

Boletim Técnico

06

Pesquisa e Desenvolvimento

2022
ISSN 2674-8177

Rafael Anzanello
Cláudia Martellet Fogaça
Amanda Heemann Junges
Gabriele Becker Delwing Sartori



Imagem: Rafael Anzanello

Requerimentos de frio e evolução da dormência em gemas de videiras



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO E PESQUISA
AGROPECUÁRIA**

BOLETIM TÉCNICO: pesquisa e desenvolvimento

**REQUERIMENTOS DE FRIO E EVOLUÇÃO DA
DORMÊNCIA EM GEMAS DE VIDEIRAS**

Rafael Anzanello

Cláudia Martellet Fogaça

Amanda Heemann Junges

Gabriele Becker Delwing Sartori

Porto Alegre, RS

2022

Governador do Estado do Rio Grande do Sul: Ranolfo Vieira Júnior

Secretária da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural: Domingos Velho Lopes

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: (51) 3288.8000

<https://www.agricultura.rs.gov.br/ddpa>

Diretor: Caio Fábio Stoffel Efrom

Comissão Editorial:

Loana Silveira Cardoso; Lia Rosane Rodrigues; Bruno Brito Lisboa; Larissa Bueno Ambrosini; Marioni Dornelles da Silva.

Arte: Rodrigo Nolte Martins

Catálogo e normalização: Marioni Dornelles da Silva CRB-10/1978

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R427 Requerimentos de frio e evolução da dormência em gemas de videiras / Anzanello... [et al.]. – Porto Alegre : SEAPDR/DDPA, 2022. 47 p. ; il. – (Boletim Técnico: pesquisa e desenvolvimento, ISSN 2674-8177; 6).

Continuação de Boletim Fepagro, 1995-2016.

1. Viticultura. 2. Mudanças climáticas. 3. Modelos de dormência. 4. Serra Gaúcha. 5. *Vitis vinífera*. I. Anzanello, Rafael. II. Série.

CDU 634.84 (816.5)

REFERÊNCIA

ANZANELLO, Rafael *et al.* **Requerimentos de frio e evolução da dormência em gemas de videiras.** Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2022. 47 p. (Boletim Técnico: pesquisa e desenvolvimento, 6).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAL E MÉTODOS	16
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4 CONCLUSÕES.....	40
5 AGRADECIMENTO	41
REFERÊNCIAS	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodologia para caracterização das necessidades de frio no período de dormência de gemas de videiras. 1) Estacas de videiras coletadas a campo; 2) Ramos fragmentados em estacas de nós-isolados; 3) Estacas de nós-isolados; 4) Estacas plantadas em espuma fenólica umedecida; 5) Estacas submetidas ao frio por diferentes tempos de exposição; 6) Estacas em processo de indução e avaliação da brotação das gemas.....21

Figura 2. Brotação máxima (A), precocidade (B) e uniformidade de brotação (C) de gemas de videiras ‘Chardonnay’, ‘Merlot’ e ‘Cabernet Sauvignon’ submetidas a temperatura constante de 7,2 °C durante o período de dormência (C). Veranópolis, 2019.....25

Figura 3. Brotação máxima de gemas de videiras ‘Chardonnay’ (A), ‘Merlot’ (B) e ‘Cabernet Sauvignon’ (C) submetidas a temperatura constante de 7,2 °C ou ciclos diários de 7/18 °C, por 6/18 h, 12/12 h e 18/6 h, durante o período de dormência (C). Veranópolis, 2020.....26

Figura 4. Brotação máxima de gemas de videiras ‘Chardonnay’ (A), ‘Merlot’ (B) e ‘Cabernet Sauvignon’ (C) submetidas a temperatura constante (7,2 °C) ou alternada (7,2 °C e 18 °C, por 12/12 h), combinada com zero (0 h), um (24 h) ou dois dias (48 h) por semana a 25 °C, durante o período de dormência (C). Veranópolis, 2021.....27

Figura 5. Precocidade de brotação de gemas de videiras ‘Chardonnay’ (A), ‘Merlot’ (B) e ‘Cabernet Sauvignon’ (C) submetidas a temperatura constante de 7,2 °C ou ciclos

diários de 7/18 °C, por 6/18 h, 12/12 h e 18/6 h, durante o período de dormência (C). Veranópolis, 2020.....36

Figura 6. Precocidade de brotação de gemas de videiras ‘Chardonnay’ (A), ‘Merlot’ (B) e ‘Cabernet Sauvignon’ (C) submetidas a temperatura constante (7,2 °C) ou alternada (7,2 °C e 18 °C, por 12/12 h), combinada com zero (0 h), um (24 h) ou dois dias (48 h) por semana a 25 °C, durante o período de dormência (C). Veranópolis, 2021.....37

Figura 7. Uniformidade de brotação de gemas de videiras ‘Chardonnay’ (A), ‘Merlot’ (B) e ‘Cabernet Sauvignon’ (C) submetidas a temperatura constante de 7,2 °C ou ciclos diários de 7/18 °C, por 6/18 h, 12/12 h e 18/6 h, durante o período de dormência (C). Veranópolis, 2020.....38

Figura 8. Uniformidade de brotação de gemas de videiras ‘Chardonnay’ (A), ‘Merlot’ (B) e ‘Cabernet Sauvignon’ (C) submetidas a temperatura constante (7,2 °C) ou alternada (7,2 °C e 18 °C, por 12/12 h), combinada com zero (0 h), um (24 h) ou dois dias (48 h) por semana a 25 °C, durante o período de dormência (C). Veranópolis, 2021.....39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade de frio estimada para a superação da endodormência pelos modelos de Horas de Frio ($HF \leq 7,2 \text{ }^\circ\text{C}$), Utah (UT), Carolina do Norte (CN), Utah Modificado (UTm) e Carolina do Norte Modificado (CNm), para as cultivares Chardonnay (CH), Merlot (M) e Cabernet Sauvignon (CS). Veranópolis, 2021.....	33
---	----

BOLETIM TÉCNICO: pesquisa e desenvolvimento

Requerimentos de frio e evolução da dormência em gemas de videiras

Rafael Anzanello¹, Claudia Martellet Fogaça¹, Amanda
Heemann Junges¹, Gabriele Becker Delwing Sartori²

¹ Pesquisadores do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa em Fruticultura (CEFRUTI) - Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) - Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR). E-mail de correspondência: rafa-el-anzanello@agricultura.rs.gov.br

² Técnica em Pesquisa: Laboratório, CEFRUTI/DDPA/SEAPDR.

RESUMO

Flutuações na disponibilidade de frio hibernal afetam a dormência e brotação de gemas de cultivares de *Vitis vinifera*. Objetivou-se quantificar os requerimentos térmicos durante a dormência de gemas de videiras 'Chardonnay', 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon' sob diferentes regimes térmicos. Estacas de 'Chardonnay', 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon' foram coletadas em vinhedos comerciais em Veranópolis-RS, no período hibernal de 2019, 2020 e 2021. As estacas foram submetidas a temperatura de 7,2 °C constante (2019), ou a ciclos diários de 7,2/18 °C por 6/18 h, 12/12 h e 18/6 h (2020) ou ainda temperatura constante (7,2°C) ou alternada (7,2 e 18 °C, por 12/12 horas), combinadas com zero, um ou dois dias por semana a 25 °C (2021), até 600 horas de frio (HF). A cada 50 HF, parte das estacas de cada tratamento foi transferida para 25 °C por 35 dias, para avaliação da brotação das gemas. Os dados de brotação foram analisados pelos parâmetros de brotação máxima, precocidade e uniformidade. As cultivares tiveram necessidades distintas de frio para indução e superação da endodormência (dormência controlada pelo frio), atingindo um total de 150 HF para 'Chardonnay', 300 HF para 'Merlot' e 400 HF para 'Cabernet Sauvignon'. Destes totais, 50 HF foram necessárias para indução da endodormência nas cultivares Chardonnay e Merlot e 100 HF na cultivar Cabernet Sauvignon. Ciclos diários de 7,2/18 °C não afetaram o processo de indução e superação da endodormência, mostrando que a temperatura de 18 °C é inerte ao acúmulo de HF. Ondas de calor de 25 °C na endodormência resultaram em aumento da necessidade de HF para superação do processo. O efeito negativo das altas temperaturas dependeu do tempo de exposição. O calor

anulou parcialmente o frio após um período de 36 horas contínuas no período de dormência. A precocidade e a uniformidade de brotação das gemas foram maiores após suprido o frio na dormência para cada genótipo. Tais evidências servem de base para ajustes de modelos para predição da brotação, para regiões com frio hibernal ameno e irregular, como do Sul do Brasil.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*. Horas de frio. Modelos de dormência. Mudanças climáticas.

Chilling requirements and dormancy evolution in grapevine buds

ABSTRACT

Fluctuations in winter chilling availability impact bud dormancy and budburst. This study aimed to quantify the thermal requirements during dormancy for 'Chardonnay', 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon' grapevines, under different thermal regimes. 'Chardonnay', 'Merlot' and 'Cabernet Sauvignon' cuttings were collected from commercial vineyards in Veranópolis-RS, in the winter period of 2019, 2020 and 2021. The cuttings were subjected to a constant temperature of 7.2 °C (2019), or daily cycles of 7.2/18 °C for 6/18 h, 12/12 and 18/6 h (2020) or even constant temperature (7.2 °C) or alternating (7.2 and 18 °C, for 12/12 hours), combined with zero, one or two days a week at 25 °C (2021), up to 600 chilling hours (CH). Every 50 CH, part of the cuttings from each treatment was transferred to 25 °C for 35 days, to assess of the budburst. The budburst data were analyzed by the parameters of maximum budburst, precocity and uniformity. The cultivars need different requirement of chilling to induce and overcome the endodormancy (cold-controlled dormancy), reaching a total of 150 CH for 'Chardonnay', 300 CH for 'Merlot' and 400 CH for 'Cabernet Sauvignon'. Of these totals, 50 CH were required to induce endodormancy in the cultivars Chardonnay and Merlot and 100 CH in the cultivar Cabernet Sauvignon. Daily cycles of 7.2/18 °C did not affect the process of induction and overcoming endodormancy, showing that the temperature of 18 °C is inert to the accumulation of CH. Heat waves of 25 °C in endodormancy resulted in an increase in CH to overcome the process. The negative effect of the high

temperatures depended on the exposure time. The heat partially canceled out the chilling after a period of 36 continuous hours in the dormancy period. The precocity and uniformity of budburst were greater after supplying the cold in the dormancy for each genotype. Such evidence serves as a basis for model adjustments to predict budburst, for regions with mild and irregular hibernal cold, such as the south of Brazil.

Keywords: *Vitis vinifera*. Chilling hours. Dormancy models. Climate changes.

1 INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, a viticultura é a principal atividade agrícola desenvolvida nos municípios localizados na Encosta Superior da Serra do Nordeste, região conhecida como Serra Gaúcha, importante polo vitivinícola brasileiro (ANZANELLO, 2012a). De acordo com dados do Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul de 2017, 31.363 ha são destinados ao cultivo de uvas na Serra Gaúcha, o que corresponde a 81 % da área de vinhedos do Estado e a 50 % da área de vinhedos do Brasil (EMBRAPA, 2017). As variedades de uvas americanas (*Vitis labrusca*, *V. bourquina*) e de uvas viníferas (*Vitis vinifera*) são destinadas, de acordo com a especificidade, ao consumo *in natura* (ex.: 'Niágara', 'Itália' e 'Benitaka'), a elaboração de sucos (ex.: 'Isabel', 'Concord' e 'Bordô') e a elaboração de vinhos finos (ex.: 'Chadonnay', 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon') (PROTAS; CAMARGO, 2011).

Em climas temperados e subtropicais, as espécies frutíferas, como a videira, apresentam um período de dormência das gemas no outono e inverno, no qual ocorre suspensão temporária do crescimento visível da planta. Segundo Lang *et al.* (1987), 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, à exemplo disso a 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 (profundidade) distintas, sendo superada com o acúmulo de um determinado número de horas de frio (HF) durante o outono e o inverno, que varia conforme a espécie e a cultivar. 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.

Para Campoy *et al.* (2011) e Atkinson *et al.* (2013) em um sistema produtivo, o não suprimento da necessidade de frio durante a endodormência pode ocasionar sérios problemas fenológicos, como brotação e floração insuficientes e/ou desuniformes das plantas. Uma má brotação ou brotação desuniforme pode comprometer tanto a produção quanto a distribuição dos ramos nas plantas frutíferas, e a má floração e sua desuniformidade podem acarretar prejuízos à polinização e, por consequência, à eficiência de frutificação de pomares.

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.*, 2006; HAWERROTH *et al.*, 2010; ANZANELLO, 2012b). 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. Além disso, tais insumos são, muitas vezes, usados sem o devido conhecimento técnico e critérios adequados de segurança para o produtor (FELIPPETO *et al.*, 2013; ANZANELLO *et al.*, 2014a). Na Itália, o alto risco de intoxicação pela cianamida hidrogenada, principal produto utilizado para a superação da dormência no mundo e no Brasil, levou à suspensão temporária das vendas de sua fórmula comercial em 2012, e revisão de sua regulamentação por autoridades da União Europeia (SETTIMI *et al.*, 2015). 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 hibernar. 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.

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 (NIGHTINGALE; BLAKE, 1934). Os modelos mais conhecidos e aplicados são: Horas de Frio $\leq 7,2$ °C (WEINBERGER, 1950); Modelo de Utah (RICHARDSON *et al.*, 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 *et al.*, 1974; SHALTOUT; UNRATH, 1983). Já, para as condições climáticas sul-brasileiras (região com maior área de cultivo de *Vitis vinifera*, pela sua especificidade climática de disponibilidade de frio hibernal), as grandes oscilações térmicas durante o período de outono e inverno fazem com que esses modelos se mostrem pouco fidedignos e, em sua maioria, imprecisos (FELIPPETO *et al.*, 2013; ANZANELLO *et al.*, 2014a). Portanto, nessas condições, as variações de calor e frio na evolução e superação da dormência devem ser melhor estudadas, caracterizando-se principalmente o impacto do calor intercalado durante o período hibernal, de modo a ajustar ou desenvolver modelos mais adaptados para a predição do potencial de brotação da cultura.

O problema da dormência tende a ser agravado com a expansão das áreas de cultivo de videiras, principalmente, para regiões marginais, que possuem menor disponibilidade de frio hibernal (GUO *et al.*, 2014). Aliado a isso, há perspectivas de elevação da temperatura global, devido à intensificação do efeito de gases estufa, com tendência de queda progressiva na quantidade de horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul (CARDOSO *et al.*, 2012). Esta mudança climática pode impactar diretamente o estado de endodormência e a capacidade de brotação da videira e de outras espécies frutíferas de clima temperado.

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. A partir de uma modelagem precisa, produtores e técnicos poderão dispor de uma importante ferramenta para a tomada de decisão nas práticas de manejo de brotação, diminuindo gastos e elevando a eficiência de tratamentos químicos, em termos de dosagens e impactos ambientais.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar as necessidades térmicas durante o período de dormência de gemas de cultivares de videiras contrastantes em exigência de frio hibernal (Chardonnay, Merlot e Cabernet Sauvignon), para subsidiar o ajuste e/ou desenvolvimento de um novo modelo para predição da brotação da cultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material experimental coletado, para avaliação da evolução da dormência, consistiu de ramos formados durante o ciclo vegetativo/produtivo das videiras ‘Chardonnay’ (ciclo precoce); ‘Merlot’ (ciclo intermediário) e ‘Cabernet Sauvignon’ (ciclo tardio). 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.

As estacas foram amostradas em vinhedos comerciais localizados no município de Veranópolis – RS, na Serra Gaúcha, no período hibernal de 2019, 2020 e 2021, ocorrendo logo após a queda natural das folhas, no mês de abril, com

zero HF a campo. As plantas das cultivares Chardonnay, Merlot e Cabernet Sauvignon apresentavam-se a campo com 8 anos de idade, enxertadas sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, espaçadas de 1,50 m entre plantas e 3,50 m entre linhas, em condução tipo latada.

Os ramos, após coletados no campo, foram enrolados em feixes com folhas de jornal, umedecidos, colocados em sacos plásticos e transportados para a unidade da SEAPDR-DDPA, em Veranópolis - RS, para a avaliação da dormência das gemas em condições controladas. As estacas passaram por um processo de limpeza com etanol 70 % por 45-60 s, seguido de hipoclorito de sódio a 2,5 % por 20 min e três enxágues com água destilada. Após, as estacas foram secas à sombra, por 30 min, conforme metodologia proposta por Anzanello *et al.* (2014b).

Após a desinfestação, as estacas foram processadas cortando-se uma extremidade em bisel, a aproximadamente 1 cm acima da gema, e a outra extremidade aproximadamente 7 cm abaixo do primeiro corte, formando estacas de nós isolados (estacas com uma única gema). As estacas foram plantadas em potes com espuma fenólica umedecida e submetidas a diferentes regimes térmicos em câmaras incubadoras climatizadas BOD, sem fotoperíodo (somente escuro). A atividade de caracterização das necessidades térmicas foi subdividida em duas etapas, sendo a primeira para avaliar diferentes períodos de exposição das gemas a uma temperatura constante de frio, e na segunda etapa, testada variações de temperaturas (frio/calor), com diferentes amplitudes e durações de tempo.

O trabalho foi subdividido em três experimentos:

- O experimento 1, em 2019, visou determinar a necessidade de frio para a indução e superação da endodormência de gemas de videiras 'Chardonnay', 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon'. As gemas foram submetidas a uma intensidade de frio (7,2°C) e treze tempos de exposição (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550 e 600 HF), indo depois para a temperatura de 25 °C, para avaliar a cronologia de brotação.
- O experimento 2, em 2020, visou avaliar o efeito de temperaturas oscilantes (frio/calor) no período de endodormência de gemas de videiras 'Chardonnay', 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon'. As gemas foram submetidas a ciclos diários de 7,2/18 °C por 6/18 h, 12/12 h ou 18/6 h, ou a temperatura constante de 7,2 °C. As gemas de videira foram submetidas aos quatro tratamentos por períodos crescentes (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550 e 600 HF), e depois submetidas a temperatura de 25 °C, para avaliar a cronologia de brotação. O cômputo de HF se deu para as horas de frio mantidas a 7,2 °C.
- O experimento 3, em 2021, visou avaliar o efeito de diferentes ondas de calor durante o período de endodormência de gemas de videiras 'Chardonnay', 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon'. Seis tratamentos (regimes térmicos) foram aplicados, usando a temperatura constante (7,2 °C) ou alternada (7,2 °C e 18 °C, por 12/12 h), combinada com zero (0 h), um (24 h) ou dois dias (48 h) por

semana a 25 °C. As gemas foram submetidas aos seis tratamentos por períodos crescentes (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550 e 600 HF), e depois encaminhadas para a temperatura constante de 25 °C, para avaliar a cronologia de brotação. O cômputo de HF se deu para as horas de frio mantidas a 7,2 °C.

As temperaturas de 7,2 °C e 18 °C foram definidas com base nas condições climáticas dos principais municípios produtores de uva do RS (Bento Gonçalves, Flores da Cunha e Farroupilha) que apresentam, no inverno, oscilação térmica que varia, em geral, numa amplitude de 7,2 °C a 18 °C (Base de dados meteorológicos da Embrapa Uva e Vinho, não publicados).

Para o recebimento do calor (25 °C) visando a indução e avaliação da brotação das gemas, as estacas foram transferidas para câmaras incubadoras climatizadas, com fotoperíodo mantido com 12 horas de luz e 12 horas de escuro. A avaliação da brotação foi realizada a cada 2-3 dias até o 35º dia, em estágio de ponta verde (CARVALHO *et al.*, 2010). O delineamento utilizado nos experimentos foi o de blocos casualizados. Para cada combinação de temperatura e tempo de exposição se dispôs de três repetições (3 potes com 10 estacas). As câmaras incubadoras foram subdivididas em seis prateleiras, sendo uma repetição acondicionada a cada duas prateleiras. Isto permitiu controlar o efeito de diferenças na circulação de ar no interior das câmaras incubadoras.

A irrigação das estacas nas câmaras incubadoras foi realizada a cada 48-72 horas, repondo a água para saturar a espuma fenólica, com 10 a 20 ml por pote. O controle

preventivo de doenças nas estacas foi realizado 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.

A metodologia utilizada para caracterização das necessidades de frio no período de dormência de gemas de videiras é mostrada na Figura 1.

Os dados de brotação foram analisados pelos parâmetros de brotação máxima (M) (porcentagem de gemas brotadas), precocidade (P) (número de dias até a brotação da primeira gema) e uniformidade (U) (número de dias entre a primeira e a última gema brotada).

Após obtidos os valores dos parâmetros M (brotação máxima), P (precocidade) e U (uniformidade) para cada combinação de temperatura e tempo de exposição, foi feita uma análise gráfica visando identificar a evolução da dormência em relação ao número de horas de frio recebidas, a que as gemas foram submetidas. Os dados dos parâmetros M, P e U foram submetidos à análise de variância. Os resultados com diferenças significativas, pelo teste "F", terão suas médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5 % de probabilidade.



Figura 1. Metodologia para caracterização das necessidades de frio no período de dormência de gemas de videiras. 1) Estacas de videiras coletadas a campo; 2) Ramos fragmentados em estacas de nós-isolados; 3) Estacas de nós-isolados; 4) Estacas plantadas em espuma fenólica umedecida; 5) Estacas submetidas ao frio por diferentes tempos de exposição; 6) Estacas em processo de indução e avaliação da brotação das gemas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

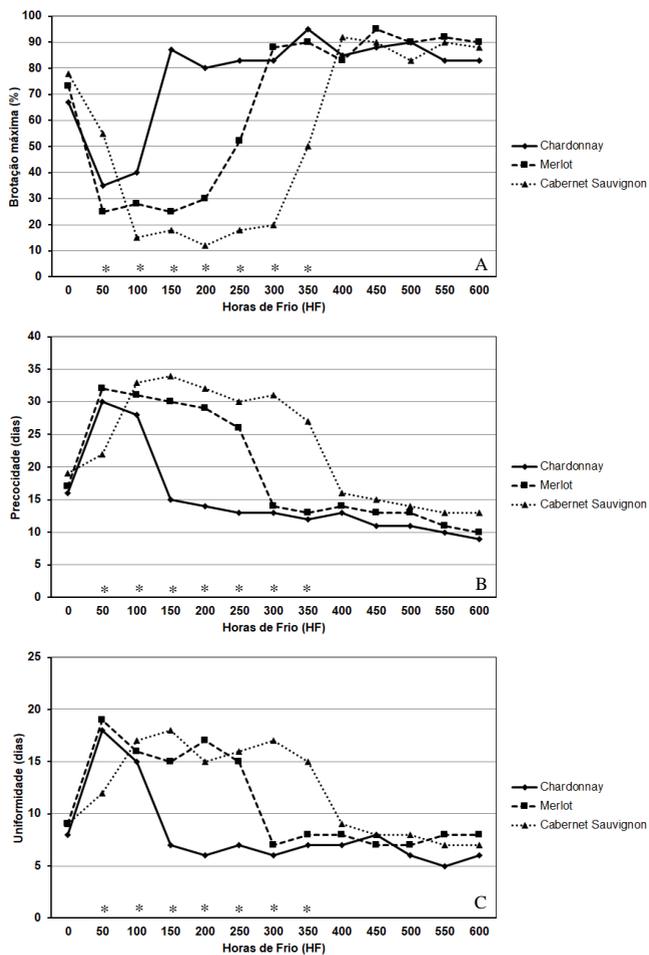
As condições experimentais foram bem sucedidas para a indução e a superação da endodormência. Isso é mostrado nas Figuras 2A, 3 e 4, com uma redução inicial da brotação (indução da endodormência), seguida de um aumento da brotação para níveis altos (superação da endodormência), para todas as cultivares e regimes térmicos. A indução da dormência foi considerada no ponto mais baixo de brotação verificado nos gráficos (ANZANELLO *et al.*, 2018) e a superação da dormência quando houve 70 % ou mais de brotação, conforme o regime térmico (ANZANELLO; LAMPUGNANI, 2020). As cultivares apresentaram necessidades distintas de frio para a indução e superação da endodormência. Um total de aproximadamente 150, 300 e 400 HF foram necessárias para superar a endodormência das gemas de 'Chardonnay', 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon', respectivamente, sob o regime térmico constante de 7,2°C (Figura 2A, 3 e 4). Esse requerimento total de frio assemelha-se aos obtidos por Anzanello *et al.* (2018) para 'Chardonnay' (138 HF), 'Merlot' (298 HF) e 'Cabernet Sauvignon' (392 HF), sob condição térmica de 3 °C constante. O regime alternado de 7,2 °C e 18 °C, por 6/18 h, 12/12 h ou 18/6 h, não afetou a necessidade de frio das cultivares, que permaneceu em 150 HF para 'Chardonnay', 300 HF para 'Merlot' e 400 HF para 'Cabernet Sauvignon' (Figura 2A, 3 e 4). Deste total, foram necessárias 50 HF para 'Chardonnay' e 'Merlot' e 100 HF para 'Cabernet Sauvignon' para a indução da endodormência, independente do regime térmico (Figuras 2A, 3 e 4). O contraste nas exigências de frio entre os genótipos de videira é compatível com a fenologia das cultivares observadas a campo, na qual 'Chardonnay' brota em 23/08, 'Merlot' em

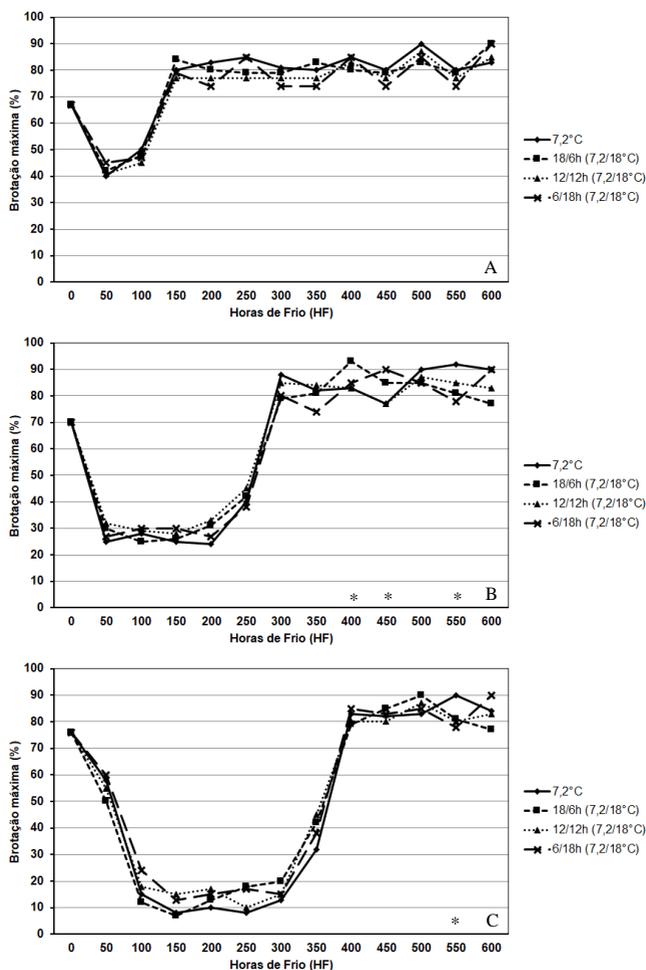
13/09 e 'Cabernet Sauvignon' em 18/09 na Serra Gaúcha (MANDELLI *et al.*, 2003). Isso mostra que quanto menor a exigência de frio na dormência, maior a precocidade da cultivar.

Quanto à indução da endodormência, a eficiência similar entre os regimes de frio constante ou alternados com calor indica que, para as gemas de videiras acionarem a endodormência, bastam apenas algumas horas diárias de frio, e não temperaturas extremamente baixas e constantes, no período de outono/inverno. A efetividade de temperaturas oscilantes na indução da endodormência também é reportada por Alldermann *et al.* (2011), os quais afirmam que o efeito de temperaturas baixas em meio a temperaturas amenas outonais confere o reconhecimento do sinal que aciona o mecanismo da dormência de gemas. Este efeito provoca alterações nos tecidos meristemáticos das gemas que condicionam sua aptidão de resistir ao frio. Anzanello *et al.* (2014a) também verificou efeito positivo de temperaturas alternadas de frio e calor (3 e 15 °C) na entrada da endodormência de gemas de macieira, sendo a sua eficiência similar a de 3 °C.

Os valores registrados de brotação inicial (ponto zero, Figuras 2A, 3 e 4) foram de cerca de 65 % em 'Chardonnay' e de 70-80 % em 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon'. Não se pode afirmar que as gemas entram em endodormência apenas com o resfriamento artificial, principalmente para a cultivar Chardonnay. O baixo percentual de brotação inicial pode indicar que a endodormência da gema já estava sendo induzida no campo. Cooke *et al.* (2012) afirmam que a indução da endodormência pode ocorrer devido a alterações no fotoperíodo, assim como por efeitos de estresse biótico e

abiótico no campo para paralisação do crescimento das gemas (por exemplo: estresse patogênico ou hídrico), não sendo dependente exclusivamente da temperatura. A cultivar Chardonnay, nas safras 2019, 2020 e 2021, apresentou altos índices de míldio (*Plasmopora viticola*) a campo e, conseqüente, perda precoce de folhas, se comparado à 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon', motivando a entrada da endodormência antes da ocorrência dos primeiros frios a campo. O ciclo mais precoce da 'Chardonnay' também contribuiu para a entrada mais cedo da endodormência das gemas em relação a 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon', dado o ciclo fenológico contrastante entre as cultivares (MANDELLI *et al.*, 2003; FELIPPETO *et al.*, 2013).





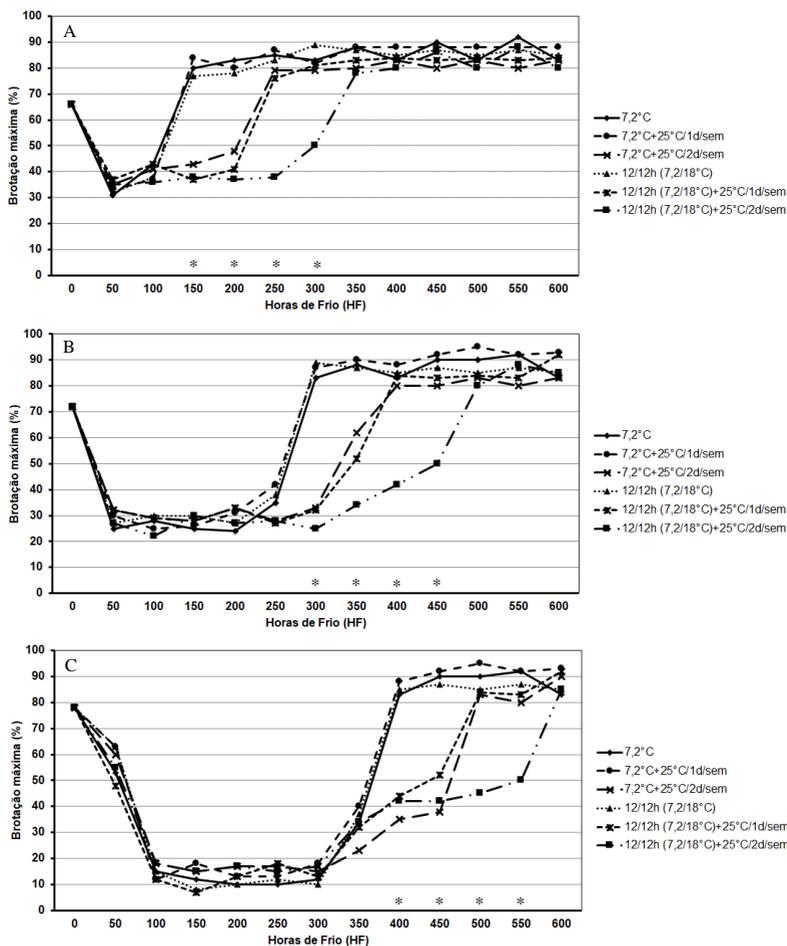


Figura 4. Brotação máxima de gemas de videiras ‘Chardonnay’ (A), ‘Merlot’ (B) e ‘Cabernet Sauvignon’ (C) submetidas a temperatura constante (7,2 °C) ou alternada (7,2 °C e 18 °C, por 12/12 h), combinada com zero (0 h), um (24 h) ou dois dias (48 h) por semana a 25 °C, durante o período de dormência (C). Veranópolis, 2021.

Diferenças significativas na brotação máxima, dentro de cada tempo de frio, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), encontram-se assinalados com (*)

A cultivar Chardonnay apresentou uma profundidade de dormência leve, com 30-40 % de brotação no período de máxima endodormência e a 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon' mostraram endodormência mais profunda, atingindo na mesma fase, uma brotação de 20-30 % para 'Merlot' e de 10-20 % para 'Cabernet Sauvignon' (Figuras 2A, 3 e 4). Para Melke (2015), a dormência de frutíferas temperadas pode ser dividida em três níveis: leve, intermediária e profunda. Para cultivares com "leve" dormência, como pode ser classificada a 'Chardonnay', ocorre paralisação superficial do crescimento das gemas durante a endodormência. Já, para cultivares com nível "intermediário a profundo" de dormência, como a 'Merlot e Cabernet Sauvignon', há paralisação total, ou quase total, do crescimento das gemas. Níveis de dormência idênticos do presente estudo foram obtidos por Anzanello *et al.* (2018), trabalhando com as mesmas cultivares sob condições térmicas semelhantes.

Considerando a evolução da dormência como um todo, há relação direta entre a profundidade da endodormência e a necessidade total de frio das cultivares. Quanto maior o nível de profundidade da endodormência, maior é a necessidade de frio dos genótipos. À exemplo disso, a 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon', que apresentaram endodormência mais profunda, demandaram maior quantidade de HF para superar a fase de endodormência e retomar uma condição máxima de brotação. Relações semelhantes foram observadas em macieiras, nas quais as HF totais estão associadas ao nível de profundidade da endodormência das gemas (ANZANELLO *et al.*, 2014a).

Os regimes térmicos constante (7,2 °C) ou alternado (6/18 h, 18/6 h e 12/12 h para 7,2/18 °C) não diferiram no padrão de resposta de cada cultivar ao frio, sugerindo que,

dentro da amplitude térmica testada, a resposta de cada genótipo se baseia apenas na disponibilidade de frio (7,2 °C) e é insensível a inclusão intercalada de temperatura mais elevada (até 18 °C) (Figura 3). Resultados semelhantes foram observados em gemas de pessegueiro por Richardson *et al.* (1974), macieira por Shaltout e Unrath (1983) e Anzanello *et al.* (2014a) e videira por Anzanello *et al.* (2018), com 3 °C contribuindo para atender às exigências de frio, mas temperaturas moderadas de 15 °C intercaladas ao frio, sem interferência na contabilização das HF. Erez e Fishman (1990) também mostraram que temperaturas moderadas (15°C) dentro de um tratamento a frio de 6 °C não eram prejudiciais, mas ajudavam a superar a dormência em gemas de pessegueiro. A importância da alternância de calor (15 a 20 °C) com frio (3 a 6 °C) na superação da dormência também foi observada em outros trabalhos com damasco, macieira e pessegueiro (GUERRIERO *et al.*, 1985; NAOR *et al.*, 2003; SUGIURA *et al.*, 2010). No entanto, o efeito benéfico das temperaturas cíclicas não foi observado com as cultivares de videira no presente estudo, com efeito similar entre o frio constante de 7,2 °C e o frio de 7,2 °C alternado com o calor de 18 °C (Figuras 3 e 4).

O efeito de curtos períodos de calor (25 °C) sobre a necessidade de frio das cultivares foi variável, dependendo do regime térmico aplicado. Sob temperatura constante (7,2 °C), 24 horas por semana a 25 °C não alteraram a necessidade de frio (Figura 4). No entanto, 48 horas por semana a 25 °C aumentaram as necessidades de frio de todas as cultivares em aproximadamente 100 horas. Sob temperaturas alternadas (ciclo de 7,2/18 °C, 12/12 h), a exposição a 25 °C por 24 e 48 horas por semana aumentou os requerimentos de

frio em aproximadamente 100 e 200 horas, respectivamente. Três grupos se formaram entre os tratamentos. Os regimes térmicos a 7,2 °C constante, alternado 7,2/18 °C (12/12 h) e 7,2 °C com um dia por semana a 25 °C não diferiram entre si e exigiram, em média, 150 HF para a superação da dormência em 'Chardonnay' (Figura 4A), 300 HF em 'Merlot' (Figura 4B) e 400 HF em 'Cabernet Sauvignon' (Figura 4C). Os tratamentos de 7,2 °C com dois dias por semana a 25 °C e do regime alternado 7,2/18 °C (12/12 h) com um dia por semana a 25 °C, elevaram para 250 HF a saída da dormência em 'Chardonnay' (Figura 4A), 400 HF em 'Merlot' (Figura 4B) e 500 HF em 'Cabernet Sauvignon' (Figura 4C). Já o tratamento alternado 7,2/18 °C (12/12 h) com dois dias por semana a 25 °C, demandou aproximadamente 350 HF em 'Chardonnay' (Figura 4A), 500 HF em 'Merlot' (Figura 4B) e 600 HF em 'Cabernet Sauvignon' (Figura 4C) durante a dormência. Ou seja, a necessidade de HF variou entre 150 e 350 HF para 'Chardonnay', 300 e 500 HF para 'Merlot' e entre 400 e 600 HF para 'Cabernet Sauvignon', dependendo do regime térmico (Figura 4). Relações semelhantes foram obtidas por Anzanello (2019) com a cultivar de videira Itália e por Anzanello *et al.* (2014a) com as cultivares de macieiras Castel Gala e Royal Gala, após aplicação de regimes térmicos com ondas de calor na dormência.

Para Petri *et al.* (2006) e Campoy *et al.* (2011), o modelo de HF para a superação da dormência de gemas de frutíferas não é satisfatório, pois desconsidera o efeito de uma faixa mais ampla de temperaturas, dificultando o estabelecimento do número de horas de frio necessárias para que as cultivares superem a dormência em anos com regimes de temperatura variáveis. O modelo HF é considerado por

Luedeling e Brown (2011) inadequado para estimar o número de horas de frio para superação da dormência e atingir a brotação, pois simplifica demais o processo bioquímico de dormência para uma simples função de temperatura. Segundo Petri *et al.* (2006) o método de HF propicia somente uma ideia, sendo usado para classificar as espécies e cultivares quanto às exigências em frio.

Os modelos de unidades de frio (UF) de Utah (RICHARDSON *et al.*, 1974) e Carolina do Norte (SHALTOUT; UNRATH, 1983) consideram um efeito negativo da temperatura de 25 °C, com pesos de -1 UF e -2 UF, respectivamente, por hora a 25 °C. Os modelos de Utah Modificado e Carolina do Norte Modificado (EBERT *et al.*, 1986) consideram que o efeito negativo ocorre apenas durante as primeiras 96 horas de calor contínuo. Todos os quatro modelos provaram ser imprecisos quando o regime térmico incluiu ondas de calor. Um modelo ideal estimaria a mesma exigência de frio, independentemente do regime térmico usado. No entanto, como mostrado na Tabela 1, os modelos de UF não parecem se comportar melhor do que o método de HF e, em alguns casos, se comportaram muito pior, como pode ser verificado pelas estimativas negativas de unidades de frio para superar a dormência. Os modelos de unidades de frio considerados eficazes para predição da brotação (EBERT *et al.*, 1986; EREZ, 2000; LEGAVE *et al.*, 2008), parecem não serem confiáveis e, na maioria das vezes, imprecisos na presença de ondas de calor. Portanto, seu uso é limitado para as condições do Sul do Brasil, sugerindo que ocorram mudanças fundamentais no processo de modelagem.

Para Luedeling e Brown (2011) flutuações de temperatura fazem com que seja necessário aumento na quantidade de frio durante a dormência de gemas de frutíferas de clima temperado. Erez e Lavee (1971) verificaram que o efeito negativo de temperaturas elevadas depende da sua intensidade e duração. Exposições de 2 a 4 h a 21 °C não acarretaram prejuízo. Porém, quando superiores a 8 h tiveram efeito anulador das horas de frio. O presente estudo sugere que somente após 36 horas o calor cancela parte do efeito do frio acumulado. Nos regimes de temperatura alternada, 24 ou 48 horas a 25 °C eram sempre acompanhadas por 12 horas a 18 °C, totalizando 36 ou 60 horas de ausência de frio. Essas condições revertem o processo de dormência e aumentaram a necessidade de frio das cultivares (Figura 4), reforçando a necessidade de ajustes nos modelos usuais de dormência (RICHARDSON *et al.*, 1974; SHALTOUT; UNRATH, 1983), que consideram um efeito de reversão imediata de altas temperaturas na redução das unidades de frio. Os modelos devem cancelar parcialmente o efeito do frio somente após 36 horas de calor, com o processo de dormência imune à influência de altas temperaturas antes desse período. Uma das principais deficiências dos modelos atuais de dormência é não estimar adequadamente os requisitos de frio dos genótipos sob condições intermitentes de ondas de calor no período hibernal, como os testados no presente trabalho.

Tabela 1. Quantidade de frio estimada para a superação da endodormência pelos modelos de Horas de Frio ($HF \leq 7,2 \text{ }^\circ\text{C}$), Utah (UT), Carolina do Norte (CN), Utah Modificado (UTm) e Carolina do Norte Modificado (CNm), para as cultivares Chardonnay (CH), Merlot (M) e Cabernet Sauvignon (CS). Veranópolis, 2021.

Tratamento	Cultivar	Modelos				
		$HF \leq 7,2^\circ\text{C}$	UT	CN	UTm	CNm
7,2°C constante	CH	150	150	150	150	150
7,2°C+25°C/1d/sem	CH	150	126	102	126	102
7,2°C+25°C/2d/sem	CH	250	154	58	154	58
12/12h(7,2/18°C)	CH	150	78	78	78	78
12/12h(7,2/18°C)+25°C/1d/sem	CH	250	58	-14	58	-14
12/12h(7,2/18°C)+25°C/2d/sem	CH	350	-112	-400	-112	-400
7,2°C constante	M	300	300	300	300	300
7,2°C+25°C/1d/sem	M	300	252	204	252	204
7,2°C+25°C/2d/sem	M	400	256	112	256	112
12/12h(7,2/18°C)	M	300	222	222	222	222
12/12h(7,2/18°C)+25°C/1d/sem	M	400	58	-86	58	-86
12/12h(7,2/18°C)+25°C/2d/sem	M	500	-130	-514	-130	-514
7,2°C constante	CS	400	400	400	400	400
7,2°C+25°C/1d/sem	CS	400	328	256	328	256
7,2°C+25°C/2d/sem	CS	500	308	116	308	116
12/12h(7,2/18°C)	CS	400	274	274	274	274
12/12h(7,2/18°C)+25°C/1d/sem	CS	500	86	-82	86	-82
12/12h(7,2/18°C)+25°C/2d/sem	CS	600	-180	-660	-180	-660

Na maioria das árvores frutíferas, altas temperaturas (≥ 20 °C) intercaladas com frio reduz ou até mesmo reverte o acúmulo de HF. Em pessegueiro e macieira, parte do acúmulo de frio pode ser anulado por altas temperaturas no inverno (EREZ *et al.*, 1979). No momento, ainda não foi estabelecido se esse modelo também é relevante para a dormência em videira (FERGUSON *et al.*, 2011). A importância deste fenômeno para gemas de videira, comumente referido como anulação ou reversão do frio, é desconhecida (DOKOOZLIAN, 1999). No presente estudo, o frio foi aplicado continuamente ou com interrupção pela temperatura de 18 °C, com ou sem ondas de calor de 25 °C. É necessário trabalhos continuados para entender e aprofundar melhor como a evolução da dormência em videiras se comporta com a exposição a temperaturas mais altas e quentes no inverno.

A precocidade e a uniformidade de brotação seguiram um padrão de resposta similar com a evolução da endodormência, não sendo afetadas pelo regime térmico ou cultivar (Figuras 2B, 2C, 5, 6, 7 e 8). Na precocidade, durante o período de máxima endodormência, o número de dias para o alcance da brotação manteve-se alto, decrescendo à medida que a endodormência foi superada (Figuras 2B, 5 e 7), tendência também observada por Leite *et al.* (2006) em pessegueiro, Alvarez *et al.* (2018) em videira e Noar *et al.* (2003) em macieira. Para Hawerth *et al.* (2009) o tempo de brotação se relaciona com a profundidade do estado de endodormência das gemas. Observou-se também que a precocidade de brotação aumentou com a maior duração do frio, principalmente após superada a endodormência (Figuras 2B, 5, 6 e 7). Legave *et al.* (2008), trabalhando com macieiras, 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.

No parâmetro uniformidade, a brotação mostrou-se desuniforme durante a indução e plena endodormência, tornando-a mais sincronizada após superado o período de latência (Figuras 2C, 6 e 8). Campoy *et al.* (2011) e Marafon *et al.* (2011) também relatam o efeito positivo da ocorrência de baixas temperaturas na dormência sobre a uniformidade de brotação de gemas de damasco e pereira, respectivamente. Tal comportamento demonstra a importância da ocorrência de baixas temperaturas durante o outono/inverno para superar a dormência e para assegurar uma adequada uniformidade de brotação das gemas no início do ciclo vegetativo. Para Campoy *et al.* (2011) e Marafon *et al.* (2011), o suprimento da necessidade de frio durante a endodormência é essencial para evitar desordens fenológicas, como brotação e floração insuficientes e/ou desuniformes, em frutíferas de clima temperado. Luedeling e Brown (2011), entretanto, afirmam que informações relativas à precocidade e uniformidade não são consideradas em modelos de predição da brotação, devendo ser inseridas nos modelos para aumentar a sua eficácia e aplicabilidade.

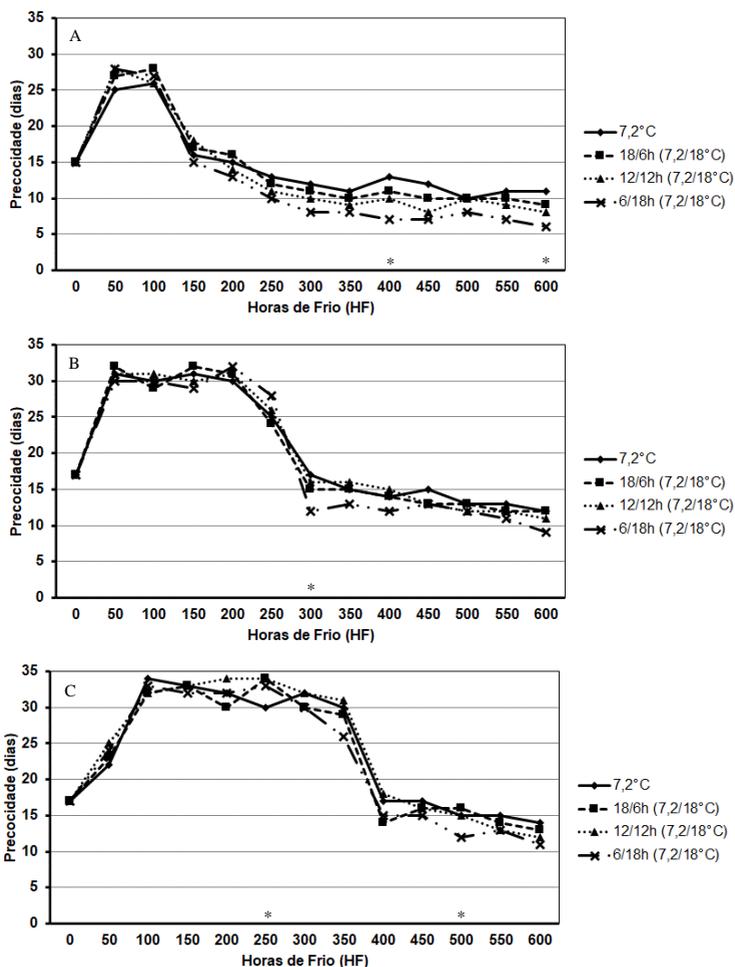
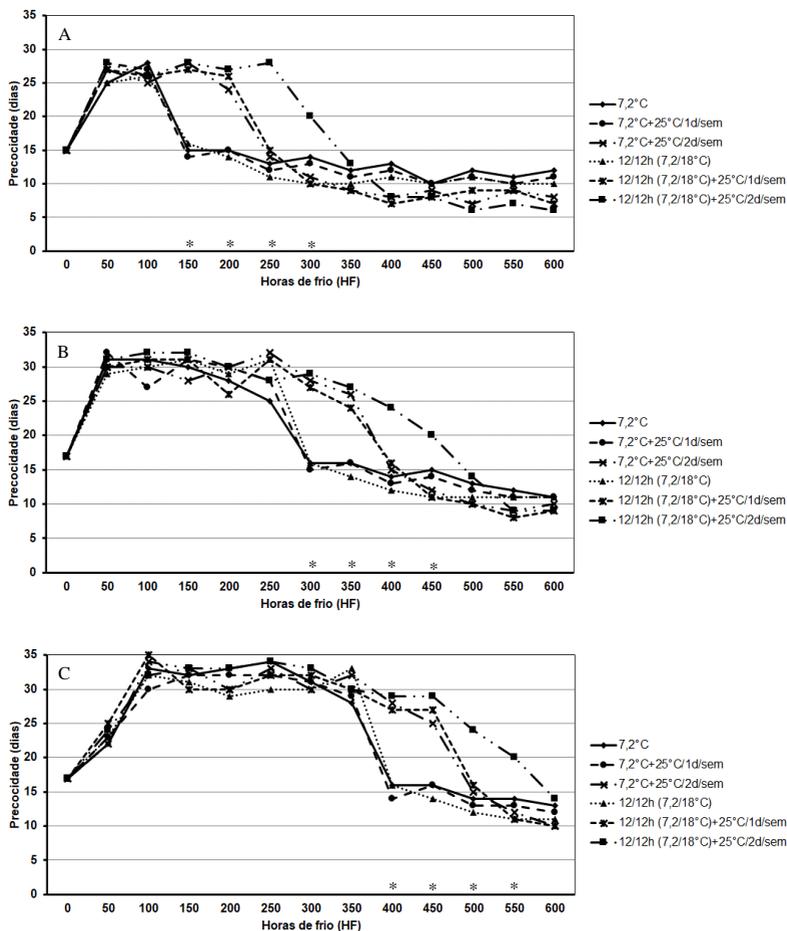


Figura 5. Precocidade de brotação de gemas de videiras ‘Chardonnay’ (A), ‘Merlot’ (B) e ‘Cabernet Sauvignon’ (C) submetidas a temperatura constante de 7,2 °C ou ciclos diários de 7/18 °C, por 6/18 h, 12/12 h e 18/6 h, durante o período de dormência (C). Veranópolis, 2020.

Diferenças significativas na precocidade de brotação, dentro de cada tempo de frio, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), encontram-se assinalados com ()*



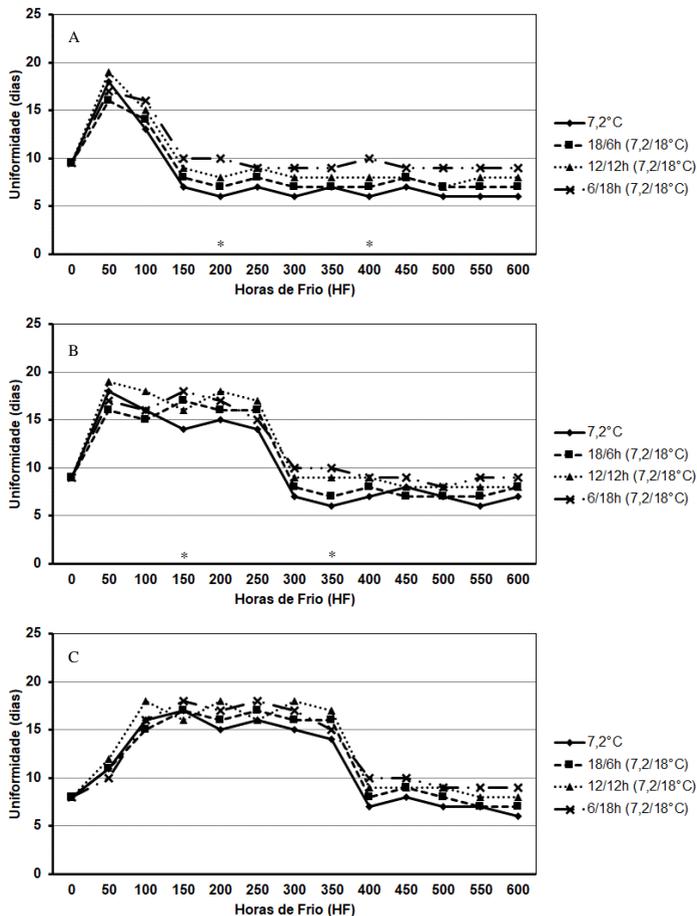
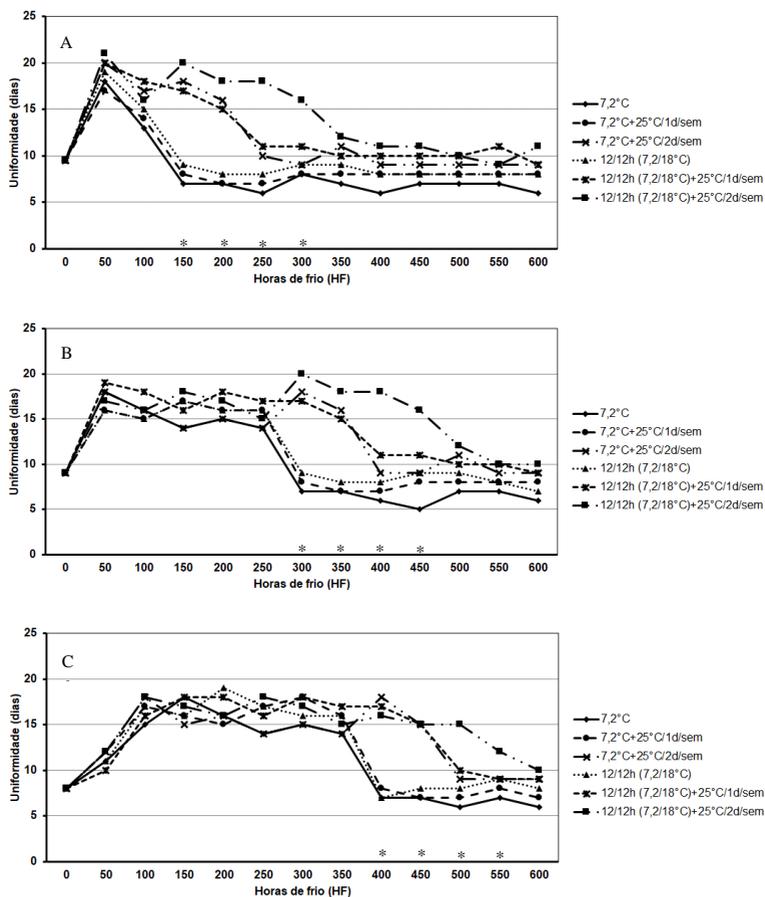


Figura 7. Uniformidade de brotação de gemas de videiras ‘Chardonnay’ (A), ‘Merlot’ (B) e ‘Cabernet Sauvignon’ (C) submetidas a temperatura constante de 7,2 °C ou ciclos diários de 7/18 °C, por 6/18 h, 12/12 h e 18/6 h, durante o período de dormência (C). Veranópolis, 2020.

Diferenças significativas na uniformidade de brotação, dentro de cada tempo de frio, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), encontram-se assinalados com ()*



4 CONCLUSÕES

- A necessidade de frio para a indução e superação da endodormência difere entre as cultivares de videira, tendo 'Chardonnay', Merlot e Cabernet Sauvignon requerimentos totais de 150, 300 e 400 HF, respectivamente.
- Ciclos diários alternando temperaturas baixas (7,2 °C) e amenas (18 °C) não interferem no processo de evolução da endodormência em videiras *Vitis vinifera*.
- Ondas de calor de 25 °C durante a dormência resultam em um aumento no número de horas de frio para promover a superação da endodormência de cultivares de videira.
- O efeito negativo de altas temperaturas (a partir de 18 °C) depende da sua duração, sendo que o calor anula parcialmente o frio após 36 horas contínuas na dormência.
- A precocidade e uniformidade de brotação das gemas são maiores após suprido o frio na dormência para cada genótipo.
- Os modelos de quantificação de frio para predição da brotação de videiras aplicados às condições do RS (HF ou UF) necessitam de ajustes, caracterizando principalmente as variações de frio e de calor na evolução e superação da dormência.

5 AGRADECIMENTO

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro (Processo 424389/2018-5).

REFERÊNCIAS

ALLDERMANN, L. A.; STEYN, W. J.; COOK, N. C. Growth regulator manipulation of apple bud dormancy progressions under conditions of inadequate winter chilling. **South African Journal of Plant and Soil**, Pretória, v. 28, n. 2, p. 103-109, 2011.

ALVAREZ, H. C. *et al.* Time-to-event analysis to evaluate dormancy status of single-bud cuttings: an example for grapevines. **Plant Methods**, v. 94, n. 14, p.1-13, 2018.

ANZANELLO, R.; LAMPUGNANI, C. S. Requerimento de frio de cultivares de pessegueiro e recomendação de cultivo no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 26, n. 1, p.18-28, 2020.

ANZANELLO, R. Evolution of the grapevine bud dormancy under different thermal regimes. **Semina: Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 40, n. 6, p. 3419-3428, 2019.

ANZANELLO, R. *et al.* Chilling requirements and dormancy evolution in grapevine buds. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 42, n. 4, p. 364-371, 2018.

ANZANELLO, R. Caracterização da viticultura no Rio Grande do Sul por meio da análise de dados do Cadastro Vitícola. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 67-73, 2012a.

ANZANELLO, R. **Fisiologia e modelagem da dormência de gemas em macieira**. 2012. 281f. Tese (Doutorado em Fitotecnia – Fisiologia e Manejo Vegetal), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2012b.

ANZANELLO, R. *et al.* Bud dormancy in apple trees after thermal fluctuations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 6, p. 457-464, 2014a.

ANZANELLO, R. *et al.* Métodos biológicos para avaliar a brotação de gemas em macieira para modelagem da dormência. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1163-1176, 2014b.

ATKINSON, C. J. *et al.* Declining chilling and its impact on temperate perennial crops. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 91, p. 48-62, 2013.

CAMPOY, J. A. *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.

CARDOSO, L. S. *et al.* Disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 11, p.1960-1967, 2012.

CARVALHO, R. I. N. *et al.* Estádios de brotação de gemas de fruteiras de clima temperado para o teste biológico de avaliação de dormência. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 93-100, 2010.

COOKE, J. E. K. *et al.* The dynamic nature of bud dormancy in trees: environmental control and molecular mechanisms. **Plant, Cell and Environmet**, v. 35, n. 10, p.1707-1728, 2012.

DOKOOZLIAN, N. K. Chilling temperature and duration interact on the budbreak of 'Perlette' grapevine cuttings. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 6, p.1054-1056, 1999.

EBERT, A. *et al.* First experiences with chill-unit models in Southern Brazil: modelling in fruit research. **Acta Horticulturae**, Hague, n.184, p. 74-86, 1986.

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 behaviour to cellular control. Wallingford: CAB International, 2000. p. 23-33.

EREZ, A.; FISHMAN, S. The Dynamic Model for rest completion in peach buds. **Acta Horticulturae**, Hague, n. 276, p.165-174, 1990.

EREZ, A. *et al.* Quantitative chilling enhancement and negation in peach buds by high temperatures in a daily cycle. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 104, n. 4, p. 536-540, 1979.

EREZ, A.; LAVEE, S. The effect of climatic conditions on dormancy development of peach buds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 96, n. 6, p.711-714, 1971.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cadastro Vitícola**. Base de dados do Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul. Embrapa Uva e Vinho: Bento Gonçalves, 2017. Disponível em: <http://cadastro.cnpuv.embrapa.br/>. Acesso em: 15 ago. 2018.

FELIPPETO, J. *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.

FERGUSON, J. C. *et al.* Dynamic thermal time model of cold hardiness for dormant grapevine buds. **Annals of Botany**, London, v.107, n. 3, p.389-396, 2011.

GUERRIERO, R. *et al.* The effect of cyclic and constant temperatures in fulfilling the chilling requirements of two apricot cultivars. **Acta Horticulturae**, Hague, n. 192, 41-48, 1985.

GUO, L. *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, F. J. *et al.* **Dormência em frutíferas de clima temperado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 56 p. (Documentos, 310).

HAWERROTH, F. J. *et al.* Efeito do frio e do desponte na brotação de gemas em pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 440-446, 2009.

LANG, G. A. *et al.* Endo-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. **Hortscience**, Alexandria, v. 22, n. 3, p. 371-178, 1987.

LEITE, G. B. *et al.* Physiological and biochemical evolution of peach leaf buds during dormancy course under two contrasted temperature patterns. **International Journal of Horticultural Science**, Budapest, v. 12, n. 4, p.15-19, 2006.

LEGAVE, J. M. *et al.* Selecting models of apple flowering time and understanding how global warming has had an impact on this trait. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, London, v. 83, n. 1, p. 76-84, 2008.

LUEDLING, E.; BROWN, P.H. A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 55, n. 3, p. 411-421, 2011.

MANDELLI, F. *et al.* Fenologia da videira da na Serra Gaúcha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 9, n. 1-2, p.129-144, 2003.

MARAFON, A. C. *et al.* Chilling privation during dormancy period and carbohydrate mobilization in Japanese pear trees. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 4, p. 462-468, 2011.

MELKE, A. 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**, v. 4, n. 2, p.110-156, 2015.

NAOR, A. *et al.* Temperature effects on dormancy completion of vegetative buds in apple. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.128, n. 5, p.636-641, 2003.

NIGHTINGALE, G. T; BLAKE, M. A. **Effects of temperature on the growth and composition of Stayman and Baldwin apple trees**. New Jersey: New Jersey Agricultural Experiment Station, 1934. (Bulletin, 566).

PETRI, J. L. *et al.* Dormência e indução da brotação da macieira. *In*: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri, 2006. 743 p.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A. **Vitivinicultura brasileira: panorama setorial de 2010**. Brasília: SEBRAE, Bento Gonçalves: Ibravin: Embrapa Uva e Vinho, 2011.110 p.

RICHARDSON, E. A. *et al.* A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. **HortScience**, Alexandria, v. 9, n. 4, p.331-332, 1974.

SETTIMI, L. *et al.* Update: Hidrogen Cyanamide-related Illnesses-Italy, 2012-2014. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, Atlanta, v. 54, n. 16, p. 405-408, 2015.

SHALTOU, A. D; UNRATH, C. R. Rest completion prediction model for 'Starkrimson Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 108, n. 6, p. 957-961, 1983.

SUGIURA, T. *et al.* The relationship between temperature and effect on endodormancy completion in the flower bud of 'Hakuho' peach. **Journal of Agricultural Meteorology**, Tsukuba, v. 66, n. 3, p.173-179, 2010.

WEINBERGER, J. H. Chilling requirements of peach varieties. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 56, n.1, p. 122-128, 1950.



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do RS
Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Avenida Getúlio Vargas, 1384 - Menino Deus
CEP 90150-004 - Porto Alegre - RS
Fone: (51) 3288-8000

www.agricultura.rs.gov.br/ddpa