

## NECESSIDADES TÉRMICAS DE MACIEIRAS DA BROTAÇÃO À COLHEITA

### THERMAL REQUIREMENTS OF APPLE TREES FROM BUDBREAK TO HARVEST

Miguel Gustavo Beilner de Oliveira<sup>1</sup>, Rafael Henrique Pertille<sup>2</sup>, Marcus Vinicius Kvitschal<sup>3</sup>,  
Idemir Citadin<sup>4</sup>

#### RESUMO

A escolha de cultivares adaptadas ao local de cultivo é importante para a contribuição na obtenção de bons resultados produtivos. Assim, o teste de novas seleções de macieira em regiões com acúmulo de frio insuficiente é primordial para um desenvolvimento adequado da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a fenologia de sete genótipos de macieiras cultivados em local de inverno ameno, e as respectivas necessidades térmicas durante o ciclo 2022/23. O experimento ocorreu na UTFPR Câmpus Pato Branco, em delineamento experimental em blocos casualizados, com três blocos de 6 plantas por parcela. Os tratamentos foram seis genótipos desenvolvidos pela Epagri 'M.8/07', 'M.3/08', 'M.4/08', 'Monalisa', 'Luiza', 'Gala', além da cultivar 'Eva'. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). As variáveis analisadas foram: Cálculo de soma térmica (GDH – growing degree hours), número de dias entre as fases fenológicas e frutificação efetiva. 'Eva' tem demonstrado um período maior de floração e precocidade de seu ciclo produtivo. 'M.4/08' e 'M.8/07' obtiveram brotações uniformes e um ciclo precoce de produção, 'Luiza' e 'M.3/08' obtiveram bons resultados produtivos em ciclo maior. 'Monalisa' e 'Gala' evidenciaram maior necessidade de frio e calor para completar seu ciclo reprodutivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fenologia; Soma térmica, adaptabilidade.

#### ABSTRACT

The choice of cultivars adapted to the cultivation location is important to contribute to obtaining good productive results. Therefore, testing new apple tree selections in regions with insufficient cold accumulation is essential for adequate development of the crop. The objective of this work was to evaluate the phenology of seven apple tree genotypes grown in a mild winter location, and the respective thermal needs during the 2022/23 cycle. The experiment took place at the UTFPR Câmpus Pato Branco, in a randomized block experimental design, with three blocks of 6 plants per plot. The treatments were six genotypes developed by Epagri 'M.8/07', 'M.3/08', 'M.4/08', 'Monalisa', 'Luiza', 'Gala', in addition to the cultivar 'Eva'. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and the Scott-Knott test ( $p \leq 0.05$ ). The variables analyzed were: Calculation of thermal sum (GDH – growing degree hours), number of days between phenological phases and effective fruiting. 'Eva' has demonstrated a longer flowering period and earlier production cycle. 'M.4/08' and 'M.8/07' obtained uniform shoots and an early production cycle, 'Luiza' and 'M.3/08' obtained good productive results in a longer cycle. 'Monalisa' and 'Gala' showed a greater need for cold and heat to complete their reproductive cycle.

**KEYWORDS:** Phenology; Thermal sum, adaptability.

<sup>1</sup> Bolsista PIBIB-CNPq, Curso de Agronomia, UTFPR Campus Pato Branco. E-mail: migueloliveira@alunos.utfpr.edu.br ID Lattes: 2733640205488477.

<sup>2</sup> Bolsista CAPES, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UTFPR Campus Pato Branco. E-mail: henriquepertille@gmail.com

<sup>3</sup> Pesquisador, Empresa de Pesquisa e Agropecuária Extensão Rural de Santa Catarina, Estação Experimental de Caçador, Santa Catarina, Br. E-mail: marcusvinicius@epagri.sc.gov.br ID Lattes: 6890936860763328.

<sup>4</sup> Docente no Curso de Agronomia e do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. UTFPR Campus Pato Branco, Paraná, Br. E-mail: idemir@utfpr.edu.br. ID Lattes: 4503540110400432.

## INTRODUÇÃO

As condições climáticas desempenham um papel fundamental no processo de desenvolvimento e adaptação das plantas, pois afetam suas relações fisiológicas e fenológicas, que por sua vez dependem da disponibilidade térmica da região em que estão localizadas. A temperatura é um fator crítico, pois níveis mais elevados aceleram o metabolismo das plantas, enquanto temperaturas mais baixas tendem a retardar suas funções metabólicas durante o crescimento vegetativo (ANZANELLO; CHRISTO, 2019). Por outro lado, a falta de acúmulo de frio durante o período de endodormência (inverno) atrasa o início de floração e prolonga o período de floração em genótipos mais exigentes em frio (PERTILLE, *et al.*, 2022). Na região sul do Brasil, há variações significativas de temperatura ao longo das estações do ano, com noites frias e dias quentes, especialmente durante o inverno, quando as geadas podem ocorrer durante a noite e as temperaturas podem superar os 25 °C ao meio-dia. No entanto, a cultura da macieira é adaptada a climas de regiões temperadas e requer um acúmulo de horas frio para superar seu período de endodormência e, posteriormente, iniciar o processo de brotação. Após esse período, o acúmulo de horas de calor é que determina os estágios fenológicos e o comprimento do ciclo. Portanto, compreender o estágio fenológico da cultura é fundamental, uma vez que está diretamente relacionado ao ciclo produtivo do pomar (LEITE, *et al.*, 2012). Nesse contexto, as mudanças climáticas, impulsionadas por diversos fatores ambientais, têm um impacto significativo no desenvolvimento de plantas de clima temperado, como a macieira e o pessegueiro (plantas caducifólias). Conhecer o estágio de desenvolvimento das culturas frutíferas de clima temperado e relacioná-lo com os fatores meteorológicos é essencial para otimizar o planejamento e o manejo do pomar. Uma estratégia eficaz para determinar o período de colheita é relacioná-lo com a soma térmica da cultura (Ricca; Caramori; Roberto. 2013). O objetivo deste estudo foi analisar as necessidades térmicas de sete genótipos de macieira cultivados em região marginal de cultivo, com baixo acúmulo de frio, no ciclo produtivo 2022/23.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado em setembro de 2021 na UTFPR Câmpus Pato Branco (altitude 730 m, clima Cfa, 26° 10' S, 52° 41' W, média histórica de 225 horas de frio abaixo de 7,2 °C), em delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições (blocos) de 6 plantas por parcela. Os tratamentos foram constituídos de seis genótipos desenvolvidos pela Epagri 'M.8/07', 'M.3/08', 'M.4/08', 'Monalisa', 'Luiza', 'Gala' (clone resistente à mancha foliar de glomerella), além da cultivar 'Eva' (tratamento controle), sendo todos enxertados sobre o porta-enxerto Marubakaido com inter-enxerto de M-9. As plantas foram conduzidas no sistema bidimensional (muro frutal), com espaçamento 4 x 1 m. Em todos os genótipos foi aplicado cianamida hidrogenada 1% + óleo mineral 4% no dia 26 de julho de 2022, com reaplicação somente na cultivar Gala em 26 de agosto de 2022 ('Gala foi introduzida neste experimento como padrão negativo de adaptação, já sendo esperado que esta cultivar expressasse os principais sintomas de cultivares não adaptadas, por essa razão, "Gala" necessitou de uma reaplicação de cianamida hidrogenada para superar seu estado de dormência). Os dados foram coletados semanalmente, de 29/07/22 até o final da colheita de cada genótipo, realizando

contagem das gemas mistas em diferentes estádios fenológicos. A data de colheita de cada genótipo foi determinada pelo teste iodo/amido. As variáveis analisadas foram: Cálculo de soma térmica (GDH – growing degree hours), número de dias entre as fases fenológicas e frutificação efetiva. Para determinar as datas fenológicas, calculou-se a porcentagem de cada fase fenológica ao contabilizar o número total de gemas mistas em um determinado estágio fenológico e, em seguida, dividindo-o pelo número total de gemas mistas presentes. As fases fenológicas foram estimadas com base em FLECKINGER (1953). A respectiva data do início de brotação definiu-se quando 50% das gemas mistas estavam entre as fases de C, C3/D, D2 e E, para o início de floração estimou-se quando 50% das gemas mistas estavam entre as fases de E2 e F, para a plena floração estimou-se quando 50% das gemas mistas estavam entre as fases de F, F2 e G, o fim de floração estimou-se quando 50% das gemas mistas estavam entre as fases de H e I. Para o cálculo de soma térmica (GDH – growing degree hours) utilizou-se o método abordado por Richardson et al. (1975). Para a variável frutificação efetiva foi submetido a teste de normalidade dos resíduos de Bartlett e de homogeneidade de variâncias de Levene, ( $p < 0,05$ ). Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e submetidos ao teste de agrupamento de médias de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software GENES (Cruz, 2016).

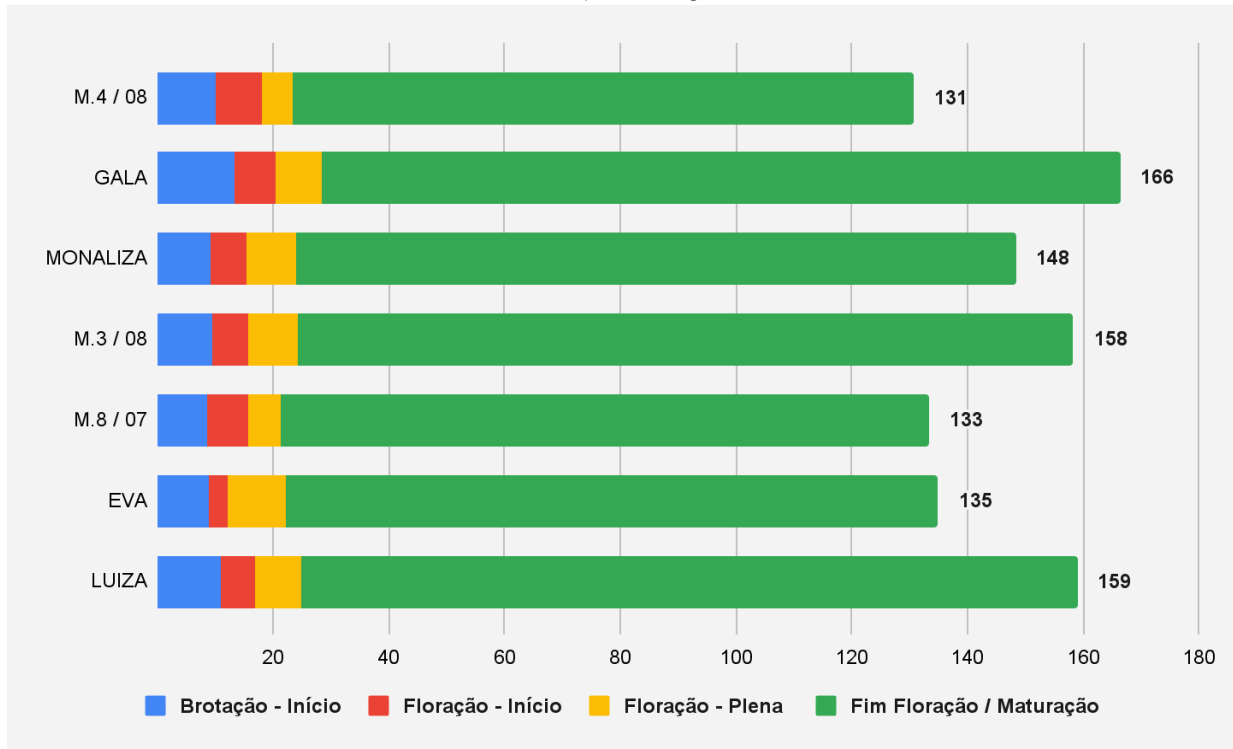
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os genótipos que apresentaram ciclo produtivo mais precoce foram M.4/08, M.8/07 e Eva (Figura 1). Essa característica é altamente vantajosa para a produção comercial, pois a colheita antecipada proporciona melhor remuneração em comparação com genótipos mais tardios, como a 'Gala'. Os genótipos precoces tendem a ter uma brotação mais uniforme, especialmente em regiões com invernos amenos. É importante destacar que a 'Eva' apresentou período de plena floração mais prolongado, o que é relevante para a polinização cruzada entre os genótipos, já que mais flores estão abertas por um período maior, contribuindo para um aumento na frutificação efetiva das macieiras. 'Gala' e 'M.4/08' necessitam maior acúmulo de horas frio para romper a dormência (Figura 2), no entanto, 'M.4/08' demonstrou necessitar de menos calor para completar seu ciclo reprodutivo (Figura 3).

'Gala', 'Monaliza' e 'Eva' tiveram baixo índice de frutificação efetiva. As duas primeiras por florescerem tardiamente e 'Eva' por ter sido a primeira a florescer, ocorrendo dessincronia de floração com outros genótipos, o que resultou na redução do período efetivo de polinização. Os genótipos Luiza e M.3/08 obtiveram bons resultados em termos de frutificação efetiva (Tabela 1), com período de colheita intermediário entre 'Eva' e 'Gala'. Isso sugere que eles requerem um acúmulo maior de horas de calor na fase que vai da plena floração até a colheita (Figura 3).

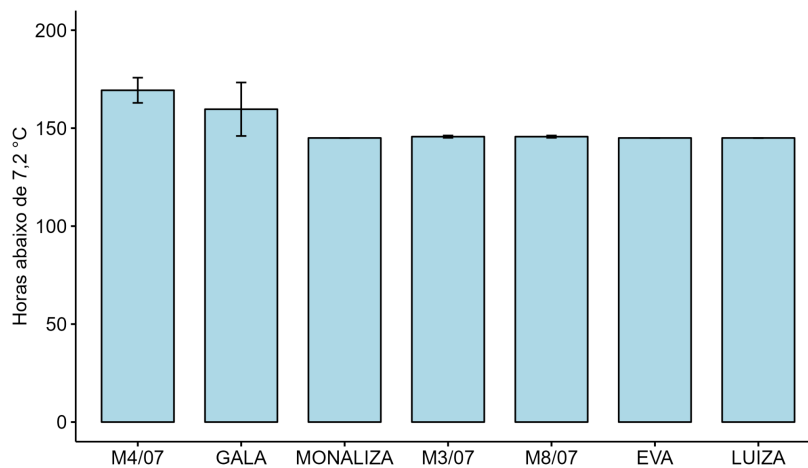
'Monalisa' tem ciclo reprodutivo de aproximadamente 148 dias na região de Pato Branco, PR. No entanto, no estudo conduzido por Leite et al. (2022), em Caçador, SC, o mesmo genótipo apresentou um ciclo mais curto, de apenas 129 dias (média de 14 anos).

Figura 1 – Número de dias entre as fases fenológicas de Brotação - Início; Floração - Início; Floração - Plena; Maturação



Fonte: Autoria própria.

Figura 2 – Acúmulo de horas de frio de abril até o início da brotação de cada genótipo



Fonte: Autoria própria.

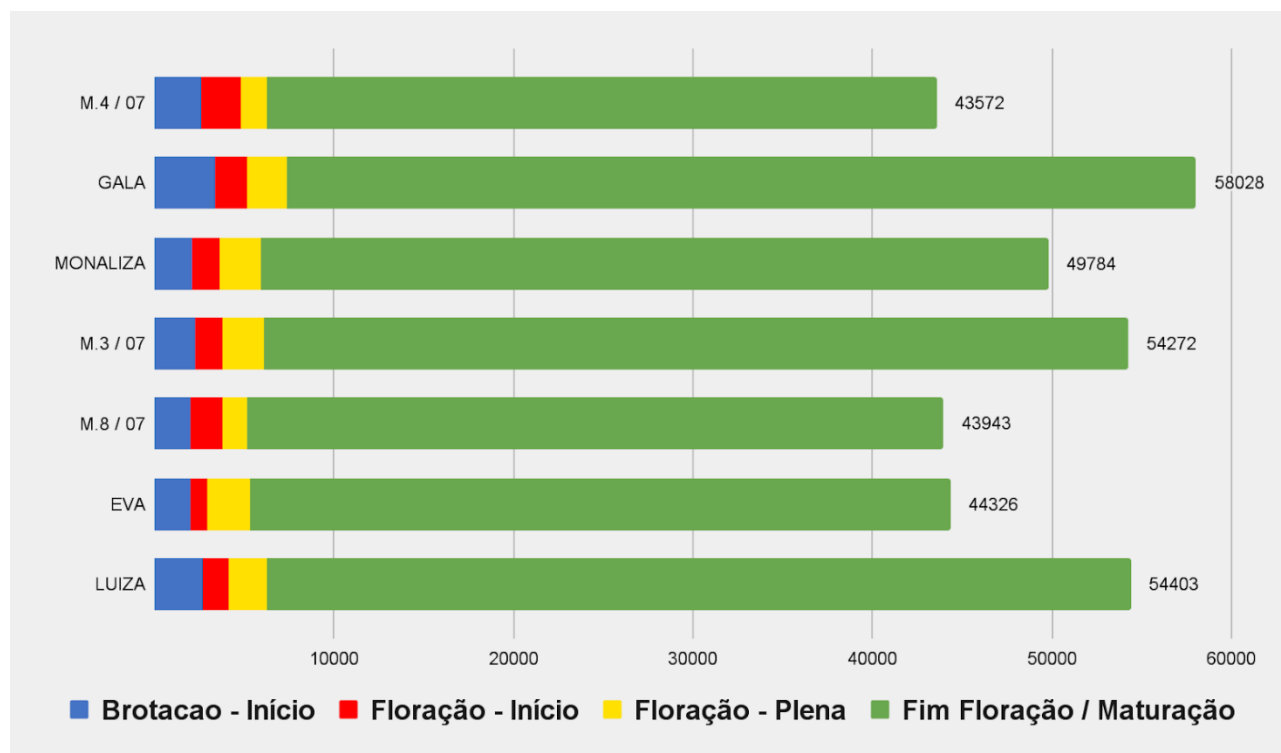
Os genótipos M.3/08 e Luiza demonstraram valores de GDH semelhantes durante seus ciclos reprodutivos (Figura 3). No entanto, notou-se que o genótipo M.3/08 apresentou taxa significativamente maior de frutificação efetiva em comparação com 'Luiza'.

**Tabela 1 – Datas fenológicas estimadas e percentual de frutificação efetiva (FE)**

Genótipo	BROTAÇÃO-					FE (%)
	INÍCIO	INÍCIO-Floração	PLENA-Floração	FIM-Floração	COLHEITA	
M.4 / 07	20/08/2022	30/08/2022	07/09/2022	12/09/2022	29/12/2022	299,47 a*
GALA	18/08/2022	01/09/2022	08/09/2022	16/09/2022	01/02/2023	121,18 b
MONALIZA	16/08/2022	26/08/2022	01/09/2022	09/09/2022	12/01/2023	173,41 b
M.3 / 07	17/08/2022	27/08/2022	02/09/2022	11/09/2022	23/01/2023	309,66 a
M.8 / 07	17/08/2022	26/08/2022	02/09/2022	08/09/2022	29/12/2023	261,93 a
EVA	16/08/2022	25/08/2022	28/08/2022	07/09/2022	29/12/2022	188,48 b
LUIZA	17/08/2022	07/09/2022	03/09/2022	11/09/2022	23/01/2023	191,38 b
MÉDIA	-	-	-	-	-	220,79
CV %	-	-	-	-	-	24,1

\*Médias seguidas por letra distinta, na coluna, diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 3 – Acúmulo de horas de calor, medidos em GDH (Growing degree hours) do início da brotação até a colheita**



Fonte: Autoria própria.

## CONCLUSÃO

Os genótipos M.4/08, M.8/07, Eva, Luiza e M.3/08 demonstraram uma notável uniformidade desde o início da brotação até a colheita. 'Monalisa' e 'Gala' requerem maior

acúmulo tanto de frio quanto calor para completar seu ciclo produtivo, além de apresentar desuniformidade de florescimento.

## Agradecimentos

À UTFPR, ao CNPq, à CAPES, à Epagri e à Fundação Araucária pelo apoio de infraestrutura e financeiro e ao IDR-Paraná pelo fornecimento dos dados meteorológicos.

## Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

ANZANELLO, R. ; CHRISTO, M. C.; “Temperatura base inferior, soma térmica e fenologia de cultivares de videira e quiveiro”. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 18, nº 3 (30 de julho de 2019).

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**. v.38, n.4, p.547-552, 2016.

FLECKINGER, J. Observations récents sur l'écologie du pommier à cidre. In: CONGRÈS INTERNATIONAL DE BOTANIQUE ET D'AGRONOMIE, 1953, Versailles. **Communication 8**... Versailles: INRA, Station d'Amélioration des Plantes, 1953. p. 14.

LEITE, G. B., L.C. FEDERIZZI, e H. BERGAMASCHI. “Mudanças climáticas e seus possíveis impactos aos sistemas agrícolas no Sul do Brasil”. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences** 7, nº 2 (20 de julho de 2012): 337–43.

LEITE, G. B.; ARAÚJO, C. E. S. RICCE W. S; COUTO, M.; “Previsão de colheita de maçãs com base na soma térmica”. **Agropecuária Catarinense** 36, nº 1 (16 de março de 2023): 62–66.

PERTILLE, R. H.; CITADIN, I.; OLIVEIRA, L. S.; BROCH, J. C.; KVITSCHAL, M. V.; ARAUJO, L.; “The Influence of Temperature on the Phenology of Apple Trees Grown in Mild Winter Regions of Brazil, Based on Long-Term Records”. **Scientia Horticulturae** 305 (novembro de 2022).

RICCE, W.S.; CARAMORI, P. H.; ROBERTO S. R. “Potencial climático para a produção de uvas em sistema de dupla poda anual no estado do Paraná”. **Bragantia** 72, nº 4 (8 de novembro de 2013): 408–15.

RICHARDSON, E. A, SEELEY, S. D., WALKER, D.R., ANDERSON, J. L. M.; ASHCROFT, G. L. Pheno-climatography of spring peach bud development. **HortScience**, Alexandria, v.10, n.3, p. 236-237, 1975