



## Métodos biológicos de quantificação da dormência e heterogeneidade da brotação em macieira

### *Biological methods for quantification of dormancy and heterogeneity of budbreak in apple trees*

Jéssica De Camargo Broch\*, Idemir Cidadin<sup>†</sup>,  
Rafael Henrique Pertille<sup>‡</sup>, Chaiane Renata Grigolo<sup>§</sup>, Ester Provensi Santos<sup>¶</sup>,  
Laise de Souza de Oliveira<sup>‡</sup>

#### RESUMO

A dormência é uma das principais fases do ciclo produtivo de frutíferas de clima temperado, como é o caso da maçã (*Malus domestica*). O conhecimento sobre a homogeneidade ou heterogeneidade de brotação, está diretamente relacionado com a adequada passagem das plantas pelo seu estado de dormência, e, para isso, o clima e o ambiente são cruciais para determinar a entrada e a saída dessa condição temporária. O presente estudo, teve a finalidade de avaliar a heterogeneidade de brotação, em função da dinâmica da dormência em macieiras, utilizando três cultivares distintas ('Eva', 'Galaxy' e 'Fuji Suprema'), localizados em dois pomares comerciais (pomar Lovo e Horizonte), ambos localizados no município de Palmas – PR. Foram realizados o teste do Tempo Médio de Brotação (TMB) e o teste de Tabuenca (1964). Para a realização do TMB, quinzenalmente foram coletados 20 ramos do tipo brindila de cada cultivar. Já para a análise do teste de Tabuenca (1964), foram coletados 50 esporões e divididos em dois grupos, para a obtenção da massa fresca e seca. Os dados obtidos são apresentados graficamente, em linguagem R. Foi possível observar que a cultivar 'Gala' e 'Fuji' apresentam dormência em maior profundidade do que a cultivar 'Eva', e quando expostas em maior altitude.

**Palavras-chave:** Dinâmica de dormência, Clima, Heterogeneidade de brotação.

#### ABSTRACT

Dormancy is one of the main phases of the productive cycle of temperate climate fruit trees, as is the case of apple (*Malus domestica*). The knowledge about the homogeneity or heterogeneity of sprouting is directly related to the adequate passage of the plants through their dormancy state, and, for this, the climate and the environment are crucial to determine the entrance and the exit of this temporary condition. This study aimed to evaluate the heterogeneity of budbreak, as a function of dormancy dynamics in apple trees, using three different cultivars ('Eva', 'Galaxy' and 'Fuji Suprema'), located in two commercial orchards (Lovo and Horizonte orchards), both located in Palmas - PR. The average sprouting time (BMT) test and Tabuenca's test (1964) were performed. For the BMT test, 20 brindilla branches were collected fortnightly from each cultivar. For the analysis of the Tabuenca (1964) test, 50 spurs were collected and divided into two groups, to obtain the fresh and dry mass. The data obtained are presented graphically, in R language. It was possible to observe that the cultivar 'Gala' and 'Fuji' present dormancy at a greater depth than the cultivar 'Eva', and when exposed to a higher altitude.

**Keywords:** Dormancy Dynamics, Climate, Sprouting Heterogeneity.

\* Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná; Brasil; [jcamargobroch@gmail.com](mailto:jcamargobroch@gmail.com)

<sup>†</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; [idemir@utfpr.edu.br](mailto:idemir@utfpr.edu.br)

<sup>‡</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; [henriquepertille@gmail.com](mailto:henriquepertille@gmail.com)

<sup>§</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; [chaigrigolo@hotmail.com](mailto:chaigrigolo@hotmail.com)

<sup>¶</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; [esterprovensi@outlook.com](mailto:esterprovensi@outlook.com)

<sup>‡</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; [laise.2020@alunos.utfpr.edu.br](mailto:laise.2020@alunos.utfpr.edu.br)



## 1 INTRODUÇÃO

A macieira (*Malus domestica*) vem apresentando aumento significativo em sua produção no mercado brasileiro, desde as últimas três décadas. Os estados do Sul do país, representam cerca de 98% dessa produção, sendo a cultura responsável por importante fonte de renda, empregos e que contribui significativamente para o desenvolvimento do cenário rural do Brasil (CARVALHO, 2011). Para que ocorra o esperado desenvolvimento de uma cultura, como as frutíferas, é essencial que as condições climáticas da região sejam predisponentes as suas necessidades fisiológicas, afetando tanto a capacidade vegetativa, quanto reprodutiva de uma espécie (HAWERROTH et al., 2010).

A dormência é classificada como uma paralisação temporária do desenvolvimento das plantas, especialmente as frutíferas de clima temperado, como uma maneira de sobrevivência as baixas temperaturas do inverno (LANG et al., 1987). A macieira, que se trata de uma frutífera de clima temperado, caducifólia, de ciclo perene e que se encontra na família das Rosaceae, é uma espécie que necessita do período de dormência (PRETI; LEITE, 2008). Durante o inverno, apesar de visivelmente paralisada, importantes mudanças bioquímicas ocorrem no interior das gemas ou no sistema de condução da macieira. Especialmente no xilema e nas células adjacentes a este (parênquima do xilema) ocorrem significativas mudanças de teores de carboidratos, com hidrólise de amido e formação de açúcares solúveis que são lançados no xilema e a redução de água livre na planta, como forma de evitar o congelamento e sobreviver à invernos rigorosos. É possível classificar dormência em três diferentes fases em sucessão: paradormência, endodormência e ecodormência (LANG et al., 1987).

Paradormência pode ser definida como uma etapa da dormência onde um órgão da planta é capaz de inibir a brotação de outro, sendo consequência de ações hormonais. A dominância apical é um processo onde o desenvolvimento das gemas axilares é inibido por influência da gema apical e é um clássico exemplo de paradormência. A fase de endodormência é o momento em que próprio órgão considerado (gema) está dormente devido a fatores endógenos (LANG et al., 1987). É nessa etapa em que haverá um processo essencial para que seja possível o retorno da atividade metabólica, que fornecerá a planta a possibilidade de ela retornar suas atividades de brotação e floração, pós-inverno: o acúmulo de frio (LANG et al., 1987). Por fim, vem a ecodormência, onde o motivo da dormência é ocasionado por fatores externos, como temperatura, déficit hídrico, entre outros (LANG et al., 1987). Em regiões de clima temperado, onde o inverno possui característica de ocorrer de maneira homogênea, sem grandes oscilações térmicas diárias, é possível esperar que esses fatores ocorram de maneira condizente com a literatura.

As oscilações de temperaturas, inclusive em períodos de inverno, é algo extremamente recorrente em diversas regiões do Brasil. Os locais onde são cultivadas as macieiras no país, geralmente apresentam condições de temperaturas próximas as ideais, porém, é notável que o avanço das mudanças climáticas, que favorecem o aumento das temperaturas, é um fator bastante preocupante, e já vem apresentando consequências na atualidade. Diante disso, os cultivos de espécies de clima temperado tendem a sofrer severas modificações metabólicas, como prolongamento dos períodos de brotação e floração, deficiência na formação de estruturas reprodutivas, perdas pela ocorrência de eventos extremos, como geadas e granizo, mal formação de área foliar e, por consequência, menor produtividade e geração de frutos com baixa qualidade.

O estudo dos processos fisiológicos das gemas de uma planta dormente, em condições de inverno ameno, é determinante para avaliar qual o manejo mais adequado. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar a dinâmica da dormência de macieiras, dispostas em regiões de clima subtropical, onde ocorre a presença de inverno ameno (CARVALHO; ZANETTE, 2004).



## 2 MÉTODO

Para a realização de trabalho, foram utilizados ramos de macieiras de diferentes cultivares: ‘Eva’, ‘Galaxy’ (Gala) e ‘Fuji Suprema’ (Fuji). Esses ramos foram coletados nos meses de abril a outubro de 2020, em dois diferentes pomares comerciais, Lovo e Horizonte, ambos localizados no município de Palmas-PR.

O pomar do Horizonte está situado a 1310 metros de altitude, em relação ao nível do mar. Este é formado pelas cultivares ‘Galaxy’ e ‘Fuji Suprema’. Já o pomar do Lovo, encontra-se a 1140 metros de altitude, e é composto pelas cultivares ‘Galaxy’, ‘Fuji Suprema’ e ‘Eva’. Em ambos os pomares, para as cultivares ‘Galaxy’ e ‘Fuji Suprema’, é aderido o sistema adensado de implantação, com tutoramento sobre porta-enxertos ‘M.9’. Já para a cultivar ‘Eva’, também há o sistema de implantação adensado, porém sem tutoramento, e com ‘porta-enxerto ‘Marubakaido’ e inter-enxerto de 15 cm de ‘M.9’.

A cada quinze dias, durante os meses de abril a outubro, foram coletados 20 ramos do tipo brindila, de todas as plantas de cada cultivar. Para a realização do teste de tempo médio de brotação (TMB), os 20 ramos foram seccionados em quatro porções: ápice, 3/4, 2/4 e base. Depois disso, cada estaca teve cuidadosamente uma gema mantida, preservando sempre sua última gema superior, de modo que as gemas excedentes fossem descartadas. Os ferimentos ocasionados pelas gemas retiradas foram revolvidos com fita parafinada, evitando que, naquele local, pudesse haver perda de água. As estacas foram colocadas em espumas fenólicas umedecidas e mantidas em câmara de crescimento onde pudessem ser expostas a um fotoperíodo de 16 horas e temperatura constante de 25 °C. A partir da data de coleta, houve o registro do tempo decorrido até brotação de cada estaca, em seguida, realizada a média desses dados.

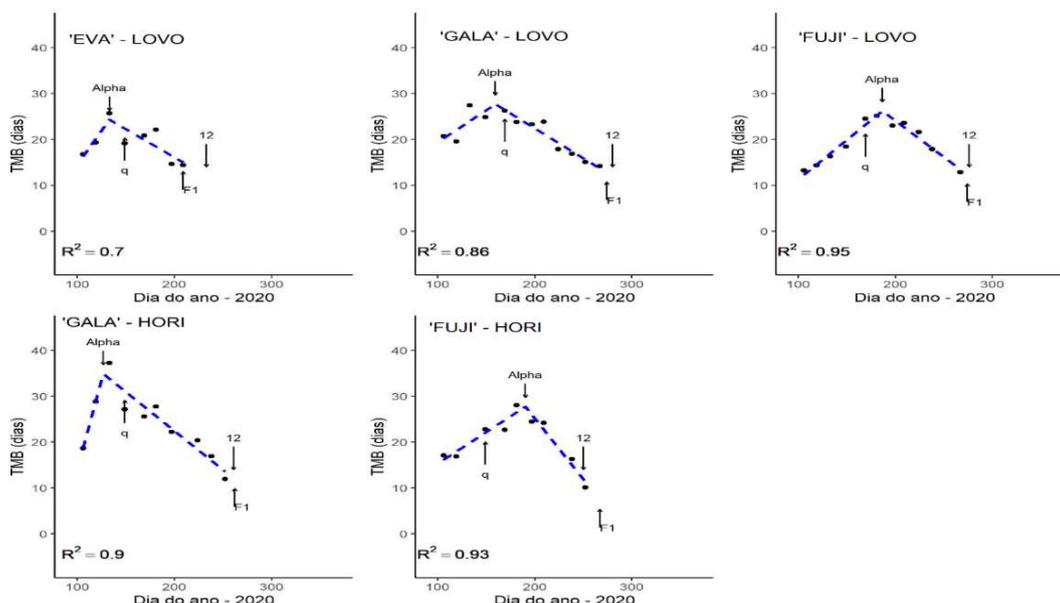
A curva gerada pelos dados de TMB foram modeladas por meio de modelo linear com ponto de ruptura (*break-point*), de onde retirou-se os coeficientes de entrada ( $C_e$ ), coeficientes de saída ( $C_s$ ), ponto máximo de TMB ( $\alpha$ ) e data de ocorrência do ponto máximo de TMB ( $\theta$ ). Já para a avaliação do teste de Tabuenca (1964), ocorreu a coleta de 50 esporões, os quais, foram divididos em duas porções (de 25 esporões cada). A primeira porção, formada por 5 repetições de 5 gemas cada, foi descamada de modo que permaneceu apenas os meristemas, em seguida esses meristemas foram levados para secagem, por 7 dias posteriormente pesados, para a obtenção de massa seca de campo. A outra porção, contendo os 25 esporões restantes da coleta, foi mantida em câmara de crescimento, com a base dos esporões inseridas em espuma fenólica umedecida, por 7 dias e sob condições de 16 horas de fotoperíodo, a temperatura de 25 °C. Após esse período, ocorreu a retirada das escamas, secagem e pesagem, obtendo o valor de massa seca pós-forçagem.

As coletas foram realizadas de maneira inteiramente casualizadas. Os dados representados graficamente, sendo os gráficos feitos em linguagem R.

## 3 RESULTADOS

Foi possível observar claras diferenças entre as cultivares, quanto o tempo de entrada e saída da dormência (Figura 1). Os gráficos no modelo *break-point*, foram efetivos para a avaliação, com  $R^2$  apresentando valores iguais ou maiores que 0,8 e valor de p abaixo de 0,05 (Tabela 1), com exceção da cultivar ‘Eva’, que não apresentou um ajuste do modelo significativo.

**Figura 1 – Modelo break-point ajustado ao tempo médio de brotação (TMB) das cultivares ‘Eva’, ‘Fuji Suprema’ e ‘Galaxy’, em dois locais possuindo gradiente atitudinal distintos, no ano de 2020, em Palmas - PR.**



q – Queda de folhas; p – Alpha; F1- data de início de brotação; 12 – data estimada pelo modelo para o TMB 12 dias; Alpha – valor máximo de TMB.

Fonte: Rafael Henrique Pertille, 2021.

Constatou-se que houve diferença no parâmetro coeficiente de entrada ( $C_e$ ), principalmente para a ‘Gala’ do pomar do Horizonte, comparada as demais cultivares. Isso se deve pela maior velocidade de acréscimo de TMB, representando uma rápida entrada em endodormência. Isso pode estar associado a queda mais precoce das folhas das plantas de ‘Gala’, devido a incidência de Mancha-de-Gala, e também a uma melhor resposta dessa cultivar a diminuição de temperatura outonal, quando comparada por exemplo a cultivar ‘Fuji’. Os coeficientes de Alpha e Theta, determinam, respectivamente, o valor em dias do TMB máximo, e a data de ocorrência desse ponto máximo de TMB. O menor valor encontrado para Alpha e Theta, foi para a cultivar ‘Eva’, que demonstra apresentar a menor profundidade de dormência, e como indicou estudos anteriores, é também a cultivar que possui menor necessidade de frio (SACHET, 2014). Além de ser provavelmente a única que não apresenta a fase de endodormência (MALAGI et al., 2015). Esse dado, por mais que aparente ter um ponto de ruptura passível de ser encontrado no gráfico, apresentou valores de significância do modelo considerado baixo ( $R^2 = 0,7$ ,  $p = 0,137$ ). A falta de ajuste do modelo para a cultivar ‘Eva’, demonstrou que não foi possível determinar o pico de endodormência. Esse fato é capaz representar a instalação de endodormência superficial ou então a falta desta para essa cultivar.

**Tabela 1 – Tabela de valores dos parâmetros Coeficiente de entrada ( $C_e$ ), Alpha, Theta, Coeficiente de saída ( $C_s$ ), data limite estimada para atingir TMB 12 dias (TMB12) obtidos pelo modelo de *break-point*, a partir do TMB de diferentes cultivares de macieiras cultivadas em pomares com diferentes altitudes.**

Ano de 2020	$C_e$	Alpha	Theta	$C_s$	TMB12	$p$ value*
Eva Lovo	0,2961	24,3	133	-0,1227	233	0,137
Fuji Lovo	0,1727	26,2	187	-0,1587	276	< 0,001
Gala Lovo	0,1404	27,7	159	-0,1304	280	0,004
Gala Horizonte	0,7828	34,9	127	-0,17	261	0,005
Fuji Horizonte	0,1379	27,7	190	-0,2652	250	0,001

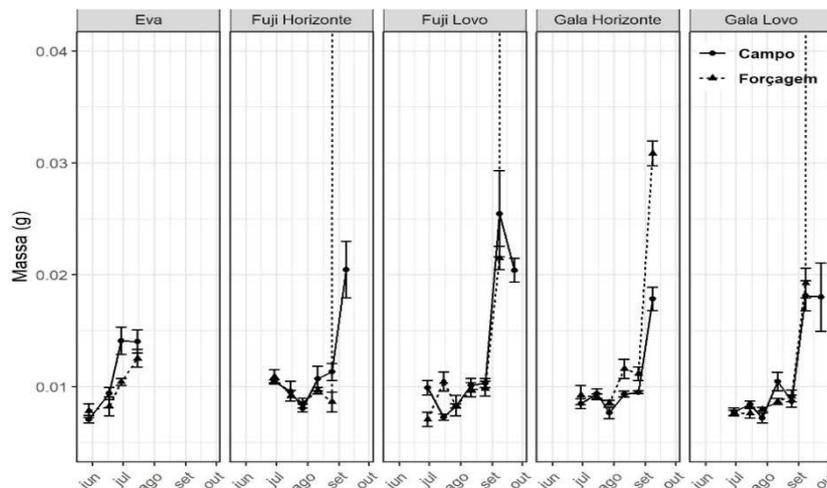
\* *p value* referente a probabilidade de apresentar ou não ponto de ruptura quando comparado a um modelo linear normal.

Fonte: Autoria própria (2021).

O Coeficiente de saída (Cs), se refere a velocidade de decréscimo do TMB após o ponto máximo deste. As cultivares localizadas no pomar Horizonte apresentaram valores menores quando comparados as cultivares do pomar do Lovo. Isso se explica pelas condições de maiores altitudes do pomar Horizonte que prevalece um poder tampão importante, com menor flutuações térmicas e, portanto, um melhor e maior acúmulo de frio das plantas, de modo que a saída do estado de dormência ocorra de maneira mais rápida. Também, pode-se ter uma influência ao final da avaliação da aplicação de indutor de brotação, o qual não ocorre no pomar Lovo.

No teste de Tabuenca, a cultivar ‘Eva’ demonstrou que, ainda na entrada do inverno, entre as datas de 15 e 27 de julho, houve uma retomada na capacidade de floração. Ocorreu uma evolução de massa seca de campo conforme se faziam as coletas, porém já no dia 27 de julho ocorreu completa brotação das gemas em forçagem. É possível concluir, que, possivelmente, nesse momento as plantas estavam sob influência da ecodormência, e brotaram rapidamente quando acumulado calor suficiente na forçagem. Essa condição, deixou o pomar predisposto a perdas por geadas tardias. Para a cultivar ‘Fuji’ localizada no pomar Horizonte, foi constatado que houve o acúmulo de massa seca no dia 8 de setembro e, para a cultivar ‘Gala’, no dia 11 de agosto. Já no pomar Lovo, para as cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’, o acúmulo de massa seca aconteceu no dia 23 de setembro. Em condições de clima subtropicais, ocorre uma rápida capacidade de acúmulo de água, desenvolvimento dos meristemas, e, conseqüentemente, uma retomada visível de crescimento da planta (MALAGI et al., 2015), e isso fez com que em 15 dias após a última coleta das gemas mistas de ‘Gala’ e ‘Fuji’, tanto no pomar Horizonte como no Lovo, fosse observado o início de brotação e floração em campo.

**Figura 2 – Acúmulo de massa seca de meristemas florais, durante período de dormência no ano de 2020, das cultivares de macieira: Eva, Gala e Fuji no pomar Lovo e Gala e Fuji no pomar horizonte, nas condições de campo e após forçagem por 7 dias à 25°C (Teste de Tabuenca, 1964). Barras verticais representam o intervalo de confiança ( $p \leq 0,05$  e  $n=5$ ). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.**



Fonte: Rafael Henrique Pertille (2021).

#### 4 CONCLUSÃO



Quando cultivadas em ambientes com maior altitude e melhor acúmulo de frio, as cultivares ‘Fuji’ e ‘Gala’ apresentaram maior profundidade de dormência.

Devido à queda precoce de suas folhas, a cultivar ‘Gala’ teve a entrada em endodormência induzida mais rapidamente quando comparada com a cultivar ‘Fuji’, nos dois locais que estavam sendo cultivadas.

Em todas as cultivares, a retomada do crescimento foi realizada de maneira rápida.

A cultivar ‘Eva’, está na maior parte do tempo sob efeito de paradormência no momento de transição de outono-inverno, apresentando durante o inverno dormência superficial, entrando precocemente em ecodormência.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de inovação científica. Ao meu professor e orientador, Dr. Idemir Citadin, por toda ajuda e oportunidade de ensino. Aos meus colegas de estudos e pesquisa, pela contribuição para o melhor desenvolvimento possível e andamento do trabalho.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, V.R.F. Cadeia produtiva da maçã no Brasil: limitações e potencialidades. **Porto Alegre: BRDE**, p. 202011-04, 2011.

HAWERROTH, F.J.; HERTER, F.G.; PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; PEREIRA, J.F.M. Dormência em frutíferas de clima temperado. **Embrapa Clima Temperado-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010.

LANG, G.A.; EARLY, J.D.; MARTIN, G.C.; Darnell, R.L. Endo-, para-, and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. **HortScience**, v. 22, n. 3, p. 371-377, 1987.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B. Macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 0-0, 2008.

CARVALHO, R.I.N.D.; ZANETTE, F. Dinâmica da dormência de gemas de macieira ‘Imperial Gala’ durante o outono e inverno em região de baixa ocorrência de frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 65-68, 2004.

SAURE, M.C. Dormancy release in deciduous fruit trees. **Horticultural reviews**, v. 7, p. 239-300, 1985.

SACHET, M.R. Análises biológicas e bioquímicas na dinâmica da dormência de macieiras em Palmas – PR. **Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Pato Branco.** 2014.

MALAGI, G.; SACHET, M.R.; CITADIN, I.; HERTER, F.G.; BONHOMME, M.; REGNARD, J. L.; LEGAVE, J. M. The comparison of dormancy dynamics in apple trees grown under temperate and mild winter climates imposes a renewal of classical approaches. **Trees**, v. 29, n. 5, p. 1365-1380, 2015.