

Temperatura e tempo de frio para a superação da dormência de gemas de videiras ‘Chardonnay’, ‘Merlot’ e ‘Cabernet Sauvignon’

Rafael Anzanello¹, Mariane Castanho de Christo²

¹ Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR).

E-mail: rafa-el-anzanello@agricultura.rs.gov.br; <http://lattes.cnpq.br/8285977374518125>

² Universidade de Caxias do Sul (UCS).

E-mail: mcchristo@ucs.br; <http://lattes.cnpq.br/5449201930321634>

Submetido em: 25 mar. 2020. Aceito: 14 ago. 2020.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.63.207-215>

Resumo

A videira apresenta um período de dormência no outono/inverno, superado pelo acúmulo de horas de frio (HF) $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$, temperatura genérica para frutíferas temperadas. Este trabalho objetivou avaliar a eficiência de diferentes temperaturas e tempos de frio para a superação da dormência de gemas de videiras. Estacas de videiras ‘Chardonnay’, ‘Merlot’ e ‘Cabernet Sauvignon’ foram coletadas em vinhedos localizados em Veranópolis-RS, em junho/2016, após 300 horas de frio (HF $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$) a campo. Os ramos, processados em estacas de nós-isolados, foram submetidos em câmaras incubadoras a três intensidades de frio (7,2, 10 e 13°C) e seis tempos de exposição (300, 396, 492, 588, 684 e 780 HF - considerando o somatório do frio acumulado a campo e o frio imposto em condições controladas). Ao final de cada tempo de frio, uma parcela das estacas foi transferida para 25°C para indução e avaliação da brotação das gemas. Os dados de brotação foram analisados quanto aos parâmetros de brotação máxima, precocidade e uniformidade. As cultivares apresentaram diferenças na necessidade de frio e na efetividade das temperaturas de frio para a superação da dormência. A ‘Chardonnay’ necessitou até 300 HF para a superação da dormência, independente da temperatura testada; a ‘Merlot’ necessitou até 396 HF a $7,2^{\circ}\text{C}$ e a 10°C e até 492 HF a 13°C ; e o ‘Cabernet Sauvignon’ necessitou até 492 HF a $7,2^{\circ}\text{C}$, até 588 HF a 10°C e até 684 HF a 13°C . A precocidade e uniformidade de brotação das gemas foi maior após suprido o frio na dormência para cada cultivar.

Palavras-chave: Brotação. Endodormência. Horas de frio. *Vitis vinifera*.

Abstract

Temperature and cold time to overcoming bud dormancy of ‘Chardonnay’, ‘Merlot’ and ‘Cabernet Sauvignon’ grapevines

The grapevine presents a dormancy period in Autumn/Winter, overcome by the accumulation of chilling hours (CH) $\leq 7.2^{\circ}\text{C}$, generic temperature for temperate fruit trees. This work aimed to evaluate the efficiency of different temperatures and cold times to overcoming bud dormancy of grapevines. Grapevines twigs ‘Chardonnay’, ‘Merlot’ and ‘Cabernet Sauvignon’ were collected from vineyards located in Veranópolis-RS, in June/2016, after 300 chilling hours (CH $\leq 7.2^{\circ}\text{C}$) in the field. The branches, processed on isolated node cuttings, were submitted in incubator chambers to three cold intensities (7.2, 10 and 13°C) and six exposure times (300, 396, 492, 588, 684 and 780 CH - considering the sum of the accumulated cold in the field and the cold imposed under controlled conditions). At the end of each cold period, a portion of the cuttings was transferred to 25°C for induction and evaluation of budburst. Budburst data were analyzed by parameters of maximum budburst, precocity and uniformity. Cultivars showed differences in the chilling requirement and in the effectiveness of

cold temperatures to overcoming dormancy. 'Chardonnay' required up to 300 CH to overcoming dormancy, regardless of tested temperature; 'Merlot' required up to 396 CH at 7.2°C and 10°C and up to 492 CH at 13°C; and 'Cabernet Sauvignon' required up to 492 CH at 7.2°C, up to 588 CH at 10°C and up to 684 CH at 13°C. The precocity and uniformity of budburst was superior after supply the chilling for each cultivar in the dormancy period.

Keywords: Budburst. Endodormancy. Chilling hours. *Vitis vinifera*.

Introdução

Em climas temperados e subtropicais, a videira apresenta um período de dormência das gemas no outono e inverno, no qual ocorre suspensão temporária do crescimento visível da planta. Segundo Melke (2015) existem três tipos de dormência, denominadas de paradormência, endodormência e ecodormência. Na paradormência, a ausência de desenvolvimento da gema é resultante da influência de outro órgão da planta, a exemplo disso à dominância apical. Na endodormência, a inibição da brotação é resultante de uma série de eventos bioquímicos e fisiológicos em níveis meristemáticos ou tecidos próximos, desencadeada pela percepção de um estímulo ambiental, sendo normalmente causada por baixas temperaturas, alterações no fotoperíodo ou ambos. Este tipo de dormência pode ocorrer com duração e intensidade distintas, sendo superada com o acúmulo de um determinado número de horas de frio igual ou abaixo de 7,2°C (HF) durante o outono e o inverno. Após a superação da endodormência, a brotação das gemas passa a depender das condições ambientais da primavera, principalmente temperatura e disponibilidade hídrica, no estado que se denomina de ecodormência.

A quantidade de frio necessária para superar a endodormência é regulada pela espécie e cultivar frutífera, podendo variar de 100 a 2000 HF (GUO et al., 2014; CONSIDINE, 2016). Para Atkinson, Brennan e Jones (2013), em um sistema produtivo, a endodormência é o período mais preocupante para os produtores, uma vez que o suprimento da necessidade de frio durante a endodormência é essencial para evitar desordens fenológicas, como brotação e floração insuficientes e/ou desuniformes. Uma má brotação ou brotação desuniforme pode comprometer tanto a produção quanto a distribuição dos ramos na planta, e a má floração e sua desuniformidade podem acarretar prejuízos à polinização e, por consequência, à eficiência de frutificação (ANZANELLO, 2019).

No Sul do Brasil, é normal ocorrerem grandes variações entre anos na disponibilidade de frio no outono e inverno. Isto exige, na maioria dos ciclos, a utilização de práticas para a superação artificial da endodormência, sendo empregados produtos químicos para “compensar” a falta de frio hibernal (PETRI et al., 2016). O manejo químico para a superação da endodormência apresenta grandes limitações de ferramentas técnicas para a tomada de decisão sobre a real necessidade de efetuar-lo no início de cada ciclo. Tal limitação força técnicos e produtores a executarem, indiscriminadamente, a aplicação de insumos para indução da brotação em todos os anos, com receio de prejuízos. Os compostos disponíveis para a superação da dormência são altamente tóxicos ao homem e ao meio ambiente (RUBIO et al., 2016). Além disso, tais insumos são, muitas vezes, usados sem o devido conhecimento técnico e critérios adequados de segurança para o produtor. No Brasil, por não haver recomendação de ausência de tratamento químico para a superação da dormência, são sugeridas apenas pequenas variações de dosagens entre ciclos, com base na disponibilidade de horas de frio de cada período hibernal. Contudo, essa determinação de horas de frio é baseada, principalmente, em experimentações e modelagens da dormência realizadas em condições de clima e genótipos distintos aos da realidade climática sul-brasileira (FELIPETTO et al., 2013).

Os modelos para quantificar o acúmulo de frio ocorrido em cada ano, para a superação da endodormência, permitindo caracterizar as exigências térmicas dos genótipos e auxiliar na necessidade de aplicação de insumos indutores de brotação em frutíferas, vêm sendo trabalhados desde a década de 1930 (LORET; BADENES; RÍOS, 2018). Os modelos mais conhecidos e aplicados são: Horas de Frio $\leq 7,2^\circ\text{C}$ (WEINBERGER, 1950); Modelo de Utah (RICHARDSON; SEELEY; WALKER, 1974) e Modelo de Carolina do Norte (SHALTOUT; UNRATH, 1983). Tais modelos foram ajustados às condições climáticas norte-americanas, caracterizadas por outonos e invernos constantes e regulares e, em sua maioria, elaborados para as culturas do pessegueiro e da macieira (WEINBERGER, 1950; RICHARDSON; SEELEY; WALKER, 1974; SHALTOUT; UNRATH, 1983). Já, para as condições climáticas sul-brasileiras (principal pólo de produção de uvas), onde ocorrem grandes oscilações térmicas durante o período de outono e inverno, esses modelos se mostram pouco fidedignos e, em sua maioria, imprecisos (ANZANELLO; FIALHO; SANTOS, 2018).



Diante da importância da produção de uva no Sul do Brasil e da carência de informações técnico-científicas sobre a influência da realidade climática local sobre o processo de dormência, salienta-se de suma importância a geração de informações básicas para ajuste de modelos mais eficazes para prever as respostas de brotação da cultura da videira. Informações sobre as HF para a superação de endodormência de cultivares de videira são limitadas, fazendo-se necessário quantificar a exigência de frio de cada cultivar, assim como definir as temperaturas efetivas para a entrada e a saída do processo de dormência dos genótipos.

Este trabalho objetivou avaliar a eficiência de diferentes temperaturas e a necessidade de frio para a superação da dormência de gemas de videiras das cultivares Chardonnay, Merlot e Cabernet Sauvignon.

Material e Métodos

Estacas de videiras das cultivares Chardonnay, Merlot e Cabernet Sauvignon foram coletadas em vinhedos comerciais (latitude 28°56'14" Sul, longitude 51°31'11" Oeste e altitude 705 m) no município de Veranópolis – RS, na Serra Gaúcha, em junho de 2016, com 300 HF \leq 7,2°C (HF) a campo. As estacas foram coletadas na parte intermediária dos ramos, medindo de 40 a 60 cm de comprimento, aproximadamente 1 cm de diâmetro e contendo 5 gemas por estaca, sem a presença de folhas. Na seleção do material para coleta foram consideradas a maturidade das gemas (gemas bem fechadas), a sanidade e o vigor das estacas, priorizando aquelas com crescimento intermediário.

Os ramos, após coletados, foram enrolados em feixes com folhas de jornal, umedecidos, colocados em sacos plásticos e transportados para o Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA), da Secretaria da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento Rural do Estado do RS (SEAPDR), em Veranópolis-RS, para a avaliação da dormência das gemas em condições controladas. As estacas passaram por um processo de limpeza, conforme metodologia proposta por Anzanello et al. (2014).

Após a desinfestação, as estacas foram processadas em estacas de nós-isolados (estacas com 7 cm, contendo uma única gema) e, posteriormente, plantadas em potes plásticos com espuma fenólica umedecida e submetidas, em câmaras incubadoras climatizadas, a três intensidades de frio (7,2, 10 e 13°C) e seis tempos de exposição (300, 396, 492, 588, 684 e 780 HF - considerando o somatório do frio a campo e o frio imposto em condições controladas). Ao final de cada tempo de frio, uma parcela das estacas foi transferida para a temperatura de 25°C para a indução e avaliação da brotação das gemas. A avaliação da brotação foi realizada diariamente até o 56º dia, anotando-se a data de brotação de cada gema, em estágio de ponta verde (CARVALHO et al., 2010). Os dados de brotação foram analisados quanto aos parâmetros de brotação máxima (porcentagem de gemas brotadas), precocidade (número de dias até a brotação da primeira gema) e uniformidade (número de dias entre a primeira e a última gema brotada).

A irrigação das estacas nas câmaras incubadoras foi realizada adicionando-se água a cada 48-72 horas. A reposição de água foi suficiente para saturar a espuma fenólica, evitando-se acúmulo de água livre. O controle preventivo de doenças nas estacas foi realizada pela utilização de defensivos químicos a base de pirimetamil e tebuconazol (sistêmicos) e iprodiona e captan (contato), pulverizados na dosagem de 1,5 a 2,0 ml L⁻¹. A aplicação foi realizada a cada 14 a 21 dias, intercalando-se os produtos de contato e sistêmico.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial de acordo com os regimes térmicos, cultivares e tempos de exposição testados, sendo cada combinação composta por três repetições (3 potes com 10 estacas cada). A adoção do delineamento em blocos visou controlar possíveis diferenças de circulação de ar no interior das câmaras incubadoras.

Os dados referentes à taxa de brotação final, precocidade e uniformidade foram submetidos à análise de variância. Os resultados com diferenças significativas, pelo teste "F", tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS, versão 9.1 (SAS, 1999).

Resultados e Discussão

As cultivares de videira 'Chardonnay', Merlot e 'Cabernet Sauvignon' apresentaram diferenças na necessidade de frio e na efetividade das temperaturas de frio para a superação da dormência (Figura 1). A cv. Chardonnay necessitou até 300 HF para a superação da dormência, independente da temperatura testada; a cv.

Merlot necessitou até 396 HF a 7,2°C e a 10°C e até 492 HF a 13°C; e a cv. Cabernet Sauvignon necessitou até 492 HF a 7,2°C, até 588 HF a 10°C e até 684 HF a 13°C. Isto mostra que as temperaturas de 7,2, 10 e 13°C se igualaram para o efeito de acúmulo de HF na cv. Chardonnay e as temperaturas de 7,2 e 10°C se igualaram para o efeito de acúmulo de HF na cv. Merlot. Diante disso, sinaliza-se que as temperaturas com eficácia similar para a superação da dormência é maior e mais alta para ‘Chardonnay’ (7,2 a 13°C) do que para a ‘Merlot’ (7,2 a 10°C), que por sua vez é superior à ‘Cabernet Sauvignon’ (7,2°C). Alvarez et al. (2018), mostraram que as cultivares Merlot e Cabernet Sauvignon necessitam de 400 e 500 HF a temperatura de 3°C, respectivamente, para a superação da dormência, valores semelhantes aos encontrados no presente estudo a 7,2°C.

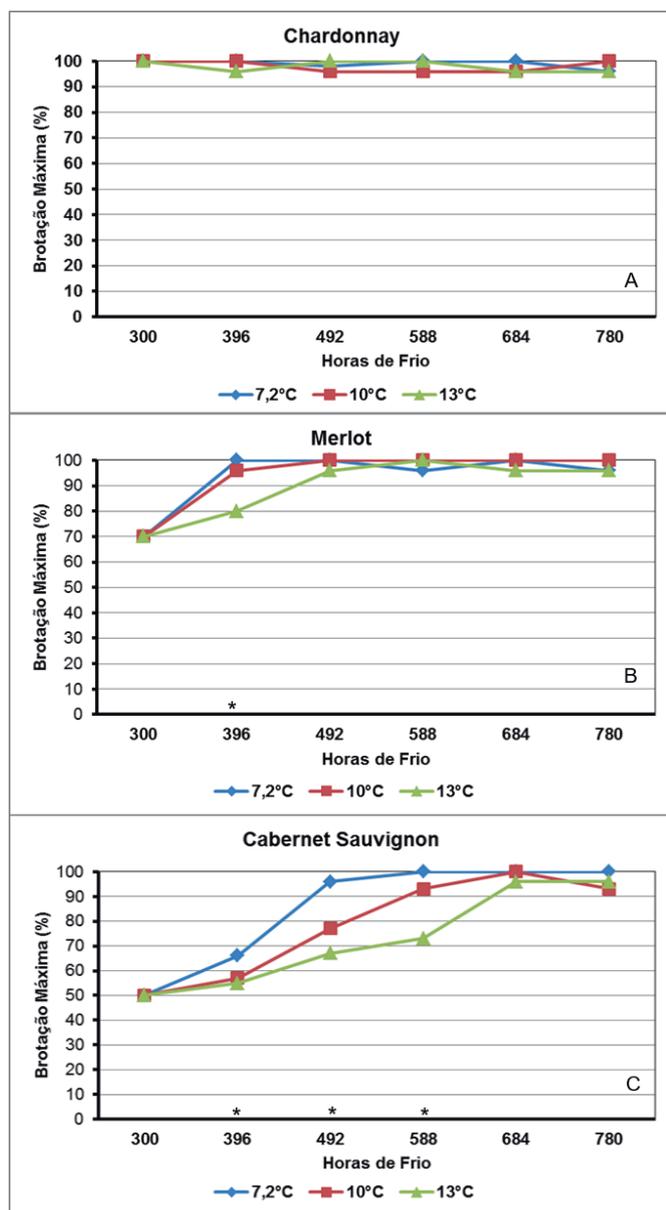


Figura 1
Brotação máxima de gemas de ‘Chardonnay’ (A), ‘Merlot’ (B) e ‘Cabernet Sauvignon’ (C) submetidas a diferentes temperaturas e tempos de frio no período de dormência. Diferenças significativas na brotação máxima, dentro de cada tempo de frio, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), encontram-se assinalados com (*)

Fonte: Autores (2020)

O contraste na necessidade de frio na dormência entre as cultivares de videira implica em diferenças no comportamento fenológico de início da brotação dos genótipos a campo. De acordo com Giovaninni (2008); Anzanello, Fialho e Santos (2018), quanto menor a exigência de frio, mais precoce a brotação da cultivar a campo. Tradicionalmente, a cultivar Chardonnay apresenta ciclo precoce, ‘Merlot’ ciclo intermediário e ‘Cabernet Sauvignon’ ciclo tardio na região da Serra Gaúcha (MANDELLI et al., 2003).

Para Richardson, Seeley e Walker (1974); Shaltout e Unrath (1983) as temperaturas de 7,2, 10 e 13°C possuem pesos diferentes na escala de unidades de frio (UF), pelos modelos de Utah e Carolina do Norte, sendo as temperaturas mais elevadas consideradas menos impactantes (7,2°C = 1 UF; 10°C = 0,5 UF e 13°C

= 0,0 UF). No entanto, os resultados obtidos no presente estudo salientam que a efetividade das temperaturas altas foi igual as mais baixas nas cvs. Chardonnay e Merlot para a superação da endodormência, indicando a necessidade de se reavaliar os modelos para a predição da brotação em espécies e/ou cultivares frutíferas temperadas que apresentam menor necessidade de frio. Esta constatação também foi observada por Putti, Petri e Mendez (2003), os quais afirmam a importância de se considerar intervalos maiores de temperaturas para modelagem da dormência em cultivares de macieira com menor exigência em frio. Trabalhando com pessegueiro, Chavarria et al. (2009) também observaram que temperaturas amenas de 10 e 15°C durante a dormência promovem adequados níveis de brotação para cultivares de baixa exigência em frio, como 'Turmalina' e 'Ágata'. Anzanello et al. (2010) mostraram que não houve diferenças entre as temperaturas de 3, 6, 9 a 12°C para a superação da dormência na cultivar de macieira Castel Gala (300 HF), enquanto na cultivar Royal Gala (600 HF), apenas as temperaturas mais baixas (3 e 6°C) foram efetivas. Portanto, estas informações mostram que modelos de previsão do status da dormência e da capacidade de brotação devem ser específicos para cada grupo de cultivar, considerando os contrastes de efeitos de cada faixa de temperatura.

A precocidade de brotação aumentou com a maior duração do frio (Figura 2). Considerando que o parâmetro precocidade é dado pelo número de dias até a brotação, após transferidas as gemas do frio para o calor, nota-se que a soma-térmica ou necessidade de horas de calor para iniciar a brotação diminuiu com o aumento da exposição das gemas ao frio, principalmente após a superação da dormência dos genótipos. Putti, Petri e Mendez (2003); Petri, Hawerth e Pola (2006), trabalhando com macieiras, também relatam que a necessidade de unidades de calor para o início do ciclo vegetativo é tanto menor quanto maior for o número de horas de frio acumuladas, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo. Trabalhando com a cultivar de pera Carrick, em condições controladas, Herter et al. (2001) também observaram redução no tempo médio para brotação, em gemas apicais, com o aumento do tempo de exposição ao frio. Outros trabalhos também verificaram que a quantidade de frio afeta, de modo inverso, o requerimento de calor para o início do ciclo vegetativo em pessegueiro (OKIE; BLACKBURN, 2011), damasco (ZHUANG et al., 2016), cerejeira (LUEDELING; KUNZ; BLANKE, 2013) e ameixeira (RUIZ et al., 2018).

A precocidade da brotação foi maior na cultivar Chardonnay se comparada a 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon' (Figura 2). Isto indica que a cultivar Chardonnay, além de ter um menor requerimento de frio para a superação da endodormência, apresenta uma menor necessidade de calor para a superação da ecodormência e, conseqüente, indução da brotação. Anzanello (2012) também observou que cultivares de macieira de ciclo precoce, como a 'Castel Gala', além de necessitarem menos horas de frio hibernal, demandam menor quantidade de horas de calor para iniciarem o ciclo vegetativo, se comparada a genótipos mais tardios, como a cultivar Royal Gala. Esse comportamento similar da precocidade em relação à exposição ao frio entre genótipos distintos em videira e macieira reforça a hipótese da existência de mecanismos similares e conservadores acerca do metabolismo das gemas entre espécies frutíferas de clima temperado.

Para Anzanello e Lampugnani (2020) o tempo para brotação, em dias, se relaciona com a profundidade do estado de endodormência das gemas. Esta tendência pôde ser observada para os diferentes regimes térmicos testados, nas cultivares Merlot e Cabernet Sauvignon (Figuras 2B e 2C). Até o período de máxima endodormência e/ou manutenção deste estágio, o número de dias para a brotação aumentou, decrescendo à medida que endodormência foi superada. Comportamento similar foi obtido por Campoy et al. (2011) em damasco, Albuquerque et al. (2017) em macieira e Anzanello (2019) em videira.

Para os regimes oscilatórios de 10 e 13°C, a precocidade de brotação foi maior se comparada ao tratamento de 7,2°C constante, independente do tempo de exposição de frio. Este comportamento sugere que temperaturas amenas de frio (10 e 13°C) contribuem, concomitantemente, para o acúmulo de frio para superar a endodormência, bem como fornecem soma térmica para o alcance da brotação. As unidades de calor necessárias para as gemas brotarem, possivelmente, foram fornecidas durante todo ou, quase todo, o processo de endodormência (D e S-endodormência), e não apenas na fase S-endodormência e ecodormência, como descrito por Faust et al. (1997), sendo um fator importante a ser considerado no ajuste de modelos de previsão de brotação.

O parâmetro uniformidade de brotação respondeu diferentemente com a evolução do frio durante a endodormência (Figura 3). Ao longo da superação do processo de dormência os valores de uniformidade mostraram maior variabilidade, independente da cultivar. Depois de concluído este período, a brotação se apresentou mais uniforme e regular. De modo geral, o comportamento entre as cultivares demonstra a importância da ocorrência de baixas temperaturas durante o período de dormência, para assegurar uma

adequada uniformidade de brotação das gemas na primavera, independentemente da classe ou grupo de exigência de frio do genótipo. Segundo Alldermann, Steyn e Cook (2011); Haverroth et al. (2013), o suprimento da necessidade de frio durante a endodormência é essencial para evitar desordens fenológicas, como brotação e floração insuficientes e/ou desuniformes. Para Herter et al. (2001), com o aumento da duração de frio, as gemas apresentam um tempo médio para brotação mais restrito (uniforme), o que está de acordo com os resultados alcançados neste estudo. Os resultados obtidos de maior uniformidade ou menor tempo médio para a brotação com o aumento do acúmulo de frio também foram obtidos por outros autores (BEAUVIEUX; WENDEN; DIRLEWANGER, 2018; ANZANELLO, 2019; FADÓN et al., 2020), trabalhando com diferentes espécies frutíferas temperadas.

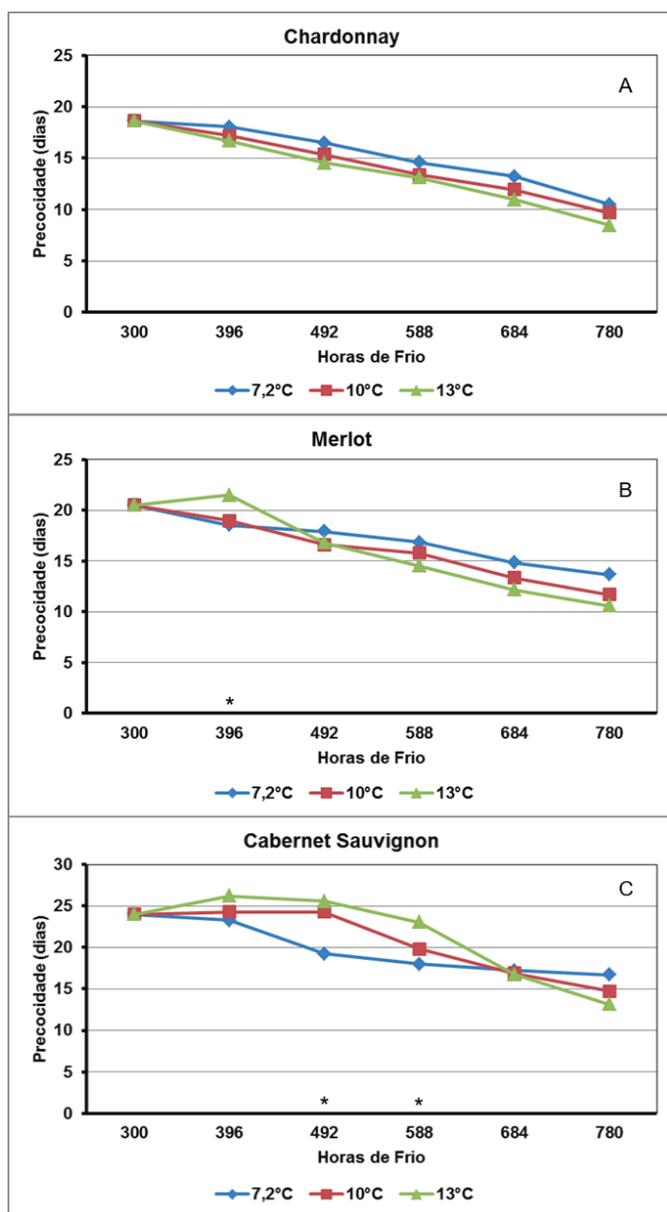


Figura 2
Precocidade de brotação de gemas de ‘Chardonnay’ (A), ‘Merlot’ (B) e ‘Cabernet Sauvignon’ (C) submetidas a diferentes temperaturas e tempos de frio no período de dormência. Diferenças significativas na brotação máxima, dentro de cada tempo de frio, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), encontram-se assinalados com (*)

Fonte: Autores (2020)

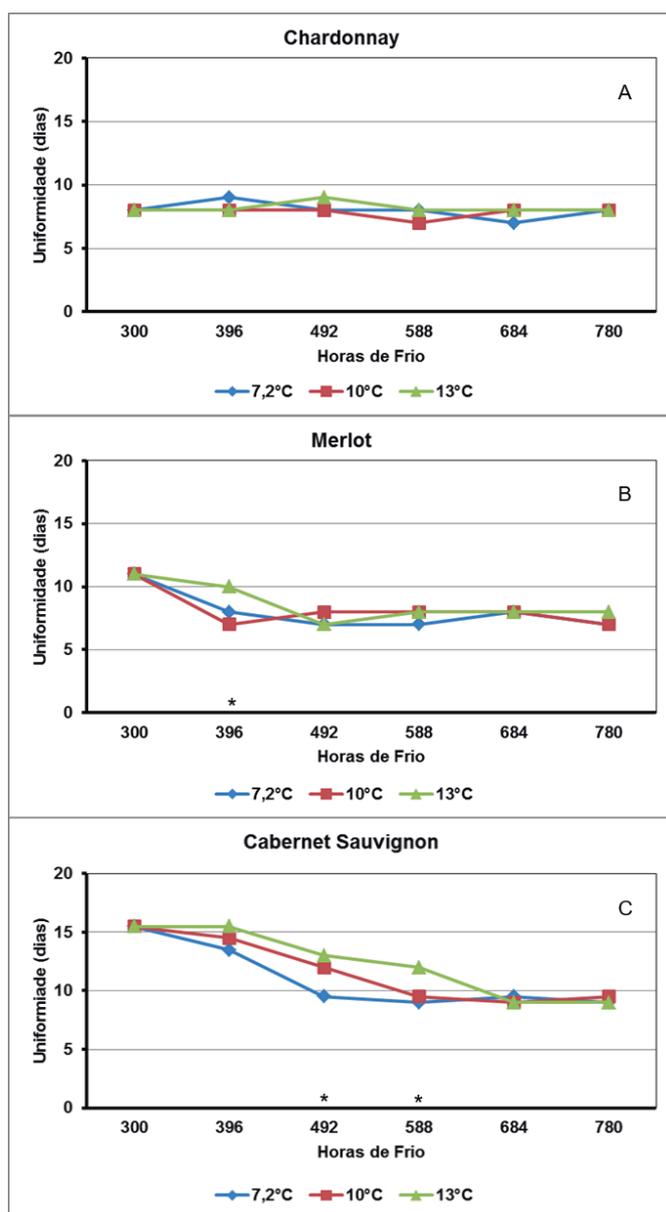


Figura 3 Uniformidade de brotação de gemas de ‘Chardonnay’ (A), ‘Merlot’ (B) e ‘Cabernet Sauvignon’ (C) submetidas a diferentes temperaturas e tempos de frio no período de dormência. Diferenças significativas na brotação máxima, dentro de cada tempo de frio, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), encontram-se assinalados com (*)

Fonte: Autores (2020)

Considerações Finais

As cultivares estudadas de videira apresentam diferentes necessidades de frio para a superação da dormência, sendo menor para a ‘Chardonnay’, intermediária para a ‘Merlot’ e superior para a ‘Cabernet Sauvignon’. O intervalo de temperaturas efetivas de frio para a superação da dormência é maior e mais alto para ‘Chardonnay’ (7,2 a 13°C) do que para ‘Merlot’ (7,2 a 10°C), que por sua vez é superior à cv. Cabernet Sauvignon (7,2°C). Um período maior de exposição ao frio durante a dormência favorece a precocidade da brotação das gemas. A uniformidade de brotação das gemas é maior após suprido o frio exigido para cada genótipo.

Referências

ALBUQUERQUE, Igor. et al. Dormancy studies in apple trees cultivars grown under mild climate. *Journal of Experimental Agriculture International*, New Delhi, v. 18, n. 3, p. 1-6, 2017.

ALLDERMANN, Laura A.; STEYN, Wiehann J.; COOK, Nigel E. Growth regulator manipulation of apple bud dormancy progressions under conditions of inadequate winter chilling. *South African Journal of Plant and Soil*, Pretoria, v. 28, n. 2, p. 103-109, 2011.

- ALVAREZ, Hector Camargo. et al. Time-to-event analysis to evaluate dormancy status of single-bud cuttings: an example for grapevines. *Plant Methods*, Melbourne, v. 94, n. 14, p. 1-13, 2018.
- ANZANELLO, Rafael; LAMPUGNANI, Cristian Scalvi. Necessidade de frio no período da dormência em pessegueiros. *Scientia Rural*, Ponta Grossa, v. 19, n. 1, p. 1-8, 2019.
- ANZANELLO, Rafael. Evolution of the grapevine bud dormancy under different thermal regimes. *Semina. Ciências Agrárias*, Curitiba, v. 40, n. 6, p. 3419-3428, 2019.
- ANZANELLO, Rafael; FIALHO, Flávio Bello; SANTOS, Henrique Pessoa. Chilling requirements and dormancy evolution in grapevine buds. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 42, n. 4, p. 364-371, 2018.
- ANZANELLO, Rafael. et al. Métodos biológicos para avaliar a brotação de gemas em macieira para modelagem da dormência. *Semina: Ciências Agrárias*, Curitiba, v. 35, n. 3, p. 1163-1176, 2014.
- ANZANELLO, Rafael. Fisiologia e modelagem da dormência de gemas em macieira. 2012. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, UFRGS, Porto Alegre, 2012.
- ANZANELLO, Rafael. et al. Temperatura e tempo de frio para indução e superação de dormência em gemas de macieira. In: XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura, 1., 2010, Natal. Anais [...]. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. 4p.
- ATKINSON, Christopher J.; BRENNAN, Rex M.; JONES, Helen G. Declining chilling and its impact on temperate perennial crops. *Environmental and Experimental Botany*, Oxford, v. 91, n. 1, p. 48-62, 2013.
- BEAUVIEUX, Rémi. WENDEN, Bénédicte; DIRLEWANGER, Elisabeth. Bud Dormancy in Perennial Fruit Tree Species: A Pivotal Role for Oxidative Cues. *Frontiers in Plant Science*, Lausanne, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2018.
- CAMPOY, José Antonio. et al. High temperatures and time to budbreak in low chill apricot 'Palsteyn'. Towards a better understanding of chill and heat requirements fulfillment. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 129, n. 4, p. 649-655, 2011.
- CARVALHO, Rui I.N. et al. Estádios de brotação de gemas de fruteiras de clima temperado para o teste biológico de avaliação de dormência. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 93-100, 2010.
- CHAVARRIA, Geraldo. et al. Mild temperatures on bud breaking dormancy in peaches. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2016-2021. 2009.
- CONSIDINE, Michael J. On the language and physiology of dormancy and quiescence in plants. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 67, n. 11, p. 3189-3203, 2016.
- FADÓN, Erica et al. Chilling and heat requirements of temperate stone fruit trees (*Prunus* sp.). *Agronomy*, Basel, v. 10, n.3, p.1-32, 2020.
- FAUST, Miklos et al. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiology basis for dormancy induction, maintenance, and release. *HortScience*, Alexandria, v. 32, n. 4, p. 623-629, 1997.
- FELIPPETO, João et al. Modelos de previsão de brotação para a cultivar de videira Cabernet Sauvignon Na Serra Gaúcha. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 85-91, 2013.
- GIOVANINNI, Eduardo. Produção de uvas para vinhos, suco e mesa. 3.ed. Porto Alegre: Editora Renascença, 2008.
- GUO, Liang et al. Chilling and heat requirements for flowering in temperate fruit trees. *International Journal of Biometeorology*, Lisse, v. 58, n. 6, p. 1195-1206, 2014.
- HAWERROTH, Fernando José. et al. Evaluation of winter temperatures on apple budbreak using grafted twigs. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 713-721, 2013.
- HERTER, Flávio Gilberto. et al. Efeito do frio na brotação de gemas de pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Carrick, em Pelotas, RS. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 261-264, 2001.
- LORET, Alba; BADENES, María Luisa; RÍOS, Gabino. Modulation of dormancy and growth responses in reproductive buds of temperate trees, *Frontiers in Plant Science*, Lausanne, v. 9, n. 13, p. 1368-1375, 2018.
- LUEDLING, Eike; KUNZ, Achim; BLANKE, Michael M. Identification of chilling and heat requirements of cherry trees - a statistical approach. *International Journal of Biometeorology*, Heidelberg, v. 57, n. 1, p. 679-689, 2013.
- MANDELLI, Francisco. et al. Fenologia da videira da na Serra Gaúcha. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v. 9, n. 1-2, p. 129-144, 2003.

- MELKE, Abayneh. The physiology of chilling temperature requirements for dormancy release and bud-break in temperate fruit trees grown at mild winter tropical climate. *Journal of Plant Studies*, Washington, v. 4, n. 2, p. 110-156, 2015.
- OKIE, William R.; BLACKBURN, Bryan. Increasing chilling reduces heat requirement for floral budbreak in peach. *HortScience*, Alexandria, v. 46, n. 2, p. 245–252, 2011.
- PETRI, José Luiz. et al. Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado. 1.ed. Florianópolis: Epagri, 2016.
- PETRI, José Luiz; PALLADINI, Luís Antônio; POLA, Augusto Carlos. Dormência e indução à brotação em macieira. In: EPAGRI. A cultura da macieira. Florianópolis, 2006. p.261-297.
- PUTTI, Gilberto Luiz; PETRI, José Luiz; MENDEZ, Marta Elena. Temperaturas efetivas para a dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 210-212. 2003.
- RICHARDSON, Eric A; SEELEY, Schuyler D.; WALKER, David R. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *HortScience*, Alexandria, v. 9, n. 4, p. 331-332, 1974.
- RUBIO, Sebastian Gerardo. et al. Relationship between endodormancy and cold hardiness in grapevine buds. *Journal Plant Growth Regulation*, New York, v. 35, n. 1, p. 266–275, 2016.
- RUIZ, David. et al. Chilling and heat requirements of Japanese plum cultivars for flowering. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 242, n. 1, p. 164-169, 2018.
- SAS. SAS Software. Version 9.1. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc., 1999.
- SHALTOOT, Assem D.; UNRATH, Richard R. Rest completion prediction model for 'Starkrimson Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount Vernon, v. 108, n. 6, p. 957-961, 1983.
- WEINBERGER, John H. Chilling requirements of peach varieties. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, Geneva, v. 56, n. 1, p. 122-128, 1950.
- ZHUANG, Weibing. et al. Determination of chilling and heat requirements of 69 Japanese apricot cultivars. *European Journal of Agronomy*, v. 74, n. 1, p. 68-74, 2016.