

ASPECTOS ASSOCIADOS AO FLORESCIMENTO E À FRUTIFICAÇÃO DE MACIEIRAS 'GALA' E 'FUJI' NAS CONDIÇÕES DE CULTIVO SUL-BRASILEIRAS – REFLEXOS SOBRE A QUALIDADE DE FRUTOS E A PRODUTIVIDADE

A constituição predominante de macieiras 'Gala' e 'Fuji' nos pomares brasileiros se deu, principalmente, como resultados de muitos anos de pesquisa com testes de inúmeras cultivares introduzidas no que se refere à adaptação às condições de cultivo, qualidade da fruta na colheita e na pós-colheita. Contudo, tem forte influência e colaboração da concomitante e crescente expertise criada pelo setor produtivo brasileiro a partir da exploração comercial dessas variedades e seus clones ao longo das últimas quatro décadas, eleitas para formar a base da pomicultura explorada comercialmente no país, muito também pela exclusão das demais variedades testadas em função dos problemas intrínsecos identificados.

Cultivares do grupo 'Gala' e 'Fuji' e seus clones mutantes (para cor e resistência a doenças), nas condições de cultivo do sul do Brasil tem demonstrado a tendência de apresentar coincidência de períodos de floração em resposta aos manejos adotados (HAWERROTH et al., 2009), além de evidenciar compatibilidade genética quanto à constituição dos alelos S (sistema de compatibilidade tipo gametofítico), sem limitações genéticas quanto ao potencial de fertilização de flores e consequente formação de frutos – Gala *standard* e mutantes =S₂S₃; Fuji *standard* e mutantes =S₁S₉, (conforme reiterado por BRANCHER et al., 2020).

Vale salientar que, como observado na primavera de 2025, macieiras 'Gala' e 'Fuji' podem responder diferentemente as condições do clima pós-manejo de indução de brotação. Apesar de evidenciarem semelhante exigência em frio acumulado durante o inverno, clones tradicionais de 'Fuji' cultivados nas condições do sul do Brasil têm demonstrado maior exigência em soma térmica para evidenciar efetiva brotação, o que pode levar a dessincronização de florescimento em relação as macieiras 'Gala' cultivadas numa mesma quadra. Neste ciclo, mesmo adotando-se manejos de brotação específicos para cada cultivar, observou-se a tendência de antecipação da brotação e florescimento em plantas de 'Gala' em comparação às macieiras 'Fuji'. Considerando o elevado acúmulo em frio, a resposta esperada era de elevada sincronização de florescimento entre cultivares, mas em razão de temperaturas baixas após a indução de brotação resultaram em descompasso na evolução fenológica de 'Gala' e 'Fuji', conforme representado na Figura 1, resultando em limitada oferta de pólen compatível para polinização.

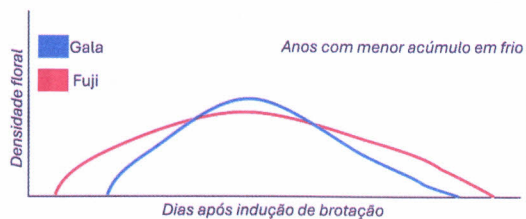
Figura 1. Representação da dinâmica de florescimento de macieiras 'Gala' e 'Fuji' na região dos Campos de Cima da Serra, no RS, em condições típicas de insuficiência em frio hibernal e resposta evidenciada na primavera do ciclo de 2025/2026.

Como corriqueiramente constatado, inclusive em nossas condições de cultivo, as macieiras 'Gala' se caracterizam por apresentar menor sensibilidade à alternância de floração em comparação aos clones de 'Fuji'. Contudo, apresentam considerável sensibilidade durante o período de frutificação efetiva no que se refere às baixas taxas de fertilização por problemas de polinização e pela maior sensibilidade as condições de ambiente e/ou condições fisiológicas da planta, levando a menor frutificação efetiva ou a queda precoce de frutos recém-formados (PETRI et al., 2011; HAWERROTH et al., 2009). Plantas mais equilibradas quanto ao controle do vigor vegetativo, associado ao controle da carga frutal e a adequada nutrição mediante reposição de nutrientes exigidos frente as demandas impostas pela produção de frutos ao longo dos ciclos, tendem a evidenciar maiores índices de frutificação efetiva e produtividades mais constantes, em função de menores incidências de floradas deficientes, maiores índices de fertilização das flores, e menores incidências de queda de frutos em distintas fazes de desenvolvimento.

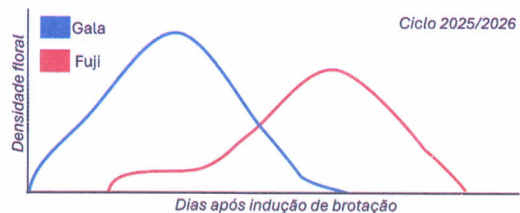
Os trabalhos desenvolvidos no Brasil e no mundo, assim com o a experiência com os cultivos comerciais tem demonstrado que as macieiras 'Fuji', quando bem manejadas apresentam elevado potencial produtivo, e elevada frutificação efetiva em resposta a floradas abundantes, contudo, se caracterizam pela maior sensibilidade à alternância de floração em comparação a cultivar 'Gala' no que se refere a indução floral e por isso tendem a apresentar mais frequentemente alternâncias de produção (PETRI et al., 2011; ZANG et al., 2016; MILYAEV et al., 2022). A macieira se caracteriza por possuir órgãos de frutificação mistos, ou seja, possuem folhas e flores na mesma gema (PETRI et al., 2011). Inicialmente cada gema contém apenas meristemas de folha, as quais mediante condições de indução floral podem também formar órgãos de flor (KOFLEER et al., 2019). A indução e a diferenciação floral sofrem efeitos das condições endógenas das plantas, e das condições do ambiente de cultivo. Em

Apesar do elevado acúmulo de frio, que normalmente favoreceria uma alta sincronização do florescimento entre as cultivares, a ocorrência de temperaturas baixas após a indução de brotação provocou um descompasso na evolução fenológica das macieiras 'Gala' e 'Fuji' (conforme ilustrado na Figura 1). Isso resultou em uma oferta limitada de pólen compatível para a polinização. A partir do aumento das temperaturas médias diárias constatou-se evolução significativa da brotação e florescimento de macieiras 'Fuji'. Além da limitada sincronia de florescimento, outros fatores interagiram para determinar alta abscisão floral e redução dos índices de frutificação. Pode ser destacada a intensa competição entre estruturas vegetativas e florais, em razão dos elevados níveis de brotação evidenciadas nesse ciclo, agravadas pelas condições de nebulosidade que aumentaram o crescimento/desenvolvimento vegetativo das plantas. Dias ventosos e com temperaturas mais baixas do que o padrão histórico regional para o período de florescimento evidenciados em 2025 limitaram a atividade de abelhas. A oferta reduzida de pólen compatível, causada pela baixa sincronia no florescimento, foi um dos principais fatores que limitaram a frutificação efetiva neste ciclo produtivo. Além disso, observou-se em muitos pomares uma menor densidade de flores nas macieiras 'Fuji', o que caracteriza a alternância de produção típica dessa cultivar.

Dinâmica de floração



Apesar da floração longa e menos concentrada, o perfil de floração das cultivares 'Gala' e 'Fuji' apresenta maior coincidência.



Parte da florada de 'Gala' (inicial) sem polinizadora coincidente. Final da floração de 'Fuji' com pouca oferta de pólen de 'Gala' para polinização

Hawerroth, FJ & Hawerroth, MC

condições de clima temperado, a formação das gemas de flor (na primavera) ocorre aproximadamente nove meses depois de as gemas vegetativas terem iniciado o processo de indução e gemas de flor no ano anterior (no verão do ano anterior), e por isso, o desenvolvimento dessas gemas de flor coincide com o período ativo de crescimento dos frutos, fazendo com que haja competição pelas reservas da planta concomitantemente entre esses dois processos de desenvolvimento (MILYAEV et al., 2022).

Entre os principais fatores endógenos associados a indução e diferenciação floral estão os reguladores de crescimento, com destaque às giberelinas (GAs), as quais são produzidas nas sementes dos frutos em desenvolvimento e em situações de altas produções, a elevada concentração desse hormônio na planta pode inibir a formação de gemas floríferas para o próximo ciclo produtivo, levando a alternância de produção (ZHANG et al., 2016). Dessa forma, além da preservação de reservas nutricionais da planta, uma das razões da realização do raleio flores e de frutos em estádios iniciais de seu desenvolvimento está associada ao fato de buscar-se evitar a elevada concentração de giberelina presente na planta advinda dos frutos em formação (com sementes viáveis), e seus consequentes efeitos negativos sobre a indução de floração para o próximo ciclo produtivo (PETRI et al., 2011).

Nesse sentido, o controle da carga frutal deve ser realizado buscando o equilíbrio entre a redução suficiente do número de estruturas reprodutivas em desenvolvimento – flores e frutos – para permitir que os frutos remanescentes atinjam tamanho adequado (em massa e calibre), sem reduzir excessivamente a produtividade e sem comprometer o retorno de floração no próximo ciclo produtivo (LORDAN et al., 2020). Nesse sentido, o raleio de flores e/ou frutos representa a intervenção com maior potencial em promover benefícios efetivos sobre a qualidade de frutos no que se refere ao aumento da massa média, e respectivo aumento do calibre, conforme ilustrado na Figura 2.

Desta maneira, é válido salientar a importância da adoção de práticas de indução de brotação específicas e ajustadas as características das plantas de macieira e respectivas cultivares que compõem as diferentes unidades produtivas de cada pomar (quadras), a fim de promover brotações mais equilibradas ao longo do dossel das plantas (aplicações dirigidas para estratos da copa), bem como o retardo e/ou antecipação da brotação das macieiras 'Gala' e 'Fuji' na busca por maior sincronização de florescimento entre essas duas cultivares. Conjuntamente,

o controle do vigor vegetativo associado ao raleio químico de flores e/ou de frutos se mostram ferramentas importantes para a obtenção de produtividades mais equilibradas ao longo dos ciclos produtivos consecutivos. Quando adotadas de forma criteriosa e consistente, essas práticas contribuem efetivamente para reduzir a alternância de florações, característica das macieiras 'Fuji', e para minimizar as frustrações relacionadas a frutificação efetiva em macieiras 'Gala', que, mesmo apresentando floradas abundantes podem registrar baixos índices produtivos devido a queda expressiva de flores e frutos em desenvolvimento.



Figura 2. Representação de macieiras 'Fuji' em condições naturais de produção – ausência de raleio de frutos (plantas testemunha), e respectivos frutos formados (A e C), e macieiras 'Fuji' submetidas ao raleio de frutos via raleio químico e posterior repasse manual buscando o ajuste da carga frutal (B e D), em pomar conduzido na região de Vacaria-RS no ciclo 2023/2024. Fotos M.C. Hawerroth.

- BRANCHER, T.L.; HAWERROTH, M.C.; KVITSCHAL, M.V.; MANENTI, D.C.; GUIDOLIN, A.F. Self-incompatibility alleles in important genotypes for apple breeding in Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.20, n.4, e28652041, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1590/1984-70332020v20n4a54>.
- HAWERROTH, F.J.; PETRI, J.L.; HERTER, F.G.; LEITE, G.B.; LEONETTI, J.F.; MARAFON, A.C.; SIMÕES, F. Fenologia, brotação de gemas e produção de frutos de macieira em resposta à aplicação de cianamida hidrogenada e óleo mineral. *Bragantia*, v.68, n.4, p.961-971, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000400016>.
- KOFLER, J.; MILYAEV, A.; CAPEZZONE, F.; STOJNIC, S.; MICI, C.N.; FLACHOWSKY, H.; HANKE, M.V.; WÜNSCHE, J.N. High crop load and low temperature delay the onset of bud initiation in apple. *Scientific Reports*, v.9, p.11, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54381-x>.
- LORDAN, J.; REGINATO, G.H.; LAKSO, A.N.; FRANCESCATTI, P.; ROBINSON, T.L. Modelling physiological and environmental factors regulating relative fruit set and final fruit numbers in apple trees. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, v.95, n.5, p.600-616, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1080/14620316.2020.1718555>.
- MILYAEV, A.; KOFLER, J.; MOYA, Y.A.T.; LEMPE, J.; STEFANELLI, D.; HANKE, M.V.; FLACHOWSKY, H.; WIRÉN, N.; WÜNSCHE, J.N. Profiling of phytohormones in apple fruit and buds regarding their role as potential regulators of flower bud formation. *Tree Physiology*, v.42, p.2319-2335, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1093/treephys/tpac083>.
- PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; HAWERROTH, F.J.; COUTO, M. Estudo da biologia floral da macieira cultivar Gala e Fuji. In: NACHTIGALL, G.R. (Ed.). *Inovações tecnológicas para o setor da maçã: INOVAMAÇÃ*. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho. pp.237-256, 2011.
- ZHANG, S.; ZHANG, D.; FAN, S.; DU, L.; SHEN, Y.; XING, L.; LI, Y.; MA, J.; HAN, M. Effect of exogenous GA3 and its inhibitor paclobutrazol on floral formation, endogenous hormones, and flowering-associated genes in 'Fuji' apple (*Malus domestica* Borkh.). *Plant Physiology and Biochemistry*, v.107, p.178e186, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.06.005>.

Maraisa Crestani Hawerroth

Eng. Agr. D.Sc. Agronomia – Pesquisadora, InnoVeAgro Pesquisa e Consultoria Agrônômica. Vacaria-RS.

E-mail: maraisachawerroth@gmail.com

Fernando José Hawerroth

Eng. Agr. D.Sc. Agronomia – Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho. Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado. Vacaria-RS.

E-mail: fernando.hawerroth@embrapa.br