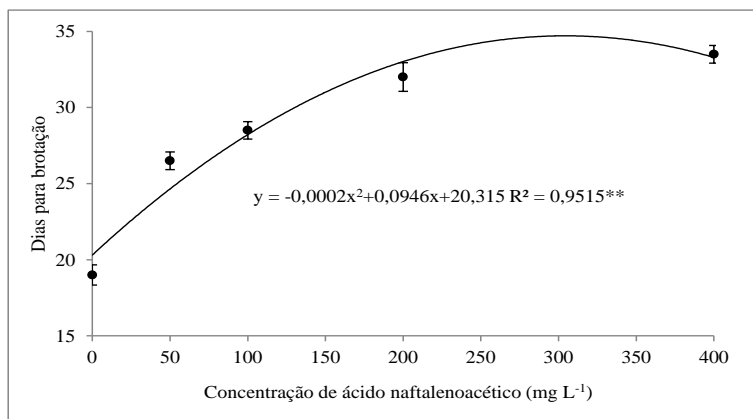


Figura 2.3. Número de dias para brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2012. Barras representam o erro padrão.

O atraso promovido pelo ANA pode ser observado também na **Figura 2.4**, onde está registrada a comparação entre o momento em que a testemunha atingiu 100% de brotação (**Figura 2.4A1**) e o tratamento com 400 mg L⁻¹ de ANA, que apresentava apenas 29% de brotação (**Figura 2.4A2**).

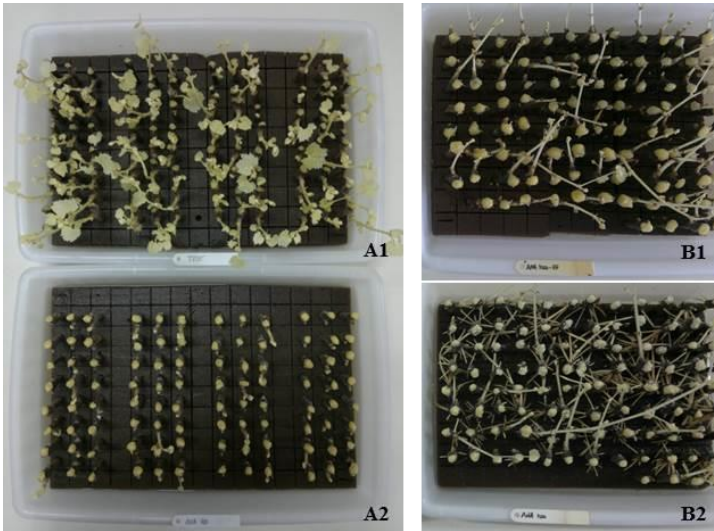


Figura 2.4. Brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’, submetidas a diferentes tratamentos: testemunha aos 100% de brotação (A1), e 400 mg L⁻¹ de ANA aos 29% de brotação (A2) - 2012; 1000 mg L⁻¹ de ANA, aos 60 DDT, com 1220 HF (B1) e 375 HF (B2) – 2013. Bandeja 53x38cm. São Joaquim, SC.

Em 2013, estacas testemunha com 1220 HF brotaram aos 20 DDT, e aquelas tratadas com 4000 mg L⁻¹ de ANA, aos 55 DDT (**Figura 2.5**), com atraso de 35 dias em relação à testemunha. Estacas tratadas com 8000 mg L⁻¹ de ANA não atingiram 50% de brotação.

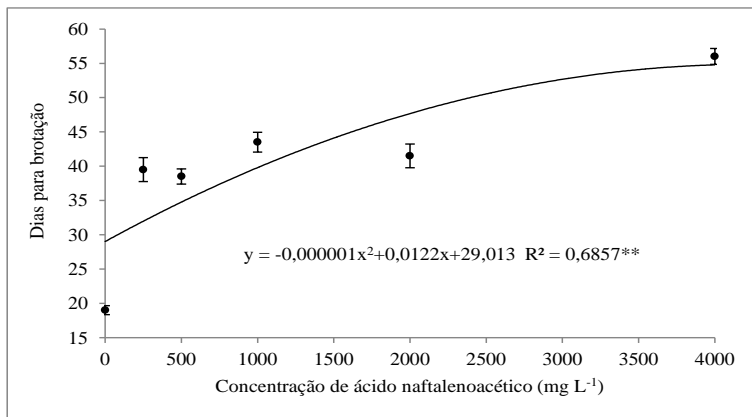


Figura 2.5. Número de dias para brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido naftalenoacético e 1220 horas de frio. São Joaquim, SC, 2013. Barras representam o erro padrão.

Na **Figura 2.6** observa-se a comparação da evolução da brotação, para estacas com 1220 HF, entre o tratamento com 4000 mg L⁻¹ de ANA (**Figura 2.6A2**) aos 50% de brotação, e a testemunha (**Figura 2.6A1**) que havia atingido 100% de brotação 30 dias antes.

Em relação ao experimento realizado em 2012, houve certa similaridade entre tratamentos com faixas próximas de ANA. Testemunhas levaram em ambos os anos 19 dias para brotação. Quando utilizados 200 mg L⁻¹ em 2012 foram necessários 32 dias para brotação e, ao utilizar 250 mg L⁻¹ em 2013, 40 dias. Com a aplicação de 400 mg L⁻¹ de ANA em 2012, as estacas atingiram 50% de brotação aos 34 dias após tratamento, e com o uso de 500 mg L⁻¹ em 2012, 39 dias.

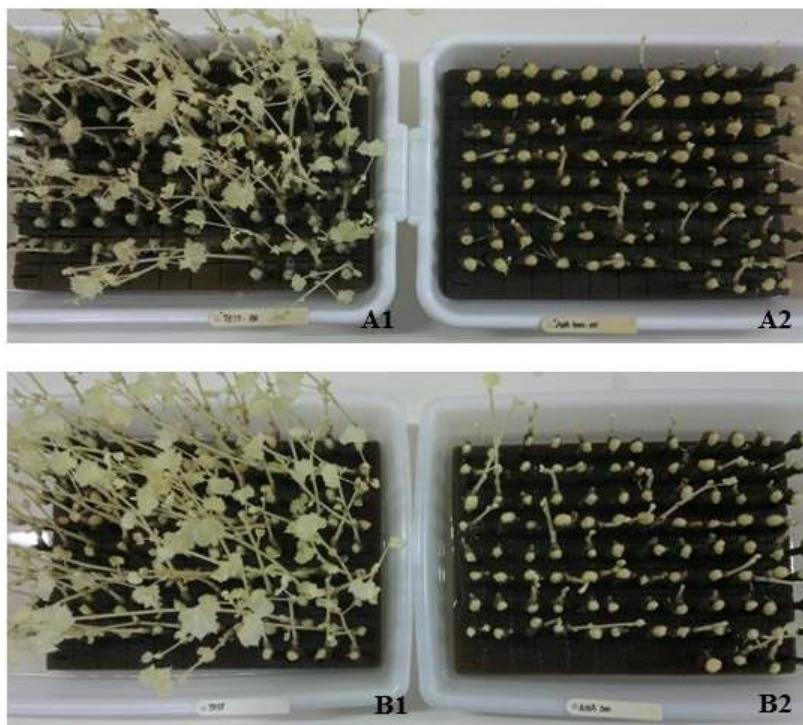


Figura 2.6. Brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’, submetidas a diferentes tratamentos: testemunha aos 100% de brotação (A1) e 4000 mg L⁻¹ de ANA aos 50% de brotação (A2), para estacas com 1220 HF - 2013; testemunha aos 100% de brotação (B1) e 500 mg L⁻¹ de ANA aos 50% de brotação (B2), para estacas com 375 HF - 2013. Bandeja 53x38cm. São Joaquim, SC.

Para estacas que não receberam o suprimento de horas de frio no laboratório, nenhum dos tratamentos acima de 500 mg L⁻¹ ultrapassou os 50% de brotação. Estacas testemunha brotaram aos 20 DDT e aquelas tratadas com 500 mg L⁻¹ de ANA, aos 41 DDT (**Figura 2.7**), com atraso de 21 dias em relação à testemunha.

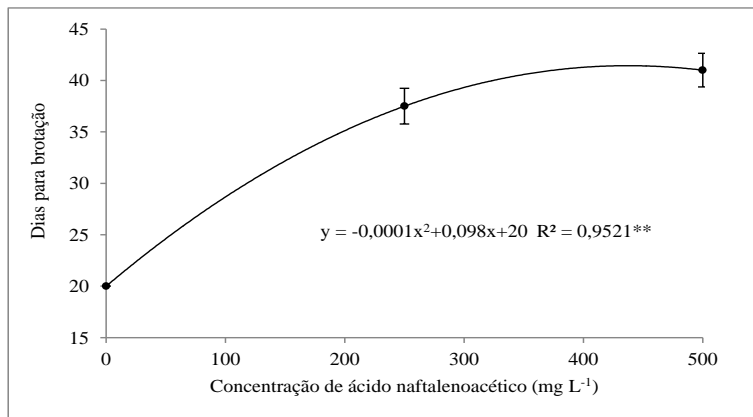


Figura 2.7. Dias para brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido naftalenoacético, que possuíam 375 horas de frio do campo. São Joaquim, SC, 2013. Barras representam o erro padrão.

Não houve diferença expressiva no atraso observado entre estacas com 375 ou 1220 HF para os tratamentos com 250 e 500 mg L⁻¹ de ANA (**Figuras 2.6 e 2.7**). Este pode ser um indício de que o tratamento com 1000 HF em laboratório não reduziu o efeito do ANA sobre o atraso da brotação.

Para estacas com 375 HF, a **Figura 2.6** mostra a comparação da evolução da brotação entre o tratamento com 500 mg L⁻¹ de ANA, quando este atingiu 50% de brotação (**Figura 2.6B1**), e a testemunha, que havia atingido 100% de brotação nove dias antes (**Figura 2.6B2**).

Qrunfleh & Read (2013) também relataram atraso da brotação em relação à testemunha ao usar 1000 mg L⁻¹ de ANA para a variedade de brotação precoce Edelweiss. Estacas contendo uma gema apresentaram nove dias de atraso quando coletadas durante a dormência das videiras, em janeiro de 2009 (início do inverno), e sete dias quando coletadas em abril (início da primavera) do mesmo ano, sendo esta data mais próxima à brotação das plantas em campo.

No ano de 2010, estes autores relataram até quatro dias de atraso em relação à testemunha ao aplicar 1000 mg L⁻¹ de ANA e até cinco ao aplicar 1500 mg L⁻¹ de ANA, ambos com estacas coletadas no mês de março, quando as plantas ainda estavam dormentes.

Loseke (2014) relatou que estacas da mesma variedade, coletadas em janeiro de 2013 (dormentes), ao receberem três aplicações da solução de 1000 mg L⁻¹ de ANA em intervalos semanais mostraram,

com uma aplicação, atraso de seis dias em relação à testemunha, com duas, de sete dias e, com três aplicações, nove dias.

Diferenças nos atrasos observados em comparação aos resultados deste estudo podem estar relacionadas às diferenças nas condições em que as estacas foram mantidas por Qrunfleh & Read (2013) e Loseke (2014). Estes autores mantiveram as estacas a 25°C e em solução de forçagem composta por bactericida e sacarose ao invés de água, o que pode ter induzido brotação mais rápida em comparação ao presente estudo.

Também nestes estudos, as estacas foram tratadas com apenas uma gota da solução de ANA aplicada sobre a gema com pipeta (QRUNFLEH & READ, 2013) ou imersas em solução de ANA por cinco segundos (LOSEKE, 2014). Isso sugere menor exposição ao princípio ativo em comparação à aplicação com lanolina, que permaneceu em contato com as estacas até o final do presente experimento.

2.3.1.2 Índice de velocidade de brotação

A determinação do índice de velocidade de brotação permitiu observar como o uso do ANA afetou a brotação das estacas. Quanto menor o valor do IVB, menor a brotação média diária e maior o atraso.

Em 2012, enquanto as estacas testemunha apresentaram IVB de 1,24, aquelas tratadas com 400 mg L⁻¹ de ANA apresentaram 0,66, com redução significativa da velocidade de brotação (**Figura 2.8**).

Estacas que não receberam horas de frio no laboratório no ano de 2013 apresentaram em geral menor IVB (**Figura 2.9**). Para as estacas com 375 e 1220 HF, as testemunhas apresentaram valores de IVB de 1,26 e 1,30; estacas tratadas com 4000 mg L⁻¹ de ANA, de 0,14 e 0,32; e estacas tratadas com 8000 mg L⁻¹, valores de 0,03 e 0,02, respectivamente.

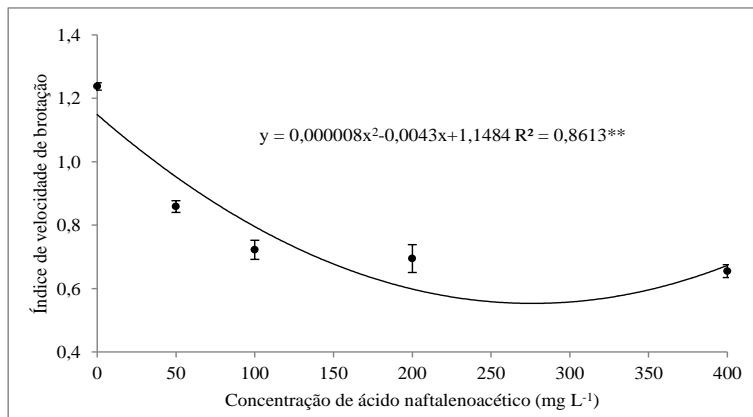


Figura 2.8. Índice de velocidade de brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2012. Barras representam o erro padrão.

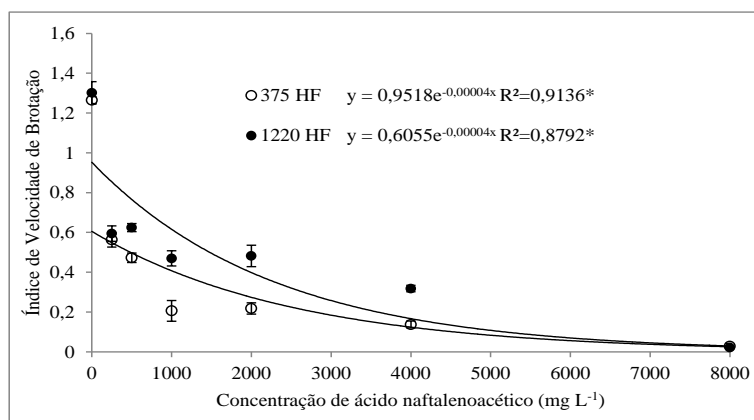


Figura 2.9. Índice de velocidade de brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido naftalenoacético e horas de frio. São Joaquim, SC, 2013. Barras representam o erro padrão.

2.3.1.3 Gemas não brotadas

Cerca de 2,1% de gemas não brotaram na testemunha em 2012, e os tratamentos com ANA apresentaram até 12,5% de gemas não brotadas, ao se aplicar 100 mg L⁻¹ de ANA (**Figura 2.10**).

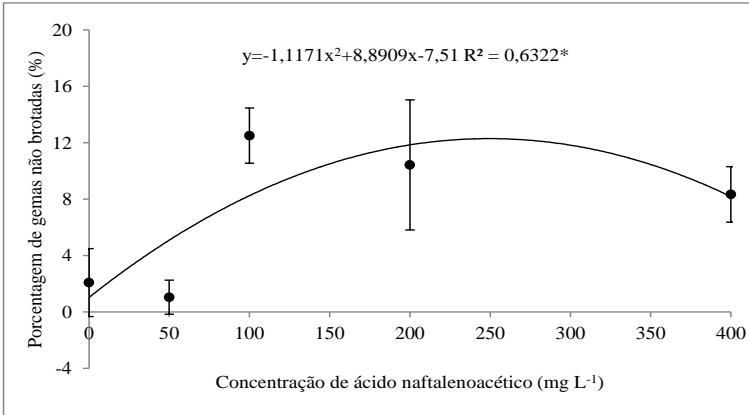


Figura 2.10. Porcentagem de gemas não brotadas de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2012. Barras representam o erro padrão.

Aumentou a porcentagem de estacas não brotadas com o aumento das concentrações de ANA aplicadas em 2013. Para ambas as condições de HF, a concentração de 8000 mg L⁻¹ foi a mais fitotóxica, com até 97% de estacas não brotadas (**Figura 2.11**).

A testemunha com 1220 HF apresentou 1% de gemas não brotadas e com 375 HF todas as gemas brotaram (**Figura 2.11**). Esses resultados e as semelhanças entre o número de dias para brotação e o IVB para as testemunhas com diferentes condições de HF, sugerem que as estacas sem suprimento de frio em laboratório mostraram-se aptas à brotação.

Entretanto, quando as concentrações de ANA foram aumentadas, além das menores médias de IVB, estas estacas mostraram-se mais suscetíveis a danos. A porcentagem de gemas não brotadas foi, em geral, maior para 375 HF do que 1220 HF. Mesmo a concentração mais baixa (250 mg L⁻¹ ANA) induziu mais de 10% de gemas não brotadas para as que possuíam 375 HF, enquanto aquelas com 1220 HF, mostraram essa resposta a partir de 1000 mg L⁻¹ de ANA (**Figura 2.11**).

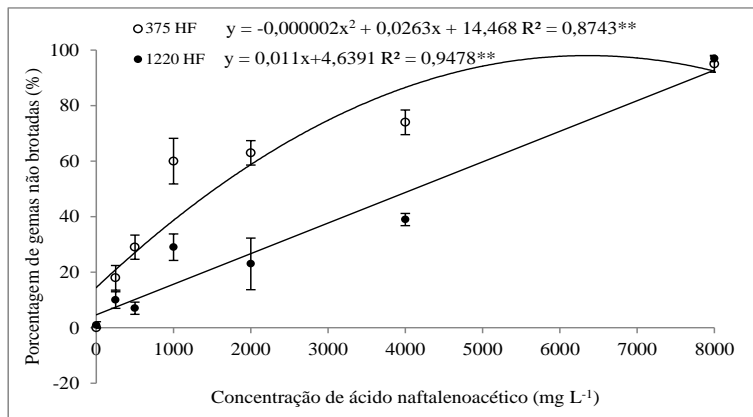


Figura 2.11. Porcentagem de gemas não brotadas de estacas de videira ‘Chardonnay’ após o tratamento com ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2013. Barras representam o erro padrão.

No experimento realizado em 2012, houve certa similaridade de resposta entre tratamentos com a mesma faixa de ANA, considerando as estacas que receberam 1000 HF em laboratório. Testemunhas apresentaram 2,1% e 1% de estacas não brotadas em 2012 e 2013, respectivamente. Os tratamentos com 200 mg L⁻¹ em 2012 e 250 mg L⁻¹ em 2013 resultaram em 10,4% e 10% de estacas não brotadas, respectivamente. Quando a faixa de concentrações foi de 400 mg L⁻¹ no primeiro ano e 500 mg L⁻¹ no segundo, as porcentagens foram de 8,3% e 7%.

Souza et al. (2012) relataram que a ausência de AIB em estacas de porta-enxertos de videira favoreceu maior brotação das mesmas pelo balanço favorável às citocininas, sendo que com crescentes aplicações de AIB o percentual de gemas brotadas reduziu.

Qrunfleh & Read (2013), ao realizarem os experimentos descritos anteriormente, com uso de até 1000 mg L⁻¹ de ANA, não encontraram gemas danificadas. O mesmo ocorreu no estudo de Loseke (2014), onde não foram relatadas gemas não brotadas ao se aplicar até 1500 mg L⁻¹ de ANA.

Como discutido anteriormente, menor exposição ao princípio ativo nos estudos citados pode ter levado à perda mais rápida de seu efeito em comparação à aplicação com lanolina. Também a combinação dos fatores (temperatura e solução), que teriam induzido uma brotação mais rápida, contribuiu para menor suscetibilidade a fitotoxicidade em comparação a este estudo.

A resposta das estacas à aplicação exógena de auxinas depende da espécie e da concentração de auxina existente no tecido (HARTMANN et al., 2002; GIACOBBO et al., 2007; VILLA et al., 2003), assim como da duração de exposição do tecido ao tratamento, requerendo-se para concentrações maiores e menores, tempos mais curtos e longos, respectivamente (FERREIRA & FERRARI, 2010).

Segundo Grossman (2007), auxinas estimulam uma variedade de processos de crescimento e desenvolvimento quando presentes em baixas concentrações. Entretanto, com o aumento da concentração, o crescimento é perturbado e o organismo pode ser danificado e auxinas naturais (ácido indolacético - AIA) ou sintéticas (ácido 2,4-diclorofenoxiacético - 2,4-D ou ácido naftalenoacético - ANA) agem como herbicidas.

A presença de elevadas concentrações de auxina desencadeia reações como o estímulo da produção de etileno através da indução da ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) sintase como uma das respostas primárias, após alguns minutos do tratamento. A explosão de etileno resultante provoca anomalias de crescimento e senescência (GROSSMAN, 2007).

Outro fator importante na inibição do crescimento e na resposta fitotóxica a auxinas é a superprodução e o acúmulo de ABA. A biossíntese deste hormônio é exclusivamente induzida pela clivagem da xantofila, que leva à produção do precursor xantoxina, cuja reação é catalisada pela enzima NCED, de atividade regulada por auxinas. Estudos sugeriram que o etileno estimulado por auxinas é necessário para o acúmulo de ABA. Este último se transloca pelo organismo e media eventos da “síndrome herbicida da auxina”, como a inibição do crescimento e a deterioração e morte de tecidos (GROSSMAN, 2007).

Estacas mantidas em condições controladas de laboratório não estão expostas a fatores ambientais que colaboram com a anulação de possíveis efeitos fitotóxicos de produtos aplicados.

Além disso, estacas de uma gema apresentam menos reservas e maior vulnerabilidade em comparação a plantas inteiras mantidas a campo. Fachinello et al. (2005) ressaltam que altos teores de reservas nas estacas correlacionam-se com maior sobrevivência das mesmas conforme maior seu tamanho, o que pode ser justificado pela existência de maior quantidade de gemas.

Observou-se que estacas com 375 HF (**Figura 2.4B2**) apresentaram maior enraizamento do que aquelas que receberam 1000 HF no laboratório (**Figura 2.4B1**), o que também influenciou na brotação final de estacas com diferentes condições de horas de frio.

A indução do enraizamento pode ter influenciado nos processos de indução da brotação das estacas, reduzindo-a. Ferreira & Ferrari (2010) citaram que o favorecimento do enraizamento de estacas pela aplicação exógena de auxinas sintéticas pode desfavorecer o crescimento das brotações.

2.3.2 Ácido Abscísico

Os valores de F das análises de variância para estes experimentos são mostrados no anexo (**Tabelas A6 e A7**). Para a confecção dos gráficos e tabelas apresentado a seguir foram considerados apenas efeitos significativos pela análise de variância. Todas as regressões apresentadas são significativas, indicando seus respectivos níveis de significância.

Dados das horas de frio registradas na Estação Experimental de São Joaquim, acumuladas entre abril e agosto dos anos de 2012, 2013 e 2014, estão apresentados em anexo (**Figura A4**). Os anos de 2012 e 2014 apresentaram acúmulo total de HF (624 e 544 HF, respectivamente) inferior à média histórica do município (759 HF). O ano de 2013 apresentou acúmulo superior (871 HF).

2.3.2.1 Dias para brotação

O atraso da brotação foi significativo com o uso do ABA aplicado em 2012. A testemunha atingiu 50% de brotação aos 19 dias depois do tratamento (DDT) enquanto estacas tratadas com 200 mg L⁻¹ de ABA, aos 25 DDT (**Figura 2.12**), representando atraso de seis dias.

A **Figura 2.13** apresenta o atraso menos significativo promovido pelo uso do ABA, mostrando o momento em que a testemunha atingiu 100% de brotação (**Figura 2.13A**) e o tratamento com 400 mg L⁻¹ de ABA apresentava 91% de brotação (**Figura 2.13B**).

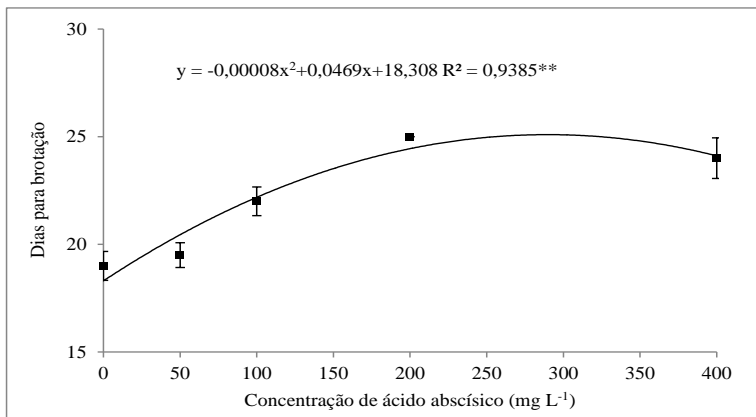


Figura 2.12. Número de dias para brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido abscísico. São Joaquim, SC, 2012. Barras representam o erro padrão.

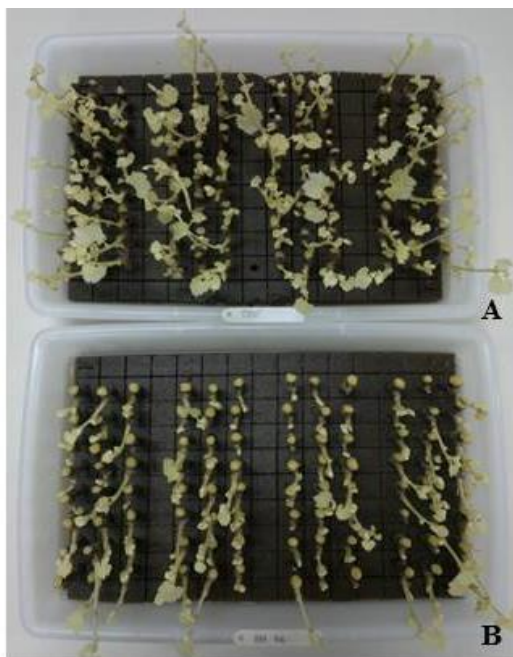


Figura 2.13. Brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’, submetidas a diferentes tratamentos: testemunha aos 100% de brotação (A) e 400 mg L⁻¹ de ABA, aos 91% de brotação (B) – 2012. Bandeja 53x38cm. São Joaquim, SC.

Em 2013, a testemunha atingiu 50% de brotação aos 20 DDT, enquanto aquelas tratadas com 2000 mg L⁻¹ de ABA, aos 37 DDT, para estacas que apresentavam 375 HF. Para estacas tratadas com 1000 HF em laboratório, as brotações ocorreram aos 19 e 30 DDT, respectivamente. (**Figura 2.14**)

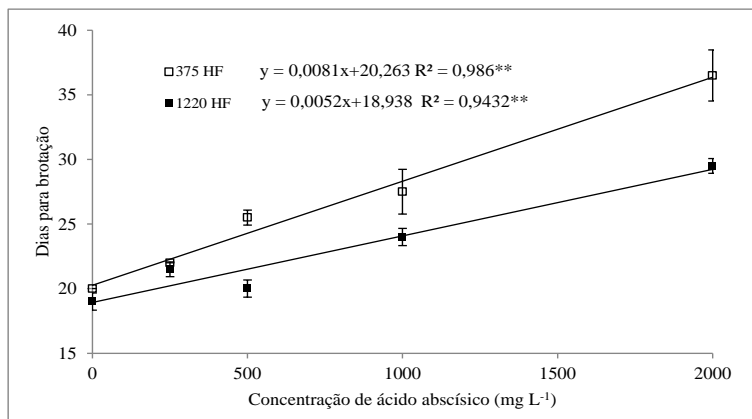


Figura 2.14. Número de dias para brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido abscísico e horas de frio. São Joaquim, SC, 2013. Barras representam o erro padrão.

Estacas com horas de frio do campo (375 HF) apresentaram atraso de até 17 dias em relação à testemunha, em comparação a até 11 dias de atraso daquelas tratadas com 1000 HF. O tratamento com horas de frio em laboratório pode ter reduzido o efeito do ABA sobre o atraso da brotação.

A **Figura 2.15** mostra a comparação entre os tratamentos com 2000 mg L⁻¹ de ABA ao atingir 50% de brotação, e suas respectivas testemunhas, para estacas com 1220 (**Figuras 2.15A1 e 2.15A2**) e 375 HF (**Figuras 2.15B1 e 2.15B2**). A diferença na evolução da brotação foi mais evidente para as estacas com 375 HF, pois, houve maior diferença no tamanho das brotações entre tratamento e testemunha.

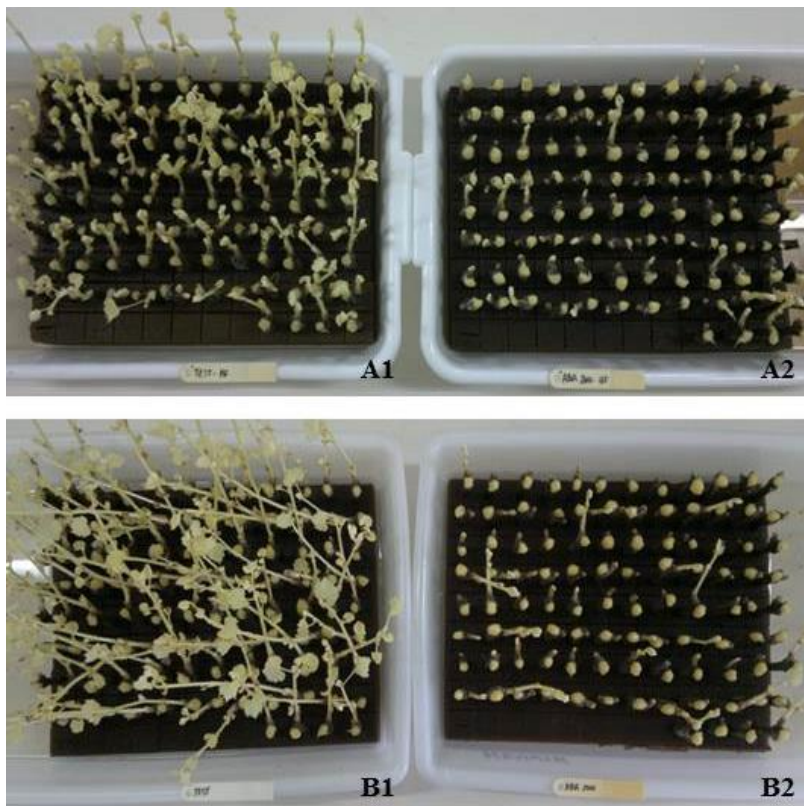


Figura 2.15. Brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’, submetidas a diferentes tratamentos: testemunha aos 100% de brotação (A1) e 2000 mg L⁻¹ de ABA aos 50% de brotação (A2), para estacas com 1220 HF – 2013; testemunha aos 100% de brotação (B1) e 2000 mg L⁻¹ de ABA aos 50% de brotação (B2), para estacas com 375 HF – 2013. Bandeja 53x38cm. São Joaquim, SC.

Foi observada similaridade de resposta, considerando apenas estacas que receberam 1000 HF em laboratório, entre tratamentos com faixas próximas de ABA. Testemunhas levaram em ambos os anos 19 dias para brotação. Quando utilizados 200 mg L⁻¹ em 2012 foram necessários 25 dias para brotação e, ao utilizar 250 mg L⁻¹ em 2013, 22 dias. Com a aplicação de 400 mg L⁻¹ de ANA em 2012, as estacas atingiram 50% de brotação aos 24 dias após tratamento, e com o uso de 500 mg L⁻¹ em 2012, 20 dias.

Concentrações de até 1000 mg L⁻¹ de ABA pulverizadas sobre estacas de ‘Sangiovese’, coletadas em fevereiro de 2004 (dormência

plena), não apresentaram diferença no número de dias para brotação em relação à testemunha no estudo de Hellman et al. (2006). No mesmo estudo, no estádio de lâ, aplicações de até 750 mg L^{-1} de ABA em estacas coletadas em janeiro (início do inverno) de 2005, causaram atraso de até três dias.

Alguns estudos estabeleceram correlação entre o máximo conteúdo de ABA endógeno e o tempo em que a dormência das gemas atinge sua profundidade máxima (endodormência), e sugeriram que o aumento no ABA endógeno estaria diretamente envolvido na indução da dormência de gemas de videira (DURING & BACHMANN, 1975; EMMERSON & POWEL, 1978; KOUSSA et al., 1994; OR et al., 2000).

Or et al. (2000) entretanto, não estabeleceram a correlação entre o decréscimo do ABA e a liberação da dormência, com a retomada do crescimento das plantas como tradicionalmente abordado. Para a variedade Perlette, a redução dos níveis endógenos do ABA iniciou muito antes da liberação da dormência. Estes autores sugerem a hipótese da existência de dois processos independentes durante o declínio do ABA e a liberação da dormência, que eventualmente ocorrem simultaneamente de acordo com condições externas.

Os resultados aqui observados colaboram para o entendimento de que uma vez induzida a dormência, a atuação do ABA se restringiria a esse processo. Tentativas posteriores de manter altas concentrações deste hormônio não são efetivas uma vez que este não estaria diretamente envolvido na manutenção da dormência. Alguns poucos dias de atraso da brotação conseguidos podem estar apenas relacionados ao tempo necessário para que a planta metabolize a dosagem extra de ABA circulante.

2.3.2.2 Índice de velocidade de brotação

A **Figura 2.16** mostra o índice de velocidade de brotação indicando a alteração da brotação das estacas como o uso do ABA. Estacas testemunha apresentaram IVB de 1,24 e aquelas tratadas com 400 mg L^{-1} de ABA, 0,98.

Os valores de IVB, em 2013, para as testemunhas variaram de 1,26 a 1,30, enquanto para estacas tratadas com 2000 mg L^{-1} de ABA, de 0,66 a 0,85, para estacas com 375 e 1220 HF, respectivamente (**Figura 2.17**).

Os valores mais baixos foram observados em geral para as estacas que apresentavam 375 HF. O maior IVB para estacas tratadas

com 1000 HF em laboratório confirma a redução do atraso, como mencionado no item anterior.

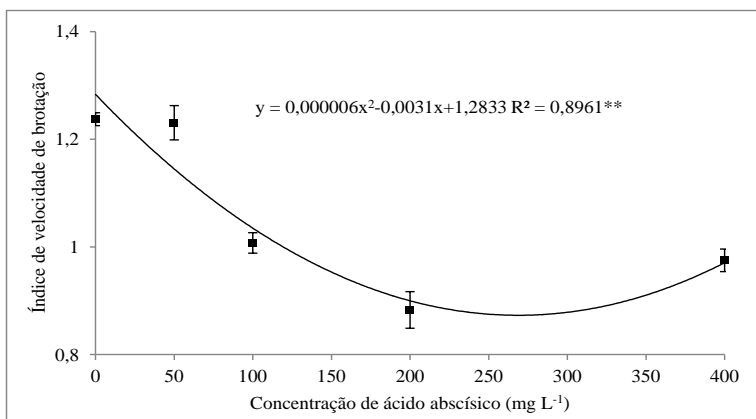


Figura 2.16. Índice de velocidade de brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido abscísico. São Joaquim, SC, 2012. Barras representam o erro padrão.

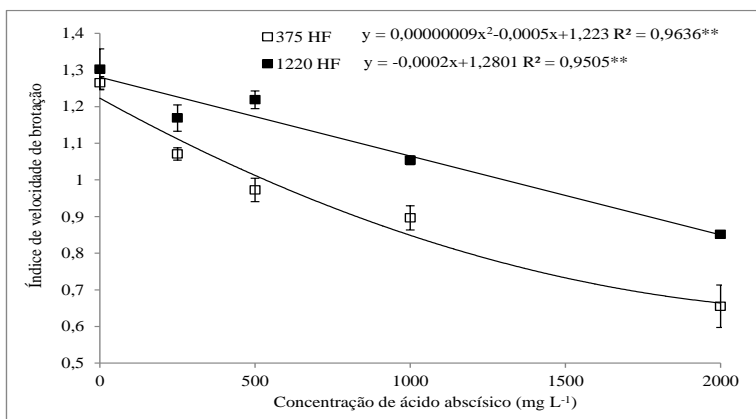


Figura 2.17. Índice de velocidade de brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido abscísico e horas de frio. São Joaquim, SC, 2013. Barras representam o erro padrão.

2.3.2.3 Gemas não brotadas

As concentrações de ácido abscísico aplicadas não afetaram significativamente a porcentagem de gemas não brotadas em ambos

anos de estudo. Em 2012, os valores foram inferiores a 10% para todos os tratamentos (**Tabela 2.2**) e, em 2013, inferiores a 5% (**Tabela 2.2**).

Tabela 2.2. Porcentagem de estacas não brotadas de videira ‘Chardonnay’ após o tratamento com ácido abscísico. São Joaquim, SC, 2012 e 2013.

2012			2013		
Concentração de ABA	Estacas não brotadas (%)	Concentração de ABA	Estacas não brotadas (%)		
			375 HF	1220 HF	Médias
0 mg L ⁻¹	2,1	0 mg L ⁻¹	0	1	0,5
50 mg L ⁻¹	2,1	250 mg L ⁻¹	1	0	0,5
100 mg L ⁻¹	8,3	500 mg L ⁻¹	1	3	2,0
200 mg L ⁻¹	8,3	1000 mg L ⁻¹	1	0	0,5
400 mg L ⁻¹	3,1	2000 mg L ⁻¹	9	0	4,5
	F=2,88 ^{ns}	Médias	2,4a*	0,8 ^a	F=1,61 ^{ns}

^{ns}Não significativo. *Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve similaridade de resposta entre os dois anos de experimento entre tratamentos com a mesma faixa de ABA, comparando estacas que receberam 1000 HF artificiais em laboratório. Quando aplicados 400 mg L⁻¹ no primeiro ano e 500 mg L⁻¹ no segundo, as porcentagens foram de 3,1% e 3%, respectivamente.

Estes resultados estão de acordo com Hellman et al. (2006), que verificaram que concentrações de até 1000 mg L⁻¹ de ABA pulverizadas sobre estacas de uma gema de ‘Sangiovese’ não alteraram a porcentagem final de gemas brotadas. Estes autores concluíram que o regulador de crescimento não exerceu nenhum efeito inibitório nesta faixa de concentração.

2.4 Conclusões

O uso do ANA promoveu atraso da brotação das estacas de ‘Chardonnay’ nos dois anos de estudo. O uso do ABA promoveu o atraso da brotação de forma menos expressiva que o ANA e com menor efeito fitotóxico.

A concentração de 2000 mg L⁻¹ de ANA promoveu certo atraso da brotação com menor perda de gemas, atingindo um resultado mais favorável.

O tratamento das estacas com 1000 HF no experimento com o ANA acarretou menor perda de estacas e maior IVB, indicando sua importância para que o material estivesse apto à brotação.

Os resultados sugerem que há potencialidade do uso de ANA para o atraso da brotação das gemas.

2.5 Referências Bibliográficas

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

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.

BOTELHO, R. V.; PAVANELLO, A. P.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M. MÜLLER, M. M. L. Effects of chilling and garlic extract on bud dormancy release in cabernet sauvignon grapevine cuttings. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.58, n.3. 2007.

BOTELHO, R. V.; MAIA, A. J.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M. Efeito do extrato de alho na quebra de dormência de gemas de videiras e no controle *in vitro* do agente causal da antracnose (*Elsinoe ampelina* Shear). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.1, p.096-102. Março. 2009.

BRIGHENTI, A. F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; MARCON FILHO, J. L.; BRIGHENTI, L. M.; MALINOVSKI, L. I.; SILVA, A. L. Physical-chemical quality of Cabernet Sauvignon clones in high altitude regions of Santa Catarina State - Brazil. **Acta Horticulturae**, v.931, p.385-388. 2012.

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**, Santa Maria, v.43, n.7, p.1162-1167. 2013.

CARVALHO, A. R. J.; NUNES, V. X.; PEREIRA, M. C. T. Produção de mudas de videira ‘Itália’ cultivadas em diferentes substratos e AIB

em condições semiáridas. **Revista Agrotecnologia**, v.5, n.1, p.62-74. 2014.

DENEGA, S.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; NASCIMENTO, I. R.; BLASKEVICZ, S. J. Enraizamento de estacas de nove cultivares de *Vitis rotundifolia* na primavera e verão tratadas com ácido indol butírico. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.3, p.199-207. Mai/Jun. 2009.

DURING, H.; BACHMANN, O. Abscisic acid analysis in *Vitis vinifera* in the period of endogenous bud dormancy by high pressure liquid chromatography. **Physiologia Plantarum**, v.34, p.201-203. 1975.

EMMERSON, J. G.; POWELL, L. E. Endogenous abscisic acid in relation to rest and bud burst in three *Vitis* species. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.103, p.677-680. 1978.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa, Informação Tecnológica, 2005. 221p.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (sistema para análise de variância) para Windows, versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p.255-258.

FERREIRA, G.; FERRARI, T. B. Enraizamento de estacas de atemoieira (*Annona Cherimola* Mill. X *A. squamosa* L.) cv. Gefner submetidas a tratamento lento e rápido com auxinas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.2, p.329-336, 2010.

GIACOBBO, C. L.; FACHINELLO, J. C.; BIANCHI, V. J. Enraizamento de estacas do porta-enxerto de marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.) cv. EMC, em diferentes substratos, concentrações de ácido indolbutírico e enxertia de raiz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.1, p.64-70, 2007.

GÖKBAYRAK, Z; DARDENIZ. A.; ARIKAN, A.; KAPLANBEST, U. Duration for submersion of grapevine cuttings of rootstock 41B in water to increase root formation. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.8, n.3&4, p.607-609. 2010

GROSSMAN, K. Auxin herbicide action. Article Addendum. **Plant Signaling & Behavior**, v.2, n.5, p.421-423. 2007.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7.ed. New Jersey: Prentice–Hall, 2002. 880p.

HELLMAN, E.; SHELBY, S.; LOWERY, C. Exogenously applied abscisic acid did not consistently delay budburst of deacclimating grapevines. **Journal of the American Pomological Society**, v.60, n.4, p.178-186. 2006.

KOUSSA, T.; BROQUEDIS, M.; BOUARD, J. Changes of abscisic acid level during the development of grapevine latent buds, particularly in the phase of dormancy break. **Vitis**, v.33, p.63-67. 1994.

LONE, A. B.; LÓPEZ, E. L.; ROVARIS, S. R. S.; KLESENER, D. F.; HIGASHIBARA, L.; ATAÍDE, L. T.; ROBERTO, S. R. Efeito do AIB no enraizamento de estacas herbáceas do porta-enxerto de videira VR 43-43 em diferentes substratos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.3, p.599-604. Jul/Set. 2010.

LORENZ, D. H.; EICHHORN, K. W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis vinifera* L. ssp. *Vinifera*). **Viticulture and Enology Science**, Springfield, v.49, p.66–70, 1994.

LOSEKE, B. A. Delay of bud break on 'Edelweiss' grapevines with multiple applications of Amigo oil and NAA. 2014. 118p. **Tese** (Doutorado em Agronomia e Horticultura) - University of Nebraska – Lincoln.

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

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177. 1962.

OR, E.; BELAUSOV, I.; POPILEVSKY, Y.; BEN TAL, J. 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.

- PETRI, J. L.; COUTO, M; LEITE, G. B. **Monitoramento do Frio**. Caçador: Epagri. Junho, 2012. 2p. (Epagri - Estação Experimental de Caçador). Informe Técnico, 3/12.
- PETRI, J. L.; COUTO, M. **Monitoramento do Frio** (1/4/2013 a 30/6/2013). Caçador: Epagri. Julho, 2013. 2p. (Epagri - Estação Experimental de Caçador). Informe Técnico, 2/13.
- PIRES, E. J. P.; BOTELHO, R. V. Uso de reguladores vegetais na cultura da videira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE UVAS DE MESA, 2000. **Anais...** Ilha Solteira: UNESP/FAPESP, 2000. p.129-147.
- QRUNFLEH, I. M.; READ, P. E. Use of naphthaleneacetic acid and vegetable oil to delay bud break in 'Edelweiss' single-bud grapevine cuttings placed in a forcing solution. **International Journal of Fruit Science**, v.13, n.4, p.400-412, 2013.
- SALIBE, A. B.; BRAGA, G. C.; PIO, R.; TSUTSUMI, C. Y.; JANDREY, P. E.; ROSSOL, C. D.; FRÉZ, J. R. S.; SILVA, T. P. Enraizamento de estacas do porta-enxerto de videira 'VR 043-43' submetidas a estratificação, ácido indolbutírico e ácido bórico. *Bragantia*, v.69, n.3, p.617-622. 2010.
- SOUZA, E. R.; RIBEIRO, V. G.; MENDONÇA, O. R.; SANTOS, A. S.; SANTOS, M. A. C. Comprimentos de estacas e AIB na formação de porta-enxertos de videira 'Harmony' e 'Campinas'. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.5, n.2, p.19-32. 2012.
- VARGAS-ARISPURO, I.; CORRALES-MALDONADO, C.; MARTÍNEZ-TÉLLEZ, M. A. Compounds derived from garlic as bud induction agents in organic farming of table grape. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.68, n.1, p.94-101. Jan/Mar. 2008.
- VILLA, F.; PIO, R.; CHALFUN, N. N. J.; GONTIJO, T. C. A. Enraizamento de estacas herbáceas do porta enxerto de videira Riparia de Traviú tratadas com auxinas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.6, p.1426-1431, 2003.
- WEAVER, R. J. **Grape Growing**. New York: John Willey & Sons, 1976. 371p.

CAPÍTULO III

AÇÃO DOS ÁCIDOS NAFTALENOACÉTICO E ABSCÍSICO SOBRE O ATRASO DA BROTAÇÃO DE PLANTAS DE VIDEIRA (*Vitis vinífera* L.) DA VARIEDADE 'CHARDONNAY'

CAPÍTULO III - AÇÃO DOS ÁCIDOS NAFTALENOACÉTICO E ABCÍSIKO SOBRE O ATRASO DA BROTAÇÃO DE PLANTAS DE VIDEIRA (*Vitis vinifera* L.) DA VARIEDADE ‘CHARDONNAY’

Resumo

Um dos desafios para o crescimento da viticultura catarinense de altitude é a superação de obstáculos à produção ligados à ocorrência de geadas tardias de primavera. Estes eventos acarretam problemas no início do ciclo de plantas de variedades de videira de brotação precoce, como a ‘Chardonnay’. Desta forma, torna-se necessária a criação de alternativas de manejo que promovam a proteção de plantas a campo. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de encontrar alternativas para atrasar a brotação de plantas de videira e foi dividido em dois experimentos. Nos ciclos 2012/2013 e 2013/2014 foram aplicadas concentrações dos ácidos naftalenoacético (ANA) e abscísico (ABA) via lanolina em plantas de ‘Chardonnay’ cultivadas na vinícola Vinhedos do Monte Agudo em São Joaquim, SC. Para o ABA foi adotado o esquema fatorial 3x5 em ambos ciclos, com três datas de aplicação (01/08, 14/08 e 23/08/2012; 31/07, 15/08 e 29/08/2013) e cinco concentrações (0, 50, 100, 200 e 400 mg L⁻¹ em 2012/2013; e 0, 250, 500, 1000 e 2000 mg L⁻¹ em 2013/2014). Para o ANA, foi adotado o mesmo esquema fatorial utilizado para o ABA em 2012/2013 e, em 2013/2014, o esquema adotado foi 3x7, mantendo as três datas de aplicação do ABA e adotando sete concentrações (0, 250, 500, 1000, 2000, 4000 e 8000 mg L⁻¹). Em ambos ciclos foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições de uma planta por parcela. O ANA causou 13 dias de atraso da brotação das plantas em relação à testemunha no ciclo 2012/2013, com o uso de 400 mg L⁻¹, e 31 dias em 2013/2014, com 8000 mg L⁻¹. As datas de brotação mais tardias foram em geral obtidas com aplicações na data tradicional da poda em ambos ciclos. No ciclo 2013/2014, como reflexo do aumento da porcentagem de gemas não brotadas e da redução do número de cachos, o uso de 8000 mg L⁻¹ do ANA causou reduções de produção que variaram de 49,2% a 65,8%. O tratamento na data tradicional da poda resultou em geral nas maiores reduções de produção. Para equilibrar atraso de brotação e redução da produção, o uso de doses ao redor de 2000 mg L⁻¹, cerca de 30 dias antes da data tradicional da poda, seria mais adequado. Mesmo as maiores concentrações de ABA não foram suficientes para gerar atraso satisfatório em nenhum ciclo. As

porcentagens de gemas não brotadas foram inferiores a 10% para todos os tratamentos e a produção foi pouco alterada. Os resultados obtidos não justificam o uso do ABA, mas sim do ANA como opção de manejo para evitar os danos causados pelas geadas tardias de primavera, demandando ainda estudos mais aprofundados.

Palavras-chave: uva, reguladores vegetais, dormência, retardo.

Abstract

One of the challenges for the development of Santa Catarina highland viticulture is overcoming production obstacles linked to the occurrence of late spring frosts. These events cause problems at the beginning of vine plants cycle, mainly early bud break varieties as 'Chardonnay'. Thus, alternative management practices that promote plants protection in the field are necessary. The present study aimed at finding alternatives to delay vine's bud break and was divided into two experiments. On 2012/2013 and 2013/2014 cycles, naphthaleneacetic (NAA) and abscisic (ABA) acids were applied via lanolin on 'Chardonnay' vines grown in Vinhedos do Monte Agudo winery at São Joaquim, SC. For the ABA experiment, 3x5 factorial scheme was adopted in both cycles, with three application dates (08/01, 08/14 and 08/23/2012; 07/31, 08/15 and 29/08/2013) and five concentrations (0, 50, 100, 200 and 400 mg L⁻¹ on 2012/2013; 0, 250, 500, 1000 and 2000 mg L⁻¹ on 2013/2014). For NAA, the same factorial scheme used for ABA on 2012/2013 was adopted. On 2013/2014, the scheme adopted was 3x7, with the same ABA application dates and seven concentrations (0, 250, 500, 1000, 2000, 4000 and 8000 mg L⁻¹). On both cycles, completely randomized blocks experimental design, with four replications of one plant per plot, was used. 400 mg L⁻¹ NAA caused 13 days of delay compared to the control on 2012/2013 cycle, and 31 days on 2013/2014 cycle were obtained with 8000 mg L⁻¹. Later bud break dates were generally obtained with applications on traditional pruning dates on both cycles. In the 2013/2014 cycle, the increase in the percentage of not broken buds and the reduction in the number of clusters with the use of 8000 mg L⁻¹ NAA reflected on production decline which ranged from 49.2% to 65.8%. Treatment on traditional pruning date led to the most expressive production decline in general. Balancing delay and production decline would be possible using concentrations around 2000 mg L⁻¹, about 30 days before the traditional pruning date. Even the highest ABA concentrations were not enough to

cause expressive delay on both cycles. Not broken buds percentages were not higher than 10% for all treatments and the production was only slightly altered. The results did not justify the adoption of the ABA, but indicate the potential use of NAA as a management option to prevent the damage caused by late spring frosts, still requiring further study.

Keywords: grape, growth regulators, dormancy, retard.

3.1 Introdução

A viticultura catarinense de altitude se iniciou por volta do ano 2000 e vem passando por um processo de constante crescimento (ACAVITIS, 2014). Os vinhos finos de altitude são produzidos entre 900 metros e 1.400 metros (ROSIER, 2006; BORGHEZAN et al., 2011).

A elevada altitude e a baixa latitude das regiões produtoras provocam o deslocamento do ciclo da videira e permitem maturação fenólica completa (BONIN & BRIGHENTI, 2006). A produção de uvas de qualidade para vinificação nas regiões de altitude do Planalto Sul Catarinense foi atestada por diferentes autores nos últimos anos (MALINOVSKI et al., 2012; BRIGHENTI et al., 2013; BORGHEZAN et al., 2014).

Nestas regiões, episódios de geadas são frequentes entre maio e setembro, sendo junho e julho os meses com maior registro. São Joaquim é um dos municípios mais atingidos, com frequência média de 24 ocorrências anuais e registros inclusive em novembro e dezembro (AGUIAR & MENDONÇA, 2004; BORGHEZAN et al., 2014).

Geadas podem causar sérios problemas durante a retomada do crescimento pós-dormência das videiras na primavera, no período compreendido entre agosto e outubro, principalmente para variedades de brotação precoce.

Alternativas de manejo para evitar estes danos como o uso de cortinas de fumaça a partir da queima de elementos combustíveis em mistura a vapor d'água, ou a elevação da temperatura local pelo uso de fogueiras entre as linhas de plantio tem sido utilizadas em toda a região, principalmente no município de São Joaquim, gerando gastos adicionais elevados ao viticultor, sendo necessária a busca por outras opções.

Uma estratégia seria o adiamento do início do novo ciclo, com vistas à fuga da época de maior probabilidade de ocorrência de geadas tardias de primavera.

A auxina é sintetizada na gema terminal, transportada de forma basípeta e induz o transporte acrópeto de um sinal radicular, que resultam em conjunto na inibição do crescimento das gemas axilares (CLINE, 1996; MALLADI & BURNS, 2007). Alguns estudos sugeriram que o aumento da concentração do ácido abscísico endógeno estaria diretamente envolvido na indução da dormência de gemas de videira (KOUSSA et al., 1994; OR et al., 2000).

Desta forma, a manutenção de altas concentrações endógenas de auxina e ácido abscísico através do fornecimento exógeno dos mesmos pode ser uma das alternativas para atrasar a brotação das gemas de videira e evitar que haja danos às plantas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar em plantas de videira da variedade Chardonnay a potencialidade do uso de diferentes concentrações dos ácidos naftalenoacético e abscísico para o atraso da brotação das plantas e a geração de uma tecnologia de manejo para viabilizar o sucesso do cultivo desta variedade de brotação precoce.

3.2 Material e Métodos

Para a realização deste estudo foram instalados experimentos na vinícola Vinhedos do Monte Agudo, localizada no município de São Joaquim, SC, no Planalto Sul Catarinense, a 1.270 m de altitude, 28°14'51''S e 49°57'42''O, nos ciclos 2012/2013 e 2013/2014.

As plantas de 'Chardonnay' foram plantadas no ano de 2005, em espaçamento 3,00 x 1,50 m, conduzidas em sistema "Y" ou manjedoura, enxertadas sobre o porta-enxerto 'Paulsen 1103' e cultivadas sob cobertura com tela anti-granizo (**Figura 3.1**). O primeiro ano de produção foi 2007 e as plantas estavam no sexto ano produtivo quando os experimentos se iniciaram.

As datas de aplicação dos tratamentos com ácido naftalenoacético (ANA - Sigma[®]) e ácido abscísico (ABA - Sigma[®]), em dois experimentos diferentes, foram estabelecidas a partir da data em que a poda da variedade Chardonnay geralmente ocorre no vinhedo em questão, isto é, no final do mês de agosto, quando se observa o início da brotação das gemas apicais das varas do ciclo anterior.

No ciclo 2012/2013 as aplicações foram realizadas em 01/08, 14/08 e 23/08/2012, representando 22, 9 e 0 dias antes da data tradicional da poda (DAP). Em 2013/2014, as datas foram 31/07, 15/08 e 29/08/2013, sendo 30, 15 e 0 DAP, respectivamente.

As concentrações de ANA, no ciclo 2012/2013, variaram de 0 a 400 mg L⁻¹, com base em Pires & Botelho (2000). As concentrações de

ABA foram definidas baseadas nas concentrações de ANA. No ciclo 2013/2014, para ambos reguladores de crescimento, as concentrações foram aumentadas em busca de maiores atrasos de brotação.

Foram testadas cinco concentrações de ABA e ANA no ciclo 2012/2013 (**Tabela 3.1**) e, em 2013/2014, sete concentrações de ANA e cinco de ABA (**Tabela 3.2**).

As aplicações dos reguladores de crescimento em campo foram feitas a partir da dissolução destas substâncias em NaOH 1M e posterior incorporação em lanolina derretida em banho-maria a 65°C. Adotou-se a lanolina por ser, além de um substrato amplamente utilizado em experimentos com hormônios, um veículo de liberação lenta de substâncias que poderia potencializar o efeito dos hormônios testados para atraso da brotação.

Para aplicação dos tratamentos, os ramos foram podados, padronizando plantas com média de trinta esporões contendo duas gemas, e foram aplicadas as pastas contendo ANA ou ABA, nos ápices de todos os ramos podados. Sobre a pasta foi colocada uma cápsula de alumínio com a função de proteção contra fotodegradação dos reguladores vegetais (**Figura 3.2**).

Tabela 3.1. Relação dos tratamentos com os reguladores de crescimento, as concentrações e as datas de aplicação para o ciclo 2012/2013. São Joaquim, SC.

DATA	Experimento I ANA (mg L ⁻¹)	Experimento II ABA (mg L ⁻¹)
01/08/2012	0	0
	50	50
	100	100
	200	200
	400	400
14/08/2012	0	0
	50	50
	100	100
	200	200
	400	400
23/08/2012	0	0
	50	50
	100	100
	200	200
	400	400

Tabela 3.2. Relação dos tratamentos com os reguladores de crescimento, as concentrações e as datas de aplicação para o ciclo 2013/2014. São Joaquim, SC.

DATA	Exp. I ANA (mg L ⁻¹)	DATA	Exp. II ABA (mg L ⁻¹)
31/07/2013	0	31/07/2013	0
	250		250
	500		500
	1000		1000
	2000		2000
	4000		0
15/08/2013	8000	15/08/2013	250
	0		500
	250		1000
	500		2000
	1000		0
	2000		250
29/08/2013	4000	29/08/2013	500
	8000		1000
	0		2000
	250		
	500		
	1000		
29/08/2013	2000		
	4000		
	8000		



Figura 3.1. Vinhedo de ‘Chardonnay’ na Vinícola Vinhedos do Monte Agudo (A) e sistema de condução em “Y” para plantas de videira ‘Chardonnay’ (B). São Joaquim, SC, 2013.



Figura 3.2. Aplicação de lanolina contendo o tratamento sobre o ápice do ramo podado de plantas de videira ‘Chardonnay’ (A), proteção da lanolina aplicada com cápsula de alumínio (B) e plantas ao final da aplicação do tratamento (C). São Joaquim, SC, 2012.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 3x5 nos dois ciclos para o ABA; 3x5 no ciclo 2012/2013, e 3x7 em 2013/2014 para o ANA, com quatro repetições de uma planta por parcela.

Em ambos os ciclos, as plantas de videira receberam os tratos culturais, como aplicação de agroquímicos, desponde de ramos, dentre outros, de acordo com o manejo definido para o vinhedo.

Foi avaliada a fenologia a partir de observação semanal das plantas e comparação com a escala de LORENZ et al. (1994) e obteve-se o número de dias para brotação quando pelo menos 50% das gemas se apresentavam no estágio de ponta verde (BBCH08). O número de cachos foi obtido na data de colheita, quando amostras foram coletadas para a determinação, dos sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix), da acidez total titulável (g ác. tartárico 100 mL⁻¹) e do pH.

Na colheita do ciclo 2012/2013 procedeu-se apenas a amostragem de quatro cachos por tratamento para análises químicas, em 11/02/2013, quando se iniciou a colheita para vinificação em espumante. No ciclo 2013/2014, a colheita foi realizada em 11/03/2014, também para vinificação em espumante, quando plantas de videira testemunha apresentavam em média 18 $^{\circ}$ Brix de sólidos solúveis totais analisados com refratômetro de campo, e ocorreram pelo menos três dias consecutivos sem chuva. Amostrou-se neste segundo ciclo quatro cachos por repetição para análises químicas.

Para a determinação de sólidos solúveis totais, após a colheita, foi utilizado o refratômetro de bancada (Instru Therm RTD-45); para pH, o peagâmetro de bancada (pH Meter PHS 3B); e a acidez total titulável foi obtida por titulação de acordo com a metodologia descrita pela Organization Internationale de la Vigne et du Vin (OIV, 2009).

Estas análises foram realizadas no Laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, com três sub amostras de 50 bagas retiradas em diferentes posições de cachos.

A porcentagem de ramos afetados pelas geadas tardias de primavera foi avaliada no ciclo 2012/2013 por diferença entre o número de ramos antes e depois da poda de limpeza de ramos danificados. No ciclo 2013/2014, esta porcentagem foi obtida por contagem do número de ramos que apresentaram qualquer sinal de dano causado por geada em folhas, ramos ou cachos.

No ciclo 2013/2014 foram avaliados também, na colheita, a porcentagem de gemas não brotadas, a produção por planta (Kg) e o peso médio do cacho (g).

Os dados foram verificados quanto à normalidade de distribuição e à homogeneidade de variância pelo programa STATISTICA 12[™]. Quando necessário, os dados de porcentagem foram transformados por [arccoseno $\sqrt{x(\%)}$] e os dados de contagem foram transformados por $[\sqrt{x}]$.

Para análise de variância dos dados obtidos foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Para datas de aplicação foi feito o teste de Tukey a 5% de probabilidade e, para as concentrações de reguladores de crescimento aplicadas, análise de regressão.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Ácido Naftalenoacético

Os valores de F das análises de variância para os experimentos com o ANA são mostrados em anexo (**Tabelas A8 e A9**). Para a confecção dos gráficos e tabelas apresentado a seguir foram considerados apenas efeitos significativos pela análise de variância. Todas as regressões apresentadas são significativas, indicando seus respectivos níveis de significância.

Dados de temperaturas médias, máximas e mínimas são mostrados em anexo. No ciclo 2012/2013, considerando o período compreendido entre agosto de 2012 e fevereiro de 2013, quando foi realizado o experimento, observa-se que as temperaturas médias e mínimas (**Figuras A5 e A7**) foram em geral inferiores e as temperaturas máximas foram em geral superiores à média histórica (1961-2011; BORGHEZAN et al., 2014) (**Figura A6**).

No ciclo seguinte, considerando o mesmo período, as temperaturas médias, máximas e mínimas foram no geral inferiores à média do período 1961-2011, representando um ciclo mais frio (**Figuras A5, A6 e A7**). Esta informação é condizente com o fato de no inverno do ano de 2013 terem sido acumuladas mais horas de frio em relação à média histórica (**Figura A4**).

A precipitação ao longo dos meses destes mesmos anos é mostrada em anexo. No ciclo 2012/2013, a precipitação acumulada entre agosto de 2012 e fevereiro de 2013 (887,1 mm) foi inferior à média histórica deste mesmo período (1130,6 mm), e no ciclo seguinte foi observado o oposto em relação aos dados históricos (1455,7 mm) (**Figura A8**).

No mês da colheita do primeiro ciclo e nos dois meses que a antecederam (dezembro/2012 a fevereiro/2013), houve precipitação

(489,9 mm) similar à média histórica deste período (491,5 mm). No segundo ciclo, a precipitação foi maior no período de janeiro a março de 2014 (562,5 mm) em comparação ao acúmulo histórico do período (484,7 mm) (**Figura A8**).

Dados de horas de frio ($>7,2^{\circ}\text{C}$) acumuladas de acordo com os meses do ano, em 2012 e 2013 estão disponíveis em anexo (**Figura A4**). Em 2012, ao final do mês de julho haviam sido acumuladas 568 HF e, ao final do mês de agosto, 624 HF. Para o ano de 2013, estes valores são equivalentes a 611 e 871 HF, respectivamente. Em relação ao acúmulo histórico de horas de frio para o município (01 de abril a 31 de agosto), no ano de 2012 o total foi inferior e, no ano de 2013, foi superior.

3.3.1.1 Dias para brotação

No ciclo 2012/2013 houve interação significativa entre datas de aplicação e concentrações de ANA para número de dias para brotação.

Maior número de dias foi observado ao aplicar o ANA aos 22 dias antes da data tradicional da poda (22 DAP - 01/08/2012). A aplicação na data tradicional da poda (23/08/2012) resultou em menor número de dias provavelmente em função da aptidão das plantas em brotar e reiniciar um novo ciclo. Para todas as datas, o número de dias para brotação foi maior conforme se aumentou a concentração de ANA aplicada.

Plantas testemunhas de 01/08/2012 (22 DAP), brotaram aos 27 dias depois do tratamento (DDT), enquanto aquelas tratadas com 400 mg L⁻¹ de ANA, brotaram aos 40 DDT, somando 13 dias de atraso em relação à testemunha (**Figura 3.3**).

A testemunha de 14/08/2012 (9 DAP) brotou aos 21 DDT e o tratamento com 400 mg L⁻¹ de ANA, aos 28 DDT, totalizando sete dias de atraso em relação à testemunha (**Figura 3.3**).

Quando as plantas foram tratadas na data tradicional da poda (23/08/2012), aquelas que não receberam nenhuma concentração de ANA brotaram aos 18 DDT e aquelas tratadas com 400 mg L⁻¹ de ANA brotaram aos 26 DDT, sendo de oito dias o atraso em relação à testemunha (**Figura 3.3**).

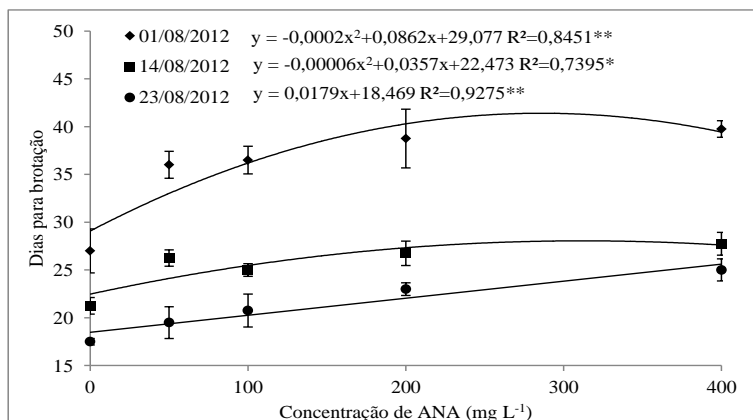


Figura 3.3. Número de dias para brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. Barras representam o erro padrão.

Apesar de maior número de dias para brotação ter sido obtido ao aplicar o ANA aos 22 DAP, a data de brotação mais tardia (18/09/2012) ocorreu ao obter oito dias de atraso com a aplicação de 400 mg L⁻¹ de ANA na data tradicional da poda (**Figura 3.4** e **Tabela A10**).

	Agosto				Setembro																	
	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
01/08/2012	13 dias																					
14/08/2012							7 dias															
23/08/2012											8 dias											

Figura 3.4. Diferença do atraso da brotação em relação à testemunha para plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com 400 mg L⁻¹ de ANA em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013.

A temperatura média no período da brotação das plantas neste experimento (11,6°C), compreendido entre 20/08 e 21/09/2012, esteve próxima à média histórica (1961-2011; BORGHEZAN et al., 2014) para os meses de agosto e setembro (11°C). A média das temperaturas máximas foi ligeiramente superior (17,9°C) e das mínimas foi similar (6,7°C) em comparação aos dados históricos destes meses (16,6 e 6,9°C, respectivamente). A precipitação acumulada no período de 32 dias foi de 158,7 mm, similar às médias mensais históricas de agosto e setembro (151,7 e 175 mm, respectivamente) (**Figura 3.5**).

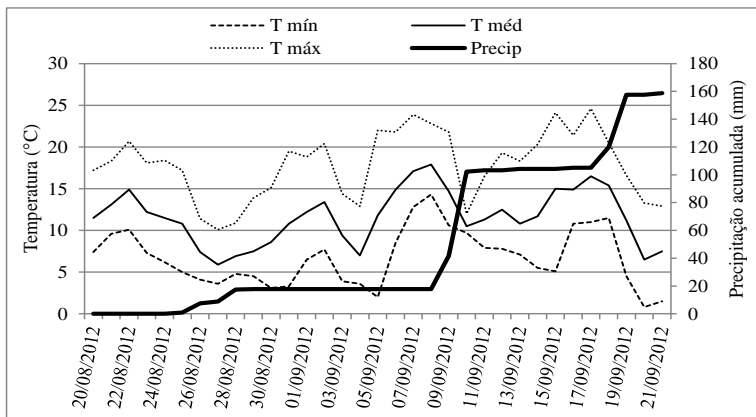


Figura 3.5. Médias das temperaturas média, máxima e mínima e precipitação acumulada no período da brotação do experimento com plantas de videira ‘Chardonnay’. São Joaquim, SC, 2012/2013.

As **Figuras 3.9 e 3.10** mostram comparações da brotação entre plantas testemunhas de 01/08 (**Figura 3.9A**), 14/08 (**Figura 3.9C**) e 23/08/2012 (**Figura 3.9E**), e os respectivos tratamentos com 400 mg L^{-1} de ANA para as mesmas datas (**Figuras 3.10A, 3.10C e 3.10E**). É possível observar a maior evolução da brotação de plantas testemunha em relação às tratadas com 400 mg L^{-1} de ANA.

No ciclo 2013/2014 houve novamente interação significativa entre datas de aplicação e concentrações de ANA. A aplicação antecipada (31/07/2013 – 30 DAP) com a maior concentração de ANA (8000 mg L^{-1}) resultou novamente em maior número de dias para brotação.

A **Figura 3.6** mostra que plantas testemunha tratadas em 31/07/2013 (30 DAP) brotaram aos 36 DDT, enquanto aquelas que receberam 8000 mg L^{-1} de ANA, aos 67 DDT, com atraso de 31 dias em relação à testemunha.

Em 15/08/2013 (15 DAP), plantas que não receberam nenhuma concentração de ANA brotaram aos 26 DDT e aquelas que receberam 8000 mg L^{-1} de ANA, aos 42 DDT, com atraso de 16 dias em relação à testemunha (**Figura 3.6**).

As testemunhas da data tradicional da poda (29/08/2013) brotaram aos 14 DDT, em comparação a plantas que brotaram aos 33 DDT após tratamento com 8000 mg L^{-1} de ANA, somando 19 dias de atraso (**Figura 3.6**).

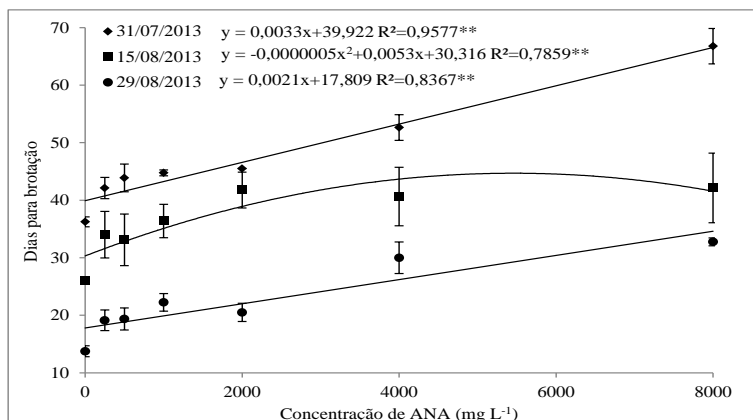


Figura 3.6. Número de dias para brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

A data de brotação mais tardia (06/10/2013) foi observada ao obter 31 dias de atraso com a aplicação de 8000 mg L⁻¹ de ANA em aos 30 DAP. Entretanto, as datas de brotação mais tardias foram em geral obtidas com aplicações na data tradicional da poda, assim como observado no ciclo 2012/2013 (**Figura 3.4** e **Tabela A11**).

Neste segundo ciclo, a temperatura média no período da brotação das plantas no experimento (10,1°C), compreendido entre 20/08 e 22/10/2013, esteve abaixo da média histórica (1961-2011; BORGHEZAN et al., 2014) para os meses de agosto, setembro e outubro (11,7°C). As médias das temperaturas máximas e mínimas (15,8 e 5,7°C) também estiveram abaixo dos dados históricos para este período (17,3 e 7,6°C, respectivamente), representando no geral um ciclo mais frio como mencionado anteriormente (**Figura 3.7**).

Temperaturas em geral mais baixas podem também ter exercido influência além da auxina sintética, principalmente no início do período de brotação, sobre maior atraso de brotação com tratamentos aplicados de forma antecipada. Além disso, também podem ter contribuído para o maior atraso obtido neste ciclo em relação ao primeiro.

A precipitação acumulada neste período de 63 dias foi de 461 mm, equivalente a aproximadamente 230 mm mensais e superior às médias mensais históricas (1961-2011; BORGHEZAN et al., 2014) de agosto, setembro e outubro (151,7, 175 e 171,4 mm, respectivamente) (**Figura 3.7**).

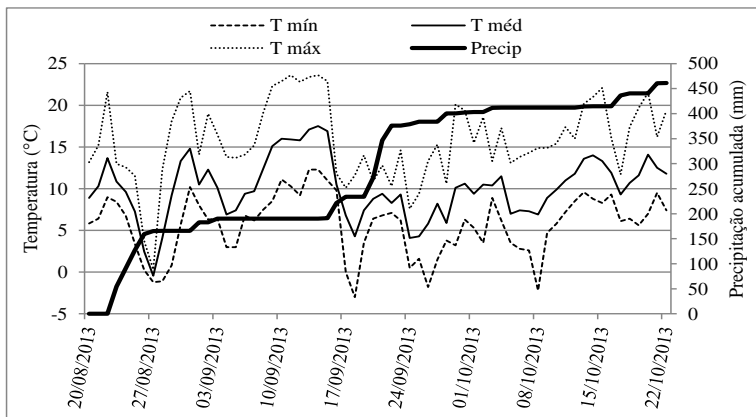


Figura 3.7. Médias das temperaturas média, máxima e mínima e precipitação acumulada no período da brotação do experimento com plantas de videira ‘Chardonnay’. São Joaquim, SC, 2013/2014.

A **Figura 3.12** apresenta comparações entre a brotação da testemunha e do tratamento com 8000 mg L^{-1} de ANA de plantas de videira tratadas em 31/07 (**Figuras 3.12A e 3.12B**), 15/08 (**Figuras 3.12C e 3.12D**) e 29/08/2013 (**Figuras 3.12E e 3.12F**). É possível observar o menor tamanho dos ramos das plantas tratadas com 8000 mg L^{-1} de ANA em relação às suas respectivas testemunhas para todas as datas.

Atrasos de brotação menores foram descritos por Qrunfleh (2010), ao trabalhar com plantas de videira da variedade de brotação precoce Edelweiss e relatar de dois a cinco dias de atraso em relação à brotação da testemunha quando utilizadas concentrações entre 500 e 1000 mg L^{-1} de ANA. As pulverizações foram realizadas em 06/01, 03/02, 03/03 e 03/04/2009, equivalente ao período de inverno/primavera no hemisfério norte, mas esta variação não resultou em nenhum efeito sobre o número de dias para brotação das plantas.

Até quatro dias de atraso em relação à testemunha quando utilizados 1500 mg L^{-1} de ANA, e três dias quando utilizados 1000 mg L^{-1} , foram descritos pelo mesmo autor quando as pulverizações foram realizadas em 28/01, 25/02 e 25/03/2010. Foi utilizada a mesma metodologia de 2009 e, novamente, a variação das datas não resultou em diferença no número de dias para brotação (QRUNFLEH, 2010).

No presente estudo, ao se utilizar 1000 mg L^{-1} de ANA foram obtidos nove dias de atraso em relação à testemunha quando a aplicação foi feita em 31/07, dez dias em 15/08 e oito dias em 29/08/2013.

Os resultados do presente estudo discordam dos observados por Loseke (2014), ao trabalhar também com ‘Edelweiss’, que não observou alteração do número de dias para brotação quando realizadas até três pulverizações de 1000 mg L⁻¹ de ANA. Os tratamentos foram aplicados em 04/01, quando as plantas de videira receberam apenas uma pulverização, 07/02, com duas pulverizações, e 07/03/2013, com três.

Além da diferença na tecnologia de aplicação, diferenças entre as variedades podem estar envolvidas. A ‘Edelweiss’ é um híbrido interespecífico (incluindo *Vitis riparia* e *Vitis labrusca*) com alta tolerância a baixas temperaturas ($\approx -35^{\circ}\text{C}$) (IOWA STATE UNIVERSITY, 2015). A variedade provavelmente possui maior concentração de solutos na seiva, alterando seu metabolismo e podendo ser uma razão das diferenças nas respostas, em relação à ‘Chardonnay’, aos tratamentos para postergação da dormência aqui testados.

Os atrasos obtidos com a aplicação do ANA aqui apresentados mostraram o potencial do uso desta substância para atrasar a brotação de plantas de videira variedade Chardonnay e promover a fuga da época da ocorrência de geadas tardias de primavera.

3.3.1.2 Gemas não brotadas

Verificou-se que tanto a variação das datas de aplicação como das concentrações de ANA no ciclo 2013/2014 alteraram a porcentagem de gemas não brotadas, sem interação entre estas fontes de variação.

A maior porcentagem foi observada quando as plantas foram tratadas na data tradicional da poda (29/08/2013), não diferindo da aplicação em 15/08/2013 (15 DAP) (**Tabela 3.3**).

Tabela 3.3. Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.

Data de aplicação	Gemas não brotadas (%)
31/07/2013	20,8a*
15/08/2013	28,8b
29/08/2013	33,0b

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As testemunhas apresentaram porcentagem de gemas não brotadas equivalentes a 3% em 31/07 (30 DAP), 2,4% em 15/08 (15 DAP) e 6,7% em 29/08/2013 (data tradicional da poda), demonstrando

que, independente do ANA, a porcentagem tendeu a ser maior na última data de aplicação dos tratamentos (dados não mostrados).

Houve aumento significativo conforme se aumentou a concentração de ANA, de 4% para as plantas testemunhas a 49,6% quando aplicados 8000 mg L⁻¹. Mesmo as menores concentrações de ANA (250 e 500 mg L⁻¹) apresentaram alta porcentagem, de cerca de 20% de gemas não brotadas (**Figura 3.8**).

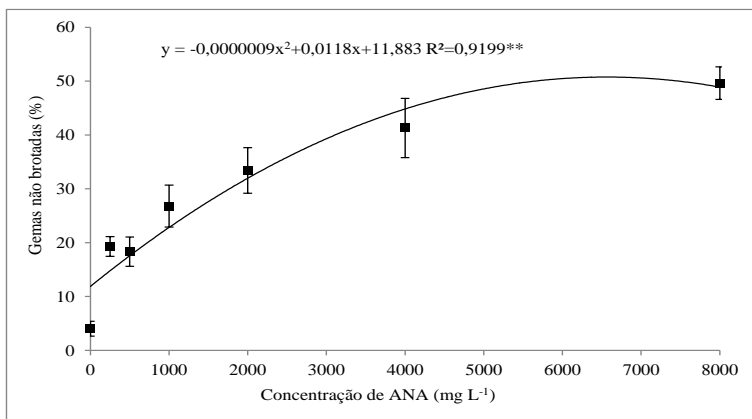


Figura 3.8. Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

Como apresentado no item anterior, no período de brotação deste ciclo ocorreram temperaturas em geral inferiores às médias históricas. Isto pode ter sido um fator agravante para maior porcentagem de gemas não brotadas em combinação às altas concentrações de ANA.

A **Figura 3.12** apresenta imagens obtidas em 30/10/2013, quando a avaliação da fenologia estava encerrada. Para todas as datas de aplicação, pode ser vista a presença de gemas não brotadas nos tratamentos com 8000 mg L⁻¹ de ANA (**Figuras 3.12B, 3.12D e 3.12F**) em comparação às suas respectivas testemunhas, apresentando brotação próxima a 100% (**Figuras 3.12A, 3.12C e 3.12E**).

Em altas concentrações, auxinas podem agir como herbicidas como apresentado no capítulo anterior. Este hormônio pode induzir uma explosão da produção de etileno, que provoca anomalias de crescimento e senescência, além de poder induzir a superprodução e o acúmulo de ABA, que se transloca pelo organismo e intermedia eventos da “síndrome herbicida da auxina”, como a inibição do crescimento e a

deterioração e morte de tecidos (GROSSMAN, 2007). Desta forma, pode ter havido efeito herbicida do ANA sobre algumas gemas, acarretando danos ou até mesmo a morte de tecido, impossibilitando a brotação.

Estes resultados diferiram de Loseke (2014), que não observou fitotoxicidade para gemas de 'Edelweiss' tratadas com até três pulverizações de 1000 mg L^{-1} de ANA. Para o autor, em todos os tratamentos a porcentagem de gemas não brotadas foi inferior a 5,7%, sendo a mais alta registrada para o controle, igual a 8,7%.

Tal diferença pode estar ligada ao fato de se ter adotado a pulverização ao invés do uso da lanolina, reduzindo o tempo de exposição das plantas de videira ao regulador de crescimento. Diferenças entre as variedades, discutidas no item anterior, podem estar também envolvidas.

A porcentagem de gemas não brotadas no presente estudo mostrou-se alta, comprometendo a adoção, principalmente das concentrações mais elevadas, do regulador de crescimento. No capítulo II foi visto que, em laboratório, a porcentagem de gemas não brotadas foi maior, equivalente a 97% ao se aplicar 8000 mg L^{-1} de ANA.

Estacas mantidas sob condição controlada de laboratório não estão expostas a condições ambientais, como exposição à luz do sol e variações de temperatura, que colaboram com a deterioração de produtos aplicados e anulação de possíveis efeitos fitotóxicos. Além disso, há uma diferença entre o metabolismo quando comparadas estacas de uma gema e plantas de videira em condição de campo.

3.3.1.3 Ramos afetados pelas geadas tardias

Após a instalação dos experimentos nos ciclos 2012/2013 e 2013/2014, danos às brotações das plantas de videira foram causados por geadas tardias de primavera mostradas em anexo (**Tabelas A1 e A2**).

Considerando apenas os meses de primavera do ano 2012, os dados mostram registros de geadas tardias no período de 22/09 a 04/12/2012. Ocorreram seis geadas fora da estação (temperatura mínima da relva – TMR próxima a 0°C), uma geada fraca (TMR entre 0°C e -2°C) e uma geada moderada (TMR entre -2°C e -4°C) (**Tabela A1**).

Também em anexo (**Figura A1**) são mostradas temperaturas mínimas registradas após o início da instalação do experimento e durante a primavera (01/08 a 19/12/2012), pela estação meteorológica mais próxima ao experimento. Temperaturas abaixo de 0°C foram

registradas entre 22 e 26/09/2012, coincidindo com geadas registradas pela EESJ da Epagri (**Tabela A1**).

Um evento de geada moderada gerou impactos sobre a viticultura local e, dada sua data (23/09/2012), os viticultores podaram novamente as plantas afetadas, com remoção de ramos queimados principalmente de variedades de brotação precoce, para induzir a brotação de gemas secundárias e tentar contornar efeitos negativos sobre a produção.

Foi possível quantificar em 09/10/2012 o número de ramos eliminados por esta poda de limpeza apenas para plantas tratadas na data tradicional da poda (23/08/2012) porque a poda de limpeza das plantas tratadas nas outras duas datas já estava em andamento, sem autorização, quando se chegou ao local. Avaliação estatística apenas da variação das concentrações de ANA pôde ser analisada.

Não foi observado efeito significativo mas, ainda assim, nota-se que plantas testemunha apresentaram a maior porcentagem de ramos afetados em comparação àquelas tratadas com todas as concentrações de ANA, refletindo o atraso de brotação discutido anteriormente (**Tabela 3.4**).

Tabela 3.4. Porcentagem média de ramos afetados pelas geadas tardias de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em 23/08/2012. São Joaquim, SC, 2012/2013.

Concentração de ANA	Ramos afetados (%)
0 mg L ⁻¹	32,3
50 mg L ⁻¹	17,1
100 mg L ⁻¹	21,8
200 mg L ⁻¹	21,7
400 mg L ⁻¹	21,0
F=1,84 ^{ns}	

^{ns}Não significativo

Ainda que não tenha sido possível a análise de variância com todas as fontes de variação do experimento, as imagens a seguir permitem a visualização de algumas diferenças entre tratamentos. A **Figura 3.9** mostra comparações, antes e depois das geadas ocorridas em 2012, entre plantas testemunha de 01/08 (**Figuras 3.9A e 3.9B**), 14/08 (**Figuras 3.9C e 3.9D**) e 23/08/2012 (**Figuras 3.9E e 3.9F**). Na poda de limpeza, plantas tratadas em 01/08 tiveram maior perda de ramos que aquelas tratadas em 14/08 e 23/08/2012 devido a mais danos causados pelas geadas.

A mesma comparação, entre tratamentos com 400 mg L⁻¹ de ANA, é vista na **Figura 3.10**, para plantas tratadas em 01/08 (**Figuras**

3.10A e 3.10B), 14/08 (**Figuras 3.10C e 3.10D**) e 23/08/2012 (**Figuras 3.10E e 3.10F**). A perda de ramos após a geada foi menor para plantas tratadas com 400 mg L⁻¹ de ANA (**Figuras 3.10B, 3.10D e 3.10F**) em comparação às suas respectivas testemunhas (**Figuras 3.9B, 3.9D e 3.9F**).



Figura 3.9. Brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ testemunha antes (A, C e E) e depois (B, D e F) das geadas do ano de 2012, de acordo com as diferentes datas de poda. São Joaquim, SC, 2012/2013.



Figura 3.10. Brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com 400 mg L^{-1} de ANA, antes (A, C e E) e depois (B, D e F) das geadas do ano de 2012, de acordo com as diferentes datas de poda. São Joaquim, SC, 2012/2013.

No ano seguinte, também considerando apenas os meses de primavera, os registros ocorreram no período compreendido entre 26/09 e 17/11/2013, de quatro geadas fora da estação, quatro fracas, uma moderada e uma mediana (TMR entre -4°C e -6°C) (**Tabela A2**). Ocorreram mais geadas e houve efeito cumulativo sobre os ramos durante seu crescimento. Não foram adotadas medidas de manejo e as plantas se restabeleceram parcial e lentamente após cada evento.

De forma complementar, são mostradas novamente as temperaturas mínimas (**Figura A2**) registradas após o início da instalação do experimento e durante a primavera (01/08 a 19/12/2013). Temperaturas abaixo de 0°C foram registradas em diversos momentos, coincidindo com geadas registradas também na estação localizada na EESJ - Epagri (**Tabela A2**).

A porcentagem de ramos afetados pelas geadas, contabilizada em 16/10/2013, foi significativamente alterada apenas pelas concentrações aplicadas de ANA. Plantas testemunha apresentaram 42,0% de ramos afetados enquanto aquelas tratadas com 8000 mg L⁻¹ de ANA apresentaram 21,8%, refletindo novamente o atraso obtido com a aplicação deste regulador de crescimento (**Figura 3.11**).

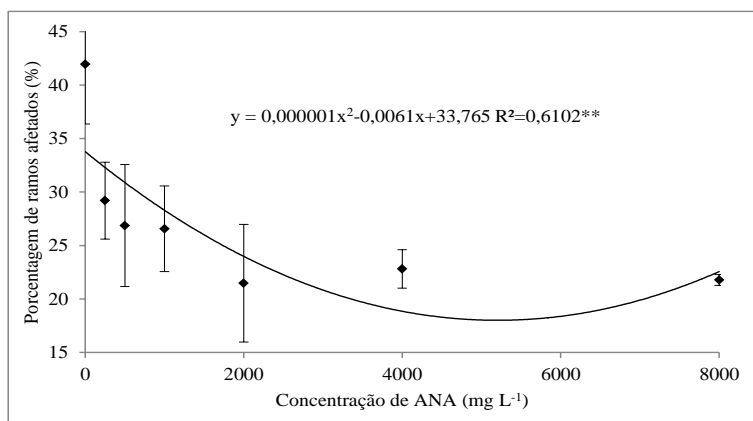


Figura 3.11. Porcentagem de ramos de plantas de videira ‘Chardonnay’, tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético, afetados por geadas tardias. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

Com relação às datas de aplicação dos tratamentos, apesar da análise estatística não ter identificado diferença significativa, observa-se através das testemunhas que plantas da data tradicional da poda (29/08/2013) foram menos afetadas que aquelas tratadas aos 30 DAP (31/07/2013) (30,4% e 50,3%, respectivamente – dados não mostrados). Estas últimas apresentavam ramos maiores e mais expostos aos danos causados pelas geadas tardias (**Tabela 3.5**).

Tabela 3.5. Porcentagem média de ramos afetados pelas geadas tardias de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.

Data de aplicação	Ramos afetados (%)
31/07/2013	28,3a*
15/08/2013	29,2a
29/08/2013	24,2a

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A **Figura 3.12** apresenta comparações entre testemunhas e o tratamento com 8000 mg L^{-1} de ANA de plantas podadas em 31/07 (**Figuras 3.12A e 3.12B**), 15/08 (**Figuras 3.12C e 3.12D**) e 29/08/2013 (**Figuras 3.12E e 3.12F**), após as geadas de 2013, sem a poda de limpeza de ramos danificados. A testemunha de 29/08 está visualmente mais saudável em comparação a 31/07 e 15/08/2013 devido a menores danos causados pelas geadas.



Figura 3.12. Brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ testemunhas (A, C e E) e tratadas com 8000 mg L^{-1} de ANA (B, D e F) em 30/10/2013, de acordo com as diferentes datas de poda. São Joaquim, SC, 2013/2014.

3.3.1.4 Número de cachos

No ciclo 2012/2013, houve interação significativa entre datas de aplicação e concentrações de ANA aplicadas para número de cachos.

Plantas testemunha de 01/08/2012 (22 DAP) apresentaram média de 22 cachos e plantas tratadas com 400 mg L⁻¹ de ANA, 31 cachos (**Figura 3.13**).

O número de cachos para plantas testemunha de 14/08/2012 (9 DAP) foi de 17 e, para tratadas com 400 mg L⁻¹, 36 (**Figura 3.13**).

Na data tradicional da poda (23/08/2012) plantas testemunha apresentaram 41 cachos e, tratadas com 400 mg L⁻¹ de ANA, 24 cachos. Nesta data, a redução do número de cachos em relação à testemunha pode estar associada a um efeito fitotóxico (**Figura 3.13**).

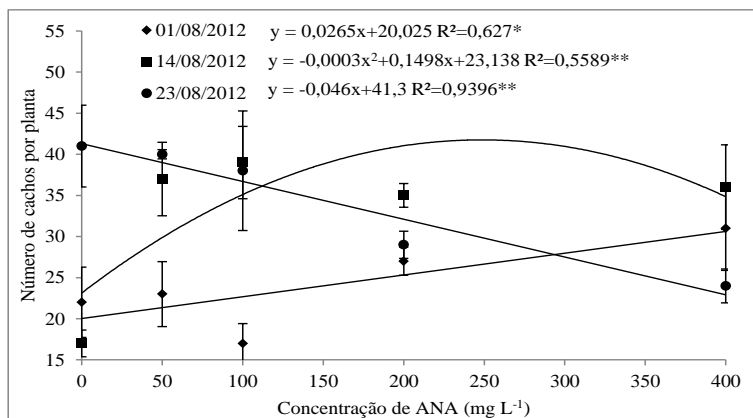


Figura 3.13. Número de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. Barras representam o erro padrão.

Quando consideradas as testemunhas, a poda antecipada (22 e 9 DAP) acarretou redução do número médio de cachos em relação à data tradicional da poda. Quando esta antecipação foi associada ao uso do ANA, houve aumento do número de cachos em relação às testemunhas.

O aumento da concentração do ANA reduziu a porcentagem de ramos afetados pelas geadas em plantas podadas em 23/08/2012, ainda que não tenha havido significância estatística como discutido no item anterior. O mesmo pode ter ocorrido para as outras datas de poda, refletindo em menor perda de cachos.

No ciclo 2013/2014, houve novamente interação significativa entre datas de aplicação e concentrações de ANA aplicadas.

Plantas testemunha de 31/07/2013 (30 DAP) apresentaram em média 31 cachos, enquanto aquelas tratadas com 8000 mg L⁻¹ de ANA apresentaram em média 7 cachos (**Figura 3.14**).

Para tratamentos aplicados em 15/08/2013 (15 DAP), plantas testemunha apresentaram em média 42 cachos e, aquelas tratadas com 8000 mg L⁻¹ de ANA, 16 cachos (**Figura 3.14**).

Na data tradicional da poda (29/08/2013), plantas testemunha apresentaram em média 51 cachos e, plantas tratadas com 8000 mg L⁻¹ de ANA apresentaram 15 cachos em média (**Figura 3.14**).

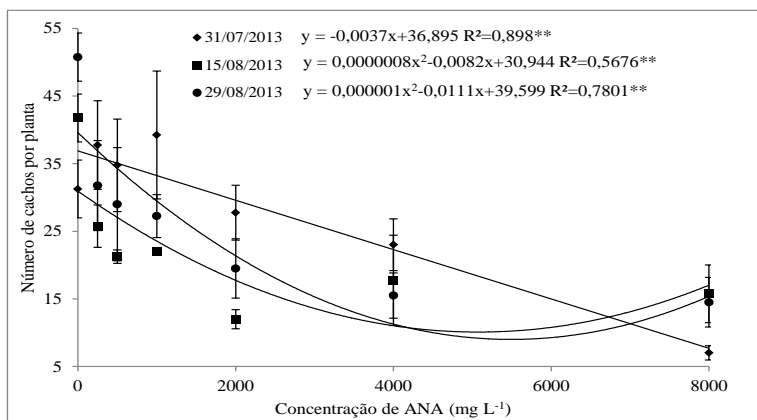


Figura 3.14. Número de cachos por planta de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

A tendência geral observada foi de diminuição do número de cachos com aplicação dos tratamentos na data tradicional da poda em comparação à poda antecipada, seguindo o observado no ciclo anterior.

Para todas as datas observou-se que o aumento da concentração de ANA resultou em redução no número de cachos (**Figura 3.14**).

Esta resposta está de acordo com o observado para gemas não brotadas, cuja porcentagem aumentou com a poda na data tradicional e o aumento das concentrações de ANA aplicadas.

Quando os tratamentos foram aplicados aos 30 DAP, a redução do número de cachos em relação à testemunha com o uso de 8000 mg L⁻¹ de ANA, foi de 77,4%. Aos 15 DAP, esta redução foi de 61,9% e, na data tradicional da poda, de 70,6%.

Os resultados dos experimentos aqui descritos diferem dos estudos de Qrunfleh (2010) e Loseke (2014) em que o uso do ANA não resultou em alteração significativa do número de cachos. Esta diferença pode estar ligada ao pequeno ou nulo atraso da brotação das plantas com os tratamentos aplicados em ambos casos e à baixa porcentagem de gemas não brotadas, descrita para Loseke (2014).

Tratamentos com as maiores concentrações de ANA causaram o maior atraso da brotação, mas também acarretaram as maiores porcentagens de gemas não brotadas, o que exerceu influência sobre o número de cachos.

Considerando que no momento em que se procedeu a aplicação dos tratamentos o número de cachos já estava definido, o ANA, principalmente aplicado em altas concentrações, pode ter exercido algum efeito sobre a formação final do primórdio floral.

Segundo Vasconcelos et al. (2009), o desenvolvimento das flores de videira ocorre em três etapas: formação do primórdio indiferenciado ou “anlagen”; diferenciação da anlagen em primórdio de inflorescência; e diferenciação das flores, sendo que as duas primeiras etapas ocorrem no ciclo anterior ao ciclo produtivo. A última etapa da diferenciação floral ocorre aproximadamente uma semana antes da brotação, quando os meristemas retomam atividade.

Desta forma, esta última etapa de diferenciação pode ter sido afetada pela aplicação de auxinas, apesar de não haver ainda relatos na literatura de influência específica deste hormônio na fase final de formação das flores.

3.3.1.5 Peso dos cachos

A avaliação do peso dos cachos na colheita do ciclo 2013/2014 mostrou que as variações das datas da aplicação e das concentrações do ANA não alteraram o peso médio dos cachos e que não houve interação significativa entre estas fontes de variação (**Tabela 3.6**).

A floração deste ciclo ocorreu aproximadamente no período compreendido entre 20/10 e 11/11/2013. Foram registradas temperatura média de 12,2°C, máxima de 18,9°C e mínima de 7,2°C. Segundo Vasconcelos et al. (2009), temperaturas abaixo de 12°C para a floração da ‘Chardonnay’ são inadequadas, sendo o ideal para floração de *Vitis vinifera* L. em geral acima de 15°C. A precipitação acumulada deste período foi de 130,5 mm.

O peso médio dos cachos observado não indicou problemas de floração considerando que, segundo o banco ativo de germoplasma

francês da SUPAGRO (2015), o peso médio dos cachos de ‘Chardonnay’ é de 185 g.

Tabela 3.6. Peso de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.

Concentração de ANA	31/07/2013	15/08/2013	29/08/2013	Médias
0 mg L ⁻¹	160,3	147,5	133,6	147,1
250 mg L ⁻¹	146,7	176,9	129,4	151,0
500 mg L ⁻¹	169,8	170,1	137,2	159,0
1000 mg L ⁻¹	157,8	160,3	134,1	150,7
2000 mg L ⁻¹	182,5	165,7	151,9	166,7
4000 mg L ⁻¹	171,9	202,1	173,0	182,3
8000 mg L ⁻¹	285,3	125,8	176,2	195,8
Médias	182,0a*	164,0a	147,9a	F=1,20 ^{ns}

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns}Não significativo.

3.3.1.6 Produção por planta

Na colheita do ciclo 2013/2014, houve interação significativa entre datas de aplicação e concentrações de ANA para a variável produção por planta.

Plantas testemunha de 31/07/2013 (30 DAP) apresentaram média de 5,6 Kg, enquanto para tratadas com 8000 mg L⁻¹ de ANA, a média foi de 1,9 Kg (**Figura 3.15**).

Para tratamentos aplicados em 15/08/2013 (15 DAP) a média de produção por planta foi de 6,0 Kg para plantas testemunha e 3,1 Kg para tratadas com 8000 mg L⁻¹ de ANA (**Figura 3.15**).

Na data tradicional da poda, plantas testemunha apresentaram média de produção de 6,2 Kg, enquanto 2,4 Kg foi a média de plantas tratadas com 8000 mg L⁻¹ de ANA (**Figura 3.15**).

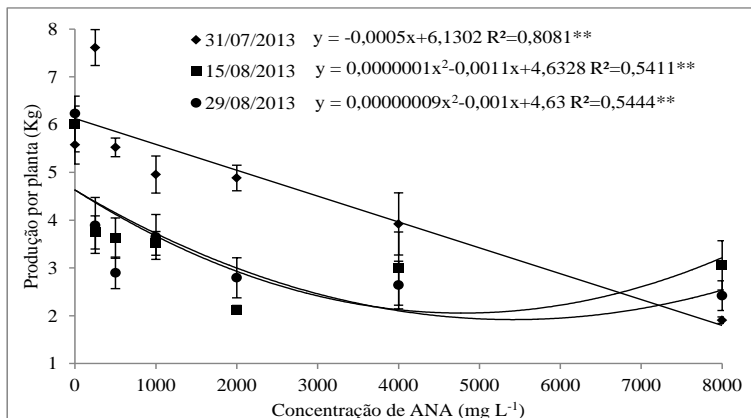


Figura 3.15. Produção por planta de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

As médias mostraram a tendência geral de que plantas tratadas em 31/07/2013 (30 DAP) produziram mais que tratadas na data tradicional da poda (29/08/2013). Este resultado refletiu o observado para o número de cachos e porcentagem de gemas não brotadas no ciclo 2013/2014.

O aumento da concentração do ANA resultou, em todas as datas, em redução da produção. Isto foi reflexo do aumento da porcentagem de gemas não brotadas e a redução do número de cachos no ciclo 2013/2014.

Considerando a situação real do campo, que mostra que plantas testemunha podadas na data tradicional da poda (29/08/2013) brotaram em 12/09/2013, mesmo que os tratamentos com ANA nesta data tenham resultado em datas de brotação interessantes em termos de atraso, outras datas de brotação tardia foram obtidas mesmo com tratamentos aplicados em 31/07 (30 DAP) e 15/08/2013 (15 DAP) (**Tabela 3.7**).

Somando-se a isso o que foi observado e discutido para produção por planta, em que a aplicação das maiores concentrações do ANA na data tradicional da poda resultaram nas maiores reduções de produção, aplicações cerca de 30 dias antes da data tradicional da poda, de concentrações entre 2000 e 4000 mg L⁻¹, poderiam gerar resultados menos desfavoráveis.

Tabela 3.7. Data da brotação, produção por planta, delta (Δ) da produção em relação à testemunha e produtividade de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.

Concentração de ANA	Data da brotação	Produção planta ⁻¹ (Kg)	Δ (%) Produção planta ⁻¹	Produtividade (ton ha ⁻¹)
31/07/2013 (30 DAP)				
0 mg L ⁻¹	05/09/2013	5,6	-	12,4
250 mg L ⁻¹	11/09/2013	7,6	+35,7	16,9
500 mg L ⁻¹	13/09/2013	5,5	-1,8	12,2
1000 mg L ⁻¹	14/09/2013	5,0	-10,7	11,1
2000 mg L ⁻¹	15/09/2013	4,9	-12,5	10,9
4000 mg L ⁻¹	22/09/2013	3,9	-30,4	8,7
8000 mg L ⁻¹	06/10/2013	1,9	-66,1	4,2
Médias		4,9		10,9
15/08/2013 (15 DAP)				
0 mg L ⁻¹	10/09/2013	6,0	-	13,3
250 mg L ⁻¹	18/09/2013	3,7	-38,3	8,2
500 mg L ⁻¹	17/09/2013	3,6	-40,0	8,0
1000 mg L ⁻¹	20/09/2013	3,5	-41,7	7,8
2000 mg L ⁻¹	26/09/2013	2,1	-65,0	4,7
4000 mg L ⁻¹	25/09/2013	3,0	-50,0	6,7
8000 mg L ⁻¹	26/09/2013	3,1	-48,3	6,9
Médias		3,6		8,0
29/08/2013 (data tradicional da poda)				
0 mg L ⁻¹	12/09/2013	6,2	-	13,8
250 mg L ⁻¹	17/09/2013	3,9	-37,1	8,7
500 mg L ⁻¹	17/09/2013	2,9	-53,2	6,4
1000 mg L ⁻¹	20/09/2013	3,7	-40,3	8,2
2000 mg L ⁻¹	19/09/2013	2,8	-54,8	6,2
4000 mg L ⁻¹	28/09/2013	2,6	-58,1	5,8
8000 mg L ⁻¹	01/10/2013	2,4	-61,3	5,3
Médias		3,5		7,8

3.3.1.7 Maturação tecnológica

Nos ciclos 2012/2013 e 2013/2014, interação significativa entre datas de aplicação e concentrações de ANA aplicadas foi observada para todas as variáveis ligadas à maturação tecnológica.

Mostos oriundos de plantas testemunha de 01/08/2012 (22 DAP) apresentaram teor de sólidos solúveis totais igual a 11,9°Brix, acidez total titulável equivalente a 2,43 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 2,62.

Para esta data, mostos de plantas tratadas com 400 mg L^{-1} de ANA apresentaram $19,3^\circ\text{Brix}$, $0,99 \text{ g ácido tartárico } 100 \text{ mL}^{-1}$ e $\text{pH } 3,05$ (**Figuras 3.16, 3.17 e 3.18**).

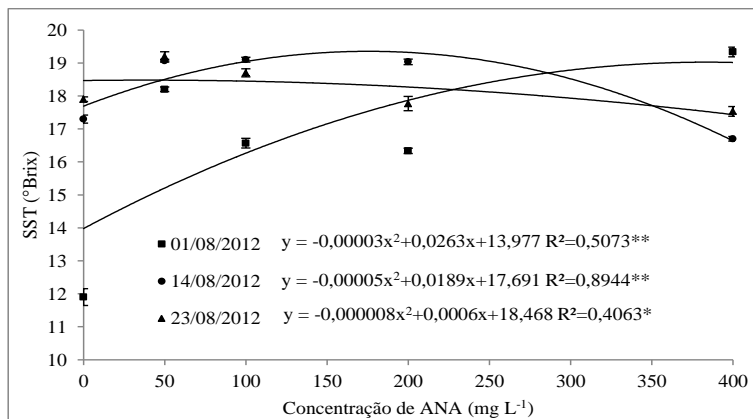


Figura 3.16. Sólidos solúveis totais do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. Barras representam o erro padrão.

Para tratamentos aplicados em 14/08/2012 (9 DAP), mostos de plantas testemunha apresentaram teor de sólidos solúveis totais igual a $17,3^\circ\text{Brix}$, acidez total titulável equivalente a $1,38 \text{ g ácido tartárico } 100 \text{ mL}^{-1}$ e $\text{pH } 2,92$. Mostos oriundos de plantas tratadas, nesta data, com 400 mg L^{-1} de ANA apresentaram $16,7^\circ\text{Brix}$, $1,43 \text{ g ácido tartárico } 100 \text{ mL}^{-1}$ e $\text{pH } 2,88$ (**Figuras 3.16, 3.17 e 3.18**).

Plantas testemunha tratadas em 23/08/2012 (data tradicional da poda) apresentaram mostos com teor de sólidos solúveis equivalente a $17,9^\circ\text{Brix}$, acidez total titulável equivalente a $1,15 \text{ g ácido tartárico } 100 \text{ mL}^{-1}$ e $\text{pH } 2,95$. O tratamento com 400 mg L^{-1} de ANA, nesta data, resultou em mostos com $17,5^\circ\text{Brix}$, acidez total titulável igual a $1,24 \text{ g ácido tartárico } 100 \text{ mL}^{-1}$ e $\text{pH } 2,97$ (**Figuras 3.16, 3.17 e 3.18**).

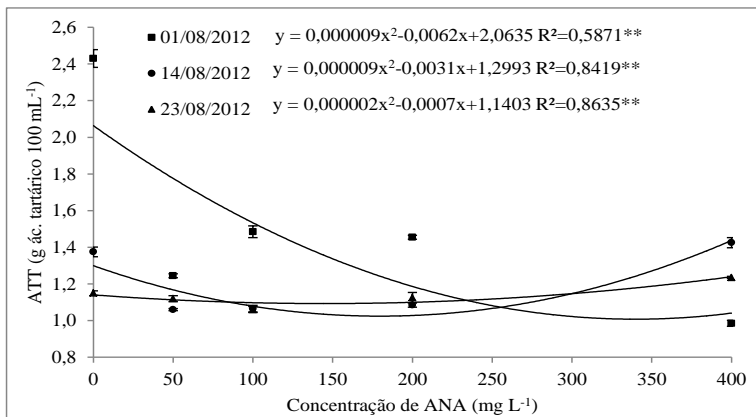


Figura 3.17. Acidez total titulável do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. Barras representam o erro padrão.

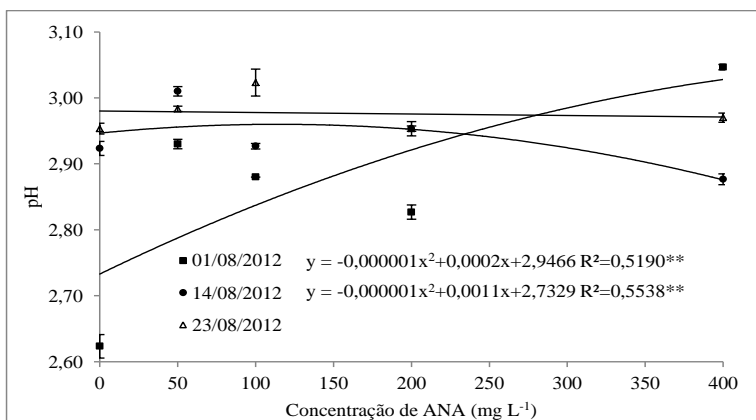


Figura 3.18. pH do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. Barras representam o erro padrão.

Considerando que plantas de videira testemunha brotaram mais cedo em relação aos tratamentos com ANA, esperava-se que os cachos destas plantas apresentassem maturação mais avançada. Entretanto, em função das perdas pelas geadas ocorridas após a instalação do experimento, houve brotação de gemas secundárias, produzindo cachos que se mostraram com maturação mais atrasada. Pela mesma razão, tratamentos aplicados em 01/08/2012 (22 DAP) mostraram maturação

em média mais atrasada que aqueles aplicados na data tradicional da poda (23/08/2012).

Neste ciclo, em geral, os valores de sólidos solúveis totais foram inferiores a 19,3 °Brix, a acidez total titulável foi superior a 0,99 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e o pH foi inferior a 3,05.

Dados do anexo (**Figura A8**) mostram que os índices pluviométricos foram elevados na colheita, com soma de 245,6 mm no mês de fevereiro de 2013 enquanto a média histórica (1961-2011) é de 172,6 mm para este mês, resultando em alta incidência de doenças fúngicas de final do ciclo. Somando-se a esta situação o atraso de maturação de alguns tratamentos, foi necessária a colheita das uvas sem que fosse possível aguardar melhores índices de maturação para redução de perdas.

No ciclo 2013/2014 houve menor amplitude dos dados em comparação ao ciclo 2012/2013. Plantas tratadas em 31/07/2013 (30 DAP) tenderam a apresentar maturação ligeiramente mais avançada em relação àquelas tratadas em 29/08/2013 (data tradicional da poda). Plantas que apresentaram brotação mais atrasada pelo tratamento com ANA tenderam a apresentar maturação ligeiramente menos avançada em comparação às testemunhas.

Plantas testemunha de 31/07/2013 (30 DAP) apresentaram mostos com teor de sólidos solúveis equivalente a 19,8°Brix, acidez total titulável igual a 0,85 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,36. O tratamento com 8000 mg L⁻¹ de ANA, nesta data, resultou em mostos com 19,4°Brix, acidez total titulável igual a 0,96 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,38 (**Figuras 3.19, 3.20 e 3.21**).

Mostos oriundos de plantas testemunha de 15/08/2013 (15 DAP) apresentaram teor de sólidos solúveis totais igual a 20,6°Brix, acidez total titulável equivalente a 0,87 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,36. Para esta data, mostos de plantas tratadas com 8000 mg L⁻¹ de ANA apresentaram 19,3°Brix, 1,13 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,35 (**Figuras 3.19, 3.20 e 3.21**).

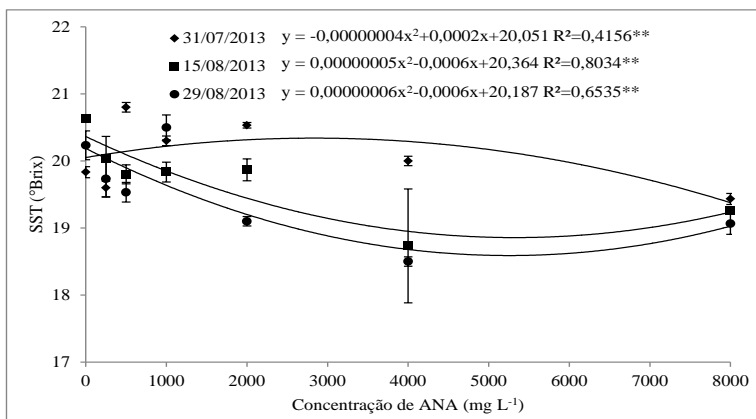


Figura 3.19. Sólidos solúveis totais do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

Para tratamentos aplicados em 29/08/2013 (data tradicional da poda), mostos de plantas testemunha apresentaram teor de sólidos solúveis totais igual a 20,2°Brix, acidez total titulável equivalente a 0,95 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,32. Mostos oriundos de plantas, nesta data, com 8000 mg L⁻¹ de ANA apresentaram 19,1°Brix, 0,99 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,27 (**Figuras 3.19, 3.20 e 3.21**).

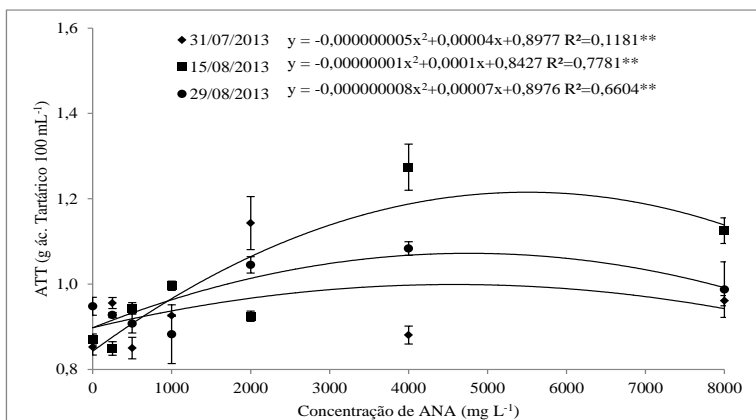


Figura 3.20. Acidez total titulável do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

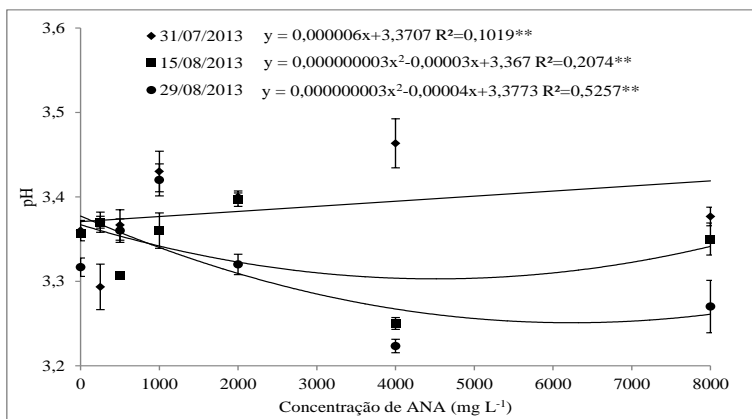


Figura 3.21. pH do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes data. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

No geral, no ciclo 2013/2014, os sólidos solúveis totais ficaram entre 18,5 e 20,8°Brix, a acidez total titulável ficou ao redor de 1g ácido tartárico 100 mL⁻¹, não ultrapassando 1,27 1g ácido tartárico 100 mL⁻¹, e o pH ficou entre 3,22 e 3,46.

A colheita do ciclo 2013/2014 foi realizada com índices de maturação melhores do que 2012/2013. Além do menor volume de chuvas no mês de março de 2014 (147,7 mm) (**Figura A8**), as temperaturas média, máxima e mínima foram ligeiramente mais elevadas neste mês e nos dois meses que antecederam a colheita em comparação ao ciclo 2012/2013 (**Figuras A5, A6 e A7**). No presente ciclo, os índices de maturação obtidos foram satisfatórios para vinificação das uvas em espumante.

Ressalta-se que, havendo condições climáticas favoráveis, o atraso da colheita não é um fator limitante ao uso de uma tecnologia para atraso da brotação. A colheita de uvas para vinificação não apresenta restrições de tempo e pode ser realizada quando a matéria prima atingir os índices de maturação adequadas ao tipo de vinificação.

É importante ainda esclarecer que o problema de elevada precipitação no momento da colheita de variedades de brotação precoce é um fator limitante pré-existente a este estudo.

3.3.2 Ácido Abscísico

Os valores de F das análises de variância para os experimentos com ABA são mostrados no anexo (**Tabelas A12 e A13**). Para a confecção dos gráficos e tabelas apresentado a seguir foram considerados apenas efeitos significativos pela análise de variância. Todas as regressões apresentadas são significativas, indicando seus respectivos níveis de significância.

3.3.2.1 Dias para brotação

No ciclo 2012/2013, o número de dias para brotação foi significativamente influenciado apenas pela variação das datas de aplicação do ABA. Maior número de dias para a brotação foi observado ao se aplicar o ABA em 01/08/2012 (22 DAP), sendo necessários 29 dias para brotação, em comparação à data tradicional da poda (23/08/2012), com 18 dias para brotação (**Tabela 3.8**).

Tabela 3.8. Número de dias para brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013.

Data de aplicação	Dias para brotação	Data de aplicação	Dias para brotação
01/08/2012	29c*	31/07/2013	37c*
14/08/2012	21b	15/08/2013	26b
23/08/2012	18a	29/08/2013	15a

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Apesar de maior número de dias para brotação terem resultado do tratamento das plantas de videira aos 22 DAP, a data de brotação mais tardia (11/09/2012) ocorreu ao somar um dia de atraso em relação à brotação da testemunha com a aplicação de 400 mg L⁻¹ de ABA na data tradicional da poda (**Tabela A14**), assim como observado no experimento com o ANA (**Figura 3.4**).

A **Figura 3.25** mostra imagens de plantas tratadas com 400 mg L⁻¹ de ABA em 01/08 (**Figura 3.25A**), 14/08 (**Figura 3.25C**) e 23/08/2012 (**Figura 3.25E**). As respectivas plantas testemunha destas datas são mostradas nas **Figuras 3.9A, 3.9C e 3.9E**. É possível observar, para todas as datas de aplicação, a semelhança na evolução da brotação entre plantas que não receberam o tratamento com o ABA em relação às tratadas com 400 mg L⁻¹ deste regulador de crescimento.

No ciclo 2013/2014, tanto as datas de aplicação como as concentrações aplicadas de ABA alteraram significativamente o número de dias para brotação. A interação entre as fontes de variação não foi significativa.

De forma semelhante ao ciclo 2012/2013, aplicações de ABA em data antecipada (31/07/2013 - 30 DAP) em relação à data tradicional da poda (29/08/2013) resultaram em maior número de dias para brotação das plantas (**Tabela 3.8**).

Com relação às concentrações de ABA, plantas testemunha brotaram aos 25 dias depois do tratamento (DDT) enquanto aquelas tratadas com 2000 mg L⁻¹ de ABA, aos 28 DDT, representando atraso de três dias em relação à testemunha (**Figura 3.22**).

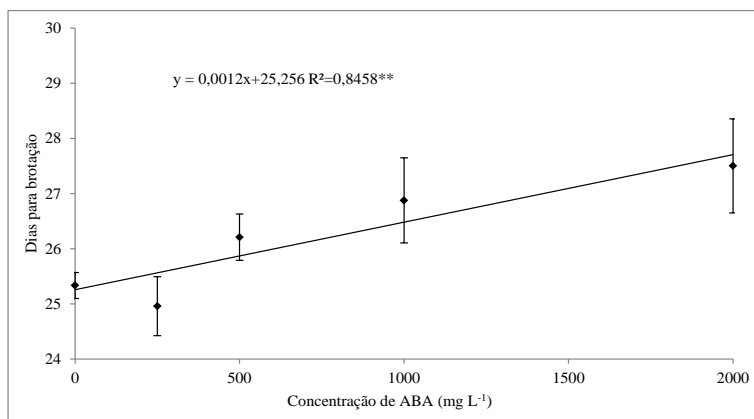


Figura 3.22. Número de dias para brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

Confirmando o observado no ciclo 2012/2013, a data de brotação mais tardia (15/09/2013) ocorreu ao obter três dias de atraso com a aplicação de 2000 mg L⁻¹ de ABA na data tradicional da poda (**Tabela A15**).

A discussão climática com médias de temperaturas média, máxima e mínima, bem como a precipitação acumulada no período da brotação das plantas dos experimentos em ambos os ciclos foram mostrados no item onde foram discutidos os resultados dos experimentos com o ANA (**Figuras 3.5 e 3.7**).

A **Figura 3.26** apresenta comparações entre a brotação da testemunha e do tratamento com 2000 mg L⁻¹ de ABA para plantas

tratadas em 31/07 (**Figuras 3.26A e 3.26B**), 15/08 (**Figuras 3.26C e 3.26D**) e 29/08/2013 (**Figuras 3.26E e 3.26F**).

É possível observar, para todas as datas de aplicação, a semelhança do tamanho dos ramos das plantas tratadas com 2000 mg L⁻¹ de ABA em relação às suas respectivas testemunhas, retratando o pequeno atraso da brotação conseguido com o uso deste regulador de crescimento.

Atrasos pouco expressivos também foram descritos por Hellman et al. (2006) para plantas de ‘Sangiovese’ ao receber concentração de até 1000 mg L⁻¹ de ABA, de 19 a 25 dias antes da data da brotação esperada. Em 2004, foi observado apenas um dia de atraso em relação à testemunha e, em 2005, não foi registrado atraso. Também aplicações via solo iniciadas duas semanas antes da brotação, para a mesma variedade e a mesma faixa de concentrações, não resultaram em atraso da brotação.

Alguns estudos sugeriram que o aumento no ABA endógeno estaria diretamente envolvido na indução da dormência de gemas de videira (DURING & BACHMANN, 1975; EMMERSON & POWEL, 1978; KOUSSA et al., 1994; OR et al., 2000).

Or et al. (2000) entretanto, não estabeleceram correlação entre o decréscimo do ABA e a liberação da dormência, com a retomada do crescimento das plantas como tradicionalmente abordado. A redução dos níveis endógenos do ABA iniciou-se bem antes da liberação da dormência, sugerindo a hipótese da existência de dois processos independentes, isto é, o declínio do ABA e a liberação da dormência, que eventualmente ocorrem simultaneamente de acordo com condições externas.

Woolard & Petracek (2013) relataram atraso da brotação de plantas de videira ‘Cabernet Franc’ apenas quando estas foram tratadas com análogos de ABA no outono anterior à entrada em dormência. Pulverização foliar de soluções de 300 mg L⁻¹ de análogos (PBI-429 e PBI-524, Vallent Biosciences) em 2008 resultaram em até 15 dias de atraso em comparação a plantas não tratadas.

Os resultados aqui observados colaboram para o entendimento de que uma vez induzida a dormência, a atuação do ABA se restringiria a esse processo. Tentativas posteriores de manter altas concentrações deste regulador de crescimento não são efetivas uma vez que o ABA não está diretamente envolvido na manutenção da dormência.

Os poucos dias de atraso da brotação conseguidos podem estar apenas relacionados ao tempo necessário para que a planta metabolize a dosagem extra de ABA circulante. Ainda que atrasos significativos

tenham sido observados, estes foram abaixo do esperado e expressivamente inferiores em comparação aos obtidos com a aplicação do ANA.

3.3.2.2 Gemas não brotadas

No ciclo 2013/2014, a avaliação da porcentagem de gemas não brotadas mostrou que tanto as datas de aplicação quanto as concentrações de ABA alteraram significativamente este parâmetro, não havendo interação significativa destas fontes de variação.

Observou-se que a maior porcentagem ocorreu na data tradicional da poda (29/08/2013) (**Tabela 3.9**). As plantas testemunha apresentaram porcentagens equivalentes a 3% em 31/07, 2,4% em 15/08 e 6,7% em 29/08/2013, mostrando que, independente do regulador de crescimento, a porcentagem tendeu a ser maior na data tradicional da poda (dados não mostrados).

Tabela 3.9. Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.

Data de aplicação	Gemas não brotadas (%)
31/07/2013	3,5b*
15/08/2013	1,7b
29/08/2013	7,5a

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Plantas testemunha apresentaram 4% de gemas não brotadas, enquanto aquelas tratadas com 2000 mg L⁻¹ de ABA, 3,7%, sem diferença expressiva nos resultados (**Figura 3.23**). Ressalta-se que em nenhum dos casos a porcentagem ultrapassou 10%, representando baixa perda de gemas.

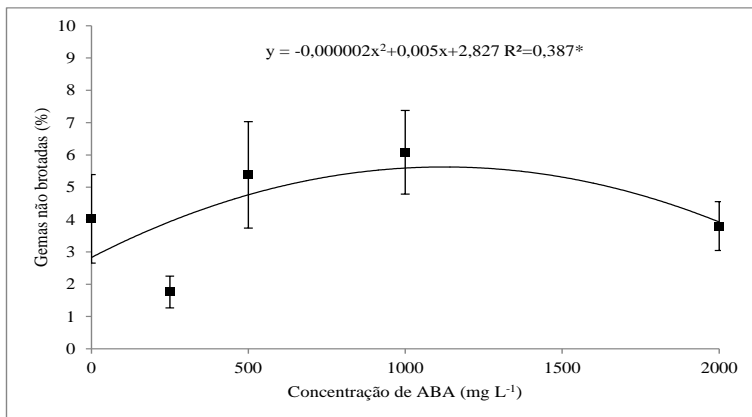


Figura 3.23. Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

Na **Figura 3.26** é possível observar a semelhança da brotação das plantas tratadas com 2000 mg L⁻¹ de ABA (**Figuras 3.26B, 3.26D e 3.26F**) em relação às suas respectivas testemunhas (**Figuras 3.26A, 3.26C e 3.26E**), para todas as datas de aplicação, retratando a ausência de problemas com a porcentagem de brotação após o uso do ABA.

Este resultado está de acordo com o descrito por Hellman et al. (2006) para plantas de ‘Sangiovese’ ao receber concentração de até 1000 mg L⁻¹ de ABA. Em pulverização de plantas de videira a campo ou aplicações via solo em plantas de videira mantidas em vasos ou a campo, os autores relatam que o uso do ABA não acarretou redução da porcentagem final de gemas brotadas.

3.3.2.3 Ramos afetados pelas geadas tardias

Como mencionado nos experimentos realizado com o ANA, geadas tardias ocorreram após a instalação dos experimentos nos ciclos 2012/2013 e 2013/2014 (**Tabelas A1 e A2; Figuras A1 e A2**), afetando as plantas de videira em campo.

Foi possível quantificar a perda de ramos apenas para plantas tratadas na data tradicional da poda (23/08/2012) no ciclo 2012/2013. Apenas a variação das concentrações do ABA foi avaliada e estas alteraram significativamente a porcentagem de ramos afetados.

Plantas testemunha apresentaram menor porcentagem de ramos afetados em comparação àquelas tratadas com ABA, sendo os valores iguais a 32,3% e 41,5%, respectivamente (**Figura 3.24**).

Uma vez que não houve atraso da brotação das plantas de videira com as concentrações de ABA neste ciclo, as plantas apresentaram igual exposição aos possíveis danos causados por geadas e este resultado foi atribuído à variação do campo.

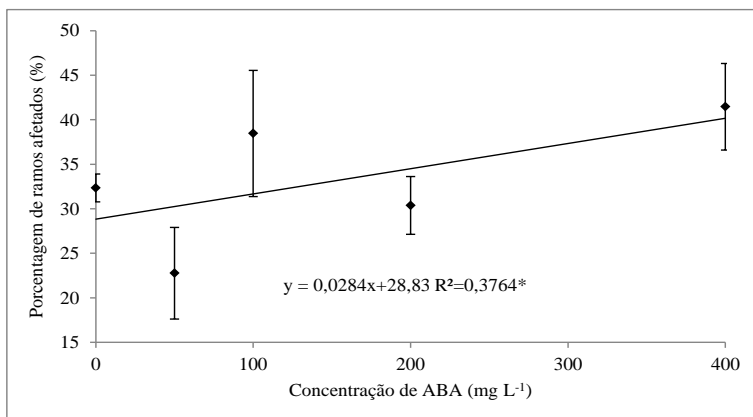


Figura 3.24. Porcentagem de ramos de plantas de videira ‘Chardonnay’, tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico, afetados por geadas tardias. São Joaquim, SC, 2012/2013. Barras representam o erro padrão.

A **Figura 3.25** mostra comparações da brotação, antes e depois das geadas ocorridas em 2012, entre plantas tratadas com 400 mg L⁻¹ de ABA em 01/08 (**Figuras 3.25A e 3.25B**), 14/08 (**Figuras 3.25C e 3.25D**) e 23/08/2012 (**Figuras 3.25E e 3.25F**). Na poda de limpeza de ramos danificados pelo frio, as plantas tratadas em 01/08 e 14/08 tiveram maior perda de ramos que aquelas tratadas em 23/08/2012.

A mesma comparação, com as respectivas plantas de videira testemunha para estas datas, foi mostrada na **Figura 3.9**. De forma semelhante ao ABA, plantas tratadas em 01/08 (**Figura 3.9B**) tiveram maior perda de ramos que aquelas tratadas em 14/08 (**Figura 3.9D**) e 23/08/2012 (**Figura 3.9F**) devido a mais danos causados pelas geadas.

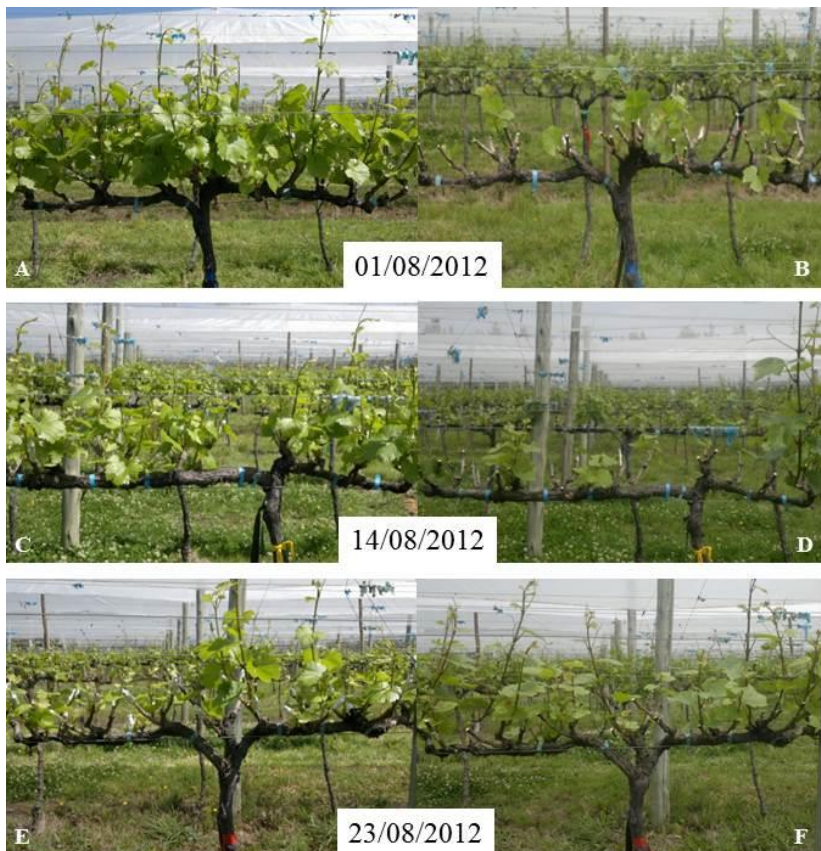


Figura 3.25. Brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com 400 mg L^{-1} de ABA antes (A, C e E) e depois (B, D e F) das geadas do ano de 2012, de acordo com as diferentes datas de poda. São Joaquim, SC, 2012/2013.

No ciclo 2013/2014 a porcentagem de ramos afetados pelas geadas foi significativamente alterada apenas pelas datas de aplicação do ABA. A menor porcentagem foi observada quando as plantas foram tratadas na data tradicional da poda (29/08/2013) (**Tabela 3.10**).

Plantas tratadas antecipadamente (31/07/2013 – 30 DAP) apresentavam ramos maiores e mais expostos aos danos causados pelas geadas tardias em relação à data tradicional da poda (29/08/2013).

Tabela 3.10. Porcentagem média de ramos afetados pelas geadas tardias de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.

Data de aplicação	Ramos afetados (%)
31/07/2013	50,5b*
15/08/2013	43,3b
29/08/2013	24,4 ^a

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns}Não significativo

A **Figura 3.26** apresenta comparações, após as geadas de 2013, entre testemunha e o tratamento com 2000 mg L⁻¹ de ABA para planta podadas em 31/07 (**Figuras 3.26A e 3.26B**), 15/08 (**Figuras 3.26C e 3.26D**) e 29/08/2013 (**Figuras 3.26E e 3.26F**), sem a poda de limpeza de ramos danificados pelo frio.

Plantas podadas em 29/08 estão visualmente mais saudáveis em comparação àquelas de 31/07 e 15/08/2013 devido a menores danos causados pelas geadas.

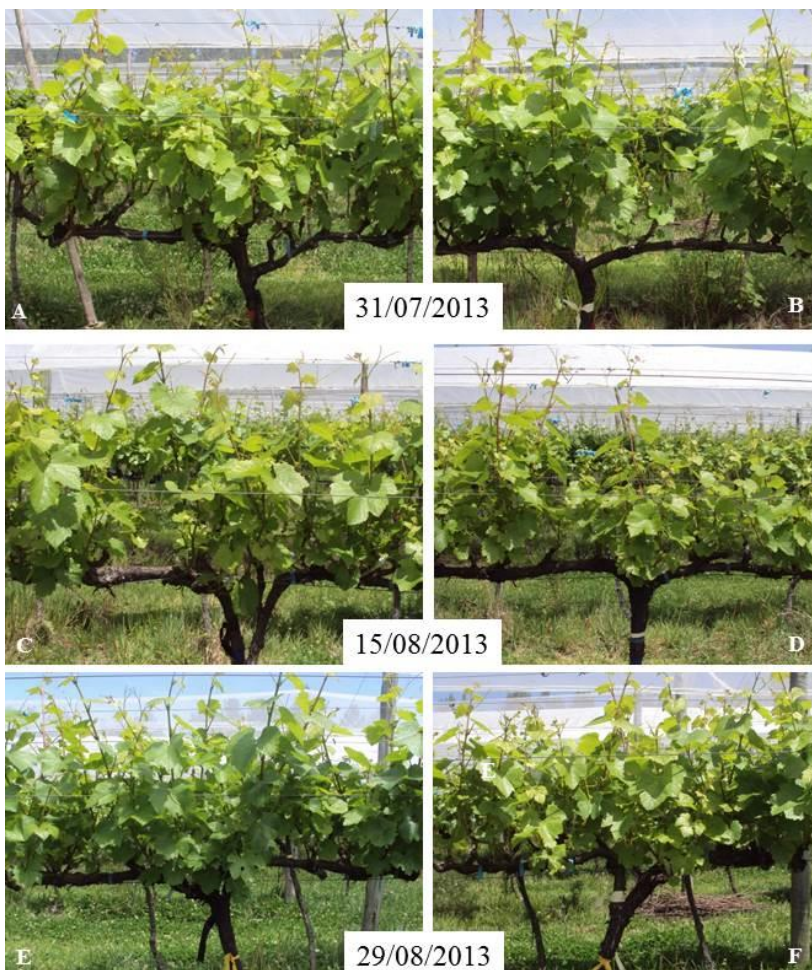


Figura 3.26. Brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ testemunhas (A, C e E) e tratadas com 2000 mg L^{-1} de ABA (B, D e F) em 30/10/2013, de acordo com as diferentes datas de poda. São Joaquim, SC, 2013/2014.

3.3.2.4 Número de cachos

No ciclo 2012/2013 houve interação significativa entre datas de aplicação e concentrações de ABA para a variável número de cachos.

Plantas podadas em 01/08/2012 (22 DAP) apresentaram em média 22 cachos quando não receberam nenhuma concentração de

ABA, e 17 cachos quando tratadas com 400 mg L⁻¹ deste regulador de crescimento (**Tabela 3.11**).

Quando os tratamentos foram aplicados em 14/08/2012 (9 DAP), plantas testemunha apresentaram em média 17 cachos e, aquelas tratadas com 400 mg L⁻¹ de ABA, 21 cachos (**Tabela 3.11**).

Tratamentos aplicados na data tradicional da poda (23/08/2012) resultaram em 41 cachos para plantas testemunha, e 36 cachos para aquelas tratadas com 400 mg L⁻¹ de ABA (**Tabela 3.11**).

Tabela 3.11. Número de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico, em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013.

Concentração de ABA	01/08/2012	14/08/2012	23/08/2012	Médias
0 mg L ⁻¹	22	17	41	27
250 mg L ⁻¹	17	17	55	30
500 mg L ⁻¹	19	26	32	26
1000 mg L ⁻¹	19	17	44	27
2000 mg L ⁻¹	17	21	36	25
Médias	19a	20 ^a	42b**	F=1,33 ^{ns}
F	0,14 (2°)	0,36 (2°)	5,13 (1°)	
R ²	0,4559 ^{ns}	0,0882 ^{ns}	0,1359*	

*Significativo a 5% de probabilidade; **Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo; 1° e 2° indicam o grau da equação.

A variação das concentrações de ABA resultou em pouca alteração no número de cachos. A alteração mais expressiva foi resultante da variação das datas de aplicação.

No ciclo 2013/2014 o número de cachos foi significativamente alterado apenas pelas datas de aplicação. Observou-se novamente maior número de cachos com a aplicação do ABA na data tradicional da poda (29/08/2013) (**Tabela 3.12**).

Tabela 3.12. Número de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.

Data de aplicação	Número de cachos
31/07/2013	31a*
15/08/2013	42b
29/08/2013	45b

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como discutido no item anterior, plantas tratadas antecipadamente 31/07/2013 (30 DAP) em relação à data tradicional da poda (29/08/2013) tiveram ramos mais afetados e isto pode ter refletido sobre o número de cachos.

3.3.2.5 Peso dos cachos

Apenas a variação das datas de aplicação do ABA alteraram significativamente o peso médio dos cachos no ciclo 2013/2014.

Os cachos de maior peso médio na colheita foram observados quando as plantas foram tratadas em 31/07 (30 DAP) não diferindo do peso de 15/08/2013 (15 DAP) (**Tabela 3.13**). O menor peso de cachos oriundos de plantas de videira tratadas na data tradicional da poda (29/08/2013) pode ser reflexo de seu maior número, como um possível efeito compensatório da maior quantidade de drenos.

Tabela 3.13. Peso de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.

Data de aplicação	Peso dos cachos (g)
31/07/2013	174,2b*
15/08/2013	149,3ab
29/08/2013	128,2a

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo o banco ativo de germoplasma francês da SUPAGRO (2015), o peso médio dos cachos de ‘Chardonnay’ é de 185 g. Desta forma, assim como no experimento com o ANA, o peso médio dos cachos observado esteve próximo a valores de referência, indicando normalidade das condições de desenvolvimento da cultura, além das climáticas, no período da floração.

Médias de temperaturas média, máxima e mínima, bem como a precipitação acumulada no período da floração das plantas dos experimentos em ambos os ciclos foram mostradas no item onde foram discutidos os resultados dos experimentos com o ANA (**Figuras 3.5 e 3.7**).

3.3.2.6 Produção por planta

No ciclo 2013/2014 houve interação significativa entre datas de aplicação e concentrações de ABA para a produção por planta.

Tratamentos aplicados em 31/07/2013 (30 DAP) resultaram em produção média de 5,6 Kg para plantas testemunha e 7,1 Kg para plantas tratadas com 2000 mg L⁻¹ de ABA (**Tabela 3.14**).

Plantas tratadas em 15/08/2013 (15 DAP) apresentaram produção média de 6,0 Kg quando não receberam nenhuma concentração de ABA e 4,4 Kg quando receberam 2000 mg L⁻¹ deste regulador de crescimento (**Tabela 3.14**).

Quando os tratamentos foram aplicados na data tradicional da poda (29/08/2013), plantas testemunha apresentaram produção média de 6,2 Kg e, aquelas tratadas com 2000 mg L⁻¹ de ABA, 5,2 Kg (**Tabela 3.14**).

Tabela 3.14. Produção de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.

Concentração de ABA	31/07/2013	15/08/2013	29/08/2013	Médias
0 mg L ⁻¹	5,6	6,0	6,2	5,9
250 mg L ⁻¹	4,3	5,4	6,1	5,3
500 mg L ⁻¹	4,2	4,6	5,7	4,8
1000 mg L ⁻¹	4,1	6,2	6,0	5,4
2000 mg L ⁻¹	7,1	4,4	5,2	5,6
Médias	5,1a*	5,3ab	5,8b	F=2,43 ^{ns}
F	19,06 (2°)	0,54 (2°)	0,03 (2°)	
R ²	0,9727**	0,3129 ^{ns}	0,7532 ^{ns}	

**Significativo a 1% de probabilidade; *Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo; 2° indica o grau da equação.

Observando as datas de aplicação, nota-se que a menor produção ocorreu em plantas tratadas aos 30 DAP (31/07/2013). Este resultado pode ser reflexo do menor número de cachos para esta data de aplicação como mostrado anteriormente.

O aumento da concentração utilizada de ABA tendeu a reduzir a produção por planta, principalmente para os tratamentos aplicados em 15/08 (15 DAP) e 29/08/2013 (data tradicional da poda), ainda que não tenha causado alteração significativa do número e do peso médio dos cachos.

Mesmo que a produção por planta após o uso do ABA tenha sido menos alterada em relação ao observado com o uso do ANA, os atrasos da brotação com a aplicação deste regulador de crescimento foram pouco expressivos, não justificando sua adoção como opção de manejo

para evitar os danos causados pelas geadas tardias de primavera em São Joaquim.

3.3.2.7 Maturação tecnológica

Nos ciclos 2012/2013 e 2013/2014, interação significativa entre datas de aplicação e concentrações de ABA foi observada para todas as variáveis ligadas à maturação tecnológica.

A avaliação da maturação das uvas na colheita do ciclo 2012/2013 mostrou um panorama geral de que plantas tratadas 01/08 (22 DAP) tenderam a apresentar maturação mais atrasada em relação àquelas tratadas na data tradicional da poda (23/08/2012) (**Figuras 3.27, 3.28 e 3.29**).

Em função das perdas pelas geadas terem sido maiores em plantas tratadas em 01/08 em comparação a tratadas em 23/08/2012, pode ter havido brotação de outras gemas diferenciadas e, por essa razão, esses cachos mostraram maturação mais atrasada.

Cachos de plantas testemunha tenderam a apresentar maturação mais atrasada em relação a oriundos de plantas que receberam concentrações de ABA, para 01/08 e 23/08. Tratamentos realizados em 14/08/2012 apresentaram resposta oposta e essa tendência. (**Figuras 3.27, 3.28 e 3.29**).

Para tratamentos aplicados em 01/08/2012 (22 DAP), mostos de plantas testemunha apresentaram teor de sólidos solúveis totais igual a 11,9°Brix, acidez total titulável equivalente a 2,43 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 2,62. Mostos oriundos de plantas tratadas nesta data com 400 mg L⁻¹ de ABA apresentaram 12,6°Brix, 2,26 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,05 (**Figuras 3.27, 3.28 e 3.29**).

Plantas testemunha de 14/08/2012 (9 DAP) apresentaram mostos com teor de sólidos solúveis equivalente a 17,3°Brix, acidez total titulável equivalente a 1,38 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 2,92. O tratamento com 400 mg L⁻¹ de ABA, nesta data, resultou em mostos com 14,5°Brix, acidez total titulável igual a 1,90 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 2,75 (**Figuras 3.27, 3.28 e 3.29**).

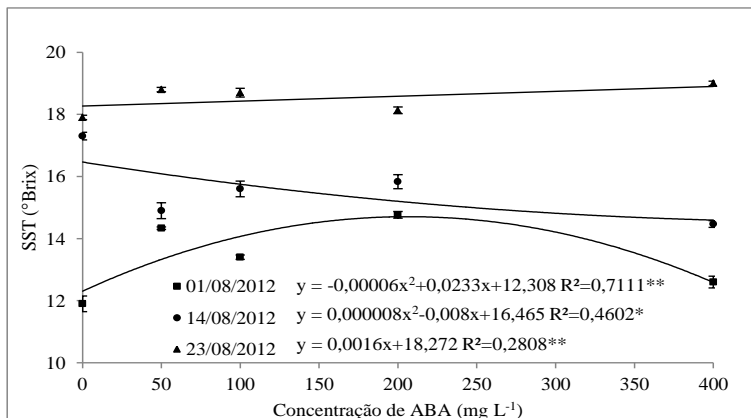


Figura 3.27. Sólidos solúveis totais do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. Barras representam o erro padrão.

Mostos oriundos de plantas testemunha de 23/08/2012 (data tradicional da poda) apresentaram teor de sólidos solúveis totais igual a 17,9°Brix, acidez total titulável equivalente a 1,15 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 2,95. Para esta data, mostos de plantas tratadas com 400 mg L⁻¹ de ABA apresentaram 19,0°Brix, 1,03 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 2,94 (**Figuras 3.27, 3.28 e 3.29**).

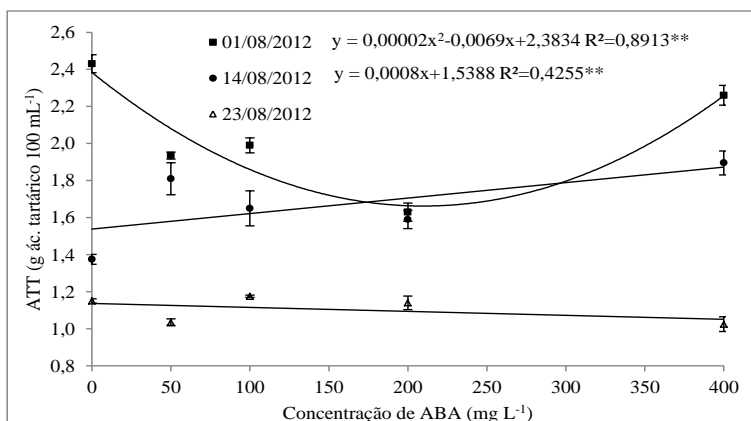


Figura 3.28. Acidez total titulável do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. Barras representam o erro padrão.

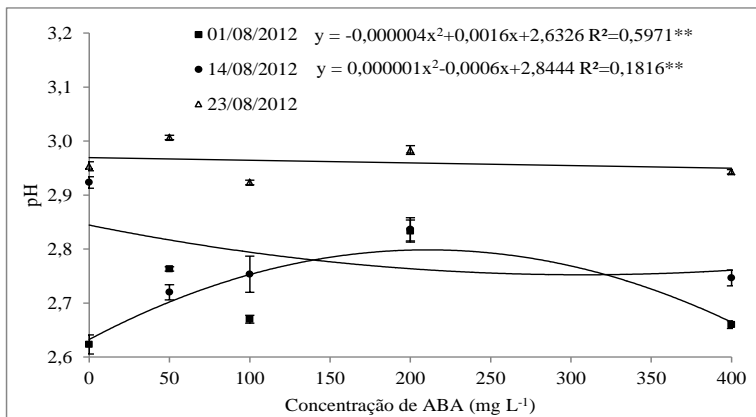


Figura 3.29. pH do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013. Barras representam o erro padrão.

No geral os valores de sólidos solúveis totais foram inferiores a 19,0 °Brix, a acidez total titulável foi superior a 1,03 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e o pH ficou entre 2,60 e 3,00.

Como discutido no experimento onde foi utilizado o ANA, os índices pluviométricos foram elevados no mês de fevereiro de 2013 (**Figura A8**), resultando em alta incidência de doenças fúngicas no final do ciclo que, somadas ao atraso de maturação em consequência do rebrote em resposta às perdas pelas geadas, fizeram necessária a colheita das uvas sem que fosse possível aguardar melhores índices de maturação.

Na colheita do ciclo 2013/2014, a amplitude das respostas foi inferior ao observado em 2012/2013. A maturação entre os tratamentos que receberam ou não o ABA, em diferentes datas, não diferiu de forma expressiva, refletindo o pequeno atraso da brotação (**Figuras 3.30, 3.31 e 3.32**).

Plantas testemunha de 31/07/2013 (30 DAP) apresentaram mostos com teor de sólidos solúveis equivalente a 19,8°Brix, acidez total titulável equivalente a 0,85 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,36. O tratamento com 2000 mg L⁻¹ de ABA, nesta data, resultou em mostos com 20,6°Brix, acidez total titulável igual a 0,82 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,41 (**Figuras 3.30, 3.31 e 3.32**).

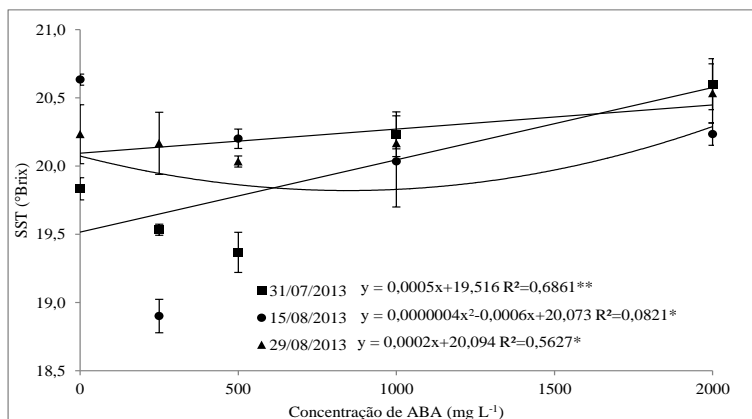


Figura 3.30. Sólidos solúveis totais do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

Mostos oriundos de plantas testemunha podadas em 15/08/2013 (15 DAP) apresentaram teor de sólidos solúveis totais igual a 20,6°Brix, acidez total titulável equivalente a 0,87 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,36. Para esta data, mostos de plantas tratadas com 2000 mg L⁻¹ de ABA apresentaram 20,2°Brix, 0,83 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,40 (**Figuras 3.30, 3.31 e 3.32**).

Para tratamentos aplicados em 29/08/2013 (data tradicional da poda), mostos de plantas testemunha apresentaram teor de sólidos solúveis totais igual a 20,2°Brix, acidez total titulável equivalente a 0,95 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,32. Mostos oriundos de plantas tratadas, nesta data, com 2000 mg L⁻¹ de ABA apresentaram 20,5°Brix, 0,95 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH 3,27 (**Figuras 3.30, 3.31 e 3.32**).

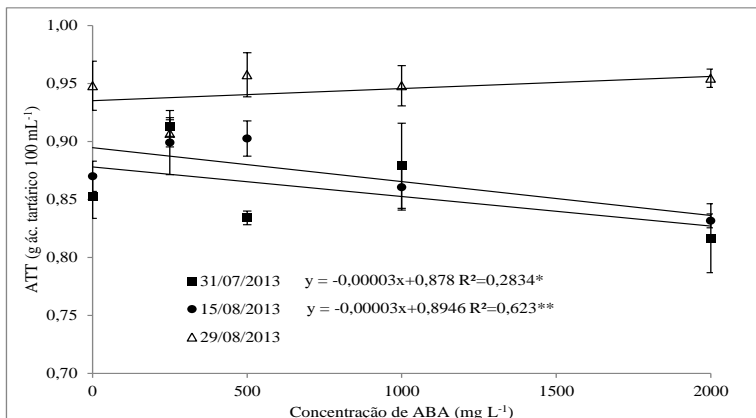


Figura 3.31. Acidez total titulável do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

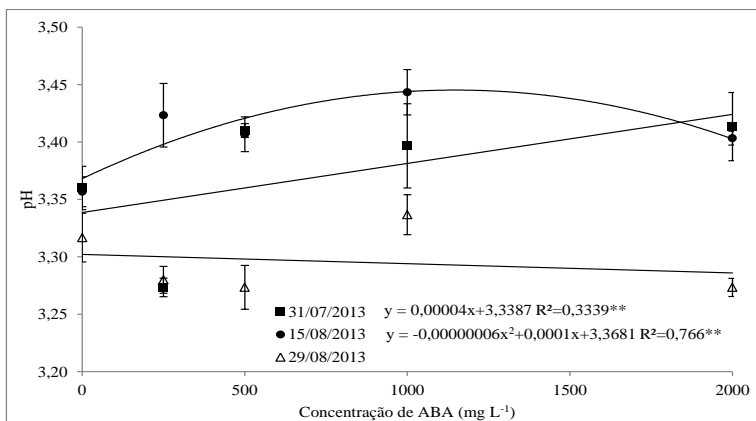


Figura 3.32. pH do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014. Barras representam o erro padrão.

Neste ciclo, no geral os sólidos solúveis totais ficaram entre 18,9 e 20,6°Brix, a acidez total titulável foi inferior a 0,96 g ácido tartárico 100 mL⁻¹ e o pH foi superior a 3,20.

Como mencionado no experimento com ANA, a colheita do ciclo 2013/2014 foi realizada com índices de maturação melhores do que 2012/2013. Além do menor volume de chuvas no mês de março de 2014 (**Figura A8**), as temperaturas média, máxima e mínima foram

ligeiramente mais elevadas neste mês e nos dois meses que antecederam a colheita em comparação ao ano de 2013 (**Figuras A2, A3 e A4**). No presente ciclo, os índices de maturação obtidos foram satisfatórios para vinificação das uvas em espumante.

3.4 Conclusão

O ANA causou atraso da brotação das plantas nos ciclos 2012/2013 e 2013/2014, sendo este maior no segundo ciclo.

Alta porcentagem de gemas não brotadas foi observada para todas as concentrações aplicadas de ANA no ciclo 2013/2014.

Apesar dos maiores atrasos conseguidos com a maior concentração de ANA, a opção pelo uso de doses ao redor de 2000 ou 4000 mg L⁻¹, seria mais adequada, equilibrando algum nível de atraso e seus consequentes efeitos sobre a redução da produção.

Mesmo que datas mais tardias de brotação tenham sido conseguidas com o tratamento na data tradicional da poda, estas apresentaram as maiores reduções de produção em combinação ao uso do ANA via lanolina.

Foram obtidos atrasos menos expressivos da brotação das plantas ao utilizar o ABA em comparação ao ANA. Nos dois ciclos de estudo poucos dias de atraso em relação à testemunha foram observados.

Não ocorreram problemas com altas porcentagens de gemas não brotadas ao se usar o ABA e a produção foi pouco alterada com a aplicação dos tratamentos. Em geral a alteração dos parâmetros avaliados no experimento com o ABA foi mais expressivamente causada pela variação das datas de aplicação.

Os resultados obtidos colaboram com o reconhecimento do potencial do uso do ANA em uma tecnologia a ser melhorada e futuramente difundida entre viticultores da Serra Catarinense.

3.5 Referências Bibliográficas

ACAVITIS. Associação Catarinense dos Produtores de Vinhos Finos de Altitude. **Nasce um novo polo vitivinícola**. Disponível em: <http://www.acavitis.com.br/site/web/site_dev.php/content/index/p/acavitis>. Acesso em: 13 out. 2014.

AGUIAR, D.; MENDONÇA, M. Climatologia das geadas em Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS,

1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p.762-773. (CDROM).

BONIN, V.; BRIGHENTI, E. Aspectos climáticos e produção de vinhos finos na serra catarinense. In: IX ENFRUTE - Encontro Nacional Sobre Fruticultura de Clima Temperado, 7, 2006. Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: Epagri, 2006. 368p.

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

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**, Santa Maria, v.43, n.7, p.1162-1167. 2013.

CLINE, M. G. Exogenous auxin effects on lateral bud outgrowth in decapitated shoots. **Annals of Botany**, v.78, p.255-266. 1996.

DURING, H.; BACHMANN, O. Abscisic acid analysis in *Vitis vinifera* in the period of endogenous bud dormancy by high pressure liquid chromatography. **Physiologia Plantarum**, v.34, p.201-203. 1975.

EMMERSON, J. G., POWELL, L. E. Endogenous abscisic acid in relation to aest and bud burst in three *Vitis* species. **Journal of the American Society of Horticulture Science**, Alexandria, v.103, n.5, p.677-688, 1978.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (sistema para análise de variância) para Windows, versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p. 255-258.

GROSSMAN, K. Auxin herbicide action. Article Addendum. **Plant Signaling & Behavior**, v.2, n.5, p.421-423. 2007.

IOWA STATE UNIVERSITY. Viticulture. Cultivars. ‘Edelweiss’. Disponível em: <<http://viticulture.hort.iastate.edu/cultivars/Edelweiss.pdf>>. Acesso em: 17 Jun. 2015.

KOUSSA, T.; BROQUEDIS, M.; BOUARD, J. Changes of abscisic acid level during the development of grapevine latent buds, particularly in the phase of dormancy break. **Vitis**, v.33, p.63-67. 1994.

LORENZ, D. H.; EICHHORN, K. W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis vinifera* L. ssp. *Vinifera*). **Viticulture and Enology Science**, Springfield, v.49, p.66–70, 1994.

LOSEKE, B. A. Delay of bud break on 'Edelweiss' grapevines with multiple applications of Amigo oil and NAA. 2014. 118p. Tese (Doutorado em Agronomia e Horticultura) - University of Nebraska – Lincoln.

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

MALLADI, A.; J. BURNS. Communication by plant growth regulators in roots and shoots of horticultural crops. **HortScience**, v.42, p.1113-1117. 2007.

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

OR, E.; BELAUISOV, I.; POPILEVSKY, Y.; BEN TAL, J. 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.

PIRES, E. J. P.; BOTELHO, R. V. Uso de reguladores vegetais na cultura da videira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE UVAS DE MESA, 2000. **Anais...** Ilha Solteira: UNESP/FAPESP, 2000. p. 129-147.

QRUNFLEH, I. M. Delaying bud break in ‘Edelweiss’ grapevines to avoid spring frost injury by NAA and vegetable oil applications. 2010.

120p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia e Horticultura) - University of Nebraska – Lincoln.

ROSIER, J. P. Vinhos de Altitude: Características e Potencial na Produção de Vinhos Finos Brasileiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.234, p.105-110, Set./Out. 2006.

SUPAGRO. **Base de données du réseau français des conservatoires de Vignes. Chardonnay.** Disponível em: <http://bioweb.supagro.inra.fr/collections_vigne> Acesso em: 25 mar. 2015.

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.

WOOLARD, D. D.; PETRACEK, P. D. **Methods for delaying bud break by applying ABA analogs.** Valent Biosciences Corporation. Inventors: Woolard, D. D.; Petracek, P. D. 09/14/2012. PCT/US2012/055506. United States, invention patent. WIPO/PCT WO 2013/040407 A1. 21/03/2013.

CAPÍTULO IV

EFEITO DA PULVERIZAÇÃO DO ÁCIDO NAFTALENOACÉTICO SOBRE PLANTAS E ESTACAS DE VIDEIRA (*Vitis vinifera* L.) DA VARIEDADE ‘CHARDONNAY’

CAPÍTULO IV - EFEITO DA PULVERIZAÇÃO DO ÁCIDO NAFTALENOACÉTICO SOBRE PLANTAS E ESTACAS DE VIDEIRA (*Vitis vinifera* L.) DA VARIEDADE CHARDONNAY

Resumo

A utilização de reguladores de crescimento para estimular a retomada da atividade vegetativa pós-dormência em videiras é comum em muitas regiões produtoras. Estudos relacionados com a manutenção do estado de dormência, entretanto, ainda são escassos na literatura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da pulverização do ácido naftalenoacético (ANA) sobre o atraso da brotação de plantas a campo e estacas da videira 'Chardonnay' em Israel. Com as videiras a campo, os tratamentos foram realizados em duas datas de aplicação (15 dias antes e na data tradicional da poda) e com três concentrações de ANA (0, 500x2 e 1500 mg L⁻¹) adotando-se delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições de três plantas por parcela. Foram avaliados o número de dias para brotação, a mortalidade de gemas aos 35 dias após tratamento, a porcentagem final de gemas não brotadas, o número e peso médio de cachos, a produção por planta, o comprimento e a largura do engajo, o número de bagas por cacho e o teor de sólidos solúveis totais. No experimento em laboratório, estacas de uma gema foram coletadas nas mesmas épocas e tratadas com cinco concentrações de ANA (0; 500; 500x2; 1500 e 3000 mg L⁻¹), adotando-se o delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições de oito estacas por parcela. Foram avaliadas as mesmas três variáveis resposta que o experimento de campo. O atraso da brotação de gemas foi satisfatório com a pulverização, sendo maior nas plantas a campo em comparação com as estacas. A dose de 1500 mg L⁻¹ de ANA promoveu 24 dias de atraso em relação à testemunha a campo. Mortalidade de gemas aos 35 DDT foi registrada tanto para estacas como para plantas, mostrando a fitotoxicidade do ANA. O uso de 1500 mg L⁻¹ de ANA aumentou a porcentagem de gemas não brotadas a até 40% em laboratório, mas não ultrapassou os 18% a campo. Causou também redução da produção em até 47% em comparação a plantas de videira testemunha. Verificou-se também compactação dos cachos com o uso do ANA. Concentrações ao redor de 1500 mg L⁻¹ de ANA apresentaram os melhores resultados em relação ao atraso da brotação. A aplicação parcelada apresenta potencial de utilização, embora mais estudos necessitem ser realizados.

Palavras-chave: Viticultura, dormência, auxina, atraso da brotação.

Abstract

The use of growth regulators to stimulate the resumption of post-dormant vegetative activity in vines is common in many growing regions around the world. Studies related to the maintenance of the dormant state, however, are still scarce in the literature. The objective of this study was to evaluate the effect of spraying the naphthalene acid (NAA) on the bud break delay of 'Chardonnay' grapevine plants in the field and cuttings in Israel. In the field, treatments were performed in two application dates (15 days before and on the traditional date of pruning) and three concentrations of NAA (0, 500x2 and 1500 mg L⁻¹) adopting a randomized block design with four replications of three plants per plot. We assessed the number of days to sprout, bud mortality at 35 days after treatment, final percentage of not broken buds, clusters number and average weight, yield per plant, rachis length and width, number of berries per cluster and total soluble solids content. In the laboratory experiment, single bud cuttings were collected at the same dates and treated with five NAA concentrations (0, 500, 500x2, 1500 and 3000 mg L⁻¹), adopting a completely randomized design with eight replications of eight cuttings per plot. Same first three response variables from the field experiment were evaluated. Bud break delay by spraying NAA was satisfactory and was higher in field plants compared to cuttings. A concentration of 1500 mg L⁻¹ NAA promoted 24 days of delay compared to the control on the field. Bud mortality at 35 DAT was recorded for both cuttings and plants, showing NAA fitotoxicity. The use of 1500 mg L⁻¹ NAA increased the percentage of not broken buds up to 40% in the laboratory, but did not exceed 18% on the field. Also caused 47% yield reduction in comparison to control vine plants. Clusters' compression was also recorded with the use of NAA. Concentrations around 1500 mg L⁻¹ NAA showed the best results regarding bud break delay. Application splitting has potential of use, though more studies need to be performed.

Key words: Viticulture, dormancy, auxin, bud break delay.

4.1 Introdução

O fenômeno das geadas afeta de maneira negativa a agricultura, podendo causar prejuízos parciais ou totais em muitas culturas. O efeito das geadas sobre tecidos vegetais ocorre pelo congelamento da água no interior das células, causando rompimento de membranas e parede

celular em função do aumento do volume da água ao passar do estado líquido para sólido. Estas estruturas das células vegetais perdem sua integridade e o conteúdo do citoplasma e vacúolo vazam, resultando em morte celular e danos à parte aérea (DAMI, 2007).

Os danos à cultura da videira ocorrem principalmente pelo fato das geadas tardias de primavera afetarem a brotação das plantas durante a retomada de crescimento pós-dormência. Gardea (1987) relatou que a temperatura crítica para matar 50% das estruturas é $-2,2^{\circ}\text{C}$ na brotação (“ponta verde”), $-2,0^{\circ}\text{C}$ no estágio de primeira folha expandida, $-1,7^{\circ}\text{C}$ no estágio de duas folhas e $-1,2^{\circ}\text{C}$ para quatro folhas expandidas. Sugar et al. (2003) observaram que, após a brotação, o dano pode ocorrer quando temperaturas atingem $-0,5^{\circ}\text{C}$ ou menos durante meia hora ou mais. A lesão não ocorre, no caso de geadas de radiação, antes que as temperaturas atinjam a faixa de $-3,3$ a $-3,8^{\circ}\text{C}$ segundo Wolf & Boyer (2003).

Variedades de brotação precoce são as mais afetadas por geadas e uma das opções para solucionar este problema é buscar alternativas para o atraso da brotação da videira e consequente fuga da época de maior ocorrência de geadas tardias de primavera. No modelo fisiológico de dominância apical clássica, o meristema apical caracteriza-se como uma fonte de auxina transportada de forma basípeta e inibe o crescimento de gemas laterais (BANGERTH, 1994; CLINE, 1996). Um fator de ramificação transportado de maneira acrópeta (JOHNSON et al., 2006) foi identificado como um inibidor de ramificação regulado por auxina (FOO et al., 2005).

Qrunfleh & Read (2013) relataram até nove dias de atraso da brotação de estacas de uma gema da variedade ‘Edelweiss’ tratadas com 1000 mg L^{-1} de ácido naftalenoacético, uma auxina sintética. Loseke (2014) confirmou a observação dos autores anteriores, com igual resultado.

No contexto desta tese, os experimentos apresentados neste capítulo foram realizados em continuação àqueles realizados no Brasil, nos ciclos 2012/2013 e 2013/2014, apresentados nos capítulos II e III. Foram realizados como parte das atividades do doutorado sanduíche em Israel, como uma oportunidade de realizar mais um ciclo de experimentos da tese em função da época em que o estágio de doutorado foi feito, coincidente com o ciclo vegetativo e produtivo da videira neste país.

Investiu-se em testar ideias que visaram à otimização de uma possível tecnologia, contribuindo para avançar no estudo de potencialidade da mesma.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da pulverização do ácido naftalenoacético sobre o atraso da brotação de plantas a campo e estacas, em laboratório, da variedade de videira de brotação precoce ‘Chardonnay’.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Experimento com plantas de videira a campo

Foram instalados experimentos em um vinhedo comercial de ‘Chardonnay’ localizado no Ayalon Valley – Mevo Horon, em Israel. O local faz parte da planície costeira interna de Israel, próximo às montanhas da Judéia, a cerca de 35 Km de Jerusalém, 50 Km de Tel-Aviv e 35 Km do Instituto de Pesquisas The Volcani Center. (**Figura 4.1**). O vinhedo pertence ao ‘moshav’ Eshtaol (**Figura 4.2A**), e está localizado a 225 m acima do nível do mar, 31°51’57’’N e 35°37’54’’L.

O clima predominante é o Mediterrâneo. A região encontra-se em uma zona de transição entre BSh - árido, quente e seco, com precipitação média anual compreendida entre 380 e 760 mm e temperatura média anual acima de 18°C; e BWh - árido, quente e seco, com precipitação média anual inferior a 250 mm (Köppen, 1928).

O vinhedo de ‘Chardonnay’ foi plantado no ano de 2000, e iniciou sua produção no ano de 2003. O sistema de condução adotado é a espaldeira com cordão bilateral, com espaçamento 3,00 x 1,50 m (**Figuras 4.2B e 4.2C**). A variedade está enxertada sobre ‘Ruggeri 140’, um porta-enxerto com tolerância a seca e salinidade.

O cultivo é irrigado via gotejamento, iniciado um pouco antes da floração (início de Abril), estendido até o outono (meados de Outubro) e suspenso nos meses de inverno. O regime adotado é de uma irrigação semanal nos meses mais frescos e no máximo duas irrigações semanais nos meses de verão (Junho a Setembro). O sistema permanece em operação por até 12 horas em cada irrigação. O volume varia de 5 a 25 m³/ha/dia, o que representa 0,5 a 2,5 mm/dia ou 2,25 a 11,25 L/planta a cada irrigação, podendo somar até 2500 m³/ha (250 mm) durante o período compreendido entre a floração e a colheita.

A água utilizada na irrigação é salobra (200 mg/L Na; condutividade elétrica em torno de 1,8 ds/m) e com pH variando de 7,4 a 7,7 (GIL NIR, comunicação pessoal). É proveniente de reservatórios locais que recebem águas residuais das vilas próximas, além de água de chuva, chamada de “água de fase secundária”, adequada a determinadas culturas agrícolas.

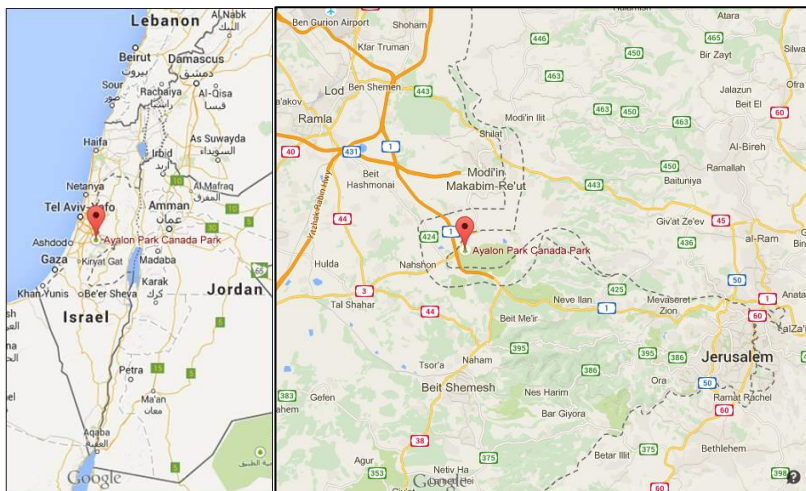


Figura 4.1. Mapa de Israel, com destaque para o Ayalon Valley (Fonte: Google Maps).



Figura 4.2. Paisagem do Ayalon Valley em Israel (A), plantas de 'Chardonnay' sendo pulverizadas com diferentes tratamentos após a poda (B) e vinhedo com plantas em desenvolvimento (C) (Fotos: Larissa Villar).

O solo é originário de rocha calcária, superficial e pedregoso, com pH em torno de 8,5 e textura argilosa (GIL NIR, comunicação pessoal). Segundo as características e o local, é definido no sistema israelense de classificação de solos como um tipo de Terra Roxa (Red Terra Rossa on Hard Fine-grained Dolomite) (SINGER, 2007). É equivalente ao Neossolo Litólico Eutrófico ou Chernossolo Rendzico pelo sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 2013).

A aplicação do ácido naftalenoacético (ANA - Alphatin™) foi realizada aos 15 dias antes da data esperada da poda, em 17/02/2014, e na data tradicional da poda das plantas, em 03/03/2014.

As concentrações de ANA utilizadas foram definidas com base nos resultados observados anteriormente, no Brasil nos ciclos 2012/2013 e 2013/2014. Foram aplicadas as concentrações de 0; 500 x 2 e 1500 mg L⁻¹ sendo que, quando utilizado o tratamento de 500 mg L⁻¹ aplicado em duas parcelas (500 x 2), houve um intervalo de 15 dias entre aplicações.

O tratamento das plantas foi feito através da pulverização até o escorrimento com cerca de 300 mL/planta, imediatamente após a poda, com as soluções contendo ANA acrescidas de 2% de adjuvante (Armo Break®) com o uso de pulverizador costal e bico tipo leque (**Figura 4.2B**).

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3, sendo duas datas de aplicação e três concentrações de ANA, com três repetições de duas plantas por parcela.

Semanalmente foi avaliada a porcentagem de gemas brotadas (ponta verde – BBCH08) e a data de brotação foi definida quando 50% de gemas estavam brotadas.

Aos 35 dias depois do tratamento (DDT), foi feita uma amostragem de 15 a 20 gemas por tratamento, para avaliação da mortalidade ocasionada pela aplicação do regulador de crescimento. A avaliação foi realizada no mesmo dia, com material fresco, em estereomicroscópio (Leica™ M165 C). Esta amostragem antes do final do experimento visou identificar danos causados pelo tratamento e não pelo longo tempo de avaliação ou inibição da brotação das plantas. Não possibilitou a análise de variância dos dados, sendo utilizado apenas para identificar a ocorrência de morte ou não.

Ao final da avaliação da brotação a campo, 23/04/2014 (65 DDT) para a primeira data de aplicação, e 30/04/2014 (59 DDT) para a segunda data, foi determinada a porcentagem de gemas não brotadas, através de contagem direta em todas as plantas tratadas. Estas gemas não foram verificadas em estereomicroscópio para confirmação da morte.

Na colheita, realizada em 20/07/2014, avaliou-se o número de cachos, a produção por planta (kg) e o peso médio do cacho (g) a partir de uma amostra de cinco cachos por planta. Por apresentar diferenças contrastantes a campo, priorizou-se os tratamentos com 0 e 1500 mg L⁻¹ de ANA para a avaliação do número de bagas por cacho, do comprimento e da largura do engaço (parte superior do cacho) e dos teores de sólidos solúveis totais no Laboratório de Fisiologia da Dormência da Videira / Departamento de Ciências em Árvores Frutíferas do Instituto de Pesquisas The Volcani Center.

Os dados foram verificados quanto à normalidade de distribuição e à homogeneidade de variância pelo programa STATISTICA 12™. Dados de porcentagem foram transformados por $[\sqrt{x}]$.

Para análise de variância dos dados obtidos foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Para as datas de aplicação e as concentrações de reguladores de crescimento foi utilizado o teste de separação de médias de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

5.2.2 Experimento com estacas de videira em laboratório

O experimento foi realizado com estacas de ‘Chadonnay’ provenientes da poda de inverno do mesmo vinhedo comercial onde foi realizado o experimento de campo, nas mesmas datas, 17/02/2014 e 03/03/2014, representando 15 dias antes da data esperada e na data da poda do vinhedo.

As estacas foram transportadas ao Laboratório de Fisiologia da Dormência da Videira / Departamento de Ciências em Árvores Frutíferas do instituto de pesquisas The Volcani Center. Foram padronizadas em segmentos contendo uma gema, utilizando apenas as seis gemas basais dos ramos para obtenção das estacas, e arranjadas em grupos de oito estacas.

Os tratamentos foram aplicados por imersão do ápice das estacas onde estavam posicionadas as gemas, por cinco segundos, em cada uma das soluções contendo ANA (Alphatin™) e adjuvante (Armobreak™) a 2%.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5, com duas datas e cinco concentrações de ANA (0; 500; 500x2; 1500 e 3000 mg L⁻¹), com oito repetições de oito estacas, totalizando 64 estacas por tratamento. Quando utilizadas duas aplicações de 500 mg L⁻¹, houve um intervalo de 15 dias entre aplicações.

Após o tratamento, as estacas foram mantidas em recipientes com água, em uma sala de crescimento com temperatura controlada (23°C) e fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro.

Foi avaliada a porcentagem de estacas brotadas (ponta verde – BBCH 08) através de contagem direta, realizada a cada quatro dias. A data de brotação foi definida ao atingir 50% de estacas brotadas, sendo encerado aos 64 dias após a instalação do experimento.

Aos 35 dias após o tratamento das estacas, foi realizada uma amostragem de 10 a 20 estacas não brotadas por repetição para avaliação da mortalidade em estereomicroscópio (Leica™ M165 C). Esta amostragem antes do final do experimento visou identificar danos causados pelo tratamento e não pelo longo tempo de avaliação ou inibição da brotação das gemas. Não possibilitou a análise de variância dos dados, sendo utilizado apenas para identificar a ocorrência de morte ou não.

Ao final da avaliação, aos 64 DDT para cada data de aplicação dos tratamentos, todas as estacas foram avaliadas quanto à mortalidade das gemas em estereomicroscópio.

Os dados foram verificados quanto à normalidade de distribuição e à homogeneidade de variância pelo programa STATISTICA 12™. Dados de porcentagem foram transformados por $[\sqrt{x}]$.

Para análise de variância dos dados obtidos foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Para datas de aplicação e as concentrações de reguladores de crescimento foi utilizado o teste de separação de médias de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4.3 Resultados e Discussão

Os valores de F das análises de variância para estes experimentos são mostrados em anexo (**Tabela A16 e A18**). Para a confecção dos gráficos e tabelas apresentado a seguir foram considerados apenas efeitos significativos pela análise de variância. Todas as regressões apresentadas são significativas, indicando seus respectivos níveis de significância.

4.3.1 Experimento com plantas de videira a campo

A **Figura 4.3** apresenta as médias de dados climáticos da estação meteorológica mais próxima do experimento (± 30 Km a noroeste), para o período compreendido entre 1964 e 1990. A precipitação anual da região está entre 400 e 550 mm por ano, com chuvas em uma estação

definida, apenas no inverno (dezembro a março). A média das temperaturas médias ao longo do ano corresponde a $19,1^{\circ}\text{C}$, sendo $25,1^{\circ}\text{C}$ a média das temperaturas máximas e $13,0^{\circ}\text{C}$ das temperaturas mínimas. São apresentadas as temperaturas extremas mensais, sendo a máxima registrada no período equivalente a $45,6^{\circ}\text{C}$, no mês de Maio (primavera), e a mínima, $-2,2^{\circ}\text{C}$, no mês de Dezembro (inverno).

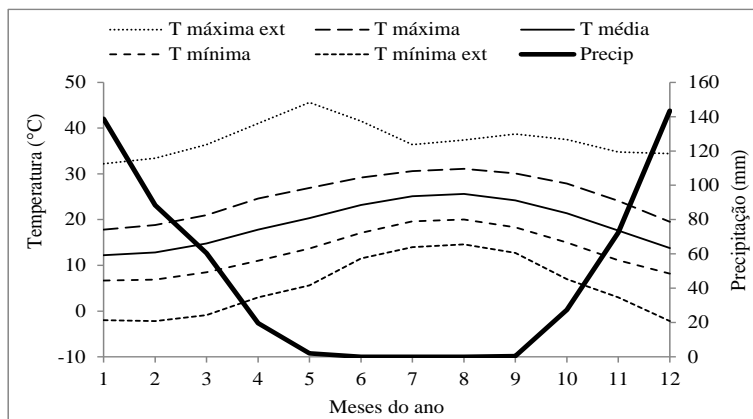


Figura 4.3. Médias mensais de temperatura máxima, média, mínima e precipitação; e extremos de temperaturas máxima e mínima durante o período de 1964-1990. Bet-Dagan, Israel (Fonte: Record Meteo, 2015).

Na **Figura 4.4** são observadas as amplitudes térmicas mensais ao longo dos meses do ano de 2014. As médias estiveram situadas entre $8,9^{\circ}\text{C}$ no mês de Agosto (verão), e $12,8^{\circ}\text{C}$ no mês de Fevereiro (inverno), variando a amplitude térmica máxima entre $11,3^{\circ}\text{C}$ e 22°C , e a mínima entre $3,1^{\circ}\text{C}$ e $7,1^{\circ}\text{C}$.

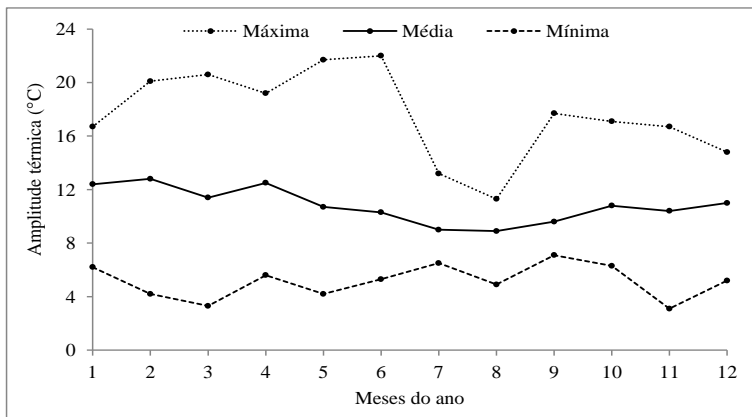


Figura 4.4. Amplitudes térmicas mensais média, máxima e mínima durante o ano de 2014. Bet-Dagan, Israel (Fonte: Mundomanz, 2015).

O local de estudo apresenta em sua média histórica maiores médias de temperaturas média, máxima e mínima que São Joaquim, SC. Ao longo do ano estas médias equivalem a 13,3°C, 18,8°C e 9,4°C, respectivamente, para o município catarinense como foi visto no capítulo I. A precipitação média anual em São Joaquim é muito superior, com cerca de 1700 mm bem distribuídos durante todo o ano, sem estação seca definida (BORGHEZAN et al., 2014).

4.3.1.1 Dias para brotação

Os ciclos vegetativo e produtivo das plantas de videira no Ayalon Valley em Israel está cerca de seis meses deslocado em relação ao ciclo de plantas da mesma variedade cultivada em São Joaquim, Santa Catarina, sul do Brasil.

A **Figura 4.5** mostra a diferença da fenologia da variedade ‘Chardonnay’, além das diferenças nas estações do ano, comparando Israel e Brasil.

Em Israel, plantas de ‘Chardonnay’ cultivadas no Ayalon Valley iniciam sua brotação entre o final do mês de fevereiro e o início do mês de março, com a colheita entre final de julho e início de agosto. Em São Joaquim, estes eventos ocorrem entre o final de agosto e início setembro, e entre o final de fevereiro e início de março, respectivamente. Os ciclos tem duração média de 150 dias em Israel e 210 dias em São Joaquim (**Figura 4.5**).

‘CHARDONNAY’												
ISRAEL												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
		BROT	FLOR					COL				
		50 dias		150 dias								
BRASIL												
Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
		BROT	FLOR					COL				
		90 dias		210 dias								

Figura 4.5. Fenologia da variedade de videira ‘Chardonnay’ e estações do ano em Israel e no Brasil. BROT – brotação; FLOR – floração; COL – colheita.

A data de aplicação não apresentou efeito significativo sobre a brotação da variedade Chardonnay. As concentrações de ANA alteraram significativamente o número de dias para brotação das videiras cultivadas no Ayalon Valley. O uso de 1500 mg L^{-1} deste regulador resultou em um total de 42 dias para brotação, atrasando em 24 dias em relação à testemunha, que brotou em média aos 18 dias após a poda (**Figura 4.6** e **Tabela A17**).

Plantas de videira tratadas com duas pulverizações de 500 mg L^{-1} de ANA brotaram em média aos 32 DDT, atrasando 14 dias em relação à testemunha (**Figura 4.6**). Esta forma de aplicação e dosagem apresentou efeito intermediário sobre a brotação das gemas da variedade Chardonnay, diferindo significativamente da testemunha e da dose mais elevada de ANA.

Ainda que inferior ao atraso obtido com a aplicação única da maior concentração de ANA, este resultado forneceu indícios de que o parcelamento da pulverização da auxina sintética é efetivo.

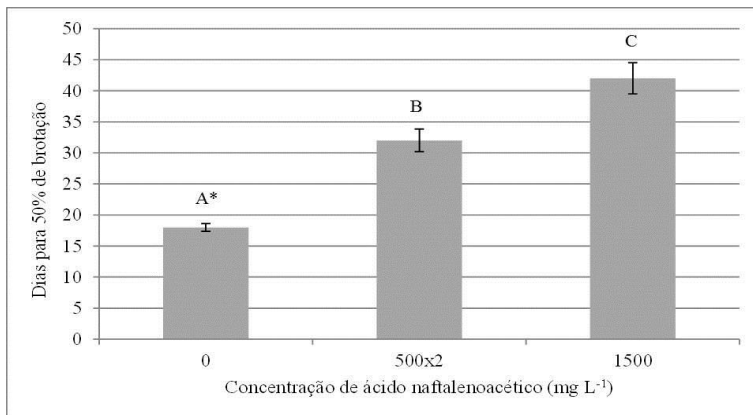


Figura 4.6. Dias para brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014. *Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

Estes dados diferem em parte de Qrunfleh (2010). Com a variedade de brotação precoce Edelweiss, o autor relatou apenas de dois a cinco dias de atraso em relação à brotação da testemunha quando utilizadas concentrações entre 500 e 1000 mg L⁻¹ de ANA. As pulverizações foram variadas entre quatro diferentes datas (06/01, 03/02, 03/03 e 03/04/2009), equivalentes ao período de inverno/primavera no hemisfério norte, mas isto não resultou em efeito sobre o número de dias para brotação das plantas, assim como no presente estudo.

Quando as pulverizações foram realizadas com a mesma metodologia no ano seguinte (28/01, 25/02 e 25/03/2010), até quatro dias de atraso em relação à testemunha quando utilizados 1500 mg L⁻¹ de ANA, e três dias quando utilizados 1000 mg L⁻¹, foram descritos. Novamente, a variação das datas não resultou em diferença no número de dias para brotação (QRUNFLEH, 2010), assim como no presente estudo.

Discordam também de Loseke (2014) ao trabalhar também com ‘Edelweiss’ e não observar alteração do número de dias para brotação quando realizadas até três pulverizações de 1000 mg L⁻¹ de ANA. Os tratamentos foram aplicados em 04/01, quando as plantas de videira receberam apenas uma pulverização, 07/02, com duas, e 07/03/2013, com três pulverizações.

Diferenças entre as variedades podem estar envolvidas. O híbrido interespecífico ‘Edelweiss’ possui alta tolerância a baixas temperaturas

(\approx -35°C) (IOWA STATE UNIVERSITY, 2015), gerando diferenças fisiológicas e metabólicas que podem ser uma razão das diferenças nas respostas, em relação à ‘Chardonnay’.

Em São Joaquim, com a aplicação de ANA via lanolina nas concentrações de 1000 e 2000 mg L⁻¹ no ciclo 2013/2014, foram observados em média 9 e 11 dias de atraso da brotação em relação à testemunha, respectivamente.

Estas médias consideram apenas os atrasos observados com as aplicações aos 15 dias antes e na data tradicional da poda (**Tabela A11**), compatíveis ao presente estudo, mostrando atraso inferior ao observado com a pulverização.

A média histórica das temperaturas médias em Israel no mês de março, quando ocorre a brotação da ‘Chardonnay’, equivale a 14,8°C (RECORD METEO, 2015), enquanto em São Joaquim, no mês de setembro, equivale a 11,4°C (BORGHEZAN et al., 2014), representando uma diferença climática importante. Esperava-se então que maior atraso tivesse sido obtido no município catarinense, o contrário do observado.

Plantas testemunha brotaram em média aos 19 e aos 20 dias após a poda em São Joaquim nos ciclos 2012/2013 e 2013/2014, respectivamente, independente da data de poda. Esta média é semelhante aos 18 dias em média necessários para brotação após a poda em Israel.

Além da diferença na metodologia de aplicação, que pode ter exercido forte influência na diferença entre respostas obtidas, diferenças no atraso da brotação podem estar ligadas à utilização do adjuvante Armo Break[®] no presente experimento, que pode ter potencializado a ação do ANA.

Por fim, a estabilidade do produto comercial Alphatin[™] às variações das condições climáticas de campo, em contraste à sensibilidade dos hormônios puros (Sigma[®]) utilizados em São Joaquim, também pode ter exercido fundamental influência sobre maior atraso da brotação com o produto comercial. Alphatin[™] é utilizado para as culturas dos citrus e da oliveira, para raleio, aumento do tamanho e redução de rachaduras dos frutos; e para a cultura da macieira, para reduzir a queda de frutos antes da colheita (GADOT AGRO, 2015; traduzido pela empresa e enviada à autora).

4.3.1.2 Porcentagem de gemas mortas aos 35 DDT

A análise de gemas mortas aos 35 DDT forneceu pela primeira vez a importante informação de que danos por fitotoxicidade do ANA foram causados.

Gemas primárias mortas foram encontradas após a aplicação de ambas as concentrações desta auxina sintética, enquanto plantas de videira testemunhas não apresentaram este problema, mostrando 100% de gemas brotadas no momento da amostragem. A perda de gemas, portanto, não está relacionada apenas à duração do atraso da brotação ou ao longo período de avaliação.

A amostragem mostrou indícios de maior morte das gemas quando os tratamentos foram aplicados na data da poda (03/03/2014) do vinhedo e com o tratamento de 500 mg L⁻¹ de ANA aplicado em duas parcelas (**Tabela 4.1**).

Tabela 4.1. Número de gemas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA, em diferentes datas, coletadas e mortas aos 35 dias após o tratamento. Israel, 2014.

Concentração de ANA	17/02/2014		03/03/2014	
	Coletadas	Mortas	Coletadas	Mortas
500x2 mg L ⁻¹	22	3	19	11
1500 mg L ⁻¹	23	0	14	5

A **Figura 4.7** mostra seções longitudinais de gemas de videira ‘Chardonnay’, obtidos aos 35 DDT. É possível observar gemas tratadas com ANA, sem (**Figura 4.7A**) e com (**Figura 4.7B**) efeito fitotóxico. A gema viva apresenta coloração verde clara, sendo facilmente visualizadas as inflorescências e o ápice do ramo na gema principal e que as gemas secundária e terciária se encontram na mesma condição.

Na gema morta, observa-se coloração marrom dos tecidos da gema principal, mas a gema terciária apresenta coloração verde clara. Dependendo da dosagem, a aplicação de ANA pode prejudicar significativamente a brotação da gema fértil e a produção do ciclo. No entanto, o desenvolvimento de ramos vegetativos pode ocorrer a partir da brotação destas gemas secundárias e terciárias, possibilitando a diferenciação floral e a produção no próximo ciclo.

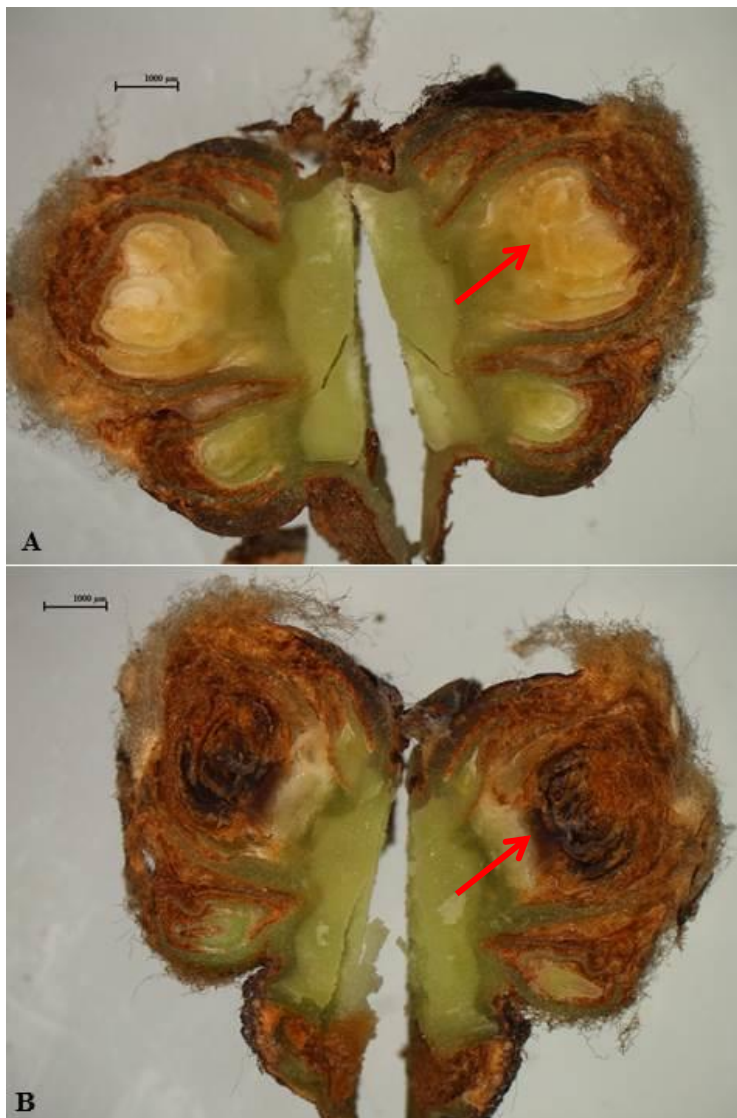


Figura 4.7. Gemas de plantas de videira ‘Chardonnay’ viva (A) e morta (B) após tratamento com 1500 mg L^{-1} de ANA, aos 35 DDT. Israel, 2014. Escala: $1000 \mu\text{m}$.

Segundo Grossman (2007), auxinas estimulam vários processos de crescimento e desenvolvimento quando presentes em baixas

concentrações. Entretanto, com o aumento da concentração, o crescimento é perturbado e o organismo pode ser danificado, com auxinas naturais (ácido indolacético - AIA) ou sintéticas (ácido 2,4-diclorofenoxiacético - 2,4-D ou ácido naftalenoacético - ANA) agindo como herbicidas.

A presença de elevadas concentrações de auxina desencadeia reações como o estímulo da produção de etileno através da indução da ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) sintase como uma das respostas primárias, após alguns minutos do tratamento. A explosão de etileno resultante provoca anomalias de crescimento e senescência (GROSSMAN, 2007).

Outro fator importante na inibição do crescimento e na resposta fitotóxica a auxinas é a superprodução e o acúmulo de ABA. A biossíntese deste hormônio é exclusivamente induzida pela clivagem da xantofila, que leva à produção do precursor xantoxina, cuja reação é catalisada pela enzima NCED, de atividade regulada por auxinas. Estudos sugeriram que o etileno estimulado por auxinas é necessário para o acúmulo de ABA. Este último se transloca pelo organismo e media eventos da “síndrome herbicida da auxina”, como a inibição do crescimento e a deterioração e morte de tecidos (GROSSMAN, 2007).

Efeito herbicida do ANA sobre determinada população de gemas pode ter ocorrido, causando sua morte.

4.3.1.3 Porcentagem final de gemas não brotadas

A porcentagem final de gemas não brotadas foi significativamente alterada pelas datas e pelas concentrações de ANA.

Houve maior percentual de gemas não brotadas quando foram aplicados 1500 mg L⁻¹ de ANA, chegando a 18,0%. Quando utilizados 0 ou 500 mg L⁻¹ de ANA aplicado duas vezes, as porcentagens observadas foram de 0% e 3,7%, respectivamente, não diferindo entre si, mas diferindo da maior concentração aplicada (**Figura 4.8**).

Quando os tratamentos foram realizados em 17/02/2014, aos 15 dias antes da data tradicional da poda do vinhedo, as plantas de videira apresentaram 3,9% de gemas não brotadas. Esta porcentagem diferiu dos 10,6% de gemas não brotadas quando os tratamentos foram aplicados em 03/03/2014, a data tradicional da poda (**Figura 4.9**).

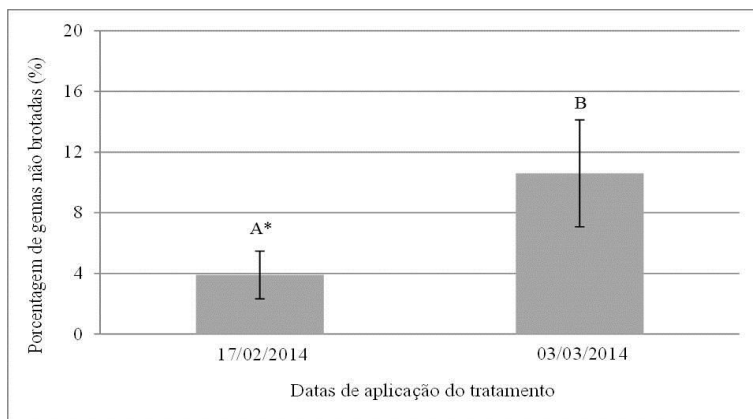


Figura 4.8. Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ podadas em diferentes datas. Israel, 2014. *Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas entre datas e minúsculas entre concentrações, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

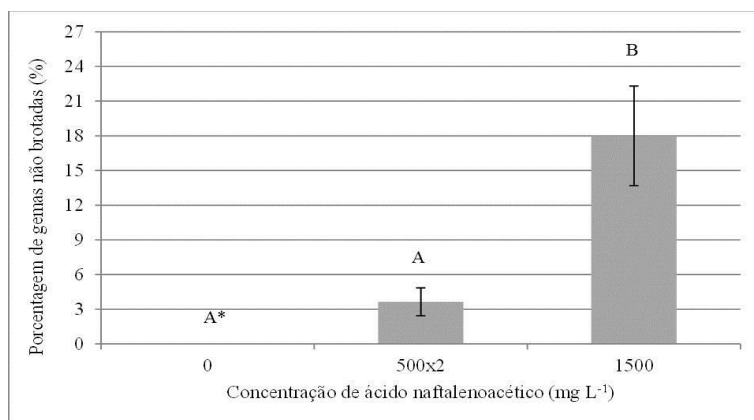


Figura 4.9. Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014. *Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas entre datas e minúsculas entre concentrações, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

Estes resultados estão de acordo com o que foi discutido no capítulo III, onde foi avaliada a ocorrência de gemas não brotadas após aplicação do ANA via lanolina. Naquele estudo, também foi observada maior porcentagem de gemas não brotadas quando as plantas de videira foram tratadas na data tradicional da poda, sugerindo maior

suscetibilidade dos tecidos neste momento, além de aumento desta porcentagem com o aumento da concentração aplicada, que pode estar ligado ao efeito herbicida de auxinas apresentado no item anterior.

Com a aplicação de ANA em São Joaquim no ciclo 2013/2014, a média considerando dados de 15 dias antes e da data tradicional da poda, para as concentrações de 1000 e 2000 mg L⁻¹ via lanolina, foram de 33,5% e 37,9% de gemas não brotadas, respectivamente.

A média das duas datas neste capítulo ao pulverizar 1500 mg L⁻¹ de ANA foi de 18% de gemas não brotadas, indicando que a via líquida reduziu o efeito fitotóxico e a perda de gemas em plantas.

A temperatura média no mês de brotação, ligeiramente mais elevada em Israel em comparação a São Joaquim como apresentado anteriormente, pode ter contribuído para maior porcentagem final de gemas brotadas ou maior sobrevivência de gemas por possuírem mais condições de resistirem à ou superarem a condição fitotóxica da auxina sintética.

Estes resultados diferem de Loseke (2014), que não observou fitotoxicidade para gemas de 'Edelweiss' tratadas com até três pulverizações de 1000 mg L⁻¹ de ANA. Em todos os tratamentos a porcentagem de gemas não brotadas foi inferior a 5,7%, sendo a mais alta registrada para o controle, igual a 8,7%. Diferenças entre as variedades, discutidas quando apresentados os resultados para número de dias para brotação, podem explicar em parte esta diferença nos resultados.

4.3.1.4 Número de cachos

Para o número de cachos por planta, tanto a variação das concentrações de ANA como das épocas de aplicação resultaram em alteração significativa.

Plantas de videira tratadas com 1500 mg L⁻¹ de ANA apresentaram o menor número, equivalente a 40 cachos por planta, representando uma redução de 42% em relação à plantas de videira testemunha, que apresentaram 69 cachos em média (**Figura 4.10**).

Quando pulverizada a concentração de 500 mg L⁻¹ de ANA em duas parcelas, a média foi de 44 cachos por planta, não diferindo estatisticamente do tratamento com 1500 mg L⁻¹ (**Figura 4.10**).

Quando os tratamentos foram aplicados aos 15 dias antes da data esperada da poda, em 17/02/2014, as plantas de videira apresentaram em média 56 cachos por planta, um número 22% superior ao observado

quando os tratamentos foram aplicados na data tradicional da poda, 03/03/2014, com 46 cachos por planta em média (**Figura 4.11**).

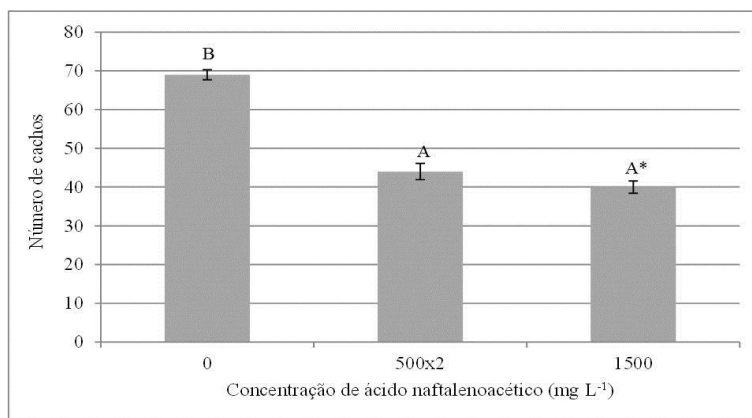


Figura 4.10. Número de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014. *Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

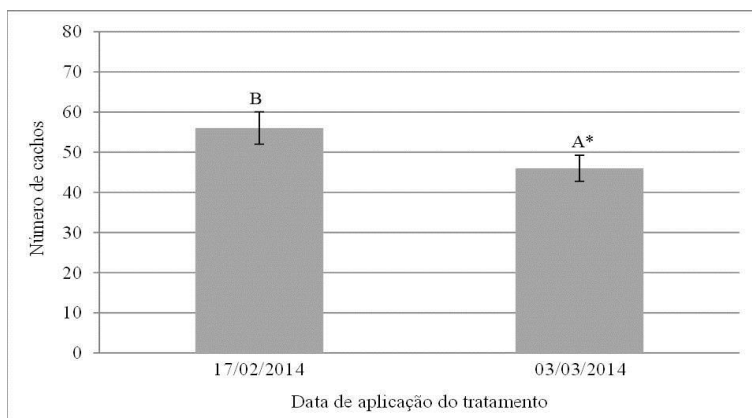


Figura 4.11. Número de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ podadas em diferentes datas. Israel, 2014. *Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

Estas reduções de número de cachos refletem o resultado observado no item anterior, referente ao aumento da porcentagem de gemas não brotadas com aplicação de maiores concentrações de ANA, principalmente na data tradicional da poda.

Quando utilizadas apenas médias dos tratamentos aplicados aos 15 dias antes e na data tradicional da poda do experimento realizado no ciclo 2013/2014 em São Joaquim, observou-se maior redução do número de cachos por planta.

A aplicação de 1000 mg L⁻¹ desta auxina via lanolina resultou em redução de 46,8% do número de cachos em relação a plantas de videira testemunha, e 65,9% quando aplicados 2000 mg L⁻¹.

Houve diferença na resposta também em relação às datas de aplicação. Plantas podadas na data tradicional apresentaram maior número de cachos. Quando tratadas aos 15 dias antes da data tradicional da poda, as plantas apresentaram 17% menos cachos que na data tradicional.

Diferentemente, Qrunfleh (2010) e Loseke (2014) relataram que o uso do ANA não resultou em alteração significativa do número de cachos. Esta diferença pode estar ligada ao pequeno ou nulo atraso da brotação das plantas com os tratamentos aplicados em ambos casos e à baixa porcentagem de gemas não brotadas, descrita para Loseke (2014).

4.3.1.5 Peso do cacho

O peso médio dos cachos não foi alterado significativamente pela variação de datas de aplicação ou de concentrações de ANA. Os cachos apresentaram massa entre 120g e 133g (**Figura 4.12**).

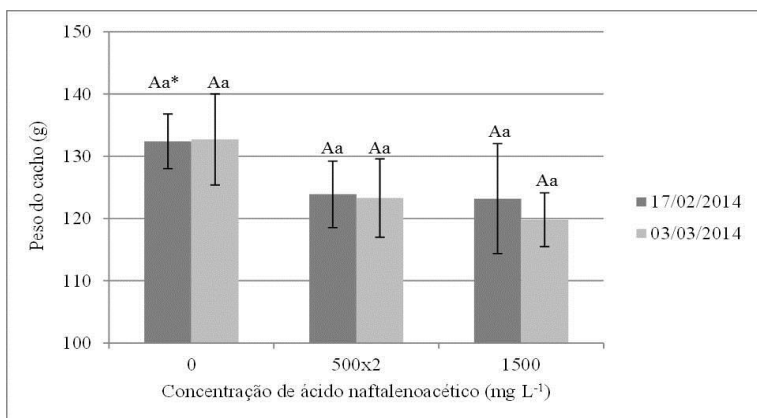


Figura 4.12. Peso médio dos cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014. *Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas entre datas e minúsculas entre concentrações, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

Em São Joaquim, no ciclo 2013/2014, o peso médio dos cachos também permaneceu estatisticamente inalterado com a variação de datas de aplicação e concentrações de ANA, apresentando em média entre 130g e 140g.

4.3.1.6 Produção por planta

Tanto a variação das concentrações de ANA como das épocas de aplicação resultaram em alteração significativa da produção por planta.

O tratamento com 1500 mg L^{-1} de ANA resultou na menor produção por planta, de 4,8 Kg em média, com redução de 47% em relação à plantas de videira testemunhas, que produziram em média 9,0 Kg. Quando pulverizada a concentração de 500 mg L^{-1} em duas parcelas, a média foi de 5,4 Kg/planta e a redução foi de 40% em relação à produção da testemunha (**Figura 4.13**).

Plantas de videira podadas e tratadas aos 15 dias antes da data esperada da poda apresentaram produção média de 6,9 Kg, 19% superior a plantas tratadas na data da poda, com média de 5,8 Kg/planta (**Figura 4.14**).

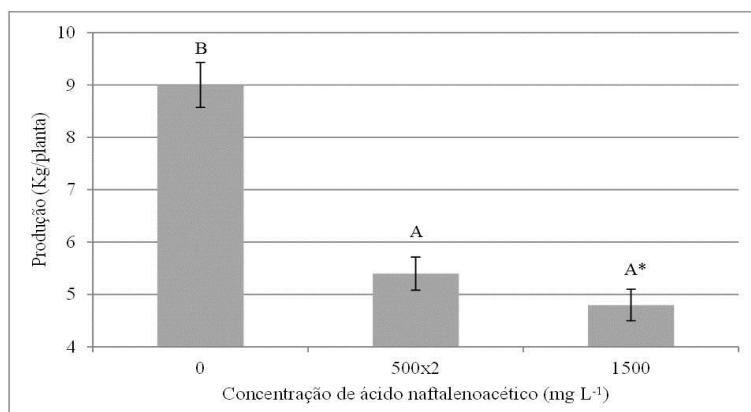


Figura 4.13. Produção de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014. *Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

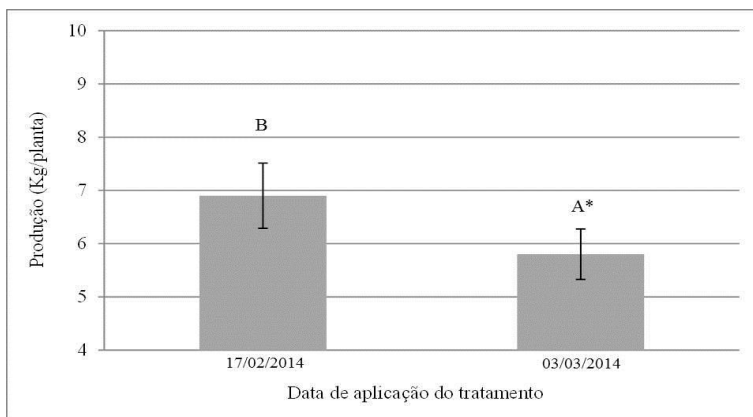


Figura 4.14. Produção de plantas de videira ‘Chardonnay’ podadas em diferentes datas. Israel, 2014. *Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

Este resultado está de acordo com o discutido anteriormente para o número de cachos por planta. A produção foi diretamente afetada pela alteração deste número e não pelo peso médio dos cachos.

Plantas de ‘Chardonnay’ em São Joaquim tratadas aos 15 dias antes e na data tradicional da poda com 1000 e 2000 mg L⁻¹ de ANA via lanolina, apresentaram redução de produção de 41,5% e 59,8% em comparação à testemunha, respectivamente. De modo geral, a redução na produção por planta em Israel com a pulverização foi menor, mas está dentro de uma faixa de valores semelhante.

As médias de produção por planta quando estas foram tratadas aos 15 dias antes ou na data tradicional da poda, foram semelhantes entre si em São Joaquim, sem redução relacionada à data de aplicação dos tratamentos.

A produção média de plantas de videira testemunha em Israel, independente da data de poda, foi de 8,95 Kg, refletindo o maior número médio de cachos destas plantas, e foi superior à produção média de São Joaquim, equivalente a 6,12 Kg por planta no ciclo 2013/2014. Além das diferenças inerentes aos diferentes locais de produção, vale lembrar que os sistemas de condução são diferentes, podendo ser esta uma das razões para valores não compatíveis.

4.3.1.7 Comprimento e largura do engaço e número de bagas por cacho

As dimensões dos engaços de ‘Chardonnay’ foram significativamente alteradas apenas pela aplicação de ANA. A **Figura 4.15** mostra que, tanto para largura como para o comprimento do cacho, a concentração de 1500 mg L⁻¹ de ANA resultou em redução nas dimensões. No primeiro caso, de 5,2 para 4,7 cm em média e, no segundo, de 7,8 para 6,7 cm em média.

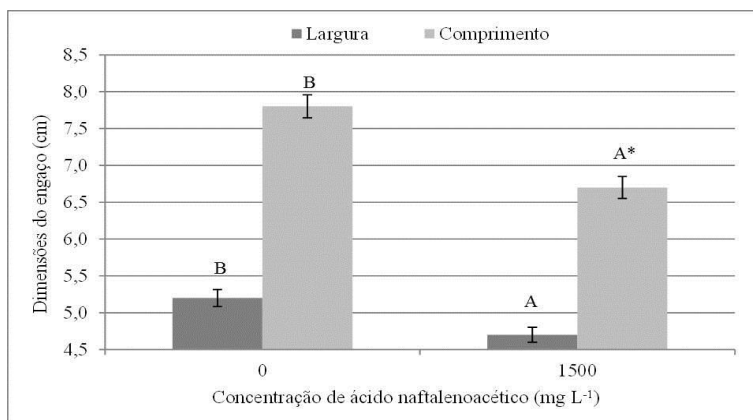


Figura 4.15. Dimensões do engaço de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014. *Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

O número médio de bagas por cacho não foi alterado significativamente pela variação de datas de aplicação ou de concentrações de ANA. As médias variaram de 91 a 101 bagas por cacho (**Figura 4.16**).

A redução das dimensões dos cachos poderia resultar em redução da produção por planta, entretanto, não houve alteração do peso médio ou do número de bagas. Estes resultados indicam que os cachos estavam apenas mais compactados.

A compactação pode favorecer o estabelecimento de doenças dos cachos sob condições propícias. Porém, as condições climáticas locais não ocasionaram perdas por doenças fúngicas normalmente observadas nestas situações.

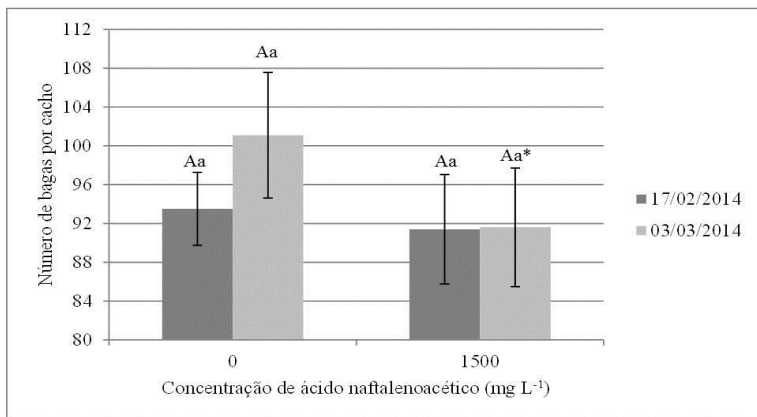


Figura 4.16. Número de bagas por cacho de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA, em diferentes datas. Israel, 2014. *Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas entre datas e minúsculas entre concentrações, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

4.3.1.8 Sólidos solúveis totais

A colheita do presente experimento foi realizada em 20/07/2014, antes que as uvas atingissem índices de maturação satisfatórios, devido à agenda de retorno ao Brasil, na primeira quinzena de Agosto de 2014.

Por esta razão, as médias observadas para o teor de sólidos solúveis totais (SST) mostraram-se ligeiramente baixas, variando de 16,5 a 18,6°Brix (**Figura 4.17**). Salienta-se que os cachos apresentavam boa sanidade e as condições climáticas eram favoráveis para aguardar a evolução da maturação caso não houvesse restrição de tempo.

Houve interação entre datas de aplicação e concentrações de ANA. O teor de SST dos cachos colhidos em plantas de videira testemunha não diferiu significativamente entre datas de poda. Com 1500 mg L⁻¹ de ANA, os cachos apresentaram menor teor de SST quando podadas em 03/03/2014. Estes resultados, provavelmente estão relacionados com o menor tempo de acúmulo de açúcares em comparação as plantas podadas em 17/02/2014 (**Figura 4.17**).

Quando a poda foi realizada em 17/02/2014, não houve diferença entre o acúmulo de SST de plantas de videira testemunha e tratadas com 1500 mg L⁻¹ de ANA, sendo os valores equivalente as 18,0 e 17,9°Brix, respectivamente (**Figura 4.17**).

Ao podar as plantas em 03/03/2014, esta diferença foi significativa, entre 18,6°Brix para plantas de videira testemunha e 16,5°Brix para tratadas com ANA (**Figura 4.17**).

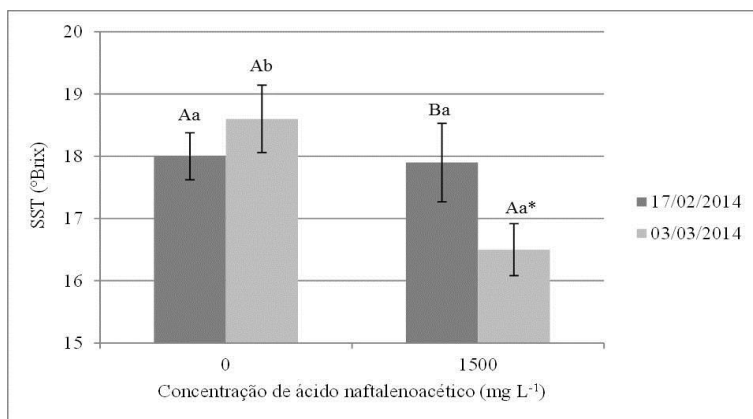


Figura 4.17. Sólidos solúveis totais de mostos de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com ANA em diferentes datas. Israel, 2014. *Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas entre datas e minúsculas entre concentrações, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

4.3.2 Experimento com estacas de videira em laboratório

4.3.2.1 Dias para brotação

Assim como observado no experimento com plantas de videira em condições de campo, apenas as concentrações aplicadas de ANA alteraram significativamente o número de dias para brotação. O tratamento com 3000 mg L⁻¹ de ANA mostrou-se fitotóxico e não atingiu 50% de brotação, não sendo considerado para a análise desta variável.

Observou-se através da **Figura 4.18** que a concentração de 1500 mg L⁻¹ de ANA resultou em maior número de dias para brotação das estacas. Foram necessários 26 dias para atingir 50% de estacas brotadas, em comparação a 7 dias para estacas testemunha, somando 19 dias de atraso.

Os tratamentos com 500 mg L⁻¹ de ANA aplicados em uma ou duas parcelas, com intervalo de 15 dias, não diferiram entre si. No primeiro caso, as estacas de videira atingiram os 50% de brotação aos 14

dias após instalação e, no segundo, aos 16 dias, somando 7 e 9 dias de atraso em relação à testemunha, respectivamente (**Figura 4.18**).

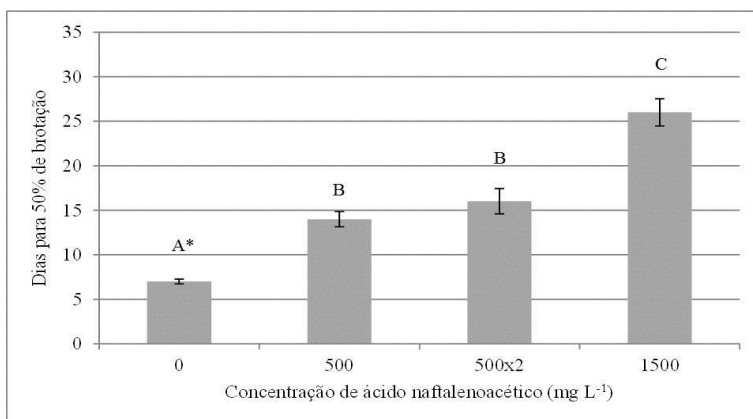


Figura 4.18. Dias para brotação de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. Israel, 2014. *Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

Qrunfleh & Read (2013) também relataram de 7 a 9 dias de atraso da brotação em relação à testemunha ao usar 1000 mg L⁻¹ de ANA para a variedade de brotação precoce Edelweiss, com estacas coletadas entre o início do inverno e o início da primavera de 2009. No ano seguinte, estes autores relataram até quatro ou cinco dias de atraso ao aplicar 1000 mg L⁻¹ e 1500 mg L⁻¹ de ANA, respectivamente, ambos com estacas coletadas quando as plantas ainda estavam dormentes (março de 2010).

Loseke (2014) relatou que estacas da mesma variedade, coletadas em janeiro de 2013 (dormentes), ao receberem três aplicações da solução de 1000 mg L⁻¹ de ANA a intervalos semanais mostraram, com uma aplicação, atraso de seis dias em relação à testemunha, com duas, de sete dias e, com três aplicações, nove dias.

Comparando estes resultados àqueles observados a campo e discutidos anteriormente neste capítulo, observou-se menor atraso de estacas em relação às plantas. Este resultado está provavelmente relacionado à condição constante de temperatura e disponibilidade constante de água de estacas mantidas em BOD, levando à brotação mais rápida das mesmas.

Em 2013, com estacas de ‘Chardonnay’ em São Joaquim, tratadas com o ANA via lanolina foram observados 25 e 23 dias de atraso da

brotação em relação à testemunha, com as concentrações de 1000 e 2000 mg L⁻¹, respectivamente.

O maior atraso de brotação observado no experimento de São Joaquim, SC, pode estar relacionado ao maior tempo de exposição das gemas ao ANA quando este foi fornecido via lanolina em comparação à imersão de estacas por cinco segundos em Israel, uma vez que o tempo de exposição a reguladores, independente do tipo de tratamento, pode influenciar de forma significativa a resposta final.

4.3.2.2 Porcentagem de estacas mortas aos 35 DDT

Não foi possível amostrar estacas controle, pois estas já haviam atingido 100% de brotação, e os tratamentos com 500 mg L⁻¹ de ANA, pois já apresentavam brotação superior a 90% para ambas datas de aplicação.

Gemas primárias mortas foram novamente encontradas após a aplicação de concentrações de ANA, enquanto plantas de videira testemunhas não apresentaram este problema. A perda de gemas, portanto, não está relacionada apenas à duração do atraso da brotação ou ao longo período de avaliação, mas sim à presença do ANA.

Seguindo a tendência do observado com a amostragem de gemas de plantas a campo, na data tradicional da poda, o efeito mostrou-se mais fitotóxico. O aumento da concentração de ANA, nesta data, também causou maior morte de gemas (**Tabela 4.2**).

Tabela 4.2. Número de gemas de estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA, em diferentes datas, coletadas e mortas aos 35 dias após o tratamento. Israel, 2014.

Concentração de ANA	17/02/2014		03/03/2014	
	Coletadas	Mortas	Coletadas	Mortas
1500 mg L ⁻¹	20	4	10	4
3000 mg L ⁻¹	20	3	19	13

O efeito herbicida de auxinas foi apresentado no item anterior, quando apresentados os resultados observados a campo. O ANA pode ter exercido este efeito sobre determinada população de gemas, causando sua morte.

4.3.2.2 Porcentagem final de estacas mortas

Foi significativa a interação entre datas de aplicação e concentrações de ANA para a porcentagem final de estacas mortas, assim como observado para esta variável no campo.

A tendência geral foi de que maiores concentrações de ANA resultaram em maior fitotoxicidade para as gemas. Para tratamentos aplicados em 17/02/2014, 0, 500 e 500x2 mg L⁻¹ de ANA a porcentagem de gemas mortas foi estatisticamente semelhante, mas diferiram de 1500 e 3000 mg L⁻¹ de ANA, que por sua vez diferiram entre si. As porcentagens foram de 2%, 2%, 10%, 40% e 96,3%, respectivamente (**Figura 4.19**).

Para tratamentos aplicados em 03/03/2014, 0, 500 e 1500 mg L⁻¹ de ANA não diferiram entre si e apresentaram porcentagens equivalentes a 3,8%, 2,5% e 12,9%. A concentração de 1500 mg L⁻¹ não diferiu de 500x2 mg L⁻¹, que resultou em 33,8% de estacas mortas. O uso de 3000 mg L⁻¹ de ANA acarretou a morte de 68,3%, sendo extremamente fitotóxico e diferindo de todas as demais concentrações (**Figura 4.19**).

Com relação às datas de aplicação, a tendência de maior toxidez para as gemas foi observada quando o ANA foi aplicada aos 15 dias antes da data da poda. Exceto para estacas testemunha e tratadas com 500 mg L⁻¹ de ANA, as demais concentrações utilizadas apresentaram diferença significativa entre datas de aplicação (**Figura 4.19**).

Foram observados diferentes índices no experimento realizado com estacas de 'Chardonnay' em 2013 em São Joaquim, SC. Para os tratamentos via lanolina com 1000, 2000 e 4000 mg L⁻¹ de ANA, observou-se 29%, 23% e 39% de gemas não brotadas, respectivamente.

Vale ressaltar que diferiram entre os experimentos, além da tecnologia de aplicação, o tempo de avaliação. Em Israel o tempo de avaliação foi mais longo, até os 64 dias após instalação do experimento. No Brasil, para o fim do experimento, adotou-se quatro avaliações consecutivas (oito dias) sem novas brotações. No Brasil, gemas ao final do experimento não tiveram sua morte confirmada em lupa.

Qrunfleh & Read (2013), com uso de até 1000 mg L⁻¹ de ANA, não encontraram gemas danificadas. O mesmo ocorreu no estudo de Loseke (2014), onde não foram relatadas gemas não brotadas ao se aplicar até 1500 mg L⁻¹ de ANA. Nestes estudos, a combinação dos fatores (temperatura e solução de forçagem) que teriam induzido a brotação mais rápida, contribuiu para menor suscetibilidade a fitotoxicidade em comparação ao presente estudo. Além disso, diferenças

entre as variedades podem estar envolvidas neste resultado como já abordado neste capítulo.

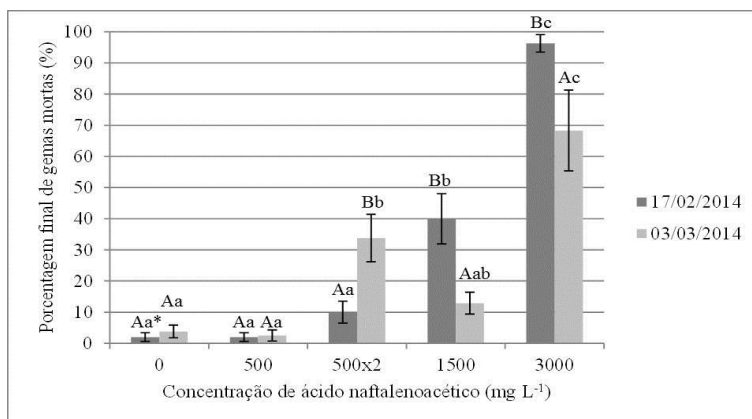


Figura 4.19. Porcentagem final de gemas mortas em estacas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA, em diferentes datas, aos 64 dias depois do tratamento. Israel, 2014. *Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas entre datas e minúsculas entre concentrações, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Barras representam o erro padrão.

4.4 Conclusão

Os resultados observados em campo com plantas de videira e em laboratório com estacas mostraram que a pulverização do ANA induz atraso da brotação de gemas da variedade Chardonnay.

Maior atraso da brotação ocorreu nas plantas a campo em comparação com as estacas em condições de laboratório.

A utilização do ANA resultou na mortalidade de gemas desde os 35 dias após o tratamento, mostrando o efeito fitotóxico deste regulador de crescimento.

Os resultados aqui obtidos foram fundamentais para a continuidade dos experimentos no Brasil concluindo, por exemplo, sobre a não necessidade do uso da lanolina.

Concentrações ao redor de 1500 mg L⁻¹ de ANA apresentaram os melhores resultados em relação ao atraso da brotação, mostrando-se adequadas para estudos futuros. A aplicação parcelada apresenta potencial de utilização, embora mais estudos necessitem ser realizados.

4.5 Referências Bibliográficas

BANGERTH, F. Response of cytokinin concentration in the xylem exudate of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants to decapitation and auxin treatment, and relationship to apical dominance. **Planta**, v.194, p.439–442. 1994.

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.

CLINE, M. G. Exogenous auxin effects on lateral bud outgrowth in decapitated shoots. **Annals of Botany**, v.78, p.255-266. 1996.

DAMI, I. Freezing and survival mechanisms of grapevines. In: STRIEGLER, R. K.; ALLEN, A.; BERGMEIER, E.; CAPLE, H. (Ed.). Understanding and preventing freeze damage in vineyards. **Proceedings...** University of Missouri. p.13-20. 2007.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. SANTOS, H. G. 3ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353p.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR (sistema para análise de variância) para Windows, versão 4.0. In: REUNIÃO ANNUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p.255-258.

FOO, E., BULLIER, E.; GOUSSOT, M.; FOUCHER, F.; RAMEAU, C.; BEVERIDGE, C. A. The branching gene RAMOSUS1 mediates interactions among two novel signals and auxin in pea. **Plant Cell**, v.17, p.464–474. 2005.

GARDEA, A. A. Freeze damage of Pinot Noir (*Vitis vinifera* L.) as affected by bud development, INA bacteria, and a bacterial inhibitor. 1987. 98p. **Dissertação** (Mestrado em Horticultura) – Oregon State University.

GROSSMAN, K. Auxin herbicide action. Article Addendum. **Plant Signaling & Behavior**, v.2, n.5, p.421-423. 2007.

IOWA STATE UNIVERSITY. Viticulture. Cultivars. ‘**Edelweiss**’. Disponível em:

<<http://viticulture.hort.iastate.edu/cultivars/Edelweiss.pdf>>. Acesso em: 17 Jun. 2015.

JOHNSON, X.; BRCICH, T.; DUN, E. A.; GOUSSOT, M.; HAUROGNE, K.; BEVERIDGE, C. A.; RAMEAU, C. Branching genes are conserved across species. Genes controlling a novel signal in pea are coregulated by other long-distance signals. **Plant Physiology**, v.142, p.1014–1026. 2006.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LOSEKE, B. A. Delay of bud break on 'Edelweiss' grapevines with multiple applications of Amigo oil and NAA. 2014. 118p. **Tese** (Doutorado em Agronomia e Horticultura) - University of Nebraska – Lincoln.

MERRIAM WEBSTER. **Geography – Israel**. Disponível em: <<http://www.merriam-webster.com/cgi-bin/nytmaps.pl?israel>>. Acesso em: 30 jan. 2015.

MUNDOMANZ. **Weather data – Monthly reports – Israel – Bet Dagan**. Disponível em: <http://www.mundomanz.com/meteo_p/monthrep?countr=ISRAEL&action_coun=display_coun&l=1>. Acesso em: 02 fev. 2015.

QRUNFLEH, I. M. Delaying bud break in 'Edelweiss' grapevines to avoid spring frost injury by NAA and vegetable oil applications. 2010. 120p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia e Horticultura) - University of Nebraska – Lincoln.

QRUNFLEH, I. M.; READ, P. E. Use of naphthaleneacetic acid and vegetable oil to delay bud break in 'Edelweiss' single-bud grapevine cuttings placed in a forcing solution. **International Journal of Fruit Science**, v.13, n.4, p.400-412, 2013.

RECORD METEO. **Weather record - Weather stations - Israel - Bet Dagan**. Disponível em: <<http://www.recordmeteo.com/index.php?lang=en>>. Acesso em: 02 fev. 2015.

SINGER, A. **The soils of Israel**. Berlin: Springer, Verlag Berlin Heidelberg, 2007. 306p.

SUGAR, D.; GOLD, R.; LOMBARD, P.; GARDEA, A. Strategies for frost protection. p.213-217. In: HELLMAN, E. W. (Ed.). **Oregon**

viticulture, strategies for frost protection. Oregon State University, Corvallis. 2003.

WOLF, T. K.; BOYER, J. D. **Vineyard site selection.** Virginia Cooperative Extension. Disponível em: <<https://pubs.ext.vt.edu/463/463-020/463-020.html>>. Acesso em: 06 Abr. 2015.

CAPÍTULO V

PULVERIZAÇÃO DE ÁCIDO NAFTALENOACÉTICO PARA ATRASO DA BROTAÇÃO DA VIDEIRA (*Vitis vinifera* L.) 'CHARDONNAY' CULTIVADA EM SÃO JOAQUIM, SC

CAPÍTULO V - PULVERIZAÇÃO DE ÁCIDO NAFTALENOACÉTICO PARA ATRASO DA BROTAÇÃO DA VIDEIRA (*Vitis vinifera* L.) 'CHARDONNAY' CULTIVADA EM SÃO JOAQUIM, SC

Resumo

Geadas tardias de primavera podem causar sérios danos durante a retomada do crescimento pós-dormência de plantas de videira. O período compreendido entre agosto e setembro corresponde à época em que a brotação destas plantas ocorre no Planalto Catarinense e coincide com a época em que ainda há risco de ocorrência de geadas tardias. Desta forma, torna-se necessária a criação de alternativas de manejo que promovam a proteção de plantas, principalmente de variedades que apresentam brotação precoce, como a 'Chardonnay'. Em continuação aos experimentos realizados com o ácido naftalenoacético (ANA) em plantas de videira, nos ciclos 2012/2013, 2013/2014 e no ano de 2014 em Israel, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar o efeito da pulverização deste regulador de crescimento sobre o atraso da brotação de plantas de videira da variedade 'Chardonnay'. O experimento foi instalado no ciclo 2014/2015, com a pulverização ANA em plantas de 'Chardonnay' cultivadas na vinícola Vinhedos do Monte Agudo, localizada em São Joaquim, SC. Foram aplicadas quatro concentrações de ANA (0, 1500, 3000 e 4500 mg L⁻¹) em 19/08/2014, adotando o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições de três plantas por parcela. Foram avaliados o número de dias para brotação, a porcentagem de gemas não brotadas, o número e o peso dos cachos, a produção por planta e a maturação tecnológica (sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH). A pulverização do ANA promoveu até 18 dias de atraso da brotação da videira em relação à testemunha quando utilizados 3000 mg L⁻¹. A porcentagem de gemas não brotadas foi menor que 20% para todos os tratamentos e a redução da produção média por planta foi de no máximo 37%. A pulverização de ANA promoveu o atraso da brotação de plantas de videira e reduziu os efeitos negativos sobre a redução da produção. Mais estudos necessitam ser realizados para a definição de uma tecnologia adequada ao sistema produtivo da videira em regiões de altitude.

Palavras-chave: Viticultura, dormência, auxina, adiamento do início do ciclo.

Abstract

Late spring frosts can cause serious damage during post-dormancy resumption of growth in vines. The period between august and september corresponds to the time when the bud break occurs for these plants at Santa Catarina Highlands and coincides with the period of greatest risk of late frosts. Thus, it becomes necessary to create alternative management practices that promote the protection of plants, especially early bud break varieties as 'Chardonnay'. Continuing the naphthaleneacetic acid (NAA) experiments carried out with plants on 2012/2013 and 2013/2014 cycles, and 2014 in Israel, this study was conducted in order to verify the effect of this growth regulator spray on the delay of bud break of 'Chardonnay' vines. The experiment was installed on 2014/2015 cycle, with NAA spraying over 'Chardonnay' vines grown at Vinhedos do Monte Agudo winery, located in São Joaquim, SC. Four concentrations of NAA (0, 1500, 3000 and 4500 mg L⁻¹) were applied on 08/19/2014, adopting a randomized block experimental design with four replications of three plants per plot. The number of days to bud break, the percentage of not broken buds, the clusters' number and weight, the yield per plant and the technological maturity (soluble solids, titratable acidity and pH) were assessed. NAA spraying promoted up to 18 days of bud break delay compared to control when used 3000 mg L⁻¹. The percentage of not broken buds was lower than 20% for all treatments and the reduction in the average yield per plant was not higher than 37%. NAA spray promoted vine's bud break delay and reduced negative effects over yield reduction. More studies need to be performed to the definition of appropriate technology to the highlands grape growing system.

Keywords: Viticulture, dormancy, auxin, cycle start delay.

5.1 Introdução

Estudos com o uso do ácido naftalenoacético (ANA), uma auxina sintética, a fim de buscar atrasos de brotação para proteção de plantas de videira contra geadas tardias de primavera são escassos na literatura (QRUNFLEH, 2010; LOSEKE, 2014).

A realização de trabalhos desta natureza pode ser benéfica à continuidade do desenvolvimento da viticultura de altitude catarinense, para a qual um dos maiores desafios é a superação de obstáculos à

produção, principalmente de variedades de brotação precoce, ligados à ocorrência de geadas tardias de primavera.

Nestas regiões, episódios de geadas são frequentes entre maio e setembro, sendo junho e julho os meses com maior registro. O município de São Joaquim é um dos mais atingidos, com frequência média de 24 ocorrências anuais e registros inclusive em novembro e dezembro (AGUIAR & MENDONÇA, 2004).

Estratégias como o uso de cortinas de fumaça a partir da queima de elementos combustíveis em mistura a vapor d'água, ou a elevação da temperatura local pelo uso de fogueiras entre as linhas de plantio tem sido utilizadas nos vinhedos localizados no município de São Joaquim. Tais técnicas são de execução trabalhosa pelo fato de demandarem ações locais durante a madrugada, como o monitoramento das temperaturas noturnas indica que estas atingirão faixas mínimas críticas, abaixo de 0°C.

Qrunfleh (2010) estudou a proteção de plantas de videira com a variedade de brotação precoce Edelweiss, no Estado de Nebraska, no meio oeste dos Estados Unidos. Nesta região os vinhedos são muito afetados por geadas tardias de primavera, uma das principais limitações locais para a produção de uvas. O autor observou período de dois a cinco dias de atraso da brotação em relação à testemunha quando pulverizadas concentrações entre 500 e 1500 mg L⁻¹ de ANA.

Em outro estudo, de Loseke (2014), ao trabalhar também com 'Edelweiss' no mesmo local não observou alteração do número de dias para brotação quando realizadas até três pulverizações de 1000 mg L⁻¹ de ANA.

No contexto desta tese, o experimento deste último capítulo foi realizado em continuação àqueles realizados nos ciclos anteriores, no Brasil e em Israel, apresentados nos capítulos II, III e IV. Foram realizados para testar em São Joaquim as ideias trabalhadas em Israel, com adaptações, e prosseguir na construção do conhecimento científico sobre o manejo da fisiologia da videira a campo. Novamente visou-se à evolução da construção e do estudo da potencialidade de uma tecnologia, buscando resultados sobre o atraso da brotação acompanhados da amenização ou anulação da redução da produção.

O objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito da pulverização do ácido naftalenoacético sobre o atraso da brotação de plantas de videira da variedade 'Chardonnay' cultivada em São Joaquim, Santa Catarina.

5.2 Material e Métodos

O experimento foi instalado na área de produção da empresa Vinhedos do Monte Agudo, localizada no município de São Joaquim, SC, a 1.270 m de altitude, 28°14'51''S e 49°57'42''O, durante o ciclo 2014/2015.

O vinhedo de 'Chardonnay' foi implantado no ano de 2005, em espaçamento 3,00 x 1,50 m, sendo as plantas conduzidas em sistema "Y" ou manjedoura, enxertadas sobre o porta-enxerto 'Paulsen 1103', sob cobertura com tela anti granizo.

A aplicação do ácido naftalenoacético (ANA Sigma[®]) foi realizada no mesmo dia da poda, em 19/08/2014, sendo esta a data em que a poda da variedade Chardonnay ocorreu no vinhedo. Foram testadas quatro concentrações de ANA (0, 1500, 3000 e 4500 mg L⁻¹).

O regulador de crescimento foi dissolvido diretamente em água, adicionando-se espalhante adesivo (Break-Thru[®] 0,1%). Para aplicação dos tratamentos, os ramos foram podados, padronizando plantas com média de trinta esporões contendo duas gemas. Procedeu-se a pulverização até o escoamento da solução, com cerca de 300 mL/planta, utilizando pulverizador costal e bico tipo leque.

O número de dias para a brotação foi definido a partir de contagem semanal de gemas brotadas, definindo a data de brotação quando 50% das gemas atingiram estágio de ponta verde (BBCH 08 - LORENZ et al., 1994).

Foi avaliada também a porcentagem de gemas não brotadas aos 63 dias após a instalação do experimento (24/10/2014). O número de cachos foi avaliado na data de colheita, quando amostras de cinco cachos por bloco foram coletadas para a determinação do peso médio dos cachos, do teor de sólidos solúveis totais (°Brix), da acidez total titulável (g ác. tartárico 100 mL⁻¹) e do pH.

A colheita foi realizada em 25/02/2015, para vinificação em espumante como nos ciclos 2012/2013 e 2013/2014, quando o mosto da testemunha apresentava teor de sólidos solúveis próximo de 18°Brix e ocorreram pelo menos três dias consecutivos sem chuva.

Após a colheita, para a determinação de sólidos solúveis totais foi utilizado o refratômetro de bancada (Instru Therm RTD-45); para pH, o peagâmetro de bancada (pH Meter PHS 3B); e a acidez total titulável foi obtida por titulação de acordo com a metodologia descrita pela Organization Internationale de la Vigne et du Vin (OIV, 2009).

Estas análises foram realizadas no Laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade

Federal de Santa Catarina, com três sub amostras de 50 bagas retiradas em diferentes posições dos cachos.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com quatro repetições de três plantas por parcela.

Os dados foram verificados quanto à normalidade de distribuição e à homogeneidade de variância pelo programa STATISTICA 12TM. Quando necessário, os dados de porcentagem foram transformados por [arcoseno $\sqrt{x(\%)}$] e dados de contagem foram transformados por [log (x)].

Para análise de variância dos dados obtidos foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Para as concentrações de ANA utilizadas aplicou-se a análise de regressão.

5.3 Resultados e Discussão

Os valores de F da análise de variância para este experimento são mostrados no anexo (**Tabela A19**). Para a confecção dos gráficos e tabelas apresentado a seguir foram considerados apenas efeitos significativos pela análise de variância. Todas as regressões apresentadas são significativas, indicando seus respectivos níveis de significância.

Dados de temperaturas médias, máximas e mínimas são mostrados em anexo. No período compreendido entre agosto de 2014 e fevereiro de 2015, quando realizado o presente experimento, observou-se, na maioria dos meses, que as temperaturas médias, máximas e mínimas foram inferiores à média histórica para o mesmo período (1961-2011; BORGHEZAN et al., 2014) (**Figura A5, A6 e A7**).

A precipitação acumulada no ciclo (1316,6 mm) foi ligeiramente superior à média histórica deste período (1130,6 mm). No mês da colheita e nos dois meses que a antecederam (dezembro/2014 a fevereiro/2015), acumulou-se uma precipitação (646,8 mm) bastante superior à média histórica deste período (491,5 mm) (**Figura A8**).

5.3.1 Dias para brotação

Houve alteração significativa do número de dias para brotação com o aumento das concentrações de ANA. Plantas de videira testemunha brotaram em média aos 21 dias depois do tratamento (DDT), enquanto aquelas tratadas com 4500 mg L⁻¹ de ANA, brotaram aos 35 DAT, somando 14 dias de atraso (**Figura 5.1**).

Maior número de dias foi observado ao se utilizar 3000 mg L⁻¹ de ANA, com 18 dias de atraso da brotação em relação à testemunha uma vez que plantas de videira que receberam este tratamento brotaram em média aos 39 DDT (**Figura 5.1**).

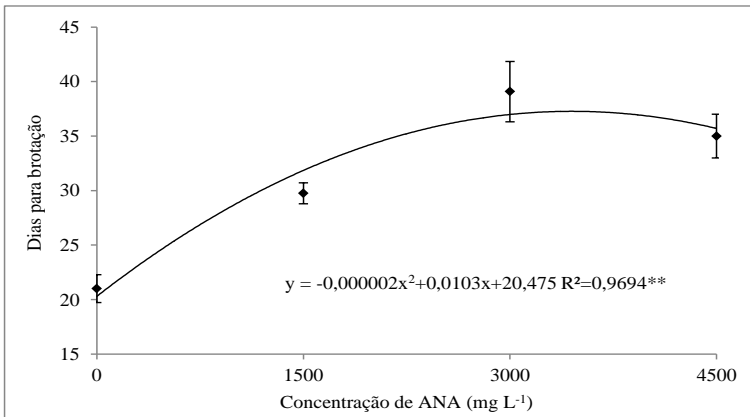


Figura 5.1. Número de dias para brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015. Barras representam o erro padrão.

No período da brotação das plantas neste experimento, compreendido entre 20/08 e 03/10/2014, a média das temperaturas médias foi equivalente a 11,1°C, das temperaturas máximas foi de 16,6°C e, das mínimas, de 6,4°C (**Figura 5.2**) sendo, em todos os casos, similar às médias históricas (1961-2011; BORGHEZAN et al., 2014) para o mesmo período (11,7°C, 17,3°C e 7,6°C, respectivamente).

A precipitação acumulada no período de 44 dias foi de 255,3 mm (**Figura 5.2**), o que equivale à média de 5,8 mm por dia e 174,1 mm por mês. Portanto, proporcionalmente, a precipitação foi similar às médias históricas mensais de agosto e setembro (151,7 e 175 mm, respectivamente).

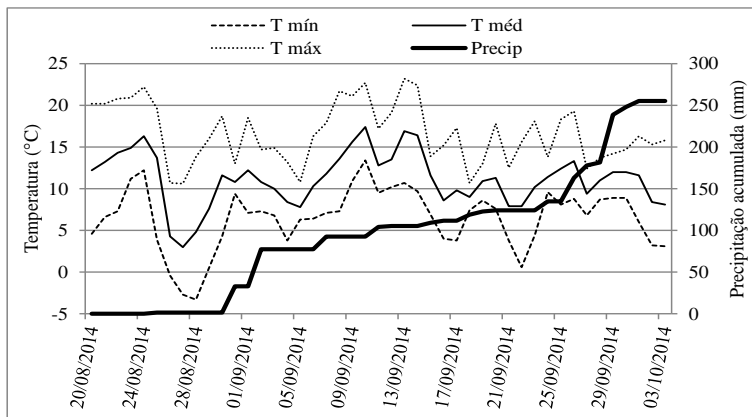


Figura 5.2. Médias das temperaturas média, máxima e mínima e precipitação acumulada no período da brotação do experimento com plantas de videira ‘Chardonnay’. São Joaquim, SC, 2014/2015.

A **Figura 5.3** mostra plantas de videira testemunha (**Figura 5.3A**) e tratadas com ANA nas concentrações 1500 mg L^{-1} (**Figura 5.3B**), 3000 mg L^{-1} (**Figura 5.3C**) e 4500 mg L^{-1} (**Figura 5.3D**), sendo as imagens obtidas em 25/09/2014, aos 37 DDT. Observa-se que a planta testemunha (**Figura 5.3A**) apresenta brotações maiores em comparação àquelas tratadas com ANA (**Figuras 5.3B, 5.3C e 5.3D**).

No capítulo III foi visto que, no ciclo 2013/2014, a aplicação via lanolina das concentrações de 1000, 2000 e 4000 mg L^{-1} de ANA, faixa de concentrações similar ao presente estudo, na data tradicional da poda, resultaram em atrasos inferiores, de nove, sete e dezesseis dias em relação à testemunha, respectivamente. Tal comparação permite concluir sobre a potencialidade do uso da pulverização do ANA.

Com a pulverização de ANA realizada em Israel em 2014, observou-se 14 e 24 dias de atraso da brotação quando aplicadas as concentrações de 500×2 e 1500 mg L^{-1} , respectivamente, como mostrado no capítulo IV. Naquela situação, apesar da menor concentração de auxina aplicada, o atraso foi maior que o obtido no presente experimento.



Figura 5.3. Brotação de plantas de videira ‘Chardonnay’ testemunha (A) e tratadas com ANA nas concentrações 1500 mg L⁻¹ (B), 3000 mg L⁻¹ (C) e 4500 mg L⁻¹ (D), em 25/09/2014 (37 DDT). São Joaquim, SC, 2014/2015.

Diferenças nos atrasos obtidos entre Israel e Brasil podem estar relacionadas às fontes de ANA utilizadas. Alphatin™ é um produto comercial israelense, com estabilidade para aplicação a campo, diferentemente dos hormônios puros (Sigma®) utilizados em São Joaquim. Maior estabilidade às variações das condições climáticas pode ter acarretado maior efetividade do produto e maior atraso da brotação.

Os adjuvantes utilizados também possuem características não compatíveis. O Break Thru® utilizado em São Joaquim é um espalhante adesivo solúvel não iônico do grupo químico dos silicões, que aumenta a absorção e penetração de agroquímicos (EVONIK INDUSTRIES, 2015). Armo Break®, utilizado em Israel, é um adjuvante que aumenta a absorção de compostos nitrogenados nos tecidos vegetais e induz a quebra de dormência de fruteiras de clima temperado (ETEC CROP SOLUTIONS, 2015).

Era esperado então que em Israel o atraso fosse menor devido à ação do adjuvante ser contrária ao atraso de brotação proposto no teste do produto comercial, entretanto, esta não foi a resposta observada.

Maior atraso em Israel também era esperado em função da maior temperatura média histórica no mês de brotação, equivalente a 14,8°C naquele país, como mencionado no capítulo anterior, em comparação à

média histórica de 11,1°C no mês de brotação em São Joaquim. A temperatura média mais elevada deveria ter induzido brotação mais rápida das plantas.

Grunfleh (2010), ao trabalhar com plantas de videira da variedade de brotação precoce Edelweiss, observou atrasos de brotação menores, com variação de dois a cinco dias em relação à brotação da testemunha quando utilizadas concentrações entre 500 e 1500 mg L⁻¹ de ANA.

O uso da concentração mais alta no estudo deste autor resultou em atraso de quatro dias em relação à testemunha. No presente estudo, ao se utilizar também 1500 mg L⁻¹ de ANA, foram obtidos nove dias de atraso em relação à plantas de videira que não receberam o ANA.

Diferentemente do presente estudo, até três pulverizações de 1000 mg L⁻¹ de ANA sobre plantas de videira da variedade Edelweiss não alteraram do número de dias para brotação no estudo realizado Loseke (2014).

A variedade Edelweiss é um híbrido interespecífico com alta tolerância a baixas temperaturas, que provavelmente possui diferenças metabólicas que podem ter influenciado as diferenças nas respostas aos tratamentos para postergação da dormência aqui testados (IOWA STATE UNIVERSITY, 2015).

Tomando por base o relato de alguns viticultores de que atrasos de brotação “de dez a quinze dias” contribuiriam para o sucesso do cultivo de variedades de brotação precoce, no presente experimento, o atraso de brotação mostrou-se satisfatório para proteção de plantas de videira.

Com os dezoito dias de atraso, a brotação das plantas ocorreu em 27/09/2014 (**Tabela A20**), quando a probabilidade de ocorrência de geadas é menor em relação ao final do mês de agosto ou início de setembro, quando normalmente ocorre a brotação da ‘Chardonnay’ em São Joaquim.

Segundo equações de Massignam & Ditttrich (1998), as probabilidades de ocorrência mensal de geada em função da altitude (1270 m) no Estado de Santa Catarina agosto 90,7% ($r^2=0,9045$), setembro 71,7% ($r^2=0,7776$) e outubro 44,5% ($r^2=0,5862$). Os mesmos autores elaboraram equações para estimar o número médio de geadas mensais para esta altitude, e os valores são 4 (3,84; $r^2=0,7768$) em agosto, 2 (2,19; $r^2=0,6829$) em setembro e 0 (0,07; $r^2=0,6135$) em outubro.

Considerando-se os meses de primavera do ano 2014, poucas geadas tardias foram registradas, no período compreendido entre 17/09 e 23/10/2014 (**Tabela A3**). Ocorreram duas geadas fora de estação

(temperatura mínima da relva - TMR - próxima a 0°C), uma fraca (TMR entre 0°C e -2°C) e uma moderada (TMR entre -2°C e -4°C).

As temperaturas mínimas registradas pela estação meteorológica mais próxima ao experimento mostram que valores abaixo de 0°C foram observados apenas entre 05/08 e 28/08/2014, período no qual ainda havia pouca brotação nas plantas (**Figura A3**).

Não houve efeitos impactantes sobre os vinhedos e não foi, portanto, possível ou necessário avaliar efeitos de geadas tardias de primavera sobre as plantas de videira.

5.3.2 Gemas não brotadas

A avaliação de gemas não brotadas mostra que houve aumento significativo da porcentagem com o aumento das concentrações de ANA.

Plantas de videira testemunha apresentaram 2,3% de gemas não brotadas enquanto aquelas tratadas com 1500 mg L⁻¹ de ANA apresentaram 6,4% e, com 4500 mg L⁻¹ desta substância, 18,4%. A porcentagem mais alta foi observada para o tratamento com 3000 mg L⁻¹ de ANA, equivalente a 20,0% (**Figura 5.4**).

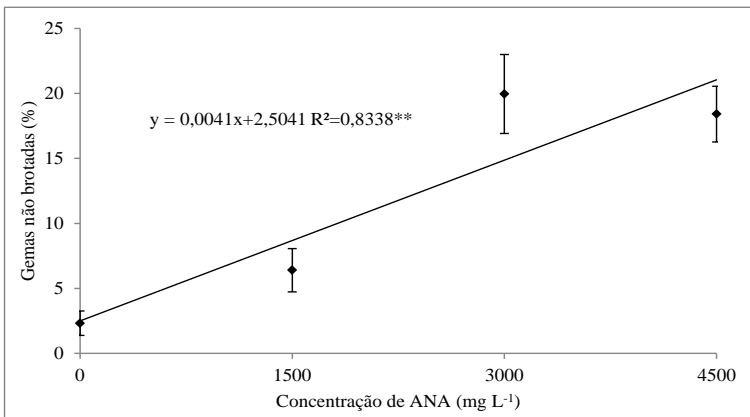


Figura 5.4. Porcentagem de gemas não brotadas de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015. Barras representam o erro padrão.

Plantas de videira ‘Edelweiss’ tratadas com uma, duas ou três pulverizações de 1000 mg L⁻¹ de ANA no estudo de Loseke (2014) apresentaram porcentagem de gemas não brotadas inferior a 5,7%,

sendo 8,7% a porcentagem registrada para o controle. A menor porcentagem em relação ao presente estudo pode estar associada com o parcelamento da aplicação do regulador de crescimento.

A alta tolerância a baixas temperaturas da 'Edelweiss' (IOWA STATE UNIVERSITY, 2015), acarretando diferenças metabólicas importantes, também pode ter influenciado a menor porcentagem de gemas não brotadas da variedade em resposta ao tratamento com auxinas sintéticas, em comparação à 'Chardonnay'.

No capítulo III foi visto que a porcentagem de gemas não brotadas, no ciclo 2013/2014, chegou a 49,6% quando aplicados 8000 mg L⁻¹ de ANA via lanolina. Todas as concentrações de ANA utilizadas naquele ciclo apresentaram porcentagem de gemas não brotadas superior a 20%, sendo que quando utilizadas as concentrações de 1000, 2000 e 4000 mg L⁻¹ de ANA, as porcentagens foram equivalentes a 26,8%; 33,4% e 41,3%, respectivamente.

A diferença entre metodologias de aplicação, acarretando importantes contrastes entre o tempo de exposição ao princípio ativo, deve ter influenciado as diferenças nas porcentagens observadas nesta comparação.

No capítulo IV também foi observado em Israel que o aumento da concentração da auxina sintética provocou aumento da porcentagem de gemas não brotadas. Considerando apenas a pulverização de 1500 mg L⁻¹ de ANA, na data tradicional da poda, foram observados 26,4% de gemas não brotadas a campo. Esta média representa, portanto, porcentagem superior ao presente estudo.

Como discutido no item anterior, os contrastes entre condições edafoclimáticas, fontes de auxina e os tipos de adjuvantes utilizados foram importantes para os resultados das aplicações sobre a brotação das plantas, e podem ter influenciado também a porcentagem final de gemas brotadas.

Com a aplicação de ANA através de pulverização as porcentagens de gemas não brotadas foram inferiores. Mesmo a maior concentração pulverizada deste regulador de crescimento resultou em porcentagem inferior a 20% no presente experimento.

Foi discutido nos capítulos anteriores o possível efeito herbicida de algumas auxinas quando em altas concentrações, por alterar o balanço de etileno e ABA, acarretando respostas como anomalias de crescimento, senescência e morte de tecidos (GROSSMAN, 2007). O ANA pode, portanto, exercer certo efeito herbicida sobre determinada população de gemas, acarretando danos ou até mesmo a morte de tecidos que impossibilitam sua brotação.

5.3.3 Número de cachos por planta

O número de cachos por planta de videira testemunha foi 62 (**Figura 5.5**), representando uma média superior em comparação aos ciclos passados, apresentados no capítulo III.

No ciclo 2012/2013, plantas testemunha podadas na mesma época (23/08/2012) apresentaram em média 41 cachos por planta e, no ciclo 2013/2014 (poda em 29/08/2013), 51 cachos. Considerando que o experimento foi realizado em todos os ciclos na mesma área experimental, isso sugere que não existe um efeito fitotóxico cumulativo do ANA sobre as plantas para ciclos seguintes.

Plantas pulverizadas com concentrações crescentes de ANA apresentaram redução significativa do número médio de cachos. Quando aplicada a concentração de 1500 mg L⁻¹ deste regulador de crescimento, a média de cachos observada foi de 55 (**Figura 5.5**), representando redução de 25,8% em relação à testemunha. A concentração de 4500 mg L⁻¹ apresentou média de 46 cachos (**Figura 5.5**), com redução de 25,8%.

Com a concentração de 3000 mg L⁻¹ de ANA, que resultou no maior atraso da brotação como discutido anteriormente, esta redução foi de 32,2% e as plantas apresentaram em média 42 cachos (**Figura 5.5**).

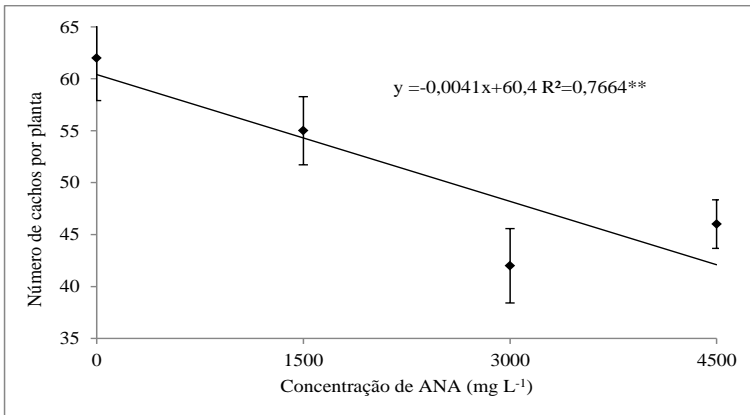


Figura 5.5. Número de cachos de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015. Barras representam o erro padrão.

A redução do número de cachos ocorreu em resposta ao aumento da porcentagem de gemas não brotadas conforme aumentou a concentração de ANA. O padrão de resposta da primeira variável foi exatamente inverso ao padrão da segunda.

Ainda que tenha ocorrido grande redução do número de cachos em comparação à testemunha, esta foi inferior quando comparada ao observado no ciclo 2013/2014, com o uso de lanolina para aplicação dos tratamentos. Plantas de videira tratadas na data tradicional da poda com 1000 mg L^{-1} de ANA apresentaram redução de 47,0% do número médio de cachos por planta; com 2000 mg L^{-1} de ANA apresentaram redução de 60,8%; com 4000 mg L^{-1} , a redução foi de 68,6%; e, com a maior concentração de ANA (8000 mg L^{-1}), foi de 70,6%.

5.3.4 Peso do cacho

O peso médio dos cachos de ‘Chardonnay’, apesar de significativamente alterado, apresentou pouca variação entre os tratamentos aplicados no ciclo 2014/2015.

Plantas testemunha apresentaram cachos com média de 124,0 g de peso e aquelas pulverizadas com ANA apresentaram cerca de 115 g, sendo 7,7% mais leves. A pulverização da concentração de 3000 mg L^{-1} de ANA, que resultou no maior atraso de brotação, também resultou no menor peso médio de cachos, equivalente a 111,9 g, 9,8% mais leves que cachos de plantas de videira testemunhas (**Figura 5.6**).

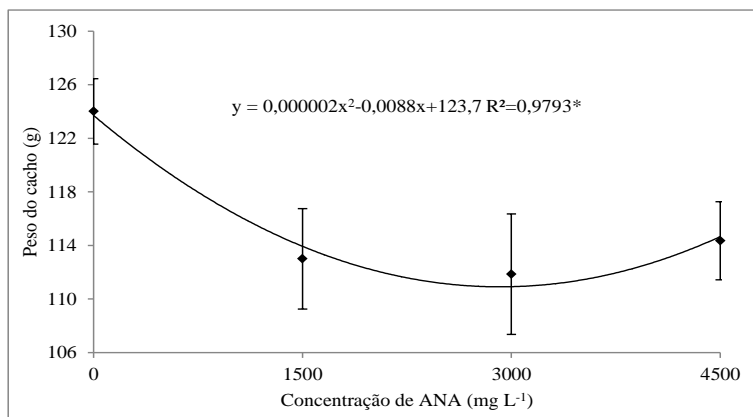


Figura 5.6. Peso médio do cacho de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015. Barras representam o erro padrão.

No período da floração, compreendido aproximadamente entre 20/10 e 11/11/2014, a média das temperaturas médias foi de 14,4°C, das máximas foi de 21,4°C e das mínimas foi de 8,9°C, e a precipitação acumulada foi de 119,3 mm. Estes dados e as informações de Vasconcelos et al. (2009) sugerem que as condições para o florescimento foram adequadas, com temperaturas acima de 12°C.

O peso médio dos cachos foi alto, não indicando problemas de floração considerando que, segundo o banco ativo de germoplasma francês da SUPAGRO (2015), o peso médio dos cachos de ‘Chardonnay’ é de 185 g.

No ciclo 2013/2014, plantas de videira testemunha podadas em 29/08/2013 apresentaram cachos com peso médio de 133,6 g. Observou-se que os cachos do presente ciclo apresentaram peso médio menor em relação àquele, o que pode ser reflexo de seu maior número, assim como ocorreu com a produção por planta.

5.3.5 Produção por planta

No ciclo 2014/2015 a produção média de plantas testemunha de ‘Chardonnay’ foi de 7,6 Kg por planta (**Figura 5.7**). Esta média foi maior que a obtida no ciclo 2013/2014, cujo valor de 6,2 Kg de uvas para plantas testemunhas podadas em 29/08/2013 foi apresentado no capítulo III. Esta maior produção é resultado do maior número de cachos deste ciclo em relação ao anterior.

Com a pulverização de ANA, a produção por planta foi significativamente reduzida. Os valores observados foram de 6,2; 4,8 e 5,3 Kg de uva por planta quando aplicadas as concentrações 1500, 3000 e 4500 mg L⁻¹, respectivamente (**Figura 5.7**).

As porcentagens de redução observadas foram de 18,8%; 36,8% e 31,0%, respectivamente. A maior foi, portanto, ocasionada pela pulverização de 3000 mg L⁻¹ de ANA, que causou também o maior atraso de brotação das plantas.

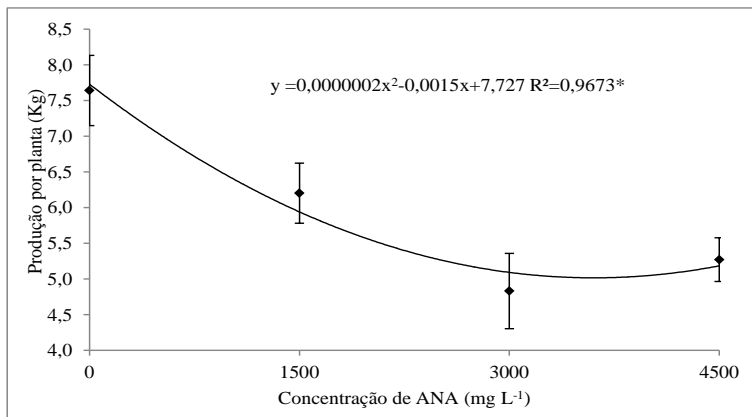


Figura 5.7. Produção de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015. Barras representam o erro padrão.

No ciclo 2013/2014 a redução da produção resultante do uso de ANA via lanolina foi maior. As concentrações de 1000, 2000 e 4000 mg L⁻¹ deste regulador de crescimento, mesma faixa do presente experimento, reduziram a produção em 40,3; 54,8 e 58,1%, respectivamente. Quando utilizados 8000 mg L⁻¹ de ANA, a maior concentração testada, a redução da produção foi de 61,3%.

A diferença entre metodologias de aplicação, acarretando importantes contrastes entre o tempo de exposição ao princípio ativo, foi provavelmente o principal fator a influenciar as diferenças nas porcentagens observadas.

Em Israel, após a pulverização de 1500 mg L⁻¹ de ANA, a redução da produção foi de 44,3%, considerando apenas o tratamento aplicado na data tradicional da poda, equivalente ao presente capítulo. Observa-se que a redução foi superior aos 18,8% observados com o uso da mesma concentração, pulverizada no mesmo momento, neste experimento. O atraso de brotação foi superior naquele país, entretanto, a porcentagem final de gemas não brotadas também o foi. Esta resposta resultou, conseqüentemente, em maior redução na produção em comparação ao presente estudo.

Considerando o espaçamento e o número de plantas por hectare, todos os tratamentos apresentaram produção acima de 10 ton ha⁻¹, variando de 10,7 ton ha⁻¹, com o uso dos 3000 mg L⁻¹ de ANA, a 16,9 ton ha⁻¹ das plantas de videira testemunhas (**Tabela 5.1**).

Tabela 5.1. Número de cachos por planta, peso de cachos, produção por planta e produção por hectare de plantas de videira ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ANA. São Joaquim, SC, 2014/2015.

ANA	Número de cachos	Peso de cachos (g)	Produção (Kg/planta)	Produção (ton/ha)
0 mg L ⁻¹	62	124,0	7,6	16,9
1500 mg L ⁻¹	55	113,0	6,2	13,8
3000 mg L ⁻¹	42	111,9	4,8	10,7
4500 mg L ⁻¹	46	114,4	5,3	11,8

5.3.6 Maturação tecnológica

Houve pouca variação na maturação tecnológica entre os diferentes tratamentos aplicados no presente ciclo. Plantas de videira tratadas com a maior concentração de ANA apresentaram maturação ligeiramente mais atrasada em comparação às testemunhas, como esperado, devido ao atraso do início do ciclo.

Quando pulverizadas com 4500 mg L⁻¹ de ANA, as plantas de videira apresentaram, na colheita, 18,7°Brix enquanto plantas testemunha apresentaram 19,3°Brix (**Figura 5.8**). Para a acidez total titulável, esses valores foram de 0,84 e 0,75 g de ácido tartárico 100 mL⁻¹ (**Figura 5.9**) e, para pH, 3,18 e 3,20 (**Figura 5.10**), respectivamente.

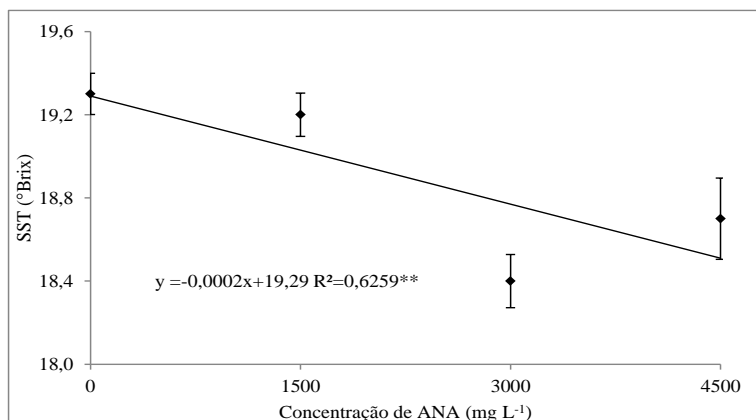


Figura 5.8. Sólidos solúveis totais do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015. Barras representam o erro padrão.

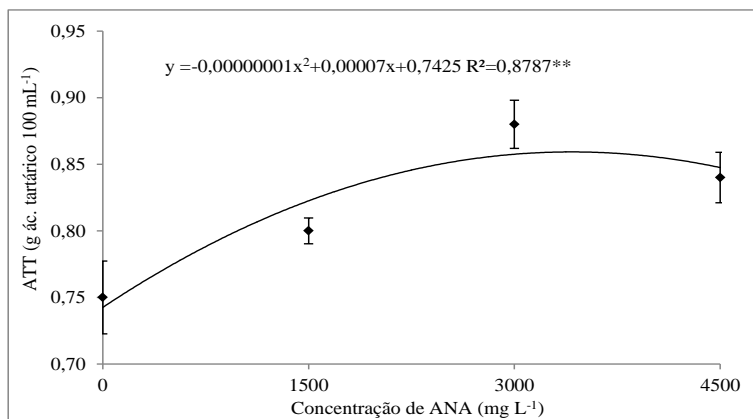


Figura 5.9. Acidez total titulável do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015. Barras representam o erro padrão.

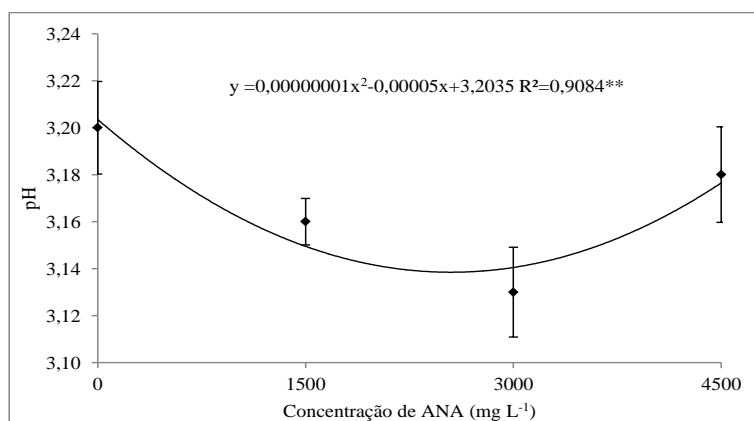


Figura 5.10. pH do mosto de uvas ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015. Barras representam o erro padrão.

No ciclo 2013/2014, plantas de videiras testemunha podadas em 29/08/2013 apresentaram na colheita em média 20,2°Brix, 0,95 mg de ácido tartárico 100 mL⁻¹ e pH de 3,32. Os valores de sólidos solúveis e pH indicam maturação ligeiramente mais atrasada no ciclo 2014/2015, enquanto a acidez total titulável mostrou-se mais baixa no 2013/2014.

Em anexo é possível observar que as temperaturas médias no período de maturação, compreendido entre dezembro e fevereiro, de

ambos os ciclos foram bastante similares, equivalentes a 15,8°C no ciclo 2013/2014 e 15,5°C no ciclo 2014/2015 (**Figura A5**).

O presente ciclo foi bastante chuvoso, com precipitação de 151,2 mm no mês de fevereiro de 2015 e próxima a 250 mm nos dois meses anteriores (**Figura A8**). Esta condição meteorológica acarretou o desenvolvimento de doenças fúngicas. Ainda assim, a colheita foi realizada com índices de maturação que possibilitaram a vinificação das uvas para a elaboração de vinho espumante.

5.4 Conclusão

A pulverização de ANA promoveu o atraso satisfatório da brotação de plantas de videira.

Houve menor porcentagem de gemas não brotadas em comparação ao uso da lanolina. A produção das plantas foi reduzida com o aumento da concentração de ANA, também de forma menos expressiva em comparação ao uso da lanolina.

O efeito dos tratamentos sobre os índices de maturação foi pouco expressivo. O uso do ANA mostrou-se promissor para evitar os problemas causados pelas geadas tardias de primavera, sendo a dose mais adequada de 3000 mg L⁻¹.

As vantagens desta forma de aplicação até então são a redução de efeitos negativos sobre a produção e a facilidade de execução dos tratamentos em comparação ao uso deste regulador via lanolina.

5.6 Referências Bibliográficas

AGUIAR, D.; MENDONÇA, M. Climatologia das geadas em Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p.762-773. (CDROM).

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

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**, Santa Maria, v.43, n.7, p.1162-1167. 2013.

ETEC CROP SOLUTIONS. Products. **Armo Break**[®]. Disponível em: <<http://www.elliottchemicals.co.nz/documents/armobreak%20label%20EL466.pdf>> Acesso em: 17 Jun. 2015.

EVONIK INDUSTRIES. Literature & publications. **Break-Thru**[®]. Disponível em: <<http://www.break-thru.com/product/break-thru/Documents/brochure-break-thru-s-240-PT-web.pdf>>. Acesso em: 17 Jun. 2015.

FALCÃO, L. D.; CHAVES, E. S.; BURIN, V. M.; FALCÃO, A. P.; GRIS, E. F.; BONIN, V.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.35, p.271-282. 2008.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR (sistema para análise de variância) para Windows, versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p. 255-258.

GROSSMAN, K. Auxin herbicide action. Article Addendum. **Plant Signaling & Behavior**, v.2, n.5, p.421-423. 2007.

IOWA STATE UNIVERSITY. Viticulture. Cultivars. **'Edelweiss'**. Disponível em: <<http://viticulture.hort.iastate.edu/cultivars/Edelweiss.pdf>>. Acesso em: 17 Jun. 2015.

LORENZ, D. H.; EICHHORN, K.W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitisvinifera* L. *ssp.* *Vinifera*). **Viticulture and Enology Science**, Springfield, v.49, p.66–70, 1994.

LOSEKE, B. A. Delay of bud break on 'Edelweiss' grapevines with multiple applications of Amigo oil and NAA. 2014. 118p. **Tese** (Doutorado em Agronomia e Horticultura) – University of Nebraska – Lincoln.

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

MASSIGNAM, A. M.; DITTRICH, R. C. Estimativa do número médio e da probabilidade mensal de ocorrência de geadas para o estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.6, n.2, p.213-220, 1998.

QRUNFLEH, I. M. Delaying bud break in ‘Edelweiss’ grapevines to avoid spring frost injury by NAA and vegetable oil applications. 2010. 120p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia e Horticultura) - University of Nebraska – Lincoln.

SUPAGRO. **Base de données du réseau français des conservatoires de Vignes. Chardonnay.** Disponível em: <http://bioweb.supagro.inra.fr/collections_vigne> Acesso em: 25 mar. 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível evoluir de forma expressiva no conhecimento para o manejo do atraso da brotação da videira. Entretanto, esta metodologia ainda não se apresenta de forma adequada para utilização comercial ou recomendação segura para os viticultores do Planalto Catarinense e necessita adequações.

Em função da característica inovadora do projeto, sem relatos de experiências anteriores similares quando o projeto se iniciou, alguns obstáculos importantes tiveram que ser superados para se chegar aos resultados obtidos até então.

Tratando-se de uma espécie de clima temperado, havia muitas dúvidas dado o estágio fenológico dormente, com reduzida circulação de seiva, e a presença de escamas protegendo as gemas, em relação à eficácia da aplicação de tratamentos, à forma de aplicação e aos efeitos negativos desta. Além disto, não havia garantia do efeito dos hormônios utilizados para se atingir o objetivo proposto, tampouco indicação da faixa de concentrações que deveria ser adotada.

Soma-se a isto a dificuldade relacionada à necessidade de vários anos de repetição dos experimentos para estabelecer técnicas de manejo. Variações nas concentrações e efeito das condições meteorológicas de cada ciclo são outras dificuldades que impossibilitaram, até o momento, a conclusão do desenvolvimento de uma tecnologia.

Foi gerado conhecimento necessário para nortear e facilitar a continuidade deste estudo, permitindo em um futuro próximo o estabelecimento da melhor técnica de manejo para o atraso da brotação da variedade Chardonnay, possibilitando o sucesso do cultivo na região de São Joaquim, SC. Os resultados observados neste estudo indicam que a utilização do ácido naftalenoacético (ANA) é promissora para promover o atraso da brotação da videira.

Experimentos com o parcelamento da pulverização do ANA tomando por base a faixa de concentração definida pelo presente trabalho podem ser realizados. Vários ciclos e diferentes locais de estudo devem ser avaliados com o objetivo de continuar o desenvolvimento desta metodologia e obter dados consistentes para divulgação de uma tecnologia.

Além disto, um estudo da viabilidade econômica do uso desta tecnologia, levando em conta o custo no que diz respeito à redução de produção versus quais seriam as perdas se a tecnologia não for usada, deverá ser realizado.

ANEXO

Tabela A1. Relatório de geadas registradas na estação meteorológica localizada na Estação Experimental da Epagri de São Joaquim (1376m de altitude), às 9:00h, no ano de 2012. São Joaquim, SC, 2012 (Epagri/CIRAM).

Data	Tipo***	TMR (°C)**	Data	Tipo	TMR (°C)	Data	Tipo	TMR (°C)
3/1	GFE		1/6	GFR	-1,4	7/8	GFE	
			5/6	GFR	-1,8			
28/3	GFR	-1,6	6/6	GMO	-2	4/9	GFE	
29/3	GFR	-1	7/6	GME	-5	5/9	GFE	
			7/6*	GFR		22/9	GFR	-2
7/4	GFE		8/6	GFO	-10,5	22/9*	GFE	
16/4	GFE		8/6*	GEX		23/9	GMO	-2,8
24/4	GFR	-1,2	9/6	GEX	-17,4	28/9	GFE	
			10/6	GFE				
1/5	GMO	-2,4	12/6	GFE		13/10	GFE	
2/5	GFE		13/6	GFE		24/10	GFE	
3/5	GFE		14/6	GFE				
9/5	GFE		16/6	GFE		26/11	GFE	
10/5	GFE		25/6	GFE				
13/5	GMO	-2,8	26/6	GFE		4/12*	GFE	
14/5	GFR	-1,6						
14/5*	GFE		2/7	GFE				
15/5	GFR	-1	3/7	GFE				
16/5	GFE		4/7	GFE				
17/5	GFE		8/7	GMO	-3			
18/5	GFE		9/7	GFR	-2			
19/5	GFE		12/7	GFR	0			
21/5	GFE		12/7*	GFR				
23/5	GFE		13/7	GMO	-2,2			
31/5	GMO	-2,5	14/7	GFR	-2			
			14/7*	GFE				
			15/7	GME	-5,5			
			16/7	GMO	-3			
			19/7	GMO	-2			
			21/7	GFR	0			
			22/7	GFR	0			

GFE	34
GFR	15
GMO	9
GME	2
GFO	1
GMF	0
GEF	0
GEX	2
TOTAL	63

*Registros às 21:00h; **Temperatura mínima da relva; ***GFE: geada fora da estação (TMR próxima a 0°C), GFR: geada fraca (TMR de 0°C a -2°C), GMO: geada moderada (TMR de -2°C a -4°C), GME: geada mediana (TMR de -4°C a -6°C), GFO: geada forte (TMR de -6°C a -8°C), GMF: geada muito forte (TMR de -8°C a -10°C), GEF: geada extremamente forte (TMR de -10°C a -12°C) e GEX: geada excepcional (TMR inferior a -12°C).

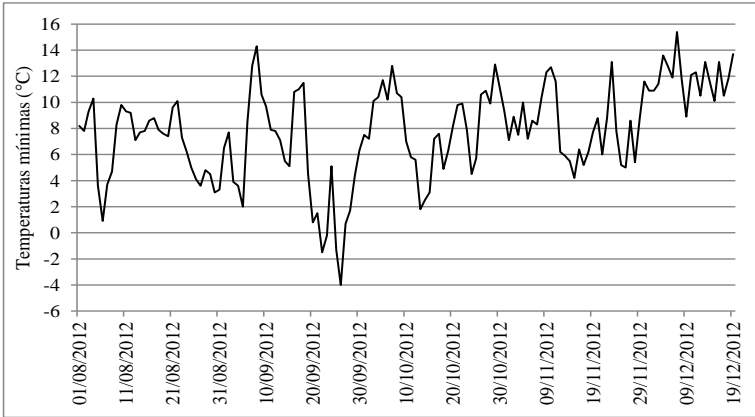


Figura A1. Temperaturas mínimas registradas na estação meteorológica localizada na Vinícola Villa Francioni (1293m de altitude, distante 3 Km e 23 metros mais elevada em relação ao local do experimento) no período compreendido entre 01/08 e 19/12/2012. São Joaquim, SC, 2012 (Epagri/CIRAM).

Tabela A2. Relatório de geadas registradas na estação meteorológica localizada na Estação Experimental da Epagri de São Joaquim (1376m de altitude), às 9:00h, no ano de 2013. São Joaquim, SC, 2013 (Epagri/CIRAM).

Data	Tipo***	TMR (°C)**	Data	Tipo	TMR (°C)	Data	Tipo	TMR (°C)
11/1	GFE		3/6	GMO	-3,8	5/8	GMO	-3,8
12/1	GFE		3/6*	GFR		16/8	GFR	-1,5
			4/6	GME	-4,8	17/8	GMO	-2,8
14/4	GME	-4,5	5/6	GFR	-1,6	18/8	GFR	0
17/4	GMO	-2,5	6/6	GFE		29/8	GFR	-1
19/4	GFR	-0,7	8/6	GFR	0			
20/4	GFE		13/6	GFE		18/9	GFR	-1
22/4	GFR	-0,4	14/6	GMO	-3,9	26/9	GFR	-1,5
23/4	GFE		22/6*	GMO		27/9	GFR	-1
			23/6	GME	-4,5			
6/5	GMO	-2,6	30/6	GMO	-3,5	8/10	GME	-5
7/5	GFR	-1,8				28/10	GMO	-2,5
7/5*	GFR		2/7	GFO	-8	29/10	GFR	0
8/5	GMF	-8,3	16/7	GMO	-3			
8/5*	GFR		17/7	GFR	-1,4	5/11	GFE	
9/5	GFR	-1,8	23/7	GMO	-5,8	6/11	GFE	
11/5	GFR	-0,8	24/7	GMO	-7,2	7/11	GFE	
17/5	GFO	-6,5	25/7	GMO	-2,8	14/11	GFE	
18/5	GFE		26/7	GFR	-0,5	17/11	GFR	-1,5
21/5	GFR	-1,2	27/7	GMO	-3			
22/5	GFR	0	28/7	GFR	-1			
23/5	GMO	-2,3	29/7	GFR	0			
24/5	GFE		30/7	GFE				
26/5	GFR	-0,5						
30/5*	GFR							
31/5	GFO	-7						

GFR	26
GMO	15
GME	4
GFO	3
GMF	1
GEF	0
GEX	0
TOTAL	49

*Registros às 21:00h; **Temperatura mínima da relva; ***GFE: geada fora da estação (TMR próxima a 0°C), GFR: geada fraca (TMR de 0°C a -2°C), GMO: geada moderada (TMR de -2°C a -4°C), GME: geada mediana (TMR de -4°C a -6°C), GFO: geada forte (TMR de -6°C a -8°C), GMF: geada muito forte (TMR de -8°C a -10°C), GEF: geada extremamente forte (TMR de -10°C a -12°C) e GEX: geada excepcional (TMR inferior a -12°C).

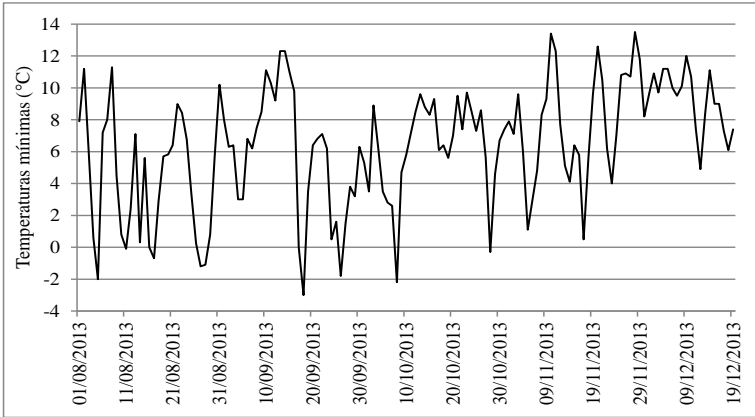


Figura A2. Temperaturas mínimas registradas na estação meteorológica localizada na Vinícola Villa Francioni (1293m de altitude, distante 3 Km e 23 metros mais elevada em relação ao local do experimento) no período compreendido entre 01/08 e 19/12/2013. São Joaquim, SC, 2013 (Epagri/CIRAM).

Tabela A3. Relatório de geadas registradas na estação meteorológica localizada na Estação Experimental da Epagri de São Joaquim (1376m de altitude), às 9:00h, no ano de 2014. São Joaquim, SC, 2014 (Epagri/CIRAM).

Data	Tipo***	TMR (°C)**	Data	Tipo	TMR (°C)	Data	Tipo	TMR (°C)
23/3	GFE		2/6*	GFR		5/8	GFO	-8
			3/6	GME	-5,4	9/8	GFR	0,5
14/4	GME	-4,5	4/6	GFR		13/8*	GFR	
27/4	GFE		9/6	GFR	0	14/8	GEF	-11
			10/6	GFR	-0,5	14/8*	GFR	
2/5	GFR	0	18/6*	GFR		22/8	GFE	
9/5	GFE		19/6	GFO	-7	26/8	GMO	-3
17/5	GFE		19/6*	GFR		27/8	GMO	-5
19/5	GFE		20/6	GMO	-3,4	28/8	GMF	-9,8
24/5	GMO	-5	21/6	GFR	0	29/8	GME	-4,6
25/5	GFE		22/6	GFR	0			
28/5	GFE					22/9	GMO	-3
29/5	GMO	-3,2	2/7	GMO	-2,2			
			12/7	GFR	1,5	2/10	GFE	
			20/7	GME	-5	23/10	GFE	
			21/7	GFR	-0,5			
			25/7*	GME				
			26/7	GFO	-5,5			
			27/7	GFO	-5			
			28/7	GMO	-2,5			
							GFE	10
							GFR	15
							GMO	8
							GME	5
							GFO	4
							GMF	1
							GEF	1
							GEX	0
							TOTAL	44

*Registros às 21:00h; **Temperatura mínima da relva; ***GFE: geada fora da estação (TMR próxima a 0°C), GFR: geada fraca (TMR de 0°C a -2°C), GMO: geada moderada (TMR de -2°C a -4°C), GME: geada mediana (TMR de -4°C a -6°C), GFO: geada forte (TMR de -6°C a -8°C), GMF: geada muito forte (TMR de -8°C a -10°C), GEF: geada extremamente forte (TMR de -10°C a -12°C) e GEX: geada excepcional (TMR inferior a -12°C).

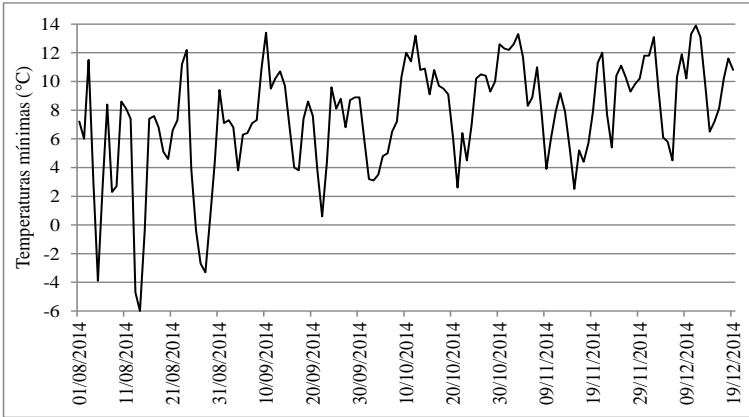


Figura A3. Temperaturas mínimas registradas na estação meteorológica localizada na Vinícola Villa Francioni (1293m de altitude, distante 3 Km e 23 metros mais elevada em relação ao local do experimento) no período compreendido entre 01/08 e 19/12/2014. São Joaquim, SC, 2014 (Epagri/CIRAM).

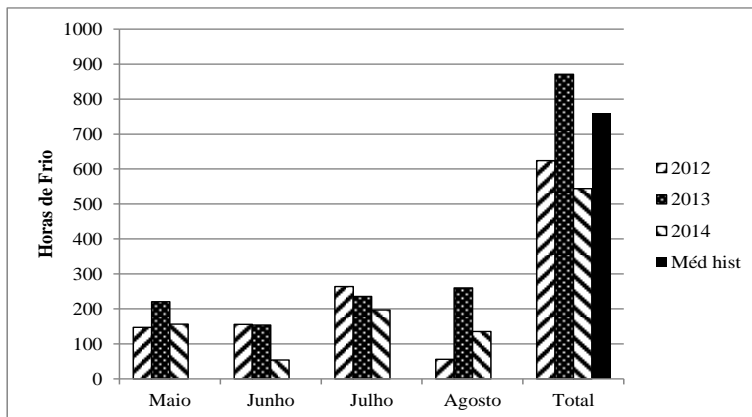


Figura A4. Horas de frio ($<7,2^{\circ}\text{C}$) registradas pela estação meteorológica localizada na Estação Experimental da Epagri de São Joaquim (1376m de altitude), nos meses de abril a agosto e total, dos anos de 2012, 2013 e 2014; incluindo a média histórica para o município (1961-2011; BORGHEZAN et al., 2014). São Joaquim, SC (Informativos Técnicos Epagri – Monitoramento do Frio – n° 6/12, 4/13 e 4/14).

Tabela A4. Valores de F da análise de variância do experimento com estacas da videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2012.

FONTES DE VARIACÃO	Dias para brotação	Índice de velocidade de brotação	Gemas não brotadas
Concentração de ANA	92,64**	101,44**	4,76*
CV (%)	4,24	5,67	67,74

** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A5. Valores de F da análise de variância do experimento com estacas da videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético e horas de frio. São Joaquim, SC, 2013.

FONTE DE VARIÇÃO	Dias para brotação 375 HF	Dias para brotação 1220 HF
Concentração de ANA	89,35**	102,72**
CV (%)	7,25	5,94

FONTE DE VARIÇÃO	Índice de velocidade de brotação	Gemas não brotadas
Horas de Frio	72,46**	83,05**
Concentração de ANA	385,48**	134,74**
HF x Concentração	7,58**	9,93**
CV (%)	12,12	20,04

** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A6. Valores de F da análise de variância do experimento com estacas da videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido abscísico. São Joaquim, SC, 2012.

FONTE DE VARIACÃO	Dias para brotação	Índice de velocidade de brotação	Gemas não brotadas
Concentração de ABA	22,26**	52,98**	2,88
CV (%)	5,14	4,09	80,16

** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A7. Valores de F da análise de variância do experimento com estacas da videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido abscísico e horas de frio. São Joaquim, SC, 2013.

FONTE DE VARIACÃO	Dias para brotação	Índice de velocidade de brotação	Gemas não brotadas
Horas de Frio	44,28**	63,14**	0,16
Concentração de ABA	79,10**	91,51**	1,34
HF x Concentração	5,69**	3,96*	2,13
CV (%)	6,78	5,58	51,34

** Significativo a 1% de probabilidade.

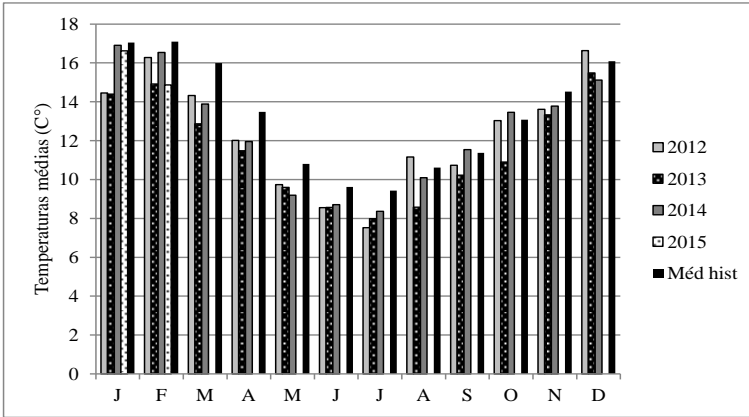


Figura A5. Médias das temperaturas médias ao longo dos meses do ano, registradas pela estação meteorológica localizada na Vinícola Villa Francioni (1293m de altitude) para o município de São Joaquim, SC, nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015; incluindo médias históricas (1961-2011; 1376m de altitude). São Joaquim, SC (Epagri/CIRAM; BORGHEZAN et al., 2014).

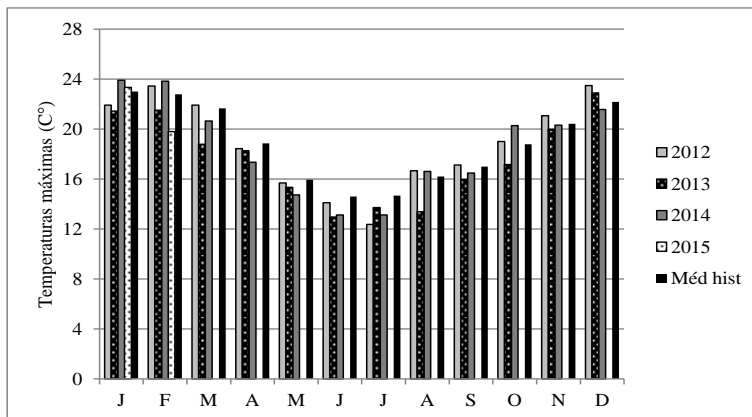


Figura A6. Médias das temperaturas máximas ao longo dos meses do ano, registradas pela estação meteorológica localizada na Vinícola Villa Francioni (1293m de altitude) para o município de São Joaquim, SC, nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015; incluindo médias históricas (1961-2011; 1376m de altitude). São Joaquim, SC (Epagri/CIRAM; BORGHEZAN et al., 2014).

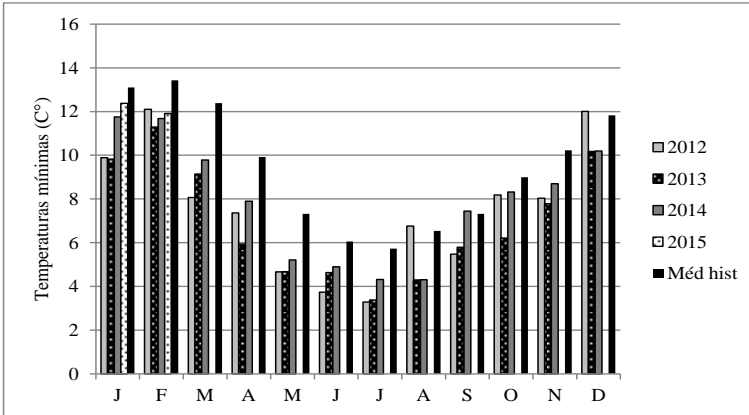


Figura A7. Médias das temperaturas mínimas ao longo dos meses do ano, registradas pela estação meteorológica localizada na Vinícola Villa Francioni (1293m de altitude) para o município de São Joaquim, SC, nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015; incluindo médias históricas (1961-2011; 1376m de altitude). São Joaquim, SC (Epagri/CIRAM; BORGHEZAN et al., 2014).

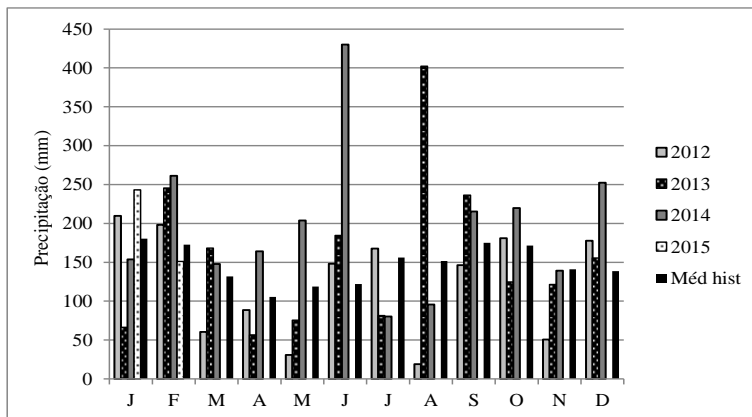


Figura A8. Precipitação acumulada mensal ao longo dos meses do ano, registradas pela estação meteorológica localizada na Estação Experimental da Epagri de São Joaquim (1376m de altitude), nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015; incluindo médias históricas (1961-2011). São Joaquim, SC (Epagri/CIRAM; BORGHEZAN et al., 2014).

Tabela A8. Valores de F da análise de variância do experimento com a videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético, em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013.

FONTE DE VARIACÃO	Dias para brotação	Ramos afetados pelas geadas	Número de cachos
Data de aplicação	279,54**	-	14,37**
Concentração de ANA	37,76**	2,03	1,62
Data x Concentração	2,31*	-	6,88**
Bloco	10,95**	5,13*	1,41
CV (%)	3,58	9,73	21,73
FONTE DE VARIACÃO	Sólidos solúveis totais	Acidez total titulável	pH
Data de aplicação	445,65**	660,79**	270,45**
Concentração de ANA	351,17**	403,10**	152,25**
Data x Concentração	247,71**	330,09**	139,99**
CV (%)	1,06	2,39	0,47

* Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A9. Valores de F da análise de variância do experimento com a videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético, em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.

FONTE DE VARIACÃO	Dias para brotação	Gemas não brotadas	Ramos afetados pelas geadas
Data de aplicação	194,01**	12,75**	1,53
Concentração de ANA	26,62**	33,76**	4,51**
Data x Concentração	2,22*	1,37	1,41
Blocos	1,79	3,70*	5,65**
CV (%)	13,37	33,27	12,67
FONTE DE VARIACÃO	Número de cachos	Peso de cachos	Produção por planta
Data de aplicação	17,00**	2,44	33,13**
Concentração de ANA	51,80**	1,20	32,17**
Data x Concentração	5,59**	1,29	7,37**
Blocos	2,96*	1,38	1,35
CV (%)	20,05	35,14	18,19
FONTE DE VARIACÃO	Sólidos solúveis totais	Acidez total titulável	pH
Data de aplicação	14,39**	19,12**	34,94**
Concentração de ANA	16,64**	6,28**	14,05**
Data x Concentração	6,48**	8,48**	19,06**
CV (%)	1,69	1,03	0,70

* Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A10. Atraso da brotação em relação à testemunha de plantas de ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013.

Data da aplicação	Concentração de ANA	Atraso em relação à testemunha (dias)	Data da brotação
01/08/2012	0 mg L ⁻¹	0	28/08/2012
	50 mg L ⁻¹	9	06/09/2012
	100 mg L ⁻¹	10	07/09/2012
	200 mg L ⁻¹	12	09/09/2012
	400 mg L ⁻¹	13	10/09/2012
14/08/2012	0 mg L ⁻¹	0	04/09/2012
	50 mg L ⁻¹	5	09/09/2012
	100 mg L ⁻¹	4	08/09/2012
	200 mg L ⁻¹	6	10/09/2012
	400 mg L ⁻¹	7	11/09/2012
23/08/2012	0 mg L ⁻¹	0	10/09/2012
	50 mg L ⁻¹	2	12/09/2012
	100 mg L ⁻¹	3	13/09/2012
	200 mg L ⁻¹	6	16/09/2012
	400 mg L ⁻¹	8	18/09/2012

Tabela A11. Atraso da brotação em relação à testemunha de plantas de ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético em diferentes datas, de acordo com a posição da gema. São Joaquim, SC, 2013/2014.

Concentração de ANA	Atraso em relação à testemunha (dias)	Data da brotação
31/07/2013		
0 mg L ⁻¹	0	05/09/2013
250 mg L ⁻¹	6	11/09/2013
500 mg L ⁻¹	8	13/09/2013
1000 mg L ⁻¹	9	14/09/2013
2000 mg L ⁻¹	10	15/09/2013
4000 mg L ⁻¹	17	22/09/2013
8000 mg L ⁻¹	31	06/10/2013
15/08/2013		
0 mg L ⁻¹	0	10/09/2013
250 mg L ⁻¹	8	18/09/2013
500 mg L ⁻¹	7	17/09/2013
1000 mg L ⁻¹	10	20/09/2013
2000 mg L ⁻¹	16	26/09/2013
4000 mg L ⁻¹	15	25/09/2013
8000 mg L ⁻¹	16	26/09/2013
29/08/2013		
0 mg L ⁻¹	0	12/09/2013
250 mg L ⁻¹	5	17/09/2013
500 mg L ⁻¹	5	17/09/2013
1000 mg L ⁻¹	8	20/09/2013
2000 mg L ⁻¹	7	19/09/2013
4000 mg L ⁻¹	16	28/09/2013
8000 mg L ⁻¹	19	01/10/2013

Tabela A12. Valores de F da análise de variância do experimento com a videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido abscísico, em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013.

FONTE DE VARIÇÃO	Dias para brotação	Ramos afetados pelas geadas	Número de cachos
Data de aplicação	138,27**	-	107,25**
Concentração de ABA	0,62	3,75*	1,33
Data x Concentração	0,61	-	5,64**
Blocos	1,81	1,96	0,55
CV (%)	4,84	22,82	20,89
FONTE DE VARIÇÃO	Sólidos solúveis totais	Acidez total titulável	pH
Data de aplicação	1975,75**	709,05**	586,05**
Concentração de ABA	20,37**	19,04**	38,39**
Data x Concentração	74,34**	35,11**	36,10**
CV (%)	1,41	4,30	0,73

** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A13. Valores de F da análise de variância do experimento com a videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido abscísico, em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.

FONTE DE VARIACÃO	Dias para brotação	Gemas não brotadas	Ramos afetados pelas geadas
Data de aplicação	1068,70**	18,56**	19,41**
Concentração de ABA	5,73**	3,38*	0,97
Data x Concentração	0,27	0,79	0,52
Blocos	2,59	0,68	1,12
CV (%)	5,82	6,23	31,22
FONTE DE VARIACÃO	Número de cachos	Peso de cachos	Produção por planta
Data de aplicação	16,56**	6,68**	3,84*
Concentração de ABA	1,23	0,34	2,43
Data x Concentração	1,64	0,34	4,91**
Blocos	0,97	4,01*	1,41
CV (%)	21,13	26,48	16,74
FONTE DE VARIACÃO	Sólidos solúveis totais	Acidez total titulável	pH
Data de aplicação	7,75**	46,50**	123,61**
Concentração de ABA	22,54**	10,19**	14,34**
Data x Concentração	9,97**	8,22*	13,32**
CV (%)	1,12	0,84	0,59

* Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A14. Atraso da brotação em relação à testemunha de plantas de ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2012/2013.

Data da aplicação	Concentração de ABA	Atraso em relação à testemunha (dias)	Data da brotação
01/08/2012	0 mg L ⁻¹	0	28/08/2012
	50 mg L ⁻¹	1	29/08/2012
	100 mg L ⁻¹	2	30/08/2012
	200 mg L ⁻¹	3	31/08/2012
	400 mg L ⁻¹	4	01/09/2012
14/08/2012	0 mg L ⁻¹	0	04/09/2012
	50 mg L ⁻¹	0	04/09/2012
	100 mg L ⁻¹	0	04/09/2012
	200 mg L ⁻¹	0	04/09/2012
	400 mg L ⁻¹	0	04/09/2012
23/08/2012	0 mg L ⁻¹	0	10/09/2012
	50 mg L ⁻¹	0	10/09/2012
	100 mg L ⁻¹	0	10/09/2012
	200 mg L ⁻¹	0	10/09/2012
	400 mg L ⁻¹	1	11/09/2012

Tabela A15. Atraso da brotação em relação à testemunha de plantas de ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido abscísico em diferentes datas. São Joaquim, SC, 2013/2014.

Concentração de ABA	Atraso em relação à testemunha (dias)	Data da brotação
31/07/2013		
0 mg L ⁻¹	0	05/09/2013
250 mg L ⁻¹	0	05/09/2013
500 mg L ⁻¹	1	06/09/2013
1000 mg L ⁻¹	2	07/09/2013
2000 mg L ⁻¹	2	07/09/2013
15/08/2013		
0 mg L ⁻¹	0	10/09/2013
250 mg L ⁻¹	0	09/09/2013
500 mg L ⁻¹	0	10/09/2013
1000 mg L ⁻¹	1	11/09/2013
2000 mg L ⁻¹	2	12/09/2013
29/08/2013		
0 mg L ⁻¹	0	12/09/2013
250 mg L ⁻¹	0	12/09/2013
500 mg L ⁻¹	2	14/09/2013
1000 mg L ⁻¹	1	13/09/2013
2000 mg L ⁻¹	3	15/09/2013

Tabela A16. Valores de F da análise de variância do experimento com a videira ‘Chardonnay’ tratada com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético, em diferentes datas. Israel, 2014.

FONTE DE VARIÇÃO	Dias para brotação	Gemas não brotadas	Produção por planta
Data de aplicação	4,13	6,82*	6,80*
Concentração de ANA	74,47**	28,27**	37,64**
Data x Concentração	0,84	1,98	0,72
Blocos	1,78	5,32**	0,02
CV (%)	16,18	75,31	20,12
FONTE DE VARIÇÃO	Número de cachos	Peso de cachos	Número de bagas por cacho
Data de aplicação	13,81**	0,07	0,57
Concentração de ANA	47,63**	2,03	1,25
Data x Concentração	1,29	0,05	0,51
Blocos	0,20	0,54	0,65
CV (%)	15,47	11,34	13,49
FONTE DE VARIÇÃO	Comprimento do engaço	Largura do engaço	Sólidos solúveis totais
Data de aplicação	0,12	0,00	5,62*
Concentração de ANA	16,27**	7,48*	0,65
Data x Concentração	0,53	0,88	4,81*
Blocos	0,97	0,88	0,61
CV (%)	8,84	9,67	6,43

* Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A17. Atraso da brotação em relação à testemunha de plantas de ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético, em diferentes datas. Israel, 2014.

Data da aplicação	Concentração de ANA	Atraso em relação à testemunha (dias)	Data da brotação
17/02/2014	0 mg L ⁻¹		09/03/2014
	500 x 2 mg L ⁻¹	14	23/03/2014
	1500 mg L ⁻¹	22	31/03/2014
03/03/2014	0 mg L ⁻¹		18/03/2014
	500 x 2 mg L ⁻¹	14	01/04/2014
	1500 mg L ⁻¹	27	13/04/2014

Tabela A18. Valores de F da análise de variância do experimento com estacas de videira 'Chardonnay' tratada com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético, em diferentes datas. Israel, 2014.

FONTE DE VARIÇÃO	Dias para brotação	Estacas mortas
Data de aplicação	0,21	0,80
Concentração de ANA	37,91**	48,05**
Data x Concentração	0,37	5,58**
CV (%)	17,17	57,50

* Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A19. Valores de F da análise de variância do experimento com plantas da videira ‘Chardonnay’ pulverizadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015.

FONTE DE VARIAÇÃO	Dias para brotação	Gemas não brotadas	
Concentração de ANA	28,94**	8,54**	
Blocos	3,00*	2,09	
CV (%)	5,17	8,62	
FONTE DE VARIAÇÃO	Número de cachos	Produção por planta	Peso do cacho
Concentração de ANA	7,04**	8,49**	2,86*
Blocos	0,81	0,96	1,47
CV (%)	22,11	24,67	9,84
FONTE DE VARIAÇÃO	Sólidos solúveis totais	Acidez total titulável	pH
Concentração de ANA	22,06**	3,32*	5,68**
Blocos	12,77**	16,78**	20,26**
CV (%)	1,79	1,57	1,34

* Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela A20. Atraso da brotação em relação à testemunha de plantas de ‘Chardonnay’ tratadas com diferentes concentrações de ácido naftalenoacético. São Joaquim, SC, 2014/2015.

Concentração de ANA	Atraso em relação à testemunha (dias)	Data da brotação
0 mg L ⁻¹		09/09/2014
1500 mg L ⁻¹	9	18/09/2014
3000 mg L ⁻¹	18	27/09/2014
4500 mg L ⁻¹	14	23/09/2014