

Artigo Científico

## Influência das gemas laterais sobre a brotação da gema apical em ramos de macieira

### Resumo

O influência da dominância apical é amplamente estudada em frutíferas, porém trabalhos que evidenciem o efeito contrário são desconhecidos. Objetivou-se avaliar a influência das gemas laterais (GL) sobre a gema apical (GA) em ramos de macieira. Amostraram-se brindilas, de 20-25 cm da cv. Castel Gala, em maio/2010 e junho/2011, em Papanduva-SC. Os tratamentos foram: i) 2010 - I: estaca intacta; A: remoção alternada de 50% das GL ao longo do ramo; SI: remoção das GL inferiores do ramo (50%); SS: remoção das GL superiores do ramo (50%); SL: remoção de todas as GL do ramo e SA: remoção da GA do ramo; ii) 2011 - I: estaca intacta; SS: remoção das GL superiores do ramo (50%); FSL: estaca intacta com ferimento abaixo das GL superiores. As estacas foram submetidas à 3°C por 168, 336 e 504 horas de frio (HF), em 2010, e 456 HF, em 2011, sendo posteriormente transferidas para 25°C, para avaliação da brotação. Avaliaram-se os dados quanto aos parâmetros brotação máxima, precocidade e uniformidade. O aumento de HF elevou a quantidade de GA brotadas, devido à superação da dormência. As GL foram fortemente afetadas pela dominância apical, independentemente do período de frio. Os tratamentos com presença de GL superiores proporcionaram menor percentual de brotação máxima e menor precocidade e uniformidade de brotação das GA se comparados aos demais tratamentos. As GA sofrem influência das GL, especialmente das situadas próximas à extremidade superior dos ramos, sendo uma informação relevante do ponto de vista fisiológico e fitotécnico, considerando que a produção se concentra neste grupo de gemas.

**Palavras chave:** *Malus domestica*, dominância apical, paradormência, fisiologia vegetal.

### Influence of the lateral buds about the budburst of apical buds in apple twigs

#### Abstract

The influence of apical dominance is widely studied in fruit trees, but works that show the opposite effect are unknown. The objective was to evaluate the influence of lateral buds (LB) on the apical bud (AB) on apple twigs. Were sampled twigs, 20-25 cm of cv. Castel Gala in May/2010 and June/2011, in Papanduva-SC. The treatments were: i) 2010 - I: intact twig; A: removal alternating of 50% LB along the twig; SI: LB lower removal of twig (50%); SS: LB upper removal of twig (50%); SL: removal all LB of twig and SA: removal AB of twig; ii) 2011 - I: intact twig; SS: LB upper removal of twig (50%); FSL: intact twig with injury below the LB upper. The twigs were submitted to 3°C per 168, 336 and 504 chilling hours (CH), in 2010, and 456 CH, in 2011 and later transferred to 25°C, for budburst evaluation. Budburst data were evaluated through maximum budburst, precocity and uniformity. The increase of HF increased the amount of AB sprouted due to overcome dormancy. The LB were strongly affected by apical dominance, regardless of the cold period. The treatments with LB upper presence provided lower percentage of maximum budburst and lower precocity and uniformity of budburst of AB compared to the other treatments. The AB is influenced by LB, especially those located near the extremity upper of twigs, one relevant information in physiological and phytotechnical aspects, considering that production is concentrated in this group of buds.

**Keywords:** *Malus domestica*, apical dominance, paradormancy, plant physiology.

### Influencia de las yemas laterales en la brotación de la yema apical en ramas de manzanos

#### Resumen

La influencia del dominio apical se estudia ampliamente en los árboles frutales, pero se desconocen los estudios que muestran el efecto contrario. El objetivo fue evaluar la influencia de las yemas laterales (GL) en la yema apical (AG) en las ramas de manzana. Tostadas, 20-25 cm de cv. Castel Gala, en mayo / 2010 y junio /

1 - Pesquisador em Fitotecnia/Fruticultura, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. Email: rafael-anzanello@agricultura.rs.gov.br

2 - Pesquisador em Fisiologia Vegetal, Embrapa Uva e Vinho. Email: henrique.santos@embrapa.br

3 - Pesquisador em modelagem de sistemas, Embrapa Uva e Vinho. Email: flavio.fialho@embrapa.br

2011, en Papanduva-SC. Los tratamientos fueron: i) 2010 - I: estaca intacta; A: eliminación alternativa del 50% de GL a lo largo de la rama; SI: eliminación de GL inferior de la rama (50%); SS: eliminación de GL superior de la rama (50%); SL: eliminación de todos los GL de la sucursal y SA: eliminación de GA de la sucursal; ii) 2011 - I: participación intacta; SS: eliminación de GL superior de la rama (50%); FSLs: estaca intacta con la herida debajo del GL superior. Los esquejes se sometieron a 3°C durante 168, 336 y 504 horas de frío (HF), en 2010, y 456 HF, en 2011, y luego se transfirieron a 25 ° C, para la evaluación de los brotes. Los datos fueron evaluados para la brotación máxima, precocidad y parámetros de uniformidad. El aumento de HF aumentó la cantidad de GA germinada, debido a la superación de la latencia. GL fueron fuertemente afectados por el dominio apical, independientemente del período de frío. Los tratamientos con la presencia de GL superior proporcionaron un menor porcentaje de brotación máxima y menor brotación temprana y uniformidad de brotación GA en comparación con otros tratamientos. Los GA están influenciados por GL, especialmente aquellos ubicados cerca de la extremidad superior de las ramas, que es información relevante desde un punto de vista fisiológico y fitotécnico, considerando que la producción se concentra en este grupo de brotes.

**Palabras clave:** *Malus domestica*, dominación apical, paradorismo, fisiología vegetal.

## Introdução

Em frutíferas de clima temperado, uma gema está em constante correlação com o restante da planta, sofrendo influência de tecidos próximos a ela (HAWERROTH et al., 2009). Esta relação é manifestada principalmente na paradorância, em que a ausência de desenvolvimento do meristema da gema é resultante da influência de outro órgão da planta. Um exemplo clássico disso é a ação inibitória em que o ápice exerce efeito sobre a brotação das gemas laterais durante as fases do ciclo vegetativo (COOK e JACOBS, 1999). A suspensão do crescimento da gema pode também ser dada pela endodormência e ecodormência (ANZANELLO et al., 2018).

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 e/ou alterações fotoperiódicas (RUBIO et al., 2016). 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 cultivar. Na ecodormência, a ausência de desenvolvimento da gema ocorre devido a um fator ambiental na primavera e, assim que as condições normais sejam estabelecidas, um novo fluxo de crescimento se estabelece. A falta de temperaturas elevadas e o estresse hídrico são importantes fatores ambientais que determinam a ecodormência, pois restringem a ocorrência da brotação de uma gema que está bioquimicamente apta para se desenvolver (ALVAREZ et al., 2018).

A influência da dominância apical, na paradorância, é coordenada pela maior proporção de auxina, que é transportada em direção basípeta, exercendo inibição direta sobre o crescimento das gemas axilares. Este efeito hormonal é comprovado em estudos envolvendo inibidores do transporte polar de auxinas, dentre eles o NPA (ácido 1-N-naftilalâmico) e TIBA (ácido 2,3,5-triiodo-benzóico) (TAIZ et al., 2017). Tais inibidores bloqueiam o transporte polar, por impedir o efluxo de auxina (saída da auxina da célula pela membrana plasmática, no tecido do parênquima). Fisiologicamente, a aplicação direta de citocininas às gemas axilares estimula o seu crescimento em muitas espécies e, por consequência, pode suprimir o efeito inibitório do ápice caulinar (DINIZ et al., 2004; PETERSON e KROST, 2013).

Para Hawerth e Petri (2011) o nível de dominância apical é variável entre espécies frutíferas, com maior polaridade ou acrotonia em pomáceas e cerejeiras do que em pessegueiros e ameixeiras. Inúmeros relatos são encontrados sobre a influência da gema apical sobre a brotação das gemas laterais em frutíferas temperadas (CAMPOY et al., 2011; CONSIDINE, 2016). No entanto, trabalhos que evidenciam a presença e intensidade de um efeito contrário entre esses grupos de gemas ainda são desconhecidos, ou seja, da influência das gemas laterais sobre a brotação da gema apical no mesmo ramo. Essa é uma abordagem importante em trabalhos de modelagem da dormência e de predição do estado de dormência das gemas, pois muitas metodologias preconizam testes de gema única (gema apical isolada). Portanto, se a influência das laterais for expressiva, pode haver problemas na interpretação dos resultados de dormência e

na extrapolação dos mesmos para as condições fisiológicas das gemas apicais nas plantas, as quais são, geralmente, as gemas produtivas em macieira.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência das gemas laterais sobre a brotação da gema apical em ramos de macieira.

## Materiais e métodos

Ramos de ano (brindilas) de 20 a 25 cm de comprimento da cultivar Castel Gala foram coletados de um pomar comercial localizado no município de Papanduva-SC (26°26'68"S, 50°05'47"W e 788 m de altitude), no mês de maio de 2010, com 15 HF no campo, e junho de 2011, com 162 HF no campo. Na seleção do material para coleta foram consideradas a maturidade das gemas (gemas bem fechadas), a sanidade (sem

danos por *Grapholita molesta* B. ou outros danos sobre as escamas das gemas) e o vigor das estacas, priorizando aquelas com crescimento intermediário (aproximadamente 5 mm de diâmetro dos entrenós).

Após coletados no campo, os ramos foram enrolados em feixes, umedecidos, colocados em sacos plásticos e transportados para a Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves - RS, para a avaliação da dormência das gemas em condições controladas. O método biológico utilizado foi o de estacas intactas, em que as brindilas foram cortadas a 20 cm abaixo da gema apical, de modo que mantivessem cerca de 6 a 10 gemas laterais. No ano de 2010, as estacas da cultivar Castel Gala foram processadas antes de serem submetidas ao frio em seis tratamentos (Tabela 1) e, em 2011, em três tratamentos (Tabela 2).

Após processadas, as estacas passaram por

**Tabela 1.** Tratamentos para avaliação da interação entre gemas apicais e laterais em estacas intactas de macieiras, ano de 2010.

Tratamento	Descrição
I - Intacta	Estaca intacta sem remoção das gemas laterais
A - Alternadas	Remoção alternada de 50% das gemas laterais ao longo do ramo
SI - Sem inferiores	Remoção de 50% das gemas laterais, apenas as inferiores do ramo
SS - Sem superiores	Remoção de 50% das gemas laterais, apenas as superiores do ramo
SL - Sem laterais	Remoção de todas as gemas laterais do ramo
SA - Sem apical	Remoção da gema apical do ramo

**Tabela 2.** Tratamentos para avaliação da interação entre gemas apicais e laterais em estacas intactas de macieiras, ano de 2011.

Tratamento	Descrição
I - Intacta	Estaca intacta sem remoção das gemas laterais
SS - Sem superiores	Remoção de 50% das gemas laterais, apenas as superiores do ramo
FSL - Ferimento sob laterais superiores	Estaca intacta com ferimento abaixo das gemas laterais superiores

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. Em seguida, as estacas foram secas à sombra, por aproximadamente 30 min. Na sequência, uma parte das estacas foi submetida diretamente à temperatura de 25°C, apenas com o frio do campo, em câmara de crescimento de plantas da marca Percival Boone, modelo 50036, com dimensões de 4m x 3m e 3,5m de altura e controle de temperatura,

umidade (70-80%) e fotoperíodo (12h), para indução e avaliação da brotação das gemas. Já outra parte foi distribuída em feixes, embaladas com filme plástico preto (amarradas as pontas com fita de nylon, com etiqueta identificadora na extremidade apical) e submetida à temperatura de 3°C, em disposição vertical ascendente, por mais 168, 336 e 504 HF, em 2010, e mais 456 HF, em 2011, para a superação da endodormência. O frio foi aplicado em câmaras incubadoras climatizadas

da marca Eletrolab, modelo EL202, sem fotoperíodo (somente escuro). Para cada combinação de tratamento e tempo de exposição ao frio foram avaliados dois grupos de 20 estacas. Ao final de cada período de frio, os grupos de estacas correspondentes foram transferidos para a câmara de crescimento, sendo as estacas cortadas em bisel a 1 cm da extremidade inferior.

Na câmara de crescimento, foram montadas duas mesas de madeira sobre as quais as estacas foram dispostas. As estacas foram acondicionadas de duas maneiras: *i*) no ano de 2010 as estacas ficaram sustentadas por uma dupla camada de tela trançada (1 cm x 1 cm), sobre um reservatório com 3 cm de água, com 5 ml L<sup>-1</sup> de hipoclorito de sódio (5% de cloro ativo), sendo que a cada duas semanas, a água do reservatório era substituída e as estacas cortadas a 3mm da extremidade basal, para evitar a obstrução do fluxo de seiva; *ii*) no ano de 2011 as estacas ficaram sustentadas por uma dupla camada de tela trançada (1cm x 1cm), sobre uma plataforma de espuma fenólica umedecida com 3,75 cm de altura, sem aditivos na água de irrigação ou procedimento periódico de corte das estacas. A água do reservatório e da plataforma de espuma fenólica era repostada a cada 48 a 72 horas. A temperatura e a umidade do ar foram monitoradas através de um termohigrógrafo.

A avaliação da brotação foi realizada diariamente até o 56º dia a 25°C, anotando-se a data de brotação em estágio de ponta verde (CARVALHO et al., 2010). Os dados de brotação foram analisados pelos parâmetros de brotação máxima, precocidade e uniformidade, estimados pela função de Gompertz reparametrizada (ANZANELLO et al., 2014a). O parâmetro brotação máxima correspondeu ao potencial máximo de brotação, em % de gemas brotadas; a precocidade o tempo necessário (dias) para o alcance de 37% da brotação máxima e a uniformidade o período de tempo (dias) entre 10 e 90% da brotação máxima.

Para cada tratamento, a brotação máxima, precocidade e uniformidade foi expressa em função do número de horas de frio, e as curvas resultantes foram comparadas pelo teste F, usando o software R (2019).

## Resultados e discussão

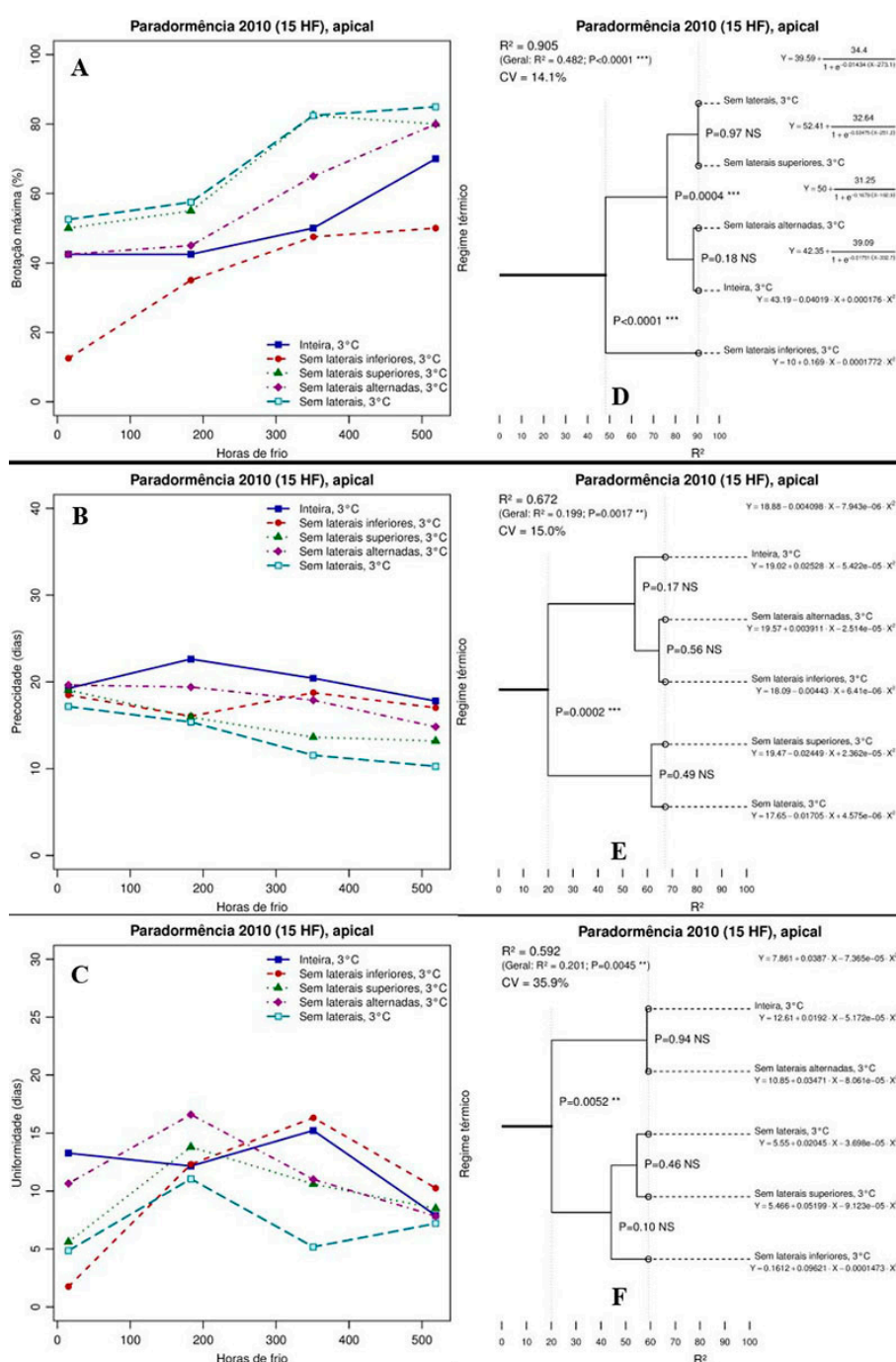
O aumento da duração do frio elevou a quantidade total de gemas apicais brotadas em todos os tratamentos avaliados, indicando que o frio durante a dormência favorece a intensidade de brotação (Figuras 1A e 3A). Para Melke (2015), o frio induz a endodormência e contribui para a superação da mesma, tornando as gemas fisiologicamente aptas

para brotarem. A dormência das gemas apicais evoluiu conforme o esperado para a cultivar Castel Gala (ANZANELLO et al., 2014b), sendo superada após 351 HF (Figura 1A). As gemas laterais não foram afetadas pelo frio, permanecendo em estado de dormência após o período de exposição ao frio (Figura 2A e 4A). Este estado de dormência está associado, principalmente, à paradormência, em que as gemas laterais são inibidas de brotar pela influência da dominância apical (TAIZ et al., 2017). Para Maguylo et al. (2012) e Durner (2013) o crescimento das gemas laterais é controlado, preponderantemente, pela paradormência, do que pelo estado intrínseco da endodormência.

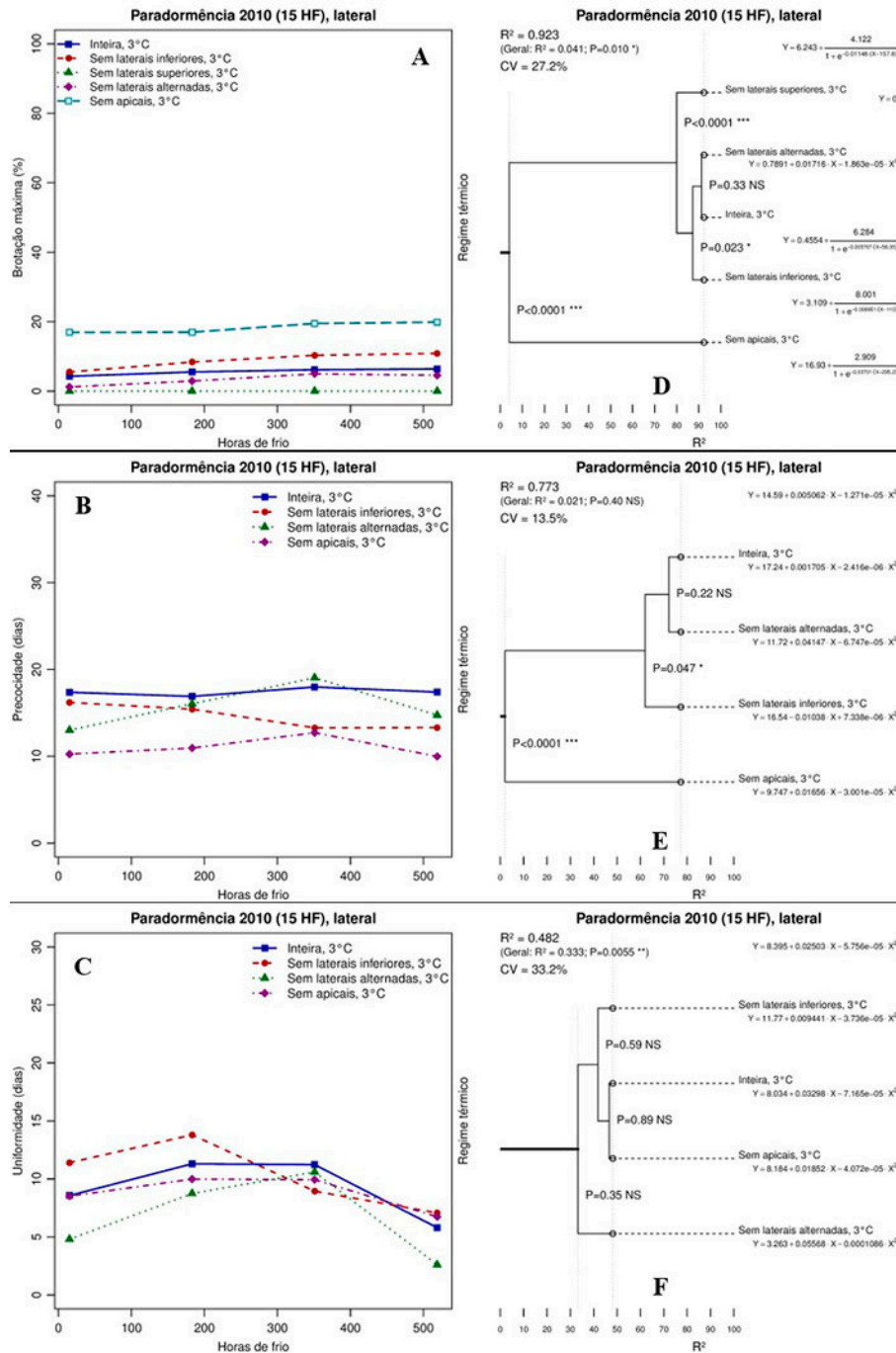
O efeito inibitório da dominância apical sobre a brotação das gemas laterais foi suprimido no tratamento SA (estacas sem gema apical). A remoção da gema apical promoveu maior quantidade de gemas axilares brotadas, se comparadas aos tratamentos que dispunham de gemas terminais (I, A, SI e SS) (P<0,0001) (Figuras 2A e 2D). Com a retirada da gema apical, a dominância por ela exercida sobre as gemas laterais é eliminada, ocorrendo, segundo Techmann e Muhr (2015), melhor distribuição da seiva, favorecendo a brotação de gemas axilares. Além disso, o tratamento SA promoveu maior precocidade das gemas axilares (P<0,0001) (Figuras 2B e 2E), não havendo distinção entre tratamentos para uniformidade de brotação (Figuras 2C e 2F). Hawerth et al. (2009), trabalhando com as cultivares de pessegueiro Coral, Rubidoux e Eragil, também verificaram que o desbaste em estacas (remoção da gema apical) incrementou a brotação de gemas laterais pela eliminação do efeito da dominância apical.

A resposta da brotação das gemas laterais, em estacas com a presença da gema apical, variou conforme o tratamento. Em 2010, os tratamentos A e I não diferiram entre si (P=0,33), enquanto os mesmos se distinguiram do tratamento SI (P=0,023) (Figuras 2A e 2D). Isto indica que a remoção das gemas laterais inferiores estimula a brotação das laterais superiores, sugerindo que gemas axilares basais em estacas de macieira possam exercer alguma influência sobre as laterais superiores. O tratamento SS diferiu dos demais tratamentos (P<0,0001) (Figuras 2A e 2D), por não ter proporcionado brotação das gemas basais. Isto mostra que as gemas laterais inferiores têm brotação pequena ou nula em estacas de macieira. Em relação à análise do parâmetro precocidade (2010 e 2011), uniformidade (2010 e 2011) e brotação máxima (2011), não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos (Figuras 2B, 2C, 2E, 2F e 4).

*Influência das gemas laterais...  
Influence of the lateral buds...  
Influencia de las yemas laterales...*

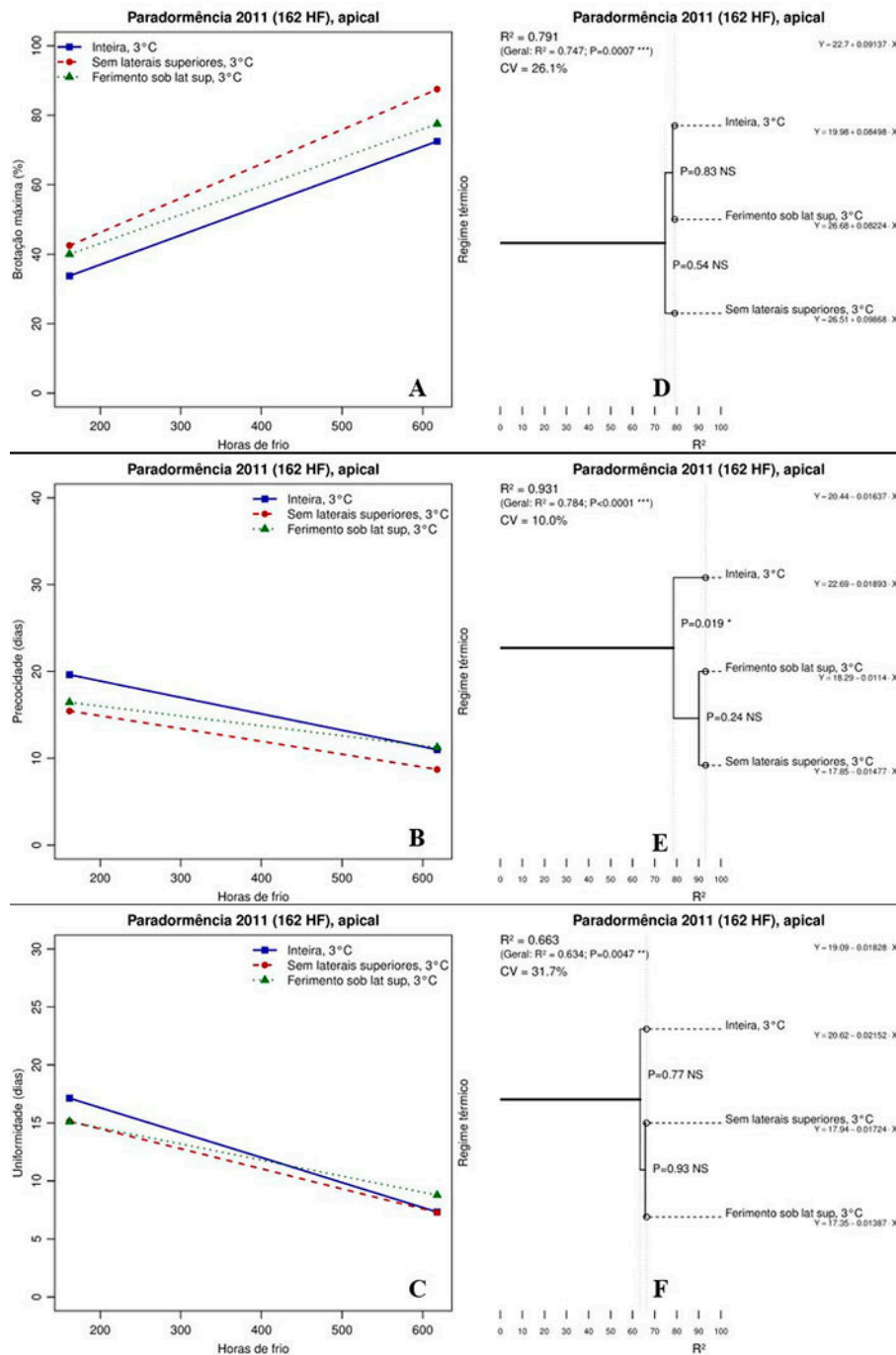


**Figura 1.** Evolução da brotação máxima (A), precocidade (B) e uniformidade (C) das gemas apicais de 'Castel Gala' submetidas a diferentes tratamentos, quanto à disposição das gemas axilares no ramo, e após expostas à temperatura de 3°C durante o período de dormência, ano de 2010. A quantidade de HF≤7,2°C ocorridas no campo até a data de coleta estão indicadas no título dos gráficos. (A, B e C) Valores observados; (D, E e F) Análise estatística (representação gráfica da análise de variância).

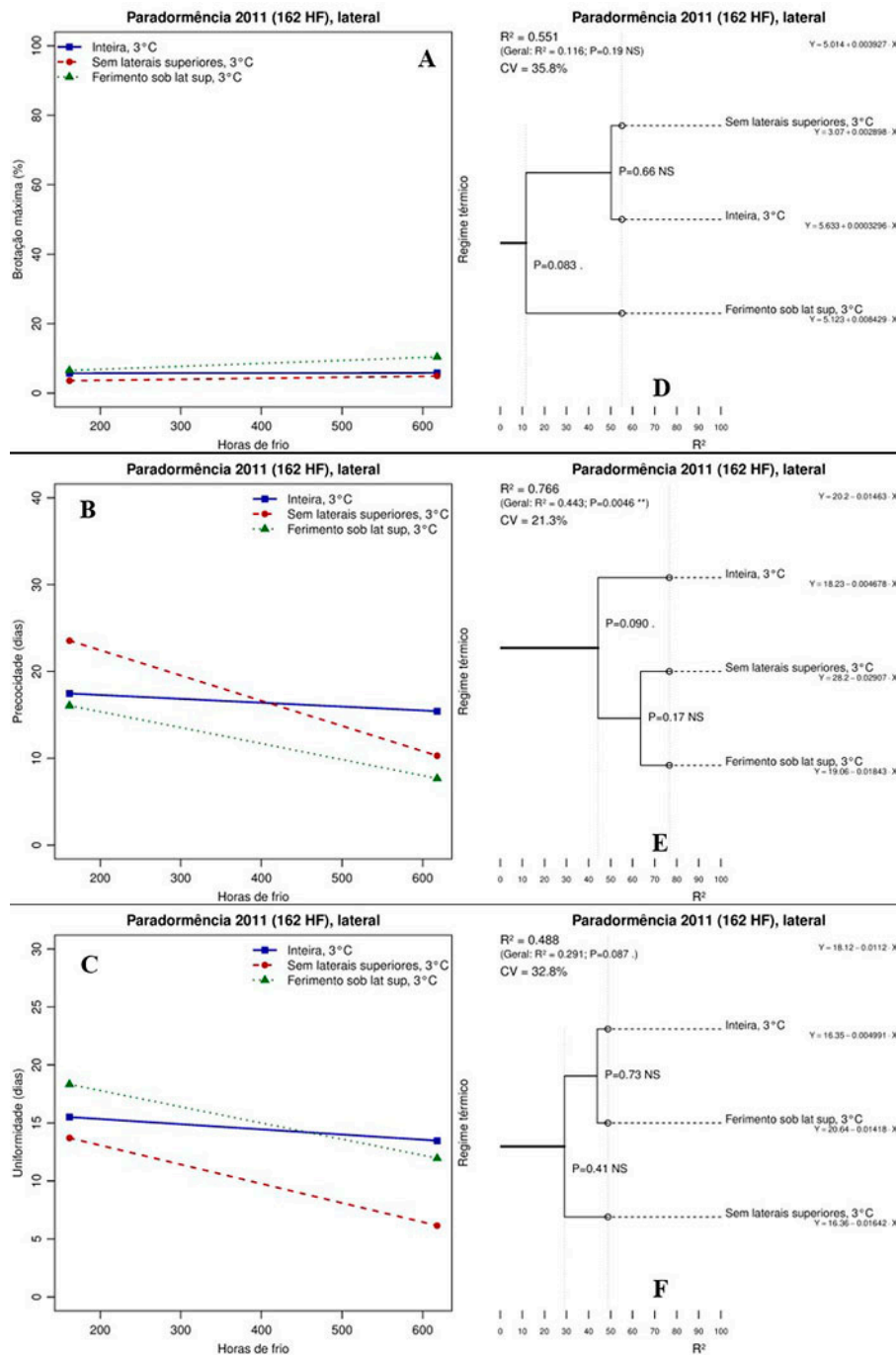


**Figura 2.** Evolução da brotação máxima (A), precocidade (B) e uniformidade (C) das gemas laterais de ‘Castel Gala’ submetidas a diferentes tratamentos, quanto à disposição das gemas axilares no ramo, e após expostas à temperatura de 3°C durante o período de dormência, ano de 2010. A quantidade de HF $\leq$ 7,2°C ocorridas no campo até a data de coleta estão indicadas no título dos gráficos. (A, B e C) Valores observados; (D, E e F) Análise estatística (representação gráfica da análise de variância).

*Influência das gemas laterais...  
Influence of the lateral buds...  
Influencia de las yemas laterales...*



**Figura 3.** Evolução da brotação máxima (A), precocidade (B) e uniformidade (C) das gemas apicais de 'Castel Gala' submetida a diferentes tratamentos, quanto à disposição das gemas axilares no ramo, e após expostas à temperatura de 3°C durante o período de dormência, ano de 2011. A quantidade de HF  $\leq 7,2^\circ\text{C}$  ocorridas no campo até a data de coleta estão indicadas no título dos gráficos. (A, B e C) Valores observados; (D, E e F) Análise estatística (representação gráfica da análise de variância).



**Figura 4.** Evolução da brotação máxima (A), precocidade (B) e uniformidade (C) das gemas laterais de 'Castel Gala' submetida a diferentes tratamentos, quanto à disposição das gemas axilares no ramo, e após expostas à temperatura de 3°C durante o período de dormência, ano de 2011. A quantidade de HF $\leq$ 7,2°C ocorridas no campo até a data de coleta estão indicadas no título dos gráficos. (A, B e C) Valores observados; (D, E e F) Análise estatística (representação gráfica da análise de variância).



Em relação às gemas apicais, no experimento de 2010, o grupo formado pelos tratamentos SL (todas as gemas laterais removidas) e SS (gemas laterais superiores removidas) apresentou maior percentual de brotação máxima ( $P=0,0004$ ), se comparado ao grupo formado por I (estacas intactas) e A (remoção alternada das gemas laterais) (Figuras 1A e 1D). Isto indica que a remoção de todas as gemas laterais superiores estimulou a brotação das gemas apicais, mostrando que as gemas laterais superiores podem inibir, em parte, a brotação das gemas apicais, reduzindo a brotação ou aumentando a necessidade de frio para superação da dormência. Verificou-se também que o tratamento SI (gemas laterais inferiores removidas) apresentou brotação inferior ( $P<0,0001$ ) a todos os tratamentos (Figuras 1A e 1D), confirmando o poder inibitório das gemas laterais superiores sobre a brotação da gema apical. Os tratamentos I e A não diferiram entre si em termos de brotação máxima ( $P=0,18$ ), indicando que as gemas restantes da remoção alternada foram suficientes para manter o efeito inibitório sobre a gema apical. Também não houve diferença ( $P=0,97$ ) entre os tratamentos SL e SS, sugerindo que a gema terminal não é afetada pelas gemas laterais inferiores (Figuras 1A e 1D). De acordo com Fioravanzo e Santos (2013) as gemas apicais da macieira são, geralmente, gemas mistas. Dessa forma, fatores que interferiram na brotação da gema apical podem comprometer o potencial de produção da planta.

A influência das gemas laterais superiores sobre a brotação da gema apical, observada em 2010 (Figura 1), foi reavaliada em 2011 (Figura 3). Nesta segunda análise, o foco foi definir se o potencial de brotação das gemas apicais foi influenciado, essencialmente, pela remoção das gemas laterais do ramo ou se foi reflexo do dano causado quando da eliminação das gemas axilares da estaca. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre as curvas de brotação máxima nesse experimento (Figuras 3A e 3D). Entretanto, observou-se uma tendência do ferimento realizado abaixo das gemas laterais resultar em maior brotação das gemas apicais em relação às estacas inteiras, porém menor se comparada ao tratamento sem laterais superiores (Figura 2A). Tal fato indica que o ferimento pode ter influência sobre a brotação da gema apical, porém, a maior interferência se deve à presença das gemas axilares superiores. Williams et al. (1979), trabalhando com estacas de nós isolados em macieira, verificaram que o ferimento (corte) realizado próximo às gemas axilares provocou aumento da produção de etileno e

ácido abscísico, resultando em aumento no percentual de brotação, o que corrobora os resultados obtidos do presente estudo.

A avaliação em apenas dois pontos extremos de número de horas de frio, em 2011, impediu que se verificasse um possível efeito na exigência em frio causado pelos tratamentos, pois em 2010 as principais diferenças entre os tratamentos se manifestaram em torno de 350 HF (Figura 1A). A interação entre gemas laterais e apicais manifestada pelo uso de estacas intactas confere a este método condições ideais para estudos de modelagem da dormência e previsão da brotação (ANZANELLO et al., 2014a). Como consequência, são mantidas as estimativas das inter-relações entre os tecidos da planta, podendo-se inferir com maior aproximação as respostas às condições reais (DENNIS JUNIOR, 2003). Segundo Dole (2001), o método de estacas intactas é baseado no princípio da inibição correlativa, avaliando-se, em conjunto, a paradormência e a endodormência, sendo, portanto, mais fidedigno para análise do estado de dormência.

Quanto à precocidade de brotação, no ano de 2010, as gemas apicais dos tratamentos que continham gemas laterais superiores (I, A e SI) levaram mais tempo para brotar, diferindo significativamente dos tratamentos SS e SL ( $P=0,0002$ ) (Figuras 1B e 1E). Em 2011, a mesma resposta foi obtida, com maior precocidade das gemas apicais em estacas sem a presença das gemas axilares superiores, se comparadas às estacas intactas ( $P=0,019$ ) (Figuras 3B e 3E). Isso mostra que as gemas axilares superiores afetam tanto a ocorrência da brotação das gemas apicais quanto a sua velocidade. O tratamento SL (sem laterais) apresentou, numericamente, maior velocidade de brotação das gemas apicais, sobretudo, após a superação da endodormência (351HF), atribuindo alto potencial para brotarem, quando mantidas solitárias nos ramos (Figura 1B). Conforme Durner (2013) e Petri et al. (2016) estruturas de frutificação resultam em força de dreno no início do ciclo de produção, ocasionando alterações no potencial de brotação e crescimento vegetativo dos ramos, devido à competição dos tecidos por nutrientes e reservas.

Para a uniformidade de brotação das gemas apicais, em 2010, o grupo formado pelos tratamentos SL, SS e SI diferiu significativamente do grupo composto por I e A ( $P=0,0052$ ) (Figuras 1C e 1F). Isto indica que a presença de gemas laterais ao longo do ramo provoca menor sincronia da brotação das gemas apicais. Verificou-se, também, que os tratamentos SL e SS não diferiram entre si ( $P=0,46$ ) (Figuras 1C e

1F), apresentando maior uniformidade de brotação, devido à ausência da interferência das gemas laterais superiores sobre a gema terminal, especialmente após a superação da dormência (351 HF). Para Herter et al. (2001) e Carvalho e Biasi (2012) estacas de nós isolados, que não apresentam interação entre gemas, apresentam índice de velocidade de brotação (gemas brotadas/dia) mais restrito (uniforme) com o aumento da duração do frio. Em 2011, não houve diferenças significativas entre os tratamentos para o parâmetro uniformidade (Figuras 3C e 3F).

Os resultados mostram que as gemas apicais são

afetadas pela presença das gemas laterais superiores quando analisados, especialmente, em relação aos parâmetros brotação máxima e precocidade. A interferência das gemas laterais na brotação da gema apical deve ser aprofundada em trabalhos futuros, devendo-se realizar estudos em nível hormonal e genético, para melhor explicar o efeito dessa interação.

## Conclusões

A brotação das gemas apicais de macieiras é influenciada pelas gemas laterais situadas próximas à extremidade superior dos ramos.

## Referências

- ALVAREZ, H.C.; SALAZAR-GUTIERREZ, M.; ZAPATA, D.; KELLER, M.; HOOGENBOOM, G. 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. DOI: 0.1186/s13007-018-0361-0
- ANZANELLO, R.; FIALHO, F.B.; SANTOS, H.P.; BERGAMASCHI, H.; MARODIN, G.A.B. Métodos biológicos para avaliar a brotação de gemas em macieira para modelagem da dormência. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p.1163-1176, 2014a. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n3p1163
- ANZANELLO, R.; FIALHO, F.B.; SANTOS, H.P.; BERGAMASCHI, H.; MARODIN, G.A.B. Bud dormancy in apple trees after thermal fluctuations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.6, p.457-464, 2014b. DOI: 10.1590/S0100-204X2014000600007
- ANZANELLO, R.; FIALHO, F.B.; SANTOS, H.P. Chilling requirements and dormancy evolution in grapevine buds. **Ciência e Agrotecnologia**, v.42, n.4, p.364-371, 2018. DOI: 10.1590/1413-70542018424014618
- CAMPOY, J.A.; RUIZ, D.; EGEA, J. Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: A review. **Scientia Horticulturae**, v.130, n.2, p.357-372, 2011. DOI: 10.1016/j.scienta.2011.07.011
- CARVALHO, R. I. N.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; SANTOS, J. M.; PEREIRA, G. P. 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**, v. 8, n. 1, p. 93-100, 2010.
- CARVALHO, R. I. N.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; SANTOS, J. M.; PEREIRA, G. P. 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**, v. 8, n. 1, p. 93-100, 2010.
- CARVALHO, R.I.N.; BIASI, L.A. Índice para a avaliação da intensidade de dormência de gemas de fruteiras de clima temperado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.3, p.936-940, 2012. DOI: 10.1590/S0100-29452012000300037.
- CONSIDINE, M. J. On the language and physiology of dormancy and quiescence in plants. **Journal of Experimental Botany**, v.67, n.11, p.3189-3203, 2016. DOI: 10.1093/jxb/erw138.
- COOK, N.C.; JACOBS, G. Suboptimal winter chilling impedes development of acrotony in apples trees. **HortScience**, v.34, n.7, p.1213-1216, 1999. DOI: 10.21273/HORTSCI.34.7.1213
- DENNIS JUNIOR, F.G. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. **HortScience**, v.38, n.3, p.347-350, 2003. DOI: 10.21273/HORTSCI.38.3.347
- DINIZ, J.D.N.; GOMES, S.O.; INNECCO, R.; ALMEIDAS, J.L.; COSTA, J.T.A. Avaliação dos efeitos da quebra da dominância apical e do BAP na multiplicação *in vitro* de *Heliconia stricta* Huber. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, Número Especial, p.232-237, 2004.
- DOLE, J. Standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in bulbs, corms, and tubers. **HortScience**, v.38, n.3, p.341-346, 2001. DOI: 10.21273/HORTSCI.38.3.347

*Influência das gemas laterais...*  
*Influence of the lateral buds...*  
*Influencia de las yemas laterales...*

- DURNER, E.F. **Principles of horticultural physiology**. 1. ed. Wallingford: Oxfordshire, 2013. 403p.
- FIORAVANÇO, J.C.; SANTOS, R.S.S. **Maçã: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 239p. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas)
- HAWERROTH, F.J.; PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; HERTER, F.G.; MARAFON, A.C. Efeito do frio e do desponte na brotação de gemas em pessegueiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.31, n.2, p.440-446, 2009. DOI: 10.1590/S0100-29452009000200018.
- HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L. **Controle do desenvolvimento vegetativo em macieira e pereira**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 35 p. (Documentos, 147)
- HERTER, F.G.; MACHADO, L.B.; OLIVEIRA, M.F.; SILVA, J.B. Efeito do frio na brotação de gemas de pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Carrick, em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.261-264, 2001. DOI: 10.1590/S0100-29452001000200011
- MAGUYLO, K.; THERON, K.; COOK, N.C. Environment and position of first bud to break on apple shoots affects lateral outgrowth. **Trees**, v.26, n.2, p.663-675, 2012. DOI: 10.1007/s00468-011-0634-y
- 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, 110-156, 2015. DOI:10.5539/jps.v4n2p110
- PETERSON, R.; KROST, C. Tracing a key player in the regulation of plant architecture: the columnar growth habit of apple trees (*Malus domestica*). **Planta**, v.238, n.1, p.1-22, 2013. DOI:10.1007/s00425-013-1898-9
- PETRI, J.L.; HAWERROTH, F.J.; LEITE, G.B.; SEZERINO, A.A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2016. 141p.
- R CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna: Austria, 2019. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 30 jul. 2019.
- RUBIO, S.; DANTAS, D.; BRESSAN SMITH, R.; PÉREZ F.J. Relationship between endo dormancy and cold hardiness in grapevine buds. **Journal Plant Growth Regulation**, v.35, n.1, p.266-275, 2016. DOI: 10.1007/s00344-015-9531-8
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.
- TEICHMANN, T.; MUHR, M. Shaping plant architecture. **Frontiers in Plant Science**, v. 16, n.1, 1-18, 2015. DOI: 10.3389/fpls.2015.00233
- WILLIAMS, R.R.; EDWARDS, G.R.; COOMBE, B.G. Determination of the pattern of winter dormancy in lateral buds of apples. **Annals of Botany**, v.44, n.5, p.575-581, 1979. DOI: 10.1093/oxfordjournals.aob.a085769
- WILSON, B. Apical control of branch growth and angle in woody plants. **American Journal of Botany**, v.87, n.5, p. 601-607, 2000. DOI: 10.2307/2656846