



# Necessidades térmicas para indução da brotação de diferentes cultivares de macieira

Gilberto Luiz Putti<sup>1</sup>, José Luiz Petri<sup>2</sup>, Marta Helena Mendez<sup>3</sup>,  
Gabriel Berenhauer Leite<sup>4</sup>

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar as exigências térmicas para a brotação de seis cultivares de macieira, duas comerciais (Gala e Fuji) e quatro com potencial para produção comercial no Sul do Brasil (Condessa, Imperatriz, Daiane e Baronesa). Ramos medindo de 20 a 25cm de comprimento foram submetidos a 1.150 unidades de frio e, em seguida, a temperaturas de 5, 10, 15, 20 e 25°C, em câmara de crescimento, para ser avaliado o número de dias para brotação e calculado o índice de desenvolvimento, a temperatura base e os graus-dia necessários para a brotação. O aumento de temperaturas, de 5 a 25°C, após a superação da necessidade em frio reduz o número de dias para brotação, independentemente da cultivar. A temperatura-base para cálculo dos graus-dia varia com a cultivar, porém não apresenta relação com as necessidades de frio da cultivar. O índice de desenvolvimento aumenta com a temperatura após a superação da dormência. A exigência de calor para a brotação é estável nas temperaturas entre 10 e 25°C. A necessidade de calor independe da necessidade de frio das cultivares.

**Termos para indexação:** (*Malus domestica*, Borkh.), exigências térmicas, necessidades de frio, brotação.

## Heat requirement for inducing budbreak in different apple cultivars

**Abstract** – The heat requirements for bud burst of six apple cultivars were evaluated. Shoots with 20 to 25cm length were submitted to 1,150 cold units. After this treatment, shoots were divided in single bud cuttings and treated at different temperatures (5, 10, 15, 20 and 25°C). The mean time of budbreak (MTB), development index, base temperature and degree-days for budbreak for each cultivar was calculated. The increase of temperature after chilling reduced the MTB in all cultivars. The base temperature to calculate the degree-days varied among cultivars, but has not relation with chilling requirement. The development index improves with temperature increase. The heat requirement is stable at temperatures between 10 and 25°C. The heat requirement is independent of the chilling requirement.

**Index terms:** (*Malus domestica*, Borkh.), termic requirements, chilling requirements, bud breaking.

## Introdução

Entre as técnicas dos estudos dos mecanismos envolvidos na dormência, está a que se fundamenta na evolução do tempo necessário para a brotação de gemas isoladas e submetidas a uma

temperatura-padrão, técnica chamada de estacas de nós isolados (Mauget & Rageau, 1987; Herter et al., 1992; Rageau, 2002). Neste método, um aumento do tempo médio para a brotação caracteriza a entrada em dormência, enquanto que uma redução deste tempo para

a brotação identifica a saída de dormência. O período de repouso divide-se em duas fases: a primeira é a necessidade em frio, que é importante para a entrada em dormência e superação da mesma, e a segunda fase é a que necessita da elevação das temperaturas para

Aceito para publicação em 16/8/05.

<sup>1</sup>Eng. agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Caçador, C.P. 591, 89500-000 Caçador, SC, fone/fax: (49) 3561-2000, e-mail: gputti@epagri.rct-sc.br.

<sup>2</sup>Eng. agr., M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Caçador, e-mail: petri@conection.com.br.

<sup>3</sup>Eng. agr., Dr., UFPEL/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, C.P. 354, 96010-900 Pelotas, RS, fone/fax: (53) 3275-7158, e-mail: mendez@ufpel.tche.br.

<sup>4</sup>Eng. agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Caçador, e-mail: gabriel@epagri.rct-sc.br.

favorecer o desenvolvimento das gemas (Richardson et al., 1974 e 1975; Ashcroft et al., 1977; Couvillon & Erez, 1985).

Zanette (1982) observou que temperaturas de -3° e 3°C tiveram igual ação na quebra da dormência da macieira e que temperaturas de 12°C, além do efeito de calor estimulando o desenvolvimento, tiveram também efeito na superação da endodormência.

Segundo Richardson et al. (1974), as horas de calor eficientes seriam aquelas superiores a 4,5°C, acumuladas entre o fim da endodormência e o início da brotação, sendo 25°C a temperatura máxima a considerar. Richardson et al. (1975) desenvolveram um método de cálculo de horas de calor após o término da dormência, no qual 1 hora de calor (GDH°C) é definida como 1 hora a uma temperatura de 1°C acima da temperatura-base de 4,5°C. As horas de calor são calculadas subtraindo-se 4,5°C de cada hora de exposição a uma temperatura entre 4,5 e 25°C. Temperaturas acima de 25°C são consideradas iguais a 25°C.

Ashcroft et al. (1977) desenvolveram um método estatístico para determinar as unidades de frio e horas de calor necessárias para diversas frutíferas de hábito caducifólio em função de dados de temperatura e das datas de plena floração observadas durante vários anos. De acordo com este método, determinou que a exigência em unidade de frio (UF) da pereira cultivar Bartlett é de 1.210 (Modelo UTAH) e que a exigência de horas de calor para a plena floração é de 5.644 (Modelo Richardson). Couvillon & Erez (1985) verificaram que as horas de calor dependem do acúmulo de horas de frio para superar a dormência. Na pereira 'Kieffer', as horas de calor decresceram de 5 mil, quando nenhuma unidade de frio excedeu suas exigências, para 400 horas de calor quando foram fornecidas 2.400 UF além do exigido pela cultivar. Pola et al. (1994) verificaram a correlação entre a quantidade de frio e as unidades de calor necessárias para a brotação da 'Fuji' em Caçador, SC, onde quanto mais unidades de calor, menor é o tempo para início da brotação.

Existem genótipos de macieira com diferentes exigências em frio, porém, poucos trabalhos sobre as exigências térmicas para a brotação. Desta forma, esse trabalho teve por objetivo verificar o efeito de diferentes temperaturas na brotação de gemas de macieira depois de satisfeita a necessidade em frio, estimar a temperatura-base e as exigências térmicas para a brotação de seis cultivares de macieira.

## Material e métodos

O trabalho foi realizado em 2000 na Epagri/Estação Experimental de Caçador, Caçador, Santa Catarina (lat. 26°46'S, long. 50°00'0).

Ramos do ano, medindo 20 a 25cm de comprimento, das cultivares de macieira Gala, Fuji, Condessa, Baronesa, Daiane e Imperatriz foram coletados em 23/5/2000, separados em cinco lotes de dez ramos por cultivar e submetidos a 1.150 UF em câmara frigorífica (estes ramos já haviam acumulado 210 UF a campo até a data da coleta).

Os requerimentos de frio destas cultivares (encontradas em publicações diversas), em horas de frio (HF), são: Gala: 600, Fuji: 800, Condessa: 350, Baronesa: 500 a 600, Daiane: mais de 550, Imperatriz: 550.

• Número de dias para brotação (n° dias)

Os ramos de cada lote foram submetidos ao teste de estacas de nós isolados (Herter et al., 1992; Mauget & Rageau, 1987; Rageau, 2002). O procedimento foi o seguinte: os ramos foram cortados usando-se somente sua parte intermediária, de 8cm; nesta, manteve-se somente a gema superior, eliminando-se as demais gemas axilares; a gema superior ficou 1cm abaixo do corte, sendo que a extremidade superior foi protegida com parafilme; as estacas foram colocadas em bandejas contendo espuma fenólica e mantidas hidratadas durante todo o período, incubadas em câmaras de crescimento (BOD) com temperaturas de 5, 10, 15, 20 e 25°C e fotoperíodo de 16 horas de luz, até a brotação das gemas; a variável analisada foi o número de dias para brotação, sendo considerada

brotação a gema no estágio de ponta verde (aparecimento visual das primeiras folhas); o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dez repetições (estacas), e o esquema de tratamentos foi o fatorial, com seis cultivares e cinco níveis de temperatura; os resultados obtidos para a variável número de dias para brotação foram submetidos à regressão polinomial para cada cultivar.

• Índice de desenvolvimento (ID) e temperatura-base

Com os dados do número de dias também foi calculado o índice de desenvolvimento:  $ID = (1 / \text{número de dias para a brotação}) \times 100$ ; e após, este índice foi submetido à regressão polinomial. Com a equação do ID obteve-se a temperatura-base inferior (temperatura mínima abaixo da qual não há desenvolvimento), correspondendo ao ID igual a zero.

• Graus-dia (GD)

De posse da temperatura base pode-se efetuar o cálculo dos graus-dia:  $GD = (\text{Temperatura em câmara de crescimento} - \text{Temperatura-base}) \times \text{n}^\circ \text{ dias para brotação} \times 24$ , em que 24 representa 24 horas do dia.

## Resultados e discussão

• Número de dias para brotação

As cultivares estudadas tiveram dinâmicas parecidas no número de dias para a brotação das gemas, necessitando maior número de dias em temperaturas menores e menor número com o aumento das temperaturas (Figura 1).

Na temperatura de 5°C, a 'Baronesa' necessitou apenas 59 dias para a brotação, enquanto que a 'Fuji' necessitou 85 dias. Na temperatura de 10°C, a 'Baronesa' necessitou somente 25 dias para a brotação, reduzindo em 34 dias em relação à temperatura de 5°C. A temperatura de 15°C continuou reduzindo o número de dias, porém em menor intensidade que as temperaturas de 5 e 10°C. Já nas temperaturas de 20 e 25°C houve pequena diferença no número de dias para brotação, variando de dois a cinco entre as diversas cultivares (Figura 1).

Os resultados mostram que no período de saída da dormência, após

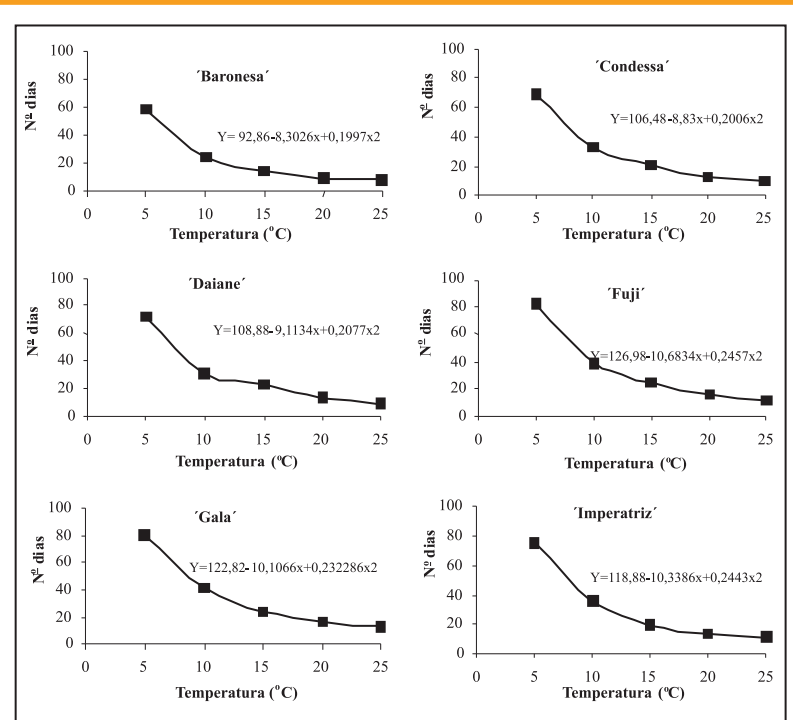


Figura 1. Número de dias para a brotação de gemas de macieira em função das temperaturas para as cultivares Baronesa, Condessa, Daiane, Fuji, Gala e Imperatriz, obtidos do teste de estacas de nós isolados em Caçador, SC – 2000

a planta haver passado por um período de frio, as temperaturas acima de 10°C estimulam melhor a brotação (Figura 1). Considerando-se que todas as cultivares receberam a mesma quantidade de frio, o que determina a brotação é a acumulação de calor, mostrando que há diferenças entre as cultivares estudadas. Segundo Richardson et al. (1975), as horas efetivas de calor são as de valores maiores que 4,5°C, acumuladas após completar a dormência, sendo 25°C a temperatura máxima a considerar.

A cultivar Condessa, de menor necessidade de frio, apresentou número de dias para brotação similar ao das cultivares Fuji e Gala, que são de maior necessidade de frio (Figura 1). O acúmulo de calor não demonstrou relação com as necessidades de frio das diferentes cultivares.

• Índice de desenvolvimento e temperatura-base

O ID para brotação apresentou um aumento linear com o aumento da temperatura para todas as cultivares. A 'Baronesa' foi a que teve maior índice observado em todas as temperaturas estudadas (Figura 2), apresentando um

acréscimo de 0,5612 no ID para cada grau no aumento da temperatura.

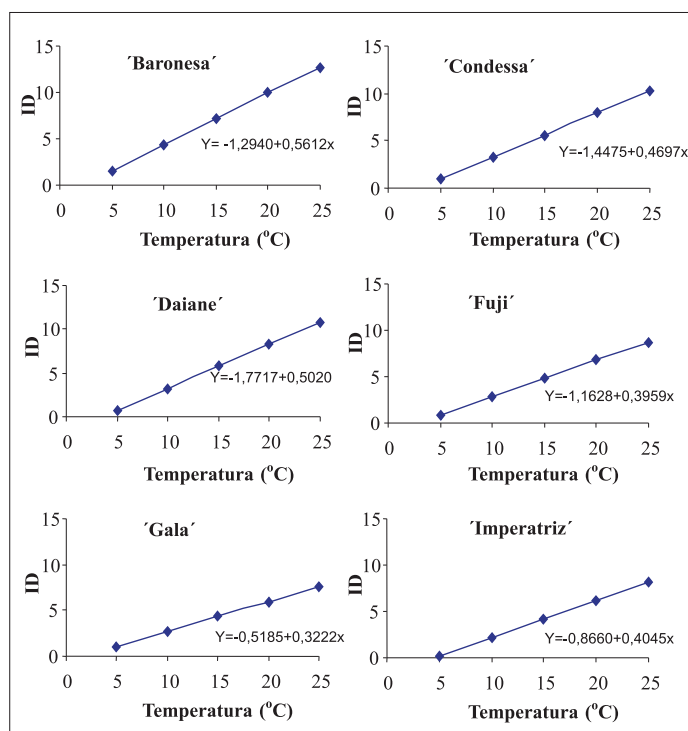


Figura 2. Índice de desenvolvimento (ID) em função das temperaturas para induzir a brotação das cultivares Baronesa, Condessa, Daiane, Fuji, Gala e Imperatriz, calculado com dados do número de dias para brotação em Caçador, SC – 2000

A temperatura-base foi diferente para cada cultivar, variando de 1,6°C para a cultivar Gala até 3,5°C para a 'Daiane' (Tabela 1), aparentando não ter uma relação direta com a necessidade de frio para completar a dormência, visto que a 'Condessa', a de menor exigência em frio, apresentou uma temperatura-base de 3,1°C, próxima da 'Daiane' (3,5°C) e superior à da 'Gala' (1,6°C), sendo que estas duas cultivares apresentaram uma necessidade de frio bem superior à da 'Condessa' (Tabela 1).

• Graus-dia

A brotação da cultivar Condessa ocorre aproximadamente um mês antes da 'Daiane'. Apesar de apresentarem necessidade de calor a campo semelhante, esta diferença pode ser relacionada à maior necessidade de frio da 'Daiane' (Denardi & Camilo, 1998). Já nas cultivares Baronesa e Imperatriz ocorre o oposto. Apesar de terem necessidades de frio semelhantes (Denardi & Camilo, 1997; Denardi & Camilo, 2000), a brotação e a floração não são coincidentes, podendo esta diferença, neste caso, ser creditada à maior necessidade

Tabela 1. Temperatura-base calculada das cultivares Baronesa, Condessa, Daiane, Fuji, Gala e Imperatriz em Caçador, SC

Cultivar	Temperatura-base (°C)
Gala	1,6
Imperatriz	2,1
Baronesa	2,3
Fuji	2,9
Condessa	3,1
Daiane	3,5

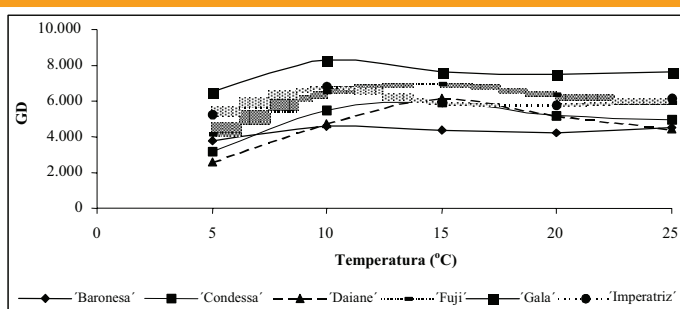


Figura 3. Graus-dia em função das temperaturas para induzir brotação da macieira, calculados com base no número de dias observados para as cultivares Condessa, Baronesa, Daiane, Fuji, Gala e Imperatriz em Caçador, SC – 2000

de calor da 'Imperatriz' (Figura 3). A cultivar Imperatriz apresenta uma necessidade de calor em torno de 70 graus-dia maior que a da 'Baronesa', tendo uma brotação mais tardia do que a desta última.

A 'Gala' foi a mais exigente em calor, seguida das cultivares Fuji, Imperatriz e Baronesa (Figura 3). Estes dados são coerentes com a época de brotação a campo em anos com temperaturas baixas na época de brotação, quando se observa que a 'Gala' retarda o início de brotação em relação às demais.

Com o conhecimento da necessidade de calor (graus-dia) de cada cultivar é possível prever com maior precisão a época de brotação e de floração. Segundo Tabuenca (1983), a data da plena floração é dependente tanto da necessidade de frio como de calor no período compreendido entre a saída do repouso e a floração.

## Conclusões

- O aumento de temperaturas,

de 5 a 25°C, após a superação da necessidade de frio, reduz o número de dias para a brotação, independentemente da cultivar.

- A temperatura-base para cálculo dos graus-dia varia com a cultivar, porém não apresenta relação com as necessidades de frio da cultivar.

- O índice de desenvolvimento aumenta com o aumento da temperatura após a superação da dormência.

- A exigência de calor para a brotação é estável nas temperaturas entre 10 e 25°C.

- A necessidade de calor independe da necessidade de frio das cultivares.

## Literatura citada

1. ASHCROFT, G.L.; RICHARDSON, E.A.; SEELEY, S.D. A statistical method of determining chill unit and growing degree hour requirements for deciduous fruit trees. *HortScience*, Alexandria, v.12, n.4, p.347-348. 1977.
2. COUVILLON, G.A.; EREZ, A. Influence of prolonged exposure to chilling temperatures

on bud break and heat requirement for bloom of several fruit species. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Geneva, N.Y., v.10, n.1, p.47-50, 1985.

3. DENARDI, F.; CAMILO, A.P. Epagri 406 - Baronesa: Nova cultivar de macieira de maturação tardia para o sul do Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, BA, v.19, n.2, p.185-189, 1997.
4. DENARDI, F.; CAMILO, A.P. Daiane: nova cultivar de macieira para colheita em março. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.2, n.3, p.6-8, 1998.
5. DENARDI, F.; CAMILO, A.P. Imperatriz: nova cultivar de macieira para dupla finalidade - produtora e polinizadora. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, SP, v.22, n.1, p.40-43, 2000.
6. HERTER, F.G. *Dormancy des lorangeous et phenologie de quelques cultivars de pommier: effect de la temperature in interaction avec de genotype*, 1992. 82f. Tese (Doutorado) Clermont Ferrat, França.
7. MAUGET, J.C.; RAGEAU, R. Bud dormency and adaptation of apple tree to mild winter climates. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n.232, p.101-108, 1987.
8. POLA, C.P.; BLEICHER, J.; BERNARDI, J. Previsão do início de brotação em macieira, cultivar Gala. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.7, n.4, p.24-28, 1994.
9. POLMER, J.W.; PRIVÉ, J.P.; TUSTIN, D.S. Temperature. In: FERRE, D.C.; WARRINGTON, I.J. (Ed.) *Apples, botany, production and uses*. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2003. p.217-236.
10. RAGEAU, R. Novos conceitos em dormência de fruteiras de clima temperado. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA TEMPERADO, 5., 2002, Fraiburgo, SC. *Anais...* Caçador, SC: Epagri, 2002. p.185-201.
11. RICHARDSON, E.A.; SEELEY, S.D.; WALKER, D.R. et al. Phenoclimatology of spring peach bud development. *HortScience*, Alexandria, v.9, n.3, p.236-237, 1975.
12. RICHARDSON, E.A.; SEELEY, S.D.; WALKER, D.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.
13. TABUENCA, M.C. Influência de la temperatura en la época de floración de los variedades de manzano. *Andes de la Estación Experimental de Aula Dei Zaragoza*, v.16, n.314, p.341-346, 1983.
14. ZANETTE, F. Efeito de algumas temperaturas de estocagem sobre a quebra de dormência das gemas e regeneração do sistema radicular de porta enxertos de macieira. *Revista do Setor de Ciências Rurais*, Curitiba, v.4, p.43-47, 1982.