

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM VACARIA

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

RUBENS PORTELLA CARDOSO

**MANEJO DE INDUTORES DE BROTAÇÃO DE GEMAS EM MACIEIRAS
‘GALAXY’, CULTIVADAS SOB TELA ANTIGRANIZO**

VACARIA

2023

RUBENS PORTELLA CARDOSO

**MANEJO DE INDUTORES DE BROTAÇÃO DE GEMAS EM MACIEIRAS
'GALAXY', CULTIVADAS SOB TELA ANTIGRANIZO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof^a Dr. Gabriel Nachtigall Marques

Coorientador: Dr. Fernando José Hawerth

VACARIA

2023

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

C268m Cardoso, Rubens Portella

Manejo de indutores de brotação de gemas em macieiras 'Galaxy', cultivadas sob tela antigranizo/ Rubens Portella Cardoso – Vacaria: Uergs, 2023.

41 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Agronomia (Bacharelado), Unidade em Vacaria, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Nachtigall Marques

Coorientador: Dr. Fernando José Hawerth

1. *Malus domestica* Borkh. 2. Óleo mineral. 3. Telas antigranizo. 4. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). I. Marques, Fernando José. II. Curso de Agronomia (Bacharelado), Unidade em Vacaria, 2023. III. Título.

Catálogo elaborada pelo Bibliotecário Uergs - Marcelo Bresolin CRB10/2136

RUBENS PORTELLA CARDOSO

**USO DE INDUTORES DE BROTAÇÃO DE GEMAS EM MACIEIRAS ‘GALAXY’,
MANEJADAS SOB TELA ANTIGRANIZO, NO SUL DO BRASIL**

Monografia apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia na Universidade Estadual do Rio
Grande do Sul.

Orientador: Prof^o Dr. Gabriel Nachtigall
Marques

Coorientador: Dr. Fernando José Hawerth

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof^o. Dr. Gabriel Nachtigall Marques
Instituto Federal do Rio Grande do Sul- IFRS

M.e. Vanderlei Nestor Koefender
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP

Dr. Gilberto Luiz Putti
Université Blaise Pascal- UBP

VACARIA

2023

*A meu pai Anilton, minha mãe Iolanda e
minha irmã Aline, que me apoiaram ao longo
dessa jornada, dedico.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus, pela realização desse trabalho.

Aos meus pais, Antonio Anilton Cardoso e Iolanda Vieira Portella Cardoso, pessoas no qual tornaram esse sonho possível e não permitiram que eu desistisse.

À minha irmã Aline Portella Cardoso, por toda compreensão e incentivo e apoio para que eu realizasse o curso de Agronomia.

À meu colega e amigo Arthur Schiavon que me ajudou nessa jornada agradeço pela amizade e apoio.

À minha namorada Eduarda Silva pela compreensão.

À Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul pela oportunidade da realização do curso.

Ao meu orientador Dr. Gabriel Nachtigall Marques, por toda paciência e confiança para a realização do trabalho.

Ao meu coorientador, Dr. Fernando Hawerth, por todo conhecimento transmitido, pela amizade, compreensão e apoio ao longo desse trabalho.

À EMBRAPA, pela disponibilização de bolsa e incentivo ao projeto de pesquisa.

Aos meus colegas de estágio, do grupo de pesquisa Laboratório de Fisiologia e Manejo de Frutíferas de Clima Temperado, Brenda, Danyelle, Eduarda, Fabiana, Lorenzo, Lindomar, Maurício e Maraisa pelas trocas de informações e aprendizado ao longo desses anos como bolsista.

Agradeço também aqueles que não foram citados, mas que de alguma forma estiveram ao meu lado me apoiando durante essa trajetória.

“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem. Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo.”

Josi Mello

RESUMO

O cultivo das macieiras na região sul do Brasil, tende a ter carências de acúmulo de frio nos períodos hibernais, não atendendo as exigências fisiológicas das plantas, o que acarreta em brotações desuniformes e deficientes, afetando diretamente a produção dos frutos. O uso de indutores de brotação é uma das alternativas utilizadas pelos produtores para que a exigência de frio seja suprida, regulando a época de floração, brotação e amadurecimento dos frutos. Visto essa necessidade de utilização dos indutores de brotação o objetivo do trabalho foi avaliar a diferentes manejos para aumentar a quantidade de gemas brotadas e a floração, além de uma análise dos parâmetros de frutificação. O trabalho foi realizado na cidade de Monte Alegre dos Campos-RS, em macieiras 'Gala' cv. Galaxy, no ciclo de cultivo produtivo 2021/2022. No experimento foram avaliados cinco tratamentos: 1. Testemunha (composto por plantas sem a aplicação dos indutores de brotação), 2. óleo mineral Agefix[®] 35 L ha⁻¹, 3. Dormex[®] 7 L ha⁻¹ + Agefix[®] 35 L ha⁻¹, 4. Dormex[®] 10 L ha⁻¹ + Agefix[®] 35 L ha⁻¹ e 5. Erger[®] 15 L ha⁻¹ + Agefix[®] 35 L ha⁻¹. As análises dos tratamentos demonstraram que a utilização de Dormex[®] 10 L ha⁻¹ + Agefix[®] 35 L ha⁻¹, foi a que maior apresentou porcentagens em relação a brotação de gemas, entre os tratamentos. Obteve-se boas respostas também nas aplicações contendo Agefix[®] 35 L ha⁻¹ e Erger[®] 15 L ha⁻¹ + Agefix[®] 35 L ha⁻¹, demonstrando terem eficiências semelhantes. As análises de frutificação não apresentaram diferenças significativas em função do manejo de fitorreguladores, sendo a frutificação em níveis compatíveis com a capacidade produtiva do pomar.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh; Óleo mineral; Telas antigranizo.

ABSTRACT

The cultivation of apple trees in southern Brazil tends to have a lack of cold accumulation in winter periods, not meeting the physiological requirements of the plants, which leads to uneven and deficient sprouting, directly affecting fruit production. The use of sprouting inducers is one of the alternatives used by producers to meet the cold requirement, regulating the time of flowering, sprouting and fruit ripening. Given this need to use sprouting inducers, the objective of this work was to evaluate different management methods to increase the amount of sprouted buds and flowering, in addition to an analysis of the fruiting parameters. The work was carried out in the city of Monte Alegre dos Campos-RS, in 'Gala' apple trees cv. Galaxy, in the 2021/2022 productive cultivation cycle. In the experiment, five treatments were evaluated: 1. Control (composed of plants without the application of sprouting inducers), 2. Agefix® mineral oil 35 L ha⁻¹, 3. Dormex® 7 L ha⁻¹ + Agefix® 35 L ha⁻¹, 4. Dormex® 10 L ha⁻¹ + Agefix® 35 L ha⁻¹ and 5. Erger® 15 L ha⁻¹ + Agefix® 35 L ha⁻¹. The analyzes of the treatments demonstrated that the use of Dormex® 10 L ha⁻¹ + Agefix® 35 L ha⁻¹, was the one that presented the highest percentages in relation to bud sprouting, among the treatments. Good responses were also obtained in applications containing Agefix® 35 L ha⁻¹ and Erger® 15 L ha⁻¹ + Agefix® 35 L ha⁻¹, demonstrating similar efficiencies. Fruiting analyzes did not show significant differences depending on the management of phytohormones, with fruiting at levels compatible with the productive capacity of the orchard.

Keywords: *Malus domestica* Borkh; Mineral oil; Anti hail screens.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura de frutificação de macieiras.....	19
Figura 2- Período de dormência em macieiras cultivadas no Sul do Brasil, onde na região, considera-se condições de baixo acúmulo térmico.....	20
Figura 3 - Escala fenológica da cultura da macieira. A - gema dormente; B - gema inchada - ponta de prata; C - ponta verde; C3-D - 1,3 cm verde; D2 - 1,3 cm verde com folhas; E - botão verde; E2 - botão rosado; F - início da floração; F2 - plena floração; G - final da floração; H - queda de pétalas; I - frutificação efetiva; J - frutos verdes com 10 mm de diâmetro. (IUCHI, 2006, baseado em FLECKINGER, 1953).....	21
Figura 4 - Principais influenciadores na aplicação de indutores de brotação em frutíferas de clima temperado.....	24
Figura 5 – Aplicação de indutores de brotação com o uso de contenção para evitar a contaminação de parcelas com diferentes tratamentos e garantir a confiabilidade das aplicações.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resumo da análise de variância para o parâmetro brotação de gemas laterais, aos 17 e 62 dias após a aplicação de diferentes manejos de indução de brotação em macieiras ‘Galaxy’/M9. Monte Alegre dos Campos, RS, 2021.....	29
Tabela 2 - Brotação de gemas laterais em macieiras ‘Galaxy/M9’ aos 17 e 62 dias após o início da aplicação de indutores de brotação. Monte Alegre dos Campos, RS, 2021.....	30
Tabela 3 - Resumo da análise de variância para o parâmetro brotação de gemas terminais, aos 17 e 62 dias após a aplicação de diferentes manejos de indução de brotação em macieiras ‘Galaxy’/M9. Monte Alegre dos Campos, RS, 2021.....	31
Tabela 4 - Brotação de gemas terminais em macieiras ‘Galaxy/M9’ aos 17 e 62 dias após o início da aplicação de indutores de brotação. Monte Alegre dos Campos, RS, 2021.....	32
Tabela 5 - Resumo da análise de variância para parâmetros relacionados a frutificação de macieiras ‘Galaxy’/M9 sob efeito de diferentes manejos de indução de brotação. Monte Alegre dos Campos, RS, 2021.....	33
Tabela 6 - Número de frutos, número de cachos florais com frutos, número médio de frutos por cacho floral em macieiras ‘Baigent/M9’, por porção da copa, aos 78 dias após a aplicação dos indutores de brotação. Monte Alegre dos Campos, RS, 2021.....	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 HISTÓRICO	17
3.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E NECESSIDADE DE DESENVOLVIMENTO	18
3.3 MALUS DOMESTICA	19
3.4 DESAFIOS NO CULTIVO DAS MACIEIRAS	22
3.5 INDUTORES DE BROTAÇÃO	23
3.5.1 CIANAMIDA HIDROGENADA.....	25
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
6 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

A macieira (*Malus domestica* Borkh) está entre as espécies de importância econômica mais cultivadas nas regiões de clima temperado no sul Brasil, contribuindo substancialmente com a economia da região. A frutífera possui elevada exigência em frio hibernal, condições nem sempre ofertadas pelo inverno no hemisfério sul. Regiões como as do sul do Brasil, caracterizam-se por um bom acúmulo de temperaturas baixas, condicionando boas condições para o cultivo da maçã, já que as plantas em ambientes quentes, geralmente acima de 22 °C, não apresentam bom desenvolvimento (JACKSON, 2003; IUCHI, 2006). As temperaturas elevadas condicionadas durante a pré-floração e floração, reduzem a qualidade das flores e diminuem a frutificação. (RODRIGO e HERRERO, 2002).

A produção de maçãs no Sul do Brasil destaca-se nos municípios de São Joaquim e Fraiburgo no estado de Santa Catarina, e, Vacaria, no estado do Rio Grande do Sul. Apesar de serem cidades com altitudes elevadas, algumas acima de 1000 metros, as mesmas tendem a ter carência de acúmulo de frio para atender as exigências fisiológicas da cultura, manifestando brotações deficientes e desuniformes (PETRI; LEITE, 2004); além de irregularidades na abertura de gemas florais e sua diminuição de brotação (EL-AGAMY *et al.*, 2001), acarretando numa menor produção e diminuição na qualidade dos frutos.

O modelo mais utilizado para o acúmulo de frio necessário na cultura da macieira é a soma diárias das horas frio com temperaturas iguais ou inferiores a 7.2 °C, durante o período de dormência da cultura, que costuma ser nos meses de maio a setembro. Porém mesmo no inverno há ocorrências de temperaturas acima de 7.2 °C, que não são consideradas nesse modelo, tornando-o pouco eficiente (RICHARDSON *et al.*, 1974; SHALTOUT; UNRATH, 1983).

Para as condições do hemisfério sul, estudos demonstram que por não haver regularidade de frio, deve-se usar modelos apropriados. O modelo Carolina do Norte, cujos valores são expressos em unidades de frio e não consideram um valor fixo de temperatura, tem sido um dos mais utilizados. O mesmo apresenta maior abrangência das temperaturas efetivas incorporando os efeitos negativos das temperaturas mais elevadas (PUTTI *et al.*, 2003).

Vacaria situa-se no estado do Rio grande do Sul, cidade vizinha de Monte Alegre dos Campos, RS, onde foi realizado o presente trabalho, manifestando as mesmas condições climáticas. Segundo a classificação de Köeppen, o clima é considerado temperado úmido, com verões amenos (PEREIRA *et al.*, 2010). Matzenauer *et al.*, (2005). A cidade tem em média 471

horas de frio nos meses que vão de maio a agosto, gerando uma carência de acúmulo de frio, para suprir as necessidades fisiológicas das plantas. Supostamente a utilização de indutores de brotação torna-se uma ferramenta indispensável para compensar a falta de baixas temperaturas exigidas (GEORGE *et al.* 2002).

Segundo Petri *et al.* (2006), o baixo acúmulo de frio faz com que haja estímulo ao crescimento terminal, conseqüentemente inibe a brotação de gemas axilares. A falta de brotação de gemas axilares no ciclo vegetativo antecipa a brotação de gemas terminais o que estabelece dominância apical, isso acarreta em um forte desenvolvimento vegetativo limitando a formação de novos órgãos como os frutos.

Como alternativa, os indutores de brotação têm sido aliados dos produtores, podendo ser utilizados para regular a época da brotação, uniformizar a floração e o amadurecimento dos frutos, permitindo melhor acerto nos momentos de maiores exigências do mercado além de aumentar a quantidade de gemas brotadas e floração, restabelecendo a capacidade de produção dos pomares (GEORGE *et al.* 2002).

Dentre as opções utilizadas como indutores de brotação a cianamida hidrogenada associada ao óleo mineral, se tornaram os principais produtos utilizados para elevar o número de brotações, não apenas nas macieiras, mas também em outras frutíferas (CHANG; LIN, 1989; WILLIAMSON *et al.*, 2002; LOMBARD *et al.*, 2006; HAWERROTH *et al.*, 2009). Entretanto, é importante para cada condição de cultivo, avaliar diferentes dosagens de cianamida.

Por outro lado, a cianamida hidrogenada, mesmo sendo a principal molécula no mercado de indutores, possui alta toxicidade ao meio ambiente e aos homens, portanto pesquisas que tragam novas alternativas ao mercado, com a mesma finalidade são de extrema importância (HAWERROTH *et al.*, 2010a).

O produto Erger[®], composto de nitrogênio orgânico, mono e polissacarídeos, cálcio e diterpenos selecionados tem apresentado eficiência similar a cianamida na indução de brotação, tornando -se uma alternativa para o produtor (VALAGRO, 2014).

Devido às perdas dos produtores pelas tempestades de granizos, o aumento de pomares conduzidos sob tela teve um aumento significativo. A utilização das telas, trazem a formação de um microclima diferente daqueles conduzidos em pleno sol. Sendo assim, estudar estas mudanças, são de extrema importância aos produtores de macieiras, devido que os manejos em pomares em pleno sol, serão diferentes dos pomares sob tela antigranizo (RAJAPAKSE, 2007; BASILE *et al.*, 2012).

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes manejos para a indução de brotação de macieiras ‘Gala’ cv. Galaxy, sob tela antigranizo, em Monte Alegre dos Campos, RS, no ciclo de cultivo produtivo 2021/2022.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a eficiência de diferentes manejos para indução de brotação em macieiras ‘Gala’ sob tela antigranizo, na cidade de Monte Alegre dos Campos-RS, no ciclo de cultivo produtivo 2021/2022.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a brotação de gemas laterais e terminais sob os diferentes manejos para indução de brotação;
- Estudar os efeitos de diferentes manejos para indução de brotação em relação às porções da planta;
- Avaliar a frutificação das macieiras sob os efeitos dos tratamentos, quantificando o número de frutos e número de cachos florais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 HISTÓRICO

A cultura da macieira iniciou-se em proporções comerciais na década de 1970, no Brasil, apesar de existirem informações sobre o plantio e introdução da cultura em anos anteriores. Em 1903 teve-se a primeira referência sobre o cultivo, quando Rossi, menciona a cultivar Bismark, plantada no jardim Sr. Donner, próximo a Brusque-SC e também perto de Indaial-SC (SANTOS, 1994).

Segundo Bleicher (2002), o primeiro cultivo comercial no Brasil iniciou-se em 1926, pelo produtor Batista Bignet, no município de Valinhos-SP, a cultivar utilizada era Ohio Beauty. Neste município, nos anos de 1940 e 1960, estimava-se um plantio de 500 mil a 1 milhão de plantas da cultivar Beauty, que também era chamada de Valinhos. Contudo a maior expansão da cultura ocorreu na década de 60, sob indicações do Instituto Agrônomo de Campinas ampliando-se até Vale de Paranapanema em São Paulo.

Em 1970 o Brasil teve um grande avanço no cultivo, passando de importador para exportador da fruta, com um acréscimo expressivo na produção. O aumento mostrou a competência do setor, vencendo as barreiras impostas pelas ordens tecnológicas, econômicas e organizacionais, indispensáveis para seu desenvolvimento (GONÇALVES *et al.*, 1996). Perez (2006), afirma que sobre o âmbito de produção nacional, houve claras demonstrações que é possível substituições de produção nacional para abastecer o mercado interno até o alcance do mercado externo, devido a qualidade e competência do produto.

Fioravanzo (2009) e Petri *et al.* (2011), afirmam que alguns avanços no meio tecnológico impulsionaram a cultura para obter sucesso no Brasil, tecnologias as quais permitiram a implantação de pomares em áreas menos propícias ao cultivo, manejo de pragas e doenças de forma mais efetiva, equilíbrio entre a oferta e a procura da fruta em todos os meses do ano além do reconhecimento da maçã como uma fruta nacional de grande qualidade. A frutífera teve uma alta expansão em área de cultivo e volume de produção nas últimas décadas, sendo que na safra de 1990, o volume de produção era de 351.028 toneladas e no ano de 2009 chegou a mais de 1 milhão de toneladas, levando o Brasil a ser um forte produtor (FERREIRA, 2009).

Atualmente as principais variedades utilizadas são ‘Gala’ e ‘Fuji’, todavia as demandas de mercados atuais têm pressionado para que elas sejam substituídas por clones com melhores colorações nos frutos, como por exemplo, a ‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’ e ‘Galaxy’, ‘Fuji Suprema’ e ‘Kiku’ (BONETI *et al.*, 2001). Porém mesmo com a criação de novos clones, a variedade Gala devido a sua excelente qualidade degustativa e boa aparência, além de um custo menor aos produtores para a implementação de seus pomares continua com forte crescimento e se destaca entre todas as demais variedades (CAMILO e DENARDI, 2002).

3.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E NECESSIDADE DE DESENVOLVIMENTO

No ano de 2022, o Brasil produziu em média, mais de um milhão de toneladas de maçã, sendo quase toda a produção concentrada em três municípios, Fraiburgo e São Joaquim em Santa Catarina e Vacaria no Rio Grande do Sul, municípios nos quais são favorecidos pela altitude e clima desejável para o desenvolvimento das plantas (FAO, 2022).

O Brasil é um grande exportador da fruta, exportando nos anos de 2016, 2017 e 2018, de modo respectivo, 30,8; 55,5 e 71 toneladas de maçã. O Rio Grande do Sul no ano de 2019 foi o maior produtor, ficando em primeiro lugar no ranking da produção no país (KRETZSCHMAR; RUFATO, 2020).

A intensidade de manejos manuais com as plantas e os frutos é uma atividade responsável por empregar uma grande contingência de mão-de-obra. Cerca de 1,5 empregos são gerados por cada hectare de cultivo, representando 52.000 trabalhadores nos pomares existentes no Brasil, abrangendo cooperados, médias e grandes empresas além de agricultores familiares (ZONTA, 2007).

A exigência de mercado por maiores quantidades e melhor qualidade de frutos, tem estimulado a pesquisa a desenvolverem novos métodos de cultivos, como por exemplo cultivares que permitem um maior adensamento de plantas que aliados a novos sistemas de condução, permitem uma capacidade de produção por área cultivada cada vez maior (FIORAVANÇO, 2009).

As técnicas de manejo devem estar sempre em constante evolução para atenderem as demandas do mercado consumidor. Esta realidade, é constituída de diversos problemas, entre eles o clima, envolvendo diversos fatores, falta de acúmulo de frio, as tempestades de granizo, estiagens ou excessos de chuvas. Portanto novas tecnologias que tragam uma melhora no setor produtivo, principalmente reduzindo custo e aumentando a produção, são fundamentais para que a cultura tenha um amplo desenvolvimento (SEZERINO, 2018).

3.3 MALUS DOMESTICA

Pertencente a ordem Rosales, família Rosaceae, subfamília Pomoideae, gênero *Malus* e espécie *Malus domestica* Borkhausen a macieira é uma planta lenhosa, cultivada em clima temperado, porém ao longo dos anos foi adaptada a diferentes condições climáticas (IUCHI, 2006).

As macieiras têm sua copa ou dossel, composta por folhas simples e caducas, tronco principal, ramos primários e secundários, onde são encontradas as suas estruturas reprodutivas (HOFFMANN; BERNARDI, 2004). Quanto as suas estruturas reprodutivas elas podem apresentar gemas produtivas ou mistas, local onde encontram-se as chamadas brindilas e esporões. Os ramos mais novos denominados brindilas, são formados a partir do ano anterior, variando de 15 até 40 cm, apresentam uma gema na parte apical e gemas axilares na inserção das folhas, gemas de dois ou mais anos são as formadoras dos esporões com entrenós bastante curtos, até 15 cm, que são melhores entendidos na figura 1 (DENNIS, 2003).

Figura 1. Estrutura de frutificação de macieiras.

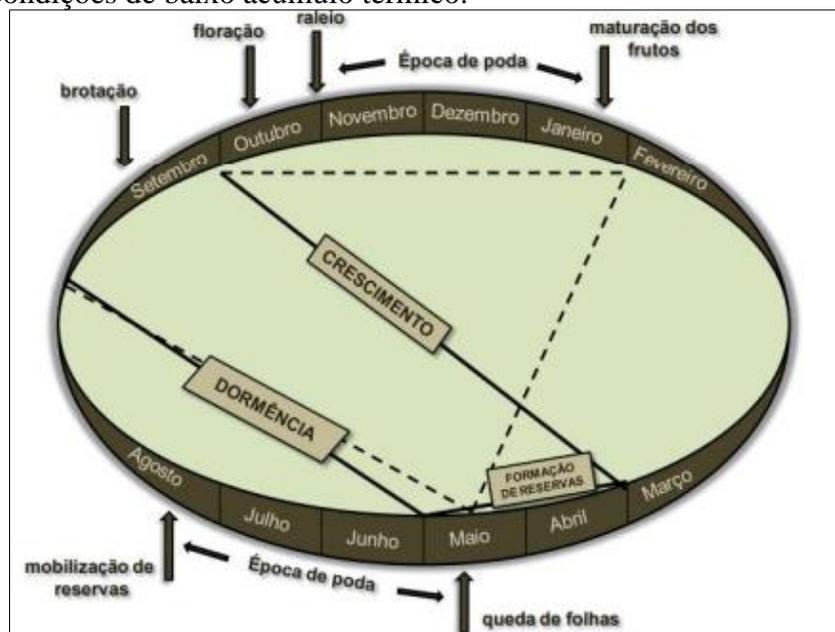


Fonte: Francescatto (2014).

Sendo espécies de plantas caducifólias se caracterizam pelas quedas de folhas nos finais de seus ciclos e entram em dormência nos períodos de inverno. Esse período de dormência permite as plantas sobreviverem em condições de baixa temperatura, proporcionando condições naturais para que se inicie um novo ciclo vegetativo na primavera (OLIVEIRA *et al.* 2008). Visando boa floração e brotação, faz-se necessário que as plantas sejam expostas às baixas temperaturas durante o período de outono e de inverno em quantidade suficiente para atender suas necessidades fisiológicas (OLSEN 2006, FRANCESCOTTO 2014).

A superação da dormência se tornou uma prática indispensável, para uma melhora de rendimento na produção e facilitar os tratos culturais como poda, raleio e colheita além dos tratamentos fitossanitários (HAWERROTH *et al.*, 2010a). O cultivo de macieiras na região Sul, tem seu período de dormência entre os meses de maio a setembro conforme a figura 2 (PETRI, 2014).

Figura 2- Período de dormência em macieiras cultivadas no Sul do Brasil, onde na região, considera-se condições de baixo acúmulo térmico.



Fonte :Petri, 2014.

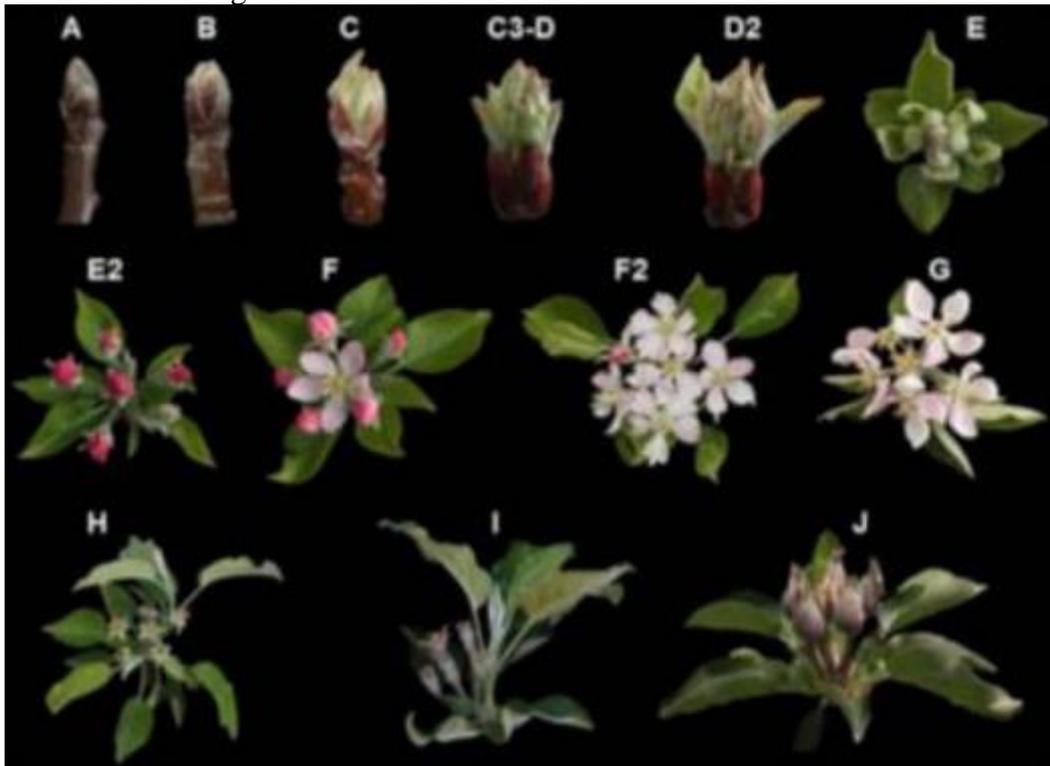
A dormência das macieiras, dividem-se em três fases, sendo a primeira fase denominada de Paradormência onde ocorre a diferenciação das gemas, ocorrendo a dominância das gemas apicais impedindo que outras consigam brotar, a segunda fase é chamada de Endormência, estimulada pelo fotoperíodo e também por baixas temperaturas (abaixo de 7,2 °C) e temos também a Ecodormência, onde a planta já possui condições fisiológicas para sua brotação, que

ocorre geralmente com o aumento de temperatura, no início da primavera (PINTO *et al.*, 2007; PÉREZ; LIRA, 2005; LANG *et al.*, 1987).

Embora existam algumas variedades que necessitam de menor acúmulo de frio, a macieira é considerada uma cultura de clima temperado, adaptada às condições de baixas temperaturas, locais com um bom acúmulo de frio em torno de 600 horas abaixo de 7 ° C, para o cultivo, possibilitam boa produtividade e melhor qualidade dos frutos. (BRAGA *et al.*, 2001).

A macieira ao passar das estações tem então mudanças em seus estádios fenológicos, que devem ser observados pelos produtores para a realização de intervenções e manejo nos momentos corretos (HISSANO *et al.*, 1990). Segundo Iuchi (2006), o processo de desenvolvimento da frutífera, sendo da gema até o a formação de outros órgãos da planta como folhas, flores e frutos seguem uma escala fenológica. Essa escala é dividida em várias fases e subfases como descrito na Figura 3.

Figura 3 - Escala fenológica da cultura da macieira.



Fonte: Fonte: Francescatto (2014).

A ilustração acima representando a escala fenológica da cultura da macieira, traz a identificação de seus estádios em letras, as mesmas, possuem os seguintes significados: A - gema dormente; B - gema inchada - ponta de prata; C - ponta verde; C3-D - 1,3 cm verde; D2 - 1,3 cm verde com folhas; E - botão verde; E2 - botão rosado; F - início da floração; F2 - plena

floração; G - final da floração; H - queda de pétalas; I - frutificação efetiva; J - frutos verdes com 10 mm de diâmetro. (IUCHI, 2006, baseado em FLECKINGER, 1953).

As transições de dormência das macieiras, envolvem modificações fisiológicas muito complexas (COOKE *et al.*, 2012; FALAVIGNA *et al.*, 2019). Porém na literatura encontra-se muitos trabalhos a respeito dessas mudanças, e dos processos que às envolvem, locais os quais servem para um melhor aprofundamento do conhecimento a respeito da frutífera (WANG E FAUST, 1990).

3.4 DESAFIOS NO CULTIVO DAS MACIEIRAS

Nos últimos anos o aumento da incidência de granizo tem resultado em fortes prejuízos para os produtores, provocando danos aos frutos, prejudicando no tempo de armazenamento e em alguns casos chegando até a comprometer o desenvolvimento fenológico das plantas (LEITE *et al.*, 2002; AMARANTE *et al.*, 2009). Chuvas de granizo impactam a produção, esse dano é dependente do tempo do evento, tamanho das gotículas de água congelada e agrupada e também da velocidade do vento, tendo ocorrência na região dos campos de cima da serra mais frequentemente no período da primavera (CERA *et al.*, 2016).

A utilização de telas antigranizo tem sido hoje a principal forma dos produtores minimizarem os efeitos dessas tempestades (BLANKE, 2008). Entretanto, estudos demonstram que apesar de oferecem proteção aos pomares de macieiras, essas telas são fotoseletivas havendo modificações quanto à quantidade e qualidade da luz solar que é transmitida para o pomar, tendo então diferentes respostas fisiológicas nas plantas a cada cor de tela utilizada para a cobertura (RAJAPAKSE, 2007; BASILE *et al.*, 2012).

Como já citado anteriormente há problemas de falta de frio nas regiões do RS e SC, que se agravam ainda mais quando há pouca disponibilidade de radiação solar ao dossel, essa energia é necessária para a realização da fotossíntese, advinda sob a forma de luz visível, afetando na produção dos pomares (TAIZ; ZIEGER, 2013).

As cultivares de macieiras mais utilizadas atualmente são Gala e Fuji, que necessitam de mais de 600 horas de frio acumuladas, sendo considerado nesse acúmulo as temperaturas que não ultrapassam 7,2 °C, com isso, garante-se uma brotação e floração uniformes. Analisando esse fato o uso de indutores de brotação torna-se absolutamente viável para o cultivo, essa tecnologia vem sendo aplicada a anos, utilizando-se misturas de óleo mineral e cianamida hidrogenada. Essa solução beneficia o produtor em questões econômicas, visto que se não houver utilização desse recurso a produtividade pode ser afetada severamente, sendo

assim estudos e monitoramentos são decisivos para o sucesso do cultivo (FIORAVANÇO, 2009).

A precipitação média da região de Vacaria, varia de 101 mm a 174 mm e a temperatura média mensal de 11,4 °C a 20,6° C (PEREIRA *et al.*, 2009). As temperaturas abaixo de 7,2° C acumulam em média 471 horas de frio, nos meses que vão de maio a agosto (MATZENAUER *et al.*, 2005).

Iuchi *et al.*, (2002), afirm que a macieira quando não tem sua capacidade de frio suprida, a espécie pode manifestar distúrbios fisiológicos, como brotações erráticas, alongamento do período de brotação e floração, abertura de gemas em tempos diferentes, além da redução na produção e longevidade das plantas.

As gemas necessitam acúmulo de quantidades de frio para uma posterior “quebra de dormência” que ocasionará melhor desenvolvimento dos ramos produtivos e induzem uma floração mais intensa e uniforme (PETRI *et al.*, 2006). Nos meses de inverno as temperaturas baixas e contínuas, são indispensáveis para que a planta inicie a saída da dormência, com boa uniformidade de brotação e floração (PUTTI *et al.*, 2003).

Conforme as situações apresentadas, entende-se que há ausência de acúmulo de frio requisitado para o cultivo da macieira na região dos Campos de Cima da Serra, não atingindo o ideal para a cultivar ‘Gala’ que são 600 horas de frio e para a ‘Fuji’, 800 horas de frio abaixo de 7,2° C (CARDOSO *et al.*, 2012). Desta forma o uso de indutores de brotação se torna necessário para que haja compensação do frio inexistentes, a fim de se obter uma floração e brotação uniforme (ANZANELLO *et al.*, 2020).

3.5 INDUTORES DE BROTAÇÃO

Segundo Petri *et al.* (2021), nos municípios de cultivo das macieiras no Brasil, algumas adversidades climáticas podem prejudicar o setor produtivo, além de riscos com granizo, falta de chuva, ausência de acúmulo de frio para o seu período hiberna, fatores que ocasionam brotações deficitárias e tardias, influenciando diretamente na qualidade dos frutos. Sendo assim, o uso de indutores de brotação é essencial para que haja um florescimento uniforme e satisfatório.

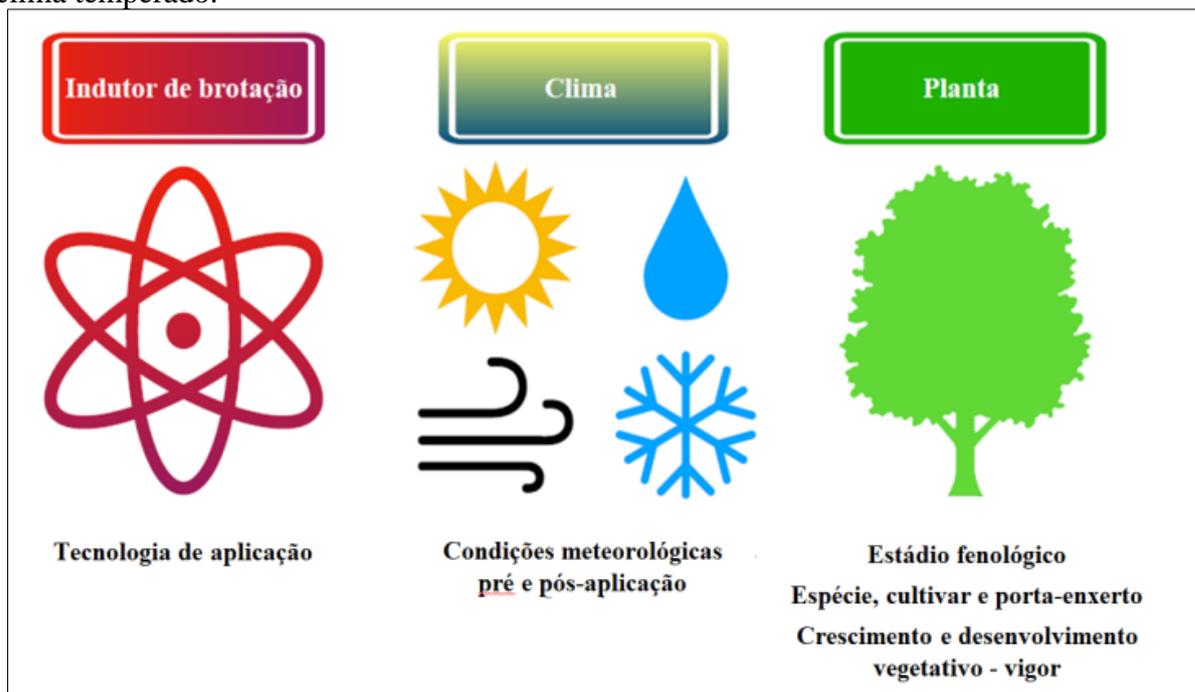
A aplicação de indutores de brotação, faz com que a carência de frio seja recompensada, com seu uso, há um estímulo de brotação e estimulação dos processos fisiológicos, sendo esse estímulo semelhante quando há maior disponibilidade de temperaturas abaixo de 7,2 °C, nos períodos hibernais (HAWERROTH *et al.* 2009).

Segundo Hawerroth *et al.* (2009), com a aplicação de indutores de brotação, nota-se aumento de brotação de gemas axilares e terminais quando aplicadas em macieiras ‘Imperial Gala’ e ‘Fuji Suprema’, no Brasil ao observar o florescimento encontrou-se maior uniformidade entre elas e um aumento no tamanho dos frutos.

Petri *et al.* (2006), afirma que vários produtos já foram utilizados como indutores de brotação. Porém, apenas a cianamida hidrogenada era aceita comercialmente e através de estudos demonstra ter maior eficiência entre os produtos com a mesma finalidade, principalmente quando associada a algum tipo de óleo mineral, que aumenta sua eficiência e reduz custos de produção (PETRI, 2005).

A utilização de indutores de brotação pode ser falha quando fatores como clima e a planta não favorecem a aplicação. Condições meteorológicas pré e pós-aplicação também afetam a saída da dormência. Recomenda-se aplicações com temperaturas acima de 10 °C, evitando aplicações que ultrapassem os 20 °C. O estágio fenológico e o local onde se encontram as plantas também demonstram influências nas respostas das aplicações, assim como seu crescimento e desenvolvimento vegetativo. Fatores como esses devem ser levados em consideração antes da utilização dos indutores, associados a boas tecnologias de aplicação (Petri *et al.*, 2006; Hawerroth, 2018); a figura 4, traz um resumo das principais influências na aplicação dos indutores de brotação.

Figura 4 - Principais influenciadores na aplicação de indutores de brotação em frutíferas de clima temperado.



Fonte: Adaptado de Hawerroth (2018).

Segundo Erez (2000), com a utilização de indutores de brotação deseja-se que além de eficiência dos produtos químicos utilizados, os mesmos, sejam de baixo custo e com baixa toxicidade às plantas e aos animais. Visando essa necessidade estudos com produtos menos tóxicos tornam-se imprescindíveis e desejados (HAWERROTH *et al.*, 2009).

3.5.1 CIANAMIDA HIDROGENADA

Existem diversos produtos que são atualmente efetivos na indução de brotação, porém a cianamida hidrogenada (Dormex[®]), aliado ao óleo mineral estão no ranking dos produtos mais utilizados para tal finalidade, não ficando restrito seu uso apenas em macieiras, mas também utilizado em outras espécies, como, videiras, pessegueiros, ameixeiras, etc (HAWERROTH *et al.*, 2009).

A cianamida hidrogenada (CH) quando utilizada é rapidamente absorvida pelas plantas, e o mecanismo de ação tem associação com a diminuição de enzimas que são responsáveis pelas formações das espécies reativas a oxigênio (CARMEL-HAREL *et al.* 2001). Esse composto é natural conseguinte como subproduto da respiração mitocondrial, onde a catalase faz a decomposição do peróxido de hidrogênio (H₂O₂). O resultado disso é um maior número de gemas (GOLDBACK *et al.*, 1988).

A CH, possui efeito localizado, ou seja, sua aplicação deve ser diretamente nas gemas de interesse e suas doses devem variar conforme o local, o crescimento vegetativo das plantas, o acúmulo de horas frias no período hibernar, a época de poda e o estágio fenológico de dormência que encontram-se as gemas (PÉREZ e LIRA, 2005).

Outros produtos vêm sendo lançados atualmente no mercado, oferecendo a mesma finalidade da cianamida hidrogenada. Produtos como Erger[®], Sincron[®], Sibério[®], Brotex[®], Acordex[®] e Bluprins[®], estão ganhando mercado lentamente, devido à alta toxicidade da molécula de cianamida hidrogenada, sendo o seu uso vetado em alguns países. Os novos produtos citados, são compostos de substâncias de origem orgânica, contendo reguladores vegetais, carboidratos e aminoácidos, que estimulam o crescimento vegetal de forma indireta (WALKER *et al.*, 2003).

A cianamida hidrogenada associada ao óleo mineral é uma das práticas mais utilizadas para induzir as brotações, devido a oferecer menores custos ao produtor, e grande eficiência. A inexistência de outros produtos no mercado, torna a cianamida, o melhor recurso atualmente. (PETRI, 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ciclo 2021/2022, em pomar comercial demacieiras no município de Monte Alegre dos Campos, cidade próxima de Vacaria, Rio Grande do Sul (altitude de 970 m, latitude 28°40'59" sul e longitude 50°46'58" oeste). O pomar foi instalado no ano de 2013. O clima da região é Cfb – clima temperado com verão ameno e chuvas distribuídas uniformemente ao longo do ano, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger. Segundo Hawerth e Natchigall (2021), seguindo o modelo Carolina do Norte (MODIFICADO DE EBERT *et al* 1986) afirmam que o acúmulo de frio na região, de janeiro até a data de aplicação, foi de 676 horas de frio (1280 unidades de frio), no período de realização do experimento.

A cultivar utilizada no experimento foi do tipo ‘Galaxy’ (grupo Gala), sob porta enxertos ‘M9’, conduzidas no sistema de líder central em área coberta por telas antigranizo de coloração branca. Como polinizadoras utilizou-se a cultivar Fuji Suprema, sobre porta enxerto ‘M9’, sendo que para cada fila polinizadora continha três filas do grupo ‘Gala’. A condução do pomar entre plantas tinha um espaçamento de 3,7 metros entre linhas e 0,60 metros entre plantas, totalizando uma densidade de 4504 plantas por hectare. Os demais manejos adotados no pomar, seguiam os padrões aplicados pelo produtor.

Para a aplicação dos indutores de brotação utilizou-se um pulverizador costal adaptado sobre rodas com capacidade de 25 litros, contendo uma ponteira com três saídas do tipo leque. O volume de calda aplicado foi de 1000 L ha⁻¹. Utilizou-se uma contenção, conforme a Figura 5, a fim de evitar a contaminação das parcelas com diferentes tratamentos. A aplicação foi realizada no dia 24/08/2021, quando as gemas estavam em estágio fenológico A-B (IUCHI, 2006), conforme explicação presente no referencial teórico no presente trabalho.

Figura 5 – Aplicação de indutores de brotação com o uso de contenção para evitar a contaminação de parcelas com diferentes tratamentos e garantir a confiabilidade das aplicações.



Fonte: Hawerth (2021).

No experimento foram avaliados cinco diferentes tratamentos, sendo eles: 1. Testemunha (composto por plantas sem a aplicação dos indutores de brotação); 2. óleo mineral Agefix[®], 35 L ha⁻¹; 3. Dormex[®], 7 L ha⁻¹ + Agefix[®], 35 L ha⁻¹; 4. Dormex[®], 10 L ha⁻¹ + Agefix[®], 35 L ha⁻¹, e; 5. Erger[®], 15 L ha⁻¹ + Agefix[®], 35 L ha⁻¹.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, num arranjo fatorial 5x2, com fator indutor de brotação e porção copa (porção inferior e superior da planta), contendo seis repetições. Cada unidade experimental (parcela), continha quatro plantas, sendo utilizada para avaliação apenas as duas plantas centrais (as duas plantas externas foram utilizadas como bordaduras). Todas essas parcelas continham identificações com placas e fitas amarradas a uma altura de 30 cm do solo em cada planta.

As plantas destinadas às avaliações foram separadas em duas porções, porção basal (inferior) e porção apical (superior), para que houvesse uma estimativa do percentual de brotação das gemas laterais e terminais. Para essas demarcações apical e basal, as plantas continham uma fita branca identificando a divisão.

Cada porção continha cerca de dez brindilas selecionadas e identificadas com um número. A primeira planta destinada a avaliação na porção inferior possuía identificação numérica de 1 a 5 e a porção superior de 6 a 10, e a segunda planta na porção inferior recebia números de 11 a 15 e a porção superior de 16 a 20. Para a estimativa de brotação de gemas terminais cada ramo era marcado com uma fita branca onde realizou-se a contagem das gemas.

As avaliações das brotações de gemas foram realizadas aos 17 e 62 dias após a aplicação dos tratamentos. Em cada momento avaliado, foram contabilizados os números de gemas axilares nas brindilas e o número de gemas brotadas. Nos ramos demarcados com a fita branca contabilizava-se o número total de gemas terminais e o número total de gemas brotadas.

No experimento também foram realizadas análises de parâmetros relacionados a frutificação aos 78 dias após a aplicação dos indutores de brotação. Nesse momento contabilizou-se o número de frutos, número de cachos florais e número médio de frutos por cacho floral nas macieiras. Estes também foram separados em porções basal e apical, sendo utilizadas as mesmas plantas das avaliações de gemas.

Para atender as pressuposições de análise de variância, as variáveis expressas em porcentagem foram transformadas pela equação arco seno de $\sqrt{x}/100$, antes de serem submetidas a análise de variância. Às variáveis que revelaram significância a 5% de probabilidade de erro, foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1, demonstra o resumo da análise de variância para os parâmetros de brotação de gemas laterais aos 17 e 62 dias. Em relação aos indutores de brotação (IB) houve significância estatística aos 17 e 62 dias após a aplicação. Para o fator porção da copa (PC), apenas aos 62 dias após a aplicação os resultados foram estatisticamente significativos. A análise de variância também identificou interação significativa a 5% de probabilidade de erro entre os fatores IB e PC.

Tabela 1- Resumo da análise de variância para o parâmetro brotação de gemas laterais, aos 17 e 62 dias após a aplicação de diferentes manejos de indução de brotação em macieiras ‘Galaxy’/M9. Monte Alegre dos Campos, RS, 2021.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio	
		Brotação de gemas laterais (%)	
		17 dias após a aplicação	62 dias após a aplicação
Indutor de brotação (IB)	4	0,14202527**	0,12672131**
Porção da copa (PC)	1	0,05759802 ^{ns}	0,19780042**
IB x PC	4	0,04371910*	0,03225021*
Bloco	5	0,01344123	0,02212003
Erro	45	0,01600076	0,00923913
Coefficiente de variação (%)	-	22,7	12,1
Média geral	-	29,4	51,2

** , * Significativo pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade de erro, respectivamente. ns – não significativo pelo teste F ($p > 0,05$). #Aplicação dos indutores de brotação realizada em 24/08/2021 em estádio de desenvolvimento A- B (gemas dormentes e em ponta de prata).

Fonte: Autor (2022).

A Tabela 2, demonstra os desdobramentos das interações entre IB e PC para a brotação de gemas laterais, nos dois instantes avaliados. Para o percentual de brotações de gemas laterais aos 17 dias após aplicação, com exceção da testemunha a qual apresentou menor brotação de gemas na porção basal (9,3%), todos os outros tratamentos foram estatisticamente similares em relação á PC.

Os indutores Agefix® 35 L ha⁻¹, Cianamida hidrogenada 10 L ha⁻¹ + Agefix® 35 L ha⁻¹ e Erger® 15 L ha⁻¹ + Agefix® 35 L ha⁻¹ foram estatisticamente superiores à testemunha na avaliação aos 17 dias após a aplicação, apresentando, respectivamente, 33,3, 41,9 e 31,7% de brotação de gemas laterais (Tabela 2). Resultados semelhantes são demonstrados por

Hawerth *et al.*, (2009), que afirmam que o uso de cianamida hidrogenada + óleo mineral demonstram ser eficientes em promover o aumento e a uniformidade na brotação de gemas.

Tabela 2 - Brotação de gemas laterais em macieiras ‘Galaxy/M9’ aos 17 e 62 dias após a aplicação de indutores de brotação. Monte Alegre dos Campos, RS, 2021.

Tratamentos	Brotação de Gemas laterais (%)		
	Porção basal	Porção apical	Média
	17 dias após aplicação		
1. Testemunha absoluta	B 9,3 b	A 26,8 a	18,0
2. Agefix [®] 35 L ha ⁻¹	A 33,3 a	A 35,2 a	34,2
3. Dormex [®] 7 L ha ⁻¹ + Agefix [®] 35 L ha ⁻¹	A 20,3 ab	A 25,0 a	22,7
4. Dormex [®] 10 L ha ⁻¹ + Agefix [®] 35 L ha ⁻¹	A 41,9 a	A 36,4 a	39,1
5. Erger [®] 15 L ha ⁻¹ + Agefix [®] 35 L ha ⁻¹	A 31,7 a	A 34,3 a	33,0
Média	27,3	31,5	29,4
Tratamentos	Brotação de gemas laterais (%)		
	Porção basal	Porção apical	Média
	62 dias após aplicação		
1. Testemunha absoluta	B 23,4 c	A 47,0 b	35,2
2. Agefix [®] 35 L ha ⁻¹	A 53,1 ab	A 55,9 ab	54,5
3. Dormex [®] 7 L ha ⁻¹ + Agefix [®] 35 L ha ⁻¹	B 41,0 b	A 56,9 ab	49,0
4. Dormex [®] 10 L ha ⁻¹ + Agefix [®] 35 L ha ⁻¹	A 59,5 a	A 59,3 ab	59,4
5. Erger [®] 15 L ha ⁻¹ + Agefix [®] 35 L ha ⁻¹	A 51,4 ab	A 63,9 a	57,6
Média	45,7	56,6	51,6

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas de letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro. *

Fonte: Autor (2022)

O quinto tratamento aplicado, composto pelo tratamento alternativo ‘Erger’, demonstrou diferença significativa nas porções apicais aos 62 dias após a aplicação, chegando a 63,9% de brotação. Estes resultados indicam um acréscimo elevado na brotação de gemas, superando a testemunha em aproximadamente 26%. Resultados que demonstram semelhanças com os de Petri *et al.* (2008), que analisaram o Erger[®] e o Nitrato de cálcio, observando que em algumas situações o tratamento foi superior à tradicional cianamida hidrogenada mais o óleo mineral.

Evidencia-se também nas avaliações após os 62 dias de aplicação que existem diferenças significativas entre as porções basais e apicais na testemunha e na aplicação de 3. Dormex[®] 7 L ha⁻¹ + Agefix[®] 35 L ha⁻¹. Zanella (2020), no trabalho indutores de superação de dormência em maçãs Gala e Fuji enxertadas sobre diferentes porta-enxertos, afirma que após a

aplicação de Dormex[®] 7 L, Ha⁻¹, nas partes superiores das plantas, houveram menor quantidade de brotações, não havendo uma homogeneidade nas diferentes partes das plantas. A mesma falta de uniformidade ficou evidenciada no experimento.

Hawerth (2017), ano com apenas 371 UF acumulados, obteve maior número de brotações nas partes basais das macieiras, diferindo dos resultados obtidos no presente estudo os quais revelam elevada brotação da parte apical da planta (houve uma uniformidade na brotação). Embora haja tendência das regiões mais próximas ao solo estar expostas a maior incidência de frio (HAWERROTH *et al.*, 2018), no presente ano (2021), o acúmulo de unidades de frio foi elevado (676 UF), que associado ao uso de indutores garantiu a uniformidade de brotação.

Nas análises de variância realizadas para os parâmetros de brotação de gemas terminais demonstradas pela Tabela 3, sendo os mesmos períodos de avaliações das gemas laterais, representaram que aos 17 dias a porção copa é significativa para o teste F, a 1 e 5% de probabilidade de erro. Aos 62 dias de aplicação a brotação de gemas terminais também demonstraram significância nas fontes de variação indutor de brotação e porção copa.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para o parâmetro brotação de gemas terminais, aos 17 e 62 dias após a aplicação de diferentes manejos de indução de brotação em macieiras ‘Galaxy’/M9. Monte Alegre dos Campos, RS, 2021.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio	
		Brotação de gemas terminais (%)	
		17 dias após a aplicação	62 dias após a aplicação
Indutor de brotação (IB)	4	0,03285448 ^{ns}	0,08551732 ^{**}
Porção da copa (PC)	1	0,20068167 ^{**}	0,25780815 ^{**}
IB x PC	4	0,01513842 ^{ns}	0,00786057 ^{ns}
Bloco	5	0,00945995	0,01044022
Erro	45	0,01859911	0,02243732
Coefficiente de variação (%)	-	15,1	12,3
Média geral	-	61,1	86,2

^{**}, * Significativo pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade de erro, respectivamente. ns – não significativo pelo teste F (p>0,05). #Aplicação dos indutores de brotação realizada em 24/08/2021 em estágio de desenvolvimento A- B (gemas dormentes e em ponta de prata).

Fonte: Autor (2022)

Para avaliações de gemas terminais aos 17 dias após a aplicação, de acordo com a Tabela 4, os resultados não se diferiram uns dos outros em nenhum dos tratamentos aplicados, fator que pode ter sido condicionado pelas condições meteorológicas no período de dormência das

plantas, porém, aos 62 dias, todos os tratamentos demonstram eficiência como indutores em relação a testemunha.

Tabela 4 - Brotação de gemas terminais em macieiras ‘Galaxy/M9’ aos 17 e 62 dias após o início da aplicação de indutores de brotação. Monte Alegre dos Campos, RS, 2021.

Tratamentos	Brotação de gemas terminais (%)		
	Porção basal	Porção apical	Média
	17 dias após aplicação		
1. Testemunha absoluta	49,4	63,7	56,6 a
2. Agefix® 35 L ha ⁻¹	55,8	64,7	60,3 a
3. Dormex® 7 L ha ⁻¹ + Agefix® 35 L ha ⁻¹	64,0	75,0	69,5 a
4. Dormex® 10 L ha ⁻¹ + Agefix® 35 L ha ⁻¹	59,6	60,8	60,2 a
5. Erger® 15 L ha ⁻¹ + Agefix® 35 L ha ⁻¹	49,2	69,0	59,1 a
Média	55,6 B	66,6 A	61,1

Tratamentos	Porção basal	Porção apical	Média
	62 dias após aplicação		
	1. Testemunha absoluta	74,1	81,8
2. Agefix® 35 L ha ⁻¹	82,3	92,5	87,5 a
3. Dormex® 7 L ha ⁻¹ + Agefix® 35 L ha ⁻¹	87,5	94,5	91,0 a
4. Dormex® 10 L ha ⁻¹ + Agefix® 35 L ha ⁻¹	88,2	90,7	89,4 a
5. Erger® 15 L ha ⁻¹ + Agefix® 35 L ha ⁻¹	80,5	89,5	85,0 a
Média	82,5 B	89,8 A	86,2

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas de letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro. *

Fonte: Autor (2022)

Aos 62 dias, a testemunha demonstrou ter 77,9% de brotações terminais enquanto os tratamentos utilizando Dormex® 7 L ha⁻¹ + Agefix® 35 L ha⁻¹ chegaram a 91% de brotações terminais, evidenciando excelentes respostas como indutores. Os elevados números de gemas terminais obtidos, demonstram a importância do uso de indutores de brotação (Hawerth *et al.*, 2010a).

Comparando o tratamento 3 em relação ao tratamento 4, tratamento com maior concentração de Dormex®, mostrou-se mais eficaz como indutor de brotação em gemas laterais. No entanto, o mesmo não ocorre em gemas terminais, onde a menor concentração de Dormex®,

apresenta melhores resultados de porcentagem em ambas as porções, nos dois momentos de análises após os tratamentos.

Alguns estudos citam que há ligações entre a brotação de gemas e a frutificação efetiva. Petri (2017), afirma que com o expressivo aumento das gemas há uma diminuição da brotação efetiva, por promoverem uma rápida brotação, ocorrendo assim uma falta de reservas para o desenvolvimento de novas estruturas. Para avaliação dos parâmetros de frutificação efetiva, sob os efeitos dos diferentes indutores aplicados no experimento, foram avaliados cachos florais com frutos por cada porção de planta (basal e apical). A Tabela 5 traz um resumo da análise de variância dos parâmetros relacionados à frutificação.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para parâmetros relacionados a frutificação de macieiras ‘Galaxy’/M9 sob efeito de diferentes manejos de indução de brotação. Monte Alegre dos Campos, RS, 2021.

Fonte de Variação	GL	Número de cachos florais com frutos por porção da planta	Número de frutos por porção da planta	Nº médio de frutos por cacho floral por porção da planta
Indutor de brotação (IB)	4	497,90ns	981,76ns	0,01 ns
Porção da copa (PC)	1	1690,70ns	12586,02**	0,27**
IB x PC	4	138,96ns	200,96ns	0,01 ns
Bloco	5	319,04ns	8,01 ns	0,03 ns
Erro	45	504,84	1212,13	0,03
Coefficiente de variação (%)	-	28,51	29,05	10,85

**,* Significativo pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade de erro, respectivamente. ns – não significativo pelo teste F ($p>0,05$).

Fonte: Autor (2022)

Apenas para o fator porção copa (PC), houve significância estatística quanto ao número de frutos por porção da planta e o número médio de frutos por cacho floral por porção. Não houve interação entre IB e PC, como fica demonstrado na Tabela 5.

Na frutificação efetiva, o número de frutos por porção planta se diferiu significativamente, conforme a Tabela 6, quanto a porção basal e a porção apical nas médias gerais e que também houve diferença significativa na média quanto ao número médio de frutos por cacho floral e por porção planta, concluindo que de acordo com o trabalho as porções basais e apicais se diferiram entre si.

A dose mais alta de Dormex aplicada (T4), não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos quando a porcentagem de frutificação. Por outro lado, Haverroth *et al.*, (2009), constataram redução da frutificação efetiva com doses mais altas de cianamida hidrogenada.

Tabela 6 - Número de frutos, número de cachos florais com frutos, número médio de frutos por cacho floral em macieiras ‘Galaxy/M9’, por porção da copa, aos 78 dias após a aplicação dos indutores de brotação. Monte Alegre dos Campos, RS, 2021.

Indutor de brotação	Número de frutos por porção da planta			Número de cachos florais com frutos por porção da planta			Número médio de frutos por cacho floral por porção da planta		
	Porção basal	Porção apical	Média	Porção basal	Porção apical	Média	Porção basal	Porção apical	Média
Testemunha absoluta	117,33	150,42	133,88a	83,92	94,92	89,42a	1,40	1,57	1,48a
Agefix® 35 L ha ⁻¹	102,42	139,08	120,75a	70,08	84,83	77,46a	1,45	1,50	1,48a
Dormex® 7 L ha ⁻¹ + Agefix® 35 L ha ⁻¹	105,25	132,08	118,67a	71,83	82,17	77,00a	1,49	1,61	1,55a
Dormex® 10 L ha ⁻¹ + Agefix® 35 L ha ⁻¹	109,33	125,08	117,21a	78,50	78,08	78,29a	1,41	1,60	1,50a
Erger® 15 L ha ⁻¹ + Agefix® 35 L ha ⁻¹	92,58	125,08	108,83a	63,17	80,58	71,88a	1,46	1,55	1,51a
Média	105,3B	134,3A		73,50A	84,12A		1,44B	1,57A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas de letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autor (2022)

Embora os valores de número de frutos por porção da planta, número de cachos florais com fruto por porção e número médio de frutos por cacho floral por porção não demonstram diferenças significativas, o uso de indutores de brotação ainda é uma prática indispensável para o manejo das macieiras. Como afirma Petri *et. al* (2006), as variáveis ambientais favoráveis, tendem a aumentar a frutificação e, desse modo, suavizando os efeitos de indutores de brotação na frutificação efetiva.

Embora a cianamida hidrogenada associada ao óleo mineral seja o produto mais utilizado e empregado comercialmente (EREZ, 2000), o presente trabalho demonstrou que o ‘Erger’, cuja toxicidade é menor, apresenta elevada eficácia na indução de brotação.

6 CONCLUSÃO

De acordo com resultados apresentados no experimento conclui-se que houve um aumento significativo de brotações de gemas pelo uso de indutores de brotação, mesmo sob condições de maior ocorrência de frio no período hibernar.

Os tratamentos constituídos por Dormex[®] 10 L ha⁻¹ + Agefix[®] 35 L ha⁻¹ e o bioestimulante Erger[®] 15 L ha⁻¹ + Agefix[®] 35 L ha⁻¹ proporcionam aumento nas porcentagens de brotação de gemas. Todos os produtos testados revelam melhores resultados que a testemunha, mostrando sua eficiência em pomares de macieira.

Conforme o experimento, o produto Erger[®], apresenta bons resultados, demonstrando boa eficiência nas porcentagens de brotação de gemas, sendo uma alternativa ao uso da cianamida hidrogenada.

Nas condições do experimento, o uso de indutores de brotação não aumentou a frutificação efetiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANZANELLO, Rafael; CHRISTO, Mariane Castanho; SARTORI, Gabriele Becker Delwing. **Superação da dormência em macieira: efeito do frio combinado com uso de indutor de brotação.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 190-200, 14 ago. 2020. Revista Científica Pesquisa Agropecuaria Gaucha (PAG). <http://dx.doi.org/10.36812/pag.2020261190-200>.
- BLEICHER, J. Historia da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira.** Florianópolis, 2002. 743p. CEPA/EPAGRI. Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2009-2010. Florianópolis, 2010. p.315.
- BONETI, J.I.S.; CESA, J.D.; PETRI, J.L.; BLEICHER, J. Evolução da cultura da macieira In: **A cultura da macieira.** Florianópolis: Epagri, 2001. chap. 2, p. 37-57.
- BRAGA; H.J.; SILVA JUNIOR, V.P.; PANDOLFO, C. e PEREIRA, E.S. **Zoneamento de riscos climáticos da cultura da maçã no estado de Santa Catarina.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9, n.3, p.439-445, 2001.
- CAMILO, A.P.; DENARDI, F. **Cultivares: Descrição e comportamento no sul do Brasil In: A cultura da macieira.** Florianópolis: EPAGRI, 2002. chap. 5, p. 113- 168.
- CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H. BOSCO, L. C.; PAULA, V. A. de; MARODIN, G. A. B; CASAMALI, B.; NACHTIGALL, G. R. **Disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, RS.** Ciência Rural, v. 42, n. 11, p. 1960-1967, 2012.
- CERA, J. C. *et al.* **Dano por granizo na cultura da soja em condições de lavoura: Um estudo de caso.** Revista Brasileira de Meteorologia, [São Paulo], v.31, p.211-217, abr. /jun. 2016.
- DENNIS, J. F. G. Flowering, pollination and fruit set and development. In: FERREE, D. C.; WARRINGTON, I. J. (Eds). **Apples, botany, production and uses.** Wallingford, VK, 2003. p. 156 – 166.
- EL-AGAMY, S.Z.; MOHAMED, A.K.A.; MOSTAFA, F.M.A.; ABDALLAH, A.Y. Effect of GA3, hydrogen cyanamide and decapitation on budbreak and flowering of two apple cultivars under the warm climate of southern Egypt. Acta Horticulturae, The Hague, v.565, p.109-114, 2001.
- EREZ, A. Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics na subtropics. In: EREZ, A. (Ed.). **Temperate fruit crops in warm climates.** Amsterdam: The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 17-48
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Production quantity and area harvested of apple.** Base de dados FAOSTAT, 2022. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 23 de abril, 2023.

FERREIRA, P. **Yes, nós temos maçãs.** Revista Inovação em Pauta (FINEP), Rio de Janeiro, 5, 43-47, 2009.

FIORAVANÇO, J. C. **Maçã brasileira: da importação à auto-suficiência e exportação: a tecnologia como fator determinante.** Informações Econômicas, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 56-67, 2009.

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

FRANCESCATTO P. 2014. **Desenvolvimento das estruturas reprodutivas da macieira (*Malus domestica* Borkh.) sob diferentes condições climáticas: da formação da gema à colheita dos frutos.** Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais). Florianópolis: UFSC. 293p.

GEORGE, A.P.; BROADLEY, R.H.; NISSEN, R.J.; WARD, G. **Effects of new rest-breaking chemicals on flowering, shoot production and yield of subtropical tree crops.** Acta Horticulturae, The Hague, v.575, p.835-840, 2002.

GONÇALVES, J. S. *et al.* **Produção, mercado e inserção internacional da maçã brasileira.** Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 95-136, 1996.

HAWERROTH, F. J. **Aplicações sequenciais de indutores de brotação na cultura da macieira.** Jornal da Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã, Vacaria, v. 280, p. 8-9, set. 2017.

HAWERROTH, F. J. **Manejo da indução da brotação de gemas na cultura da macieira.** Jornal da Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã, Vacaria, v. 291, p. 6-7, ago. 2018.

HAWERROTH, F. J. *et al.* **Manejo de indutores de brotação em macieira: uso de aplicações sequenciais.** Jornal da Fruta, Lages, p. 6, jun. 2018. Caderno Especial 13º Senafrut.

HAWERROTH, F. J. **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, 2009.

HAWERROTH, F. J.; HERTER, F. G.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; PEREIRA, J. F. M. **Dormência em frutíferas de clima temperado.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010a 56 p. Embrapa: Documento 310.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; HERTER, F. G. **Brotação de gemas em macieiras 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema' pelo uso de Erger® e nitrato de cálcio.** Rev. Bras. de Fruticultura, Jaboticabal, 32:(2)343-350. 2010 b.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B. **Cianamida hidrogenada, óleos mineral e vegetal na brotação de gemas e produção de macieiras 'Royal Gala'.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 1, p. 1145-1154, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n4sup1p1145>.

- HISSANO, Z.; MARUR, C.J. E TSUNETA, M. **Caracterização do fruto da macieira Fuji em relação aos tipos de ramos de frutificação em Palmas-PR.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v. 2, n. 2, p. 53-55, 1990.
- HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. Aspectos botânicos. In: NACHTIGALL, G. R. (Ed.). **Maçã: produção.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.17-24.
- IUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO (Org.). **A cultura da macieira.** Florianópolis, 2006. p. 59-104.
- IUCHI, V. L.; IUCHI, T.; BRIGHENTI, E.; DITRICH, R. **Quebra da dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh) em São Joaquim, SC.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 168-174, 2002.
- JACKSON, J. E. **Biology of apples and pears.** Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press. 2003. p.
- KRETZSCHMAR, A.A; RUFATO, L. **Maçãs: O que você ainda não sabe sobre a atividade.** Campo e negócios. 2020. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/macac-o-que-voce-ainda-nao-sabe-sobre-a-atividade.com>.
- LEITE, G. B.; PETRI, J. L.; MONDARDO, M. **Efeito da tela antigranizo em algumas características dos frutos de macieira.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.24, p.714-716, dec. 2002.
- MATZENAUER, R. *et al.* **Regime de horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v.11, n.1-2, p.63, 2005. Disponível em: <<http://www.fepagro.rs.gov.br/lista/122/PAG>>.
- OLIVEIRA OR *et al.* 2008. **Quebra de dormência de pereira ‘Hosui’ com uso de óleo mineral em dois tipos de condução.** Revista Brasileira de Fruticultura 30: 409-413.
- PINTO, M. *et al.* **Fisiologia de la latência de lãs yemas de vid: hipótesis actuales.** Grupo de Investigación Enológica (GIE). Universidad de Chile, Facultad de Ciências Agronómicas, Santiago, Chile. 2007.
- PEREIRA, T.P. *et al.* **O clima da Região dos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul: condições térmicas e hídricas.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v.15, n.2. p.145-157, 2009. Disponível em: <<http://www.fepagro.rs.gov.br/lista/122/PAG>>.
- PÉREZ, F. J., LIRA, W. **Possible role of catalase in post-dormancy bud break of grapevines.** Journal of Plant Physiology, 162:301-308, 2005.
- PETRI, J.L. *et al.* Dormência e indução da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira.** Florianópolis, p.261-298. 2006a.
- PETRI, J. L. *et al.* **Avanços na cultura da macieira no Brasil.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 33, n. especial, p. 48-56, 2011.

PETRI, J. L. **Alternativas para a quebra de dormência em fruteiras de clima temperado.** In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 8., 2005, Friaburgo. Anais... Caçador: Epagri, 2005. p. 269-275.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B. **Consequences of insufficient winter chilling on apple tree bud-break.** Acta Horticulturae, The Hague, v.662, p.53-60, 2004.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; PUTTI, G.L. **Apple tree budbreak promoters in mild winter conditions.** Acta Hort., The Hague, 774:291-296. 2008.

PETRI, J.L.; SEZERINO, A.A.; HAWERROTH, F.J.; PALLADINI, L.A.; LEITE, G.B.; DE MAR-TIN, M.S. **Dormência e indução à brotação de árvores frutíferas de clima temperado.** Florianópolis: Epagri, 2021, 153p. (Boletim Técnico, 192).

PETRI, J. L.; SEZERINO, A. A.; FAGUNDES, E. **Frutificação efetiva da macieira.** In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 15., 2017, Fraiburgo. Anais [...]. Fraiburgo: Epagri, 2017. p. 12-16.

PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; POLA, A.C. **Dormência e indução a brotação em macieira.** In: EPAGRI. A cultura da macieira. Florianópolis, 2006. p.261-297.

PUTTI, G. L.; PETRI, J. L.; MENDEZ, M. E. **Efeito da intensidade do frio no tempo e percentagem de gemas brotadas em macieira.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 199-202, 2003.

SANTOS, L. W. **Primórdios da pesquisa com Maçã em santa Catarina.** Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.7, n.3, p.20-22, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

VALAGRO. **ERGER interruptor de la dormência a base de extractosvegetales.** Atessa - Zona Industriale, Italy, 2014.

VINICIUS M. K. **Necessidade da diversificação de cultivares na cadeia produtiva da maçã no Brasil.** Agropecuária catarinense, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1535/1428>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2023.

WALKER, T. S.; BAIS, H. P.; GROTEWOLD, E.; VIVANCO, J. N. **Root exudation and rhizosphere biology.** Plant Physiology, v. 132, p. 44-51, 2003.

WANG, S. Y.; FAUST, M. **Changes of membrane lipids in apple buds during dormancy and budbreak.** Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, VA, v. 115, n. 5, p. 803-808, 1990. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21273/jashs.115.5.803>.

RAJAPAKSE, N. C.; SHAHAK, Y. **Light quality manipulation by horticulture industry.** In: WHITELAM, G., HALLIDAY, K. (Eds.), Light and Plant Development, [S.l.: s.n.], 2007. p. 290–312.

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. 1, p. 331-332, 1974.

SEZERINO, A. A. Introdução. In: Epagri. **Sistema de produção para a cultura da macieira em Santa Catarina.** Florianópolis, 2018. p. 19 – 20.

ZANELLA, E. N.; **Indutores de superação de dormência em maçãs gala e fuji enxertadas sobre diferentes porta-enxertos.** Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/2431/Disserta__o_Eduardo_Zanella_Nunes_1607627760479_2431.pdf. Acesso em: 28 de maio de 2023.

ZONTA, O. **Maçã: cooperativismo que dá frutos.** Jornal Toda Fruta, 2007. Disponível em:< http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/genetica_melhoramento/861>.