

SUELEN CRISTINA UBER

**ASPECTOS FITOTÉCNICOS NA INDUÇÃO DE BROTAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS EM MACIEIRAS**

Tese apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Dr(a) Aike Anneliese Kretzschmar

**LAGES
2018**

Ficha de Identificação da Obra elaborada pelo(a) autor(a), com
auxílio do programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC

Uber, Suelen Cristina

Aspectos fitotécnicos na indução de brotação e
desenvolvimento de frutos em macieiras. / Suelen
Cristina Uber. - Lages , 2018.
153 p.

Orientador: Aike Anneliese Kretzschmar

Tese (Doutorado) - Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages,
2018.

1. Superação da dormência. 2. Malus domestica B.
. 3. Toxicidade. 4. Calibre de frutos. 5. Divisão
celular. I. Kretzschmar, Aike Anneliese. II.
Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa
de Pós-Graduação. III. Título.

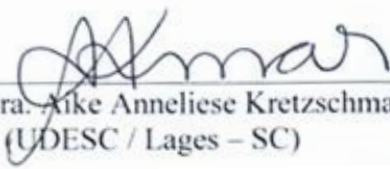
SUELEN CRISTINA UBER

**ASPECTOS FITOTÉCNICOS NA INDUÇÃO DE BROTAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS EM MACIEIRAS**

Tese apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Banca examinadora:

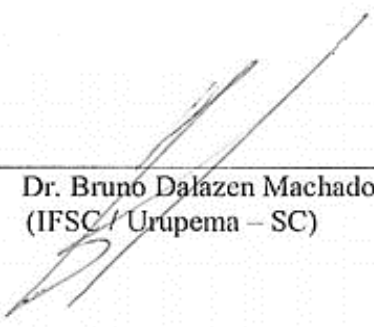
Orientadora:


Prof. Dra. Aike Anneliese Kretzschmar
(UDESC / Lages – SC)

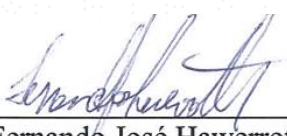
Membro externo:


Dra. Andrea De Rossi

Membro externo:


Dr. Bruno Dalazen Machado
(IFSC / Urupema – SC)

Membro externo:


Dr. Fernando José Hawerth
(EMBRAPA / Vacaria – RS)

Membro externo:


Dra. Joscane de Souza Hipólito

Lages, 27 Fevereiro de 2018

Dedico aos meus amados pais Nivaldo Uber e Maria Consuelo Ribeiro Uber, que compartilharam e alimentaram os meus ideais, incentivando a prosseguir durante toda a jornada e principalmente a superar os obstáculos que vieram a surgir no caminho. Guardarei por toda minha existência todo incentivo no decorrer da minha vida acadêmica. Agradeço por me ensinarem a lutar pelos meus sonhos e transformá-los em realidade e por se manterem sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

A DEUS por todo amor concedido e por me dar força e sabedoria para que completasse mais uma etapa da minha vida.

Aos meus pais Nivaldo Uber e Maria Consuelo R. Uber, por estarem sempre ao meu lado e acreditando em mim. Mostrando que na vida, em nossa existência, há muitos obstáculos, algumas vitórias e principalmente que o amor nos mantém unidos sempre. O meu muito obrigado, e a certeza que nada faria sem a compreensão e ajuda de vocês, amo-os muito.

À minha irmã Aline Suzana Uber, meu irmão Wesley Cristiano Uber e sobrinha Jhuliane Fernanda pela compreensão nos momentos ausentes.

Aos meus amigos que sempre me apoiaram e acreditaram em mim, mesmo longe e nos momentos difíceis sempre estiveram ao meu lado. Proporcionando-me carinho e momentos inesquecíveis de risos. Mostrando-me que esses podem ser chamados de família mais próxima quando se mora longe, obrigada por todo carinho e pela alegria proporcionada.

Aos meus familiares pelo apoio, amizade, compreensão e por acreditarem em mim.

Aos professores que me acompanharam durante a jornada acadêmica, pelos ensinamentos e contribuição a carreira. A toda equipe da Pós Graduação em Produção Vegetal da UDESC. À FAPESC pela concessão da bolsa.

À Professora Dra. Aike Anneliese Kretzschmar, pelos ensinamentos passados, pela amizade e por fazer parte da minha formação na pós graduação. Acredito que o tempo lapidou a profissional que sou hoje, e por falar em tempo, ainda hoje me lembro do dia em que conversamos para possível seleção de mestrado, aprovada nessa fase, sob sua orientação hoje estou prestes a terminar o doutorado. Agradeço principalmente por sempre me dar credibilidade para o desenvolvimento do trabalho e por fazer parte de todo esse processo.

Ao Pesquisador José Luiz Petri, pelos momentos de sabedoria dedicados, ensinamentos e por acreditar em mim. Ao longo do desenvolvimento desse trabalho ganhei um grande amigo. Hoje tenho a certeza que o maior objetivo que o ser humano pode buscar é cada dia ser melhor do que ontem, e com o seu incentivo tento todos os dias alcançar isso. Se hoje sou melhor do que antes é devido ao apoio de grandes pesquisadores que passaram no meu caminho, entre eles o Dr. Petri muito contribuiu para minha formação.

À Dra. Poliana Francescato, por toda ajuda, amizade e conhecimento passado. Agradeço muito por me colocar diante de uma profissional como você. Dizem que quando convivemos com alguém por um tempo levamos um pouco dessa pessoa e deixamos um pouco

de nós. Espero ter deixado a melhor parte. Durante a jornada acadêmica procuramos nos espelhar nos melhores profissionais que temos contato, és uma grande profissional na qual sempre irei me espelhar. Não há palavras capazes de descrever o quanto sou grata.

À toda equipe da Universidade de Cornell, por me proporcionar uma experiência única e pelos novos amigos. Em especial ao pesquisador Martin Goffinet, jamais esquecerei o quanto contribuiu para minha formação e a paciência em me passar seus conhecimentos.

À toda equipe de apoio da EPAGRI/Caçador – SC por toda ajuda no decorrer do projeto e à equipe da Fruticultura CAV/UDESC que muito me ajudaram. Principalmente pelos momentos de descontração.

“O que importa na vida não é o ponto de partida, mas a caminhada. Caminhando e semeando no fim terás o que colher.”

Cora Coralina

“Eu quero uma abundância total, a multiplicação de tua família. Quero uma cidade, uma república, um rio Mississippi de maçãs. E em suas margens, quero ver toda a população do mundo unida, reunida no ato mais simples de toda a terra: mordendo uma maçã.”

Ode à Maçã – Pablo Neruda

RESUMO

UBER, Suelen Cristina. **Aspectos fitotécnicos na indução de brotação e desenvolvimento de frutos em macieiras**. 2018. 153 p. Tese (Doutorado) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2018.

A macieira apresenta grande importância econômica no Brasil, devido principalmente ao fato de abastecer o mercado interno e exportar o excedente. Entretanto ainda não ocorre o completo domínio do manejo para o cultivo dessa fruteira nas condições climáticas do país, as quais têm sido bastante adversas nos últimos anos. Estas condições, aliadas à falta de produtos com menor toxicidade, baixo custo para o produtor e eficientes para a cultura em relação à superação de dormência, tem causado sérios entraves à produção. O déficit no número de brotações, e o menor enfolhamento nas plantas, somado a outros fatores contribuem para uma produção de frutos de menor calibre. Este trabalho visa abordar alguns desses entraves, avaliando produtos eficientes na indução de brotação e verificando o uso de citocininas para aumentar o calibre de frutos. Foram realizados dois experimentos utilizando diferentes indutores de brotação nas cultivares Maxi Gala e Fuji Suprema, afim de encontrar alternativas a cianamida hidrogenada. O trabalho foi realizado na região de Caçador, localizada no Estado de Santa Catarina a uma latitude de 26°50'S, longitude de 50°58'W e altitude de 950m. No primeiro estudo, realizado com a cv. Maxi Gala, através de variáveis fenológicas, de brotação de gemas, qualidades físico químicas de frutos e de produção verificou-se que os tratamentos compostos por Erger® + OM, Erger® + Ca(NO₃)₂ e Sincron® + Ca(NO₃)₂ podem ser utilizados como alternativa ao Dormex® + OM. Os tratamentos OM, Break-Thru® + OM, Bluprins® + OM, Brotex® + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ são promissores como indutor de brotação. O tratamento com Sincron® + OM não é indicado como indutor de brotação nessa concentração estudada, para a cultura Maxi Gala. No segundo estudo, realizado com cv. Fuji Suprema utilizaram-se os mesmos produtos, no mesmo local. Através de variáveis fenológicas, de brotação de gemas, qualidades físico químicas de frutos e de produção verificou-se que os tratamentos compostos por OM, Break-Thru® + OM, Brotex + OM, Sincron® + Ca(NO₃)₂ e Erger + Ca(NO₃)₂ são promissores como indutores de brotação. Nas dosagens testadas o Erger + OM nas condições estudadas, não pode ser usado em alternativa ao tratamento padrão para a cultivar Fuji Suprema. Além destes, foi realizado um experimento com aplicação de citocininas desde a floração de macieiras da cultivar Gala, a fim de verificar a influência destes fitorreguladores no tamanho final do fruto. As avaliações consistiram no acompanhamento do crescimento dos frutos através de avaliações de diâmetro e análises microscópicas como contagem de número e tamanho células no córtex. O trabalho foi desenvolvido na cidade de Geneva, localizada no estado de Nova Iorque (EUA) latitude: 42°52'08" N, longitude: 76°58'39" W. Observou-se que o TDZ aumenta o comprimento dos frutos de macieiras 'Gala', mas causa deformação nos frutos na dose estudada independente do porta enxerto testado. O TDZ e o BA aumentam a multiplicação celular em frutos, no entanto, há necessidade de novos trabalhos para incrementar o tamanho de frutos.

Palavras-chave: Superação da dormência. *Malus domestica* B. Toxicidade. Calibre de frutos. Divisão celular.

ABSTRACT

UBER, Suelen Cristina. **Crop science aspects of budburst and fruit development in apple trees**. 2018. 153 p. Thesis (Doctorate) – Santa Catarina State University. Post-Graduation Program in Plant Production, Lages, 2018.

The economic importance of apple trees in Brazil, is due mainly to supplying the domestic market and exporting the surplus. However, the complete management of this fruit tree in the climatic conditions of the country; has not yet been completely dominated, which has been quite adverse in recent years. These conditions, together with the lack of products with lower toxicity to man and the environment, cost to the producer and efficient for the crop in relation to the breaking of the dormancy, has caused serious barriers to production. The deficit in the number of sprouts and the lesser, leaf development occurred. Added to other factors contribute to a production of fruits of smaller caliber. This work aims to address some of the barriers, assessing efficient products in the budburst and checking use of cytokinins to increase fruit size. Two experiments were carried out using different sprouting inducers were used in the two Maxi Gala and Fuji Suprema cultivars, in order to find alternatives to hydrogenated cyanamide. The work was carried out in the region of Caçador, located in the State of Santa Catarina at a latitude of 26 ° 50'S, longitude of 50 ° 58'W and altitude of 950m. In the first experiment, was carried with Maxi Gala cultivar, by means of phenological variables, bud buds, physical and chemical qualities of fruits and production, it was verified that the treatments composed by Erger® + OM, Erger® + Ca(NO₃)₂ and Synchron® + Ca(NO₃)₂ can be used as an alternative to Dormex® + OM. The treatments OM, Break-Thru® + OM, Bluprins® + OM, Brotex® + OM and OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ are promising as budding inducer. Treatment with Synchron® + OM is not indicated as an inducer of budding at this concentration studied for cultivation Maxi Gala. In the second study, carried out with the Fuji Suprema cultivar, the same products were used in the same place. Were analyzed by means of phenological variables, bud buds, physical and chemical qualities of fruits and production It was found that treatments composed of OM, Break-Thru® + OM, Brotex + OM, Synchron® + Ca(NO₃)₂ e Erger + Ca(NO₃)₂ are promising as budding inducers. In the tested dosages the Erger + OM in the studied conditions, cannot be used as an alternative to the standard treatment for the cultivar Fuji Suprema. In addition, an experiment was carried out with application of cytokinins from the flowering of apple trees of the Gala cultivar in order to verify the influence of these phytohormones on the final size of the fruit. The evaluations consisted of monitoring fruit growth through diameter assessments and microscopic analyzes such as number counting and size cells in the cortex. The work was developed in the city of Geneva, located in the state of New York (USA) latitude: 42 ° 52'08 "N, longitude: 76 ° 58'39" W. It was observed that the TDZ increases the length of the fruits of 'Gala' apple trees, but it causes deformation in the fruits at the studied dose independent of the graft tested. TDZ and BA increase cell multiplication in fruits, however, there is need new work to increase fruit size.

Key-words: Dormancy break. *Malus domestica* B. Toxicity. Fruits size. Cell division.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – 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).	37
Figura 2 - Estruturas reprodutivas formadas em plantas de macieira.	38
Figura 3 - Estágios de desenvolvimento dos frutos: divisão celular, diferenciação dos tecidos, maturação e senescência.	40
Figura 4 – Período de dormência em macieiras cultivadas em locais com condições de baixo acúmulo térmico.	45
Figura 5 – Duração dos estádios fenológicos após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Maxi Gala’, durante o ciclo agrícola 2014/15. Caçador-SC 2018.	57
Figura 6 – Duração dos estádios fenológicos após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Maxi Gala’, durante o ciclo agrícola 2015/16. Caçador-SC 2018.	59
Figura 7 – Duração dos estádios fenológicos após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Maxi Gala’, durante o ciclo agrícola 2016/17. Caçador-SC 2018.	60
Figura 8 – Frutificação efetiva (%) após a aplicação dos indutores de brotação em macieira ‘Maxi Gala’, durante o ciclo agrícola 2014/15. Caçador-SC, 2018.	68
Figura 9 – Frutificação efetiva (%) após a aplicação dos indutores de brotação em macieira ‘Maxi Gala’, durante o ciclo agrícola 2015/16. Caçador-SC, 2018.	70
Figura 10 – Frutificação efetiva (%) após a aplicação dos indutores de brotação em macieira ‘Maxi Gala’, durante o ciclo agrícola 2016/17. Caçador-SC, 2018.	71
Figura 11 – Duração dos estádios fenológicos após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Fuji Suprema’, durante o ciclo agrícola 2014/15. Caçador-SC 2018.	88
Figura 12 – Duração dos estádios fenológicos após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Fuji Suprema’, durante o ciclo agrícola 2015/16. Caçador-SC 2018.	89
Figura 13 – Duração dos estádios fenológicos após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Fuji Suprema’, durante o ciclo agrícola 2016/17. Caçador-SC 2018.	91
Figura 14 – Frutificação efetiva (%) após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Fuji Suprema’, durante o ciclo agrícola 2014/15. Caçador-SC, 2018.	100
Figura 15 – Frutificação efetiva (%) após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Fuji Suprema’, durante o ciclo agrícola 2015/16. Caçador-SC, 2018.	101

Figura 16 –	Frutificação efetiva (%) após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Fuji Suprema’, durante o ciclo agrícola 2015/16. Caçador-SC, 2018.	102
Figura 17 –	Desenho esquemático da avaliação das amostras.	118
Figura 18 –	Fruto da flor rainha não formado (A) e fruto proveniente de flor rainha com o pedúnculo curto (B), Geneva – NY, EUA. 2018.	120
Figura 19 –	Frutos provenientes de macieira ‘Gala’/M9 tratados com diferentes citocininas, durante ciclo 2016. Geneva – NY, EUA. 2018.	123
Figura 20 –	Calibres de frutos ‘Gala’ de macieiras enxertadas sobre os porta-enxertos M9 e M26, tratados com citocininas, durante ciclo 2016. Geneva – NY, EUA. 2018.....	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Brotação de gemas axilares e terminais em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, no ciclo 2014/2015. Caçador-SC, 2018.	61
Tabela 2 -	Brotação de gemas axilares e terminais em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, no ciclo 2015/2016. Caçador-SC, 2018.	63
Tabela 3 -	Brotação de gemas axilares e terminais totais em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, no ciclo 2016/2017. Caçador-SC, 2018.	64
Tabela 4 -	Brotação de esporões (%) em plantas de macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/15. Caçador-SC, 2018.	66
Tabela 5 -	Brotação de esporões (%) em plantas de macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/16. Caçador-SC, 2018.	67
Tabela 6 -	Produção por planta, número de frutos e massa média de fruto em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, no ciclo 2014/15. Caçador-SC, 2018.	72
Tabela 7 -	Produção por planta, número de frutos e massa média de fruto em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/16. Caçador-SC, 2018.	73
Tabela 8 -	Produção por planta, número de frutos e massa média de fruto em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2016/17. Caçador-SC, 2018.	74
Tabela 9 -	Sólidos solúveis (SS), firmeza de polpa, índice de iodo amido e calibres em frutos de macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015. Caçador-SC, 2018.	76
Tabela 10 -	Sólidos solúveis, firmeza de polpa, índice de iodo amido e calibres em frutos de macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/16. Caçador-SC, 2018. ...	78
Tabela 11 -	Área da secção transversal do tronco (ASTT), Eficiência produtiva (EP (kg cm ⁻²)) e eficiência produtiva número de frutos (EF NDF cm ⁻²), na cultivar Maxi Gala tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/15 e 2016/17. Caçador-SC, 2018.	79
Tabela 12 -	Número de brindilas formadas no ano, número de esporões e crescimento do ramo apical em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, no ciclo 2014/2015 e 2016/17. Caçador-SC, 2018.	81

Tabela 13 -	Brotação de gemas axilares e terminais em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015. Caçador-SC, 2018.	93
Tabela 14 -	Brotação de gemas axilares e terminais em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/2016. Caçador-SC, 2018.	94
Tabela 15 -	Brotação de gemas axilares e terminais em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2016/2017. Caçador-SC, 2018.	95
Tabela 16 -	Brotação de esporões (%) em plantas de macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015. Caçador-SC, 2018.	98
Tabela 17 -	Brotação de esporões (%) em plantas de macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/2016. Caçador-SC, 2018.	99
Tabela 18 -	Produção por planta, número de frutos e massa média de fruto em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015. Caçador - SC, 2018.	104
Tabela 19 -	Produção por planta, número de frutos e massa média de fruto em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/2016. Caçador - SC, 2018.	105
Tabela 20 -	Produção por planta, número de frutos e massa média de fruto em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2016/2017. Caçador - SC, 2018.	107
Tabela 21 -	Sólidos solúveis (SS), firmeza de polpa, índice de iodo amido e calibres em frutos de macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015. Caçador-SC, 2018.	108
Tabela 22 -	Sólidos solúveis (SS), Firmeza de polpa, índice de iodo amido e calibres em frutos de macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/2016. Caçador-SC, 2018.	109
Tabela 23 -	Área da secção transversal do tronco (ASTT), Eficiência produtiva (EP (kg cm ⁻²)) e eficiência produtiva número de frutos (EF NDF cm ⁻²), na cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015 e 2016/17. Caçador-SC, 2018.	111
Tabela 24 -	Número de brindilas, número de esporões e crescimento do ramo apical em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015 e 2016/2017. Caçador-SC, 2018.	112

Tabela 25 –	Avaliações de diâmetro de frutos provenientes de flores rainhas e laterais, na cultivar Gala sobre dois porta-enxertos, em reposta a aplicação de citocininas, durante o ciclo 2016. Geneva – NY, EUA, 2018.	119
Tabela 26 –	Produção por planta, número de frutos, massa do frutos, cor e massa seca em resposta a aplicação de citocininas em frutos de macieira ‘Gala’, durante o ciclo 2016. Geneva – NY, EUA. 2018.	121
Tabela 27 –	Área da secção transversal do tronco (ASTT), Eficiência produtiva (EP (kg cm^{-2})) e eficiência produtiva número de frutos (EF NDF cm^{-2}), em resposta a aplicação de citocininas em macieira ‘Gala’, durante o ciclo 2016. Geneva – NY, EUA. 2018.	121
Tabela 28 –	Características físico-químicas de frutos em resposta a aplicação de citocininas em macieira ‘Gala’ sobre dois porta-enxertos, durante o ciclo 2016. Geneva – NY, EUA. 2018.	122
Tabela 29 –	Avaliações microscópicas de espaço aéreo, células por grade, comprimento e largura de célula, área e volume celular em frutos de macieira tratadas com citocininas, durante o ciclo 2016. Geneva – NY, EUA 2018.	125
Tabela 30 –	Características celulares de frutos de macieiras Gala tratados com citocininas, durante o ciclo 2016. Geneva – NY, EUA, 2018.....	126

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

ASTT – Área de secção transversal do tronco
BA – Benziladenina
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – Nitrato de cálcio
Citoc - Citocinina
CH – Cianamida hidrogenada
Comp. - Comprimento
Cresc. Crescimento
CV – Coeficiente de variação
DAA – Dias após a aplicação dos indutores de brotação
DNOC - Dinitro-ortho-cresol
DNOPB - Thioruêia, pentaclorofenolato de sódio
EP – Eficiência produtiva
Esp. Aéreo – Espaço aéreo
EUA – Estados Unidos
Frut. Efet. – Frutificação efetiva
Gem. – Gema
kg - Kilograma
Larg. - Largura
lb – Libras
 mg L^{-1} – miligrama por litro
 N° - Número
NDF – número de frutos
Nit. – Nitrato
 NH_4NO_3 – Nitrato de amônio
NY – New York
NS – Não significativo
OM – Óleo Mineral
PE – Porta-enxerto
PPM – parte por milhão
SC – Santa Catarina
SS – Sólidos solúveis
TCMTB (2-tiocitiometiltio) benzotiazol (30%)
TDZ - Tiadizuron

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	31
1.1	OBJETIVOS.....	32
1.1.1	Objetivo Geral.....	32
1.1.2	Objetivos específicos.....	32
1.2	Hipóteses.....	33
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	35
2.1	BOTÂNICA E FISILOGIA.....	35
2.1.1	Fenologia.....	36
2.1.2	Estruturas Reprodutivas.....	37
2.1.3	Indução e Diferenciação Floral.....	38
2.1.4	Desenvolvimento de Frutos.....	39
2.1.5	Tamanho de fruto.....	40
2.1.6	Reguladores de crescimento como estratégia para aumentar o tamanho de frutos.	41
2.2	DORMÊNCIA.....	43
2.2.1	Dormência em macieiras.....	44
2.3	SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA.....	46
2.3.1	Indutores de brotação.....	46
3	ALTERNATIVAS AO USO DE CIANAMIDA HIDROGENADA NA INDUÇÃO DA BROTAÇÃO EM MACIEIRAS ‘MAXI GALA’.....	51
3.1	RESUMO.....	51
3.2	INTRODUÇÃO.....	51
3.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	52
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
3.5	CONCLUSÃO.....	81

4	ALTERNATIVAS AO USO DA CIANAMIDA HIDROGENADA NA INDUÇÃO DA BROTAÇÃO EM MACIEIRAS FUJI SUPREMA.....	83
4.1	RESUMO.....	83
4.2	INTRODUÇÃO.....	83
4.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	84
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
4.5	CONCLUSÃO.....	112
5	EFEITO DE APLICAÇÕES DE CITOCININAS NOS ASPECTOS QUALITATIVOS EM FRUTOS DE MACIEIRA.....	113
5.1	RESUMO.....	113
5.2	INTRODUÇÃO.....	113
5.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	115
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	118
5.5	CONCLUSÃO.....	127
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	129
	REFERÊNCIAS.....	131
	ANEXOS.....	151

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que a produção mundial de maçãs é de aproximadamente 89 milhões de toneladas, sendo que os maiores produtores são a China, seguida pelos Estados Unidos e Polônia (FAOSTAT, 2018). O Brasil responde por aproximadamente 2% da produção mundial totalizando 1,05 milhões de toneladas, classificando-se entre os 20 maiores produtores. Os Estados que se destacam com 96% da produção juntos são Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em Santa Catarina se destacam os municípios de São Joaquim e Fraiburgo. Já no Estado do Rio Grande do Sul se destaca a região de Vacaria e Caxias do Sul (IBGE, 2018).

Fruteiras de clima temperado como a macieira passam por um período de dormência anualmente, necessitando de horas ou unidades de frio para reiniciarem seu ciclo (EREZ, 2000). O período de dormência se caracteriza pela redução do metabolismo da planta para sobreviver às baixas temperaturas de inverno. Apesar de não haver crescimento aparente nesse período, ocorrem intensas atividades metabólicas, as quais culminam, ao seu término, na formação das brotações para um novo ciclo vegetativo (LEITE et al., 2014).

A superação da dormência em condições naturais ocorre após o acúmulo de unidades/horas de frio. Anomalias como brotação e floração desuniformes ou falta delas são alguns dos entraves encontrados quando essa necessidade não é satisfeita. Assim faz-se uso de indutores de brotação afim de suprir parte das horas de frio não acumuladas (PETRI; LEITE, 2004).

Apesar de muitos produtos terem sido testados como indutores de brotação, apenas a cianamida hidrogenada (CH) é aceita comercialmente no Brasil, por apresentar uma boa eficiência (MANN et al., 1994). Porém alguns países, como a Itália e a Turquia, têm restringido o uso dessa molécula devido à toxicidade causada ao homem e meio ambiente (SETTIMI et al., 2005; IMRAK et al., 2016). Novos produtos estão surgindo no mercado com esse propósito, mas as informações referentes à eficiência destes são escassas na literatura.

Brotações irregulares após a superação de dormência interferem diretamente na qualidade dos frutos produzidos. Em regiões onde o clima se caracteriza por não ter as horas de frio requeridas pela cultura e pelas menores amplitudes térmicas diárias, acentua-se a tendência a formar frutos de menor calibre e formato achatado (JINDAL et al., 2004), o que não atende à demanda do mercado, proporcionando menores preços de mercado e para o produtor.

Na tentativa de minimizar esses entraves a utilização de tecnologias como o uso fitohormônios está sendo pesquisada em alguns países. Os fitormônios são capazes de interferir no tamanho e formato do fruto através da divisão e expansão celular (GREENE, 2003). As

citocininas apresentam como principal função a divisão celular, e devido a essa função são capazes de incrementar o tamanho de frutos (FAGAN et al., 2015). A benziladenina tem sido utilizada na fruticultura como raleante químico (PETRI et al., 2013) seu efeito na macieira é variável, de acordo com a época de aplicação e da concentração utilizada (GREENE et al., 1990).

Assim, é necessário verificar a eficiência dos novos indutores de brotação que sejam menos tóxicos ao meio ambiente como alternativa ao produto padrão utilizado pelos produtores, e estudar novas estratégias para incrementar o calibre de frutos. Este trabalho buscou elucidar algumas questões como a indução de brotação e aumento de calibre de fruto como forma de melhorar a produção de maçãs no país.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência de indutores de brotação alternativos à cianamida hidrogenada e implementar uma técnica de manejo para aumentar o crescimento de frutos de macieira.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) avaliar o comportamento de indutores de brotação como alternativa à cianamida hidrogenada em macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Suprema’;
- b) avaliar o efeito de indutores de brotação em características vegetativas de macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Suprema’;
- c) avaliar o efeito de indutores de brotação em características produtivas de macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Suprema’;
- d) avaliar o efeito da aplicação de baixas dosagens de BA (benziladenina) e TDZ (thidiazuron) em características físico-químicas de frutos de macieira ‘Gala’;
- e) avaliar o efeito da aplicação de baixas dosagens de BA (benziladenina) e TDZ (thidiazuron) no incremento do tamanho de frutos de macieira ‘Gala’;
- f) avaliar o efeito da aplicação de baixas dosagens de BA (benziladenina) e TDZ (thidiazuron) no aumento da divisão e expansão celular no córtex.

1.2 HIPÓTESES

As hipóteses do trabalho são:

- a) a pulverização dos diferentes produtos para superação da dormência influencia as características vegetativas e reprodutivas de macieiras ‘Maxi Gala’ e Fuji Suprema’;
- b) a pulverização dos diferentes produtos para superação da dormência afeta o ciclo seguinte e a produção do pomar ‘Maxi Gala’ e Fuji Suprema’;
- c) existem no mercado alternativas eficazes para substituir a cianamida hidrogenada como indutor de brotação para as cultivares ‘Maxi Gala’ e Fuji Suprema’;
- d) a aplicação de citocinina altera as características físico químicas de frutos de macieira “Gala”;
- e) a aplicação de citocinina altera o número e o tamanho de células de frutos de macieira “Gala”.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BOTÂNICA E FISIOLOGIA

A macieira pertence à família *Rosaceae*, que compreende mais de 100 gêneros de ampla distribuição (JOLY, 1993; PIO et al., 2014), em regiões temperadas do hemisfério norte (JOLY, 1993). Pertence ao gênero *Malus* e espécie *Malus domestica* Borkhausen (IUCHI, 2006). Forma inflorescências do tipo umbela (PIO et al., 2014), com seis a oito flores superovariadas brancas ou rosadas hermafroditas (HOFFMANN; BERNARDI, 2004). O fruto é carnoso e desenvolvido a partir do receptáculo floral denominado tipo pomo (KORBAN, 1986; PETRI et al., 1996; IUCHI, 2006).

A macieira é caracterizada por ser uma espécie que perde suas folhas durante o inverno, período esse que determina a entrada em dormência (PETRI et al., 2002). O ciclo anual é dividido em duas fases: a primeira é o período vegetativo (caracterizado pelo desenvolvimento floral, de folhas e frutos). Nesse período são realizadas as principais práticas culturais como o raleio de frutos, o controle de plantas daninhas, doenças e pragas, limpeza e manutenção do pomar e a poda verde, finalizando com a colheita. Este período vai de outubro a maio na região Sul do Brasil (IUCHI, 2006).

A segunda fase, compreende o período de dormência. O período de dormência é um estado de repouso para a planta, no entanto, flutuações de temperatura durante esse período, podem acarretar em maior necessidade de horas de frio para a superação da dormência, resultando em desuniformidade no retorno do ciclo vegetativo (PETRI et al., 2002).

A indução floral em macieira ocorre em gemas indiferenciadas, que a partir de estímulo fisiológico, tornam-se gemas floríferas (PETRI et al., 2011). A diferenciação das gemas floríferas está diretamente ligada às práticas culturais, sendo essas práticas diretamente responsáveis pela diferenciação. Como por exemplo, a abertura do dossel por meio da poda, resulta em maior diferenciação, em comparação com um dossel mais fechado. Assim, o estímulo recebido a partir da luz pode ser mais bem captado através da abertura do dossel (SOUZA, 2005; PETRI, 2002).

Após a diferenciação em gema florífera as flores são formadas. Cada flor é constituída por pétalas, sépalas, anteras, estigma e pedúnculo (FIORAVANÇO, 2013), entretanto, existe incompatibilidade entre flores da mesma cultivar, sendo necessário cultivares diferentes no pomar para polinização (KVITSCHAL et al., 2013) como por exemplo as cultivares Gala e Fuji, que são as cultivares mais plantadas no Brasil (PETRI et al., 2008), além de espécies

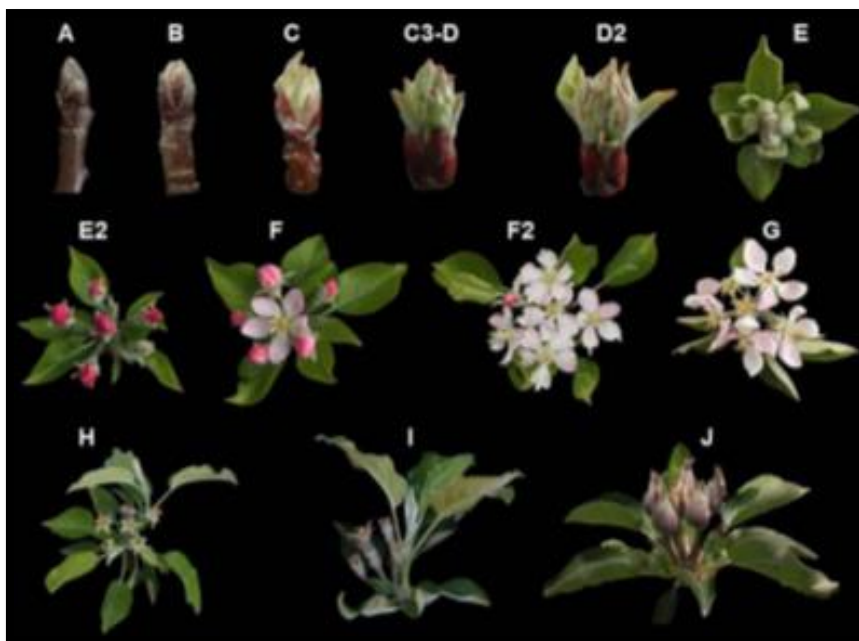
silvestres como: ‘Prof. Spengler’, ‘Profusion’, ‘Winter gold’ e ‘John Downil’, M. hopy, M. eleyi e M. atrosanguinea como opção para a polinização das cultivares Gala e Fuji (PETRI et al., 2008). A falta de cultivares polinizadoras, bem como de insetos polinizadores e condições climáticas desfavoráveis (excesso de chuva, etc.) podem interferir na produção do pomar e na qualidade de frutos, acarretando em baixa frutificação efetiva e menor número de sementes formadas por fruto (WEIRTHEIM; SCHIMDT, 2005; DENARDI et al., 2013).

2.1.1 Fenologia

A fenologia é o estudo dos eventos que ocorrem no ciclo de uma planta durante o período de crescimento e desenvolvimento (SCHWARTZ, 2003) permitindo caracterizar a duração de cada fase de desenvolvimento e verificar o comportamento das espécies em ambientes diferentes (VALENTINI et al., 2001). Dessa forma os principais manejos a serem realizados em um pomar são baseadas nos estádios fenológicos no qual a planta se encontra (HISSANO et al., 1990).

Para a macieira, Iuchi, (2006) descreve que o processo de desenvolvimento da gema até a formação de folhas, flores e frutos segue uma escala fenológica (adaptada de Fleckinger, 1953), e se divide em várias fases (descritas com letras) e subfases (descritas com números), sendo estas: A - Gema dormente; B – Gema inchada (ponta de prata); C - Ponta verde; C3 – Meia polegada verde; D – Meia polegada verde sem folhas; E – Botão verde; E2 – Botão rosado; F – Início da floração; F2 – Plena floração; G – Final da floração; H – Queda das pétalas; I – Frutificação efetiva e J – Frutos verdes, conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1 – 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).



Fonte: Francescatto (2014).

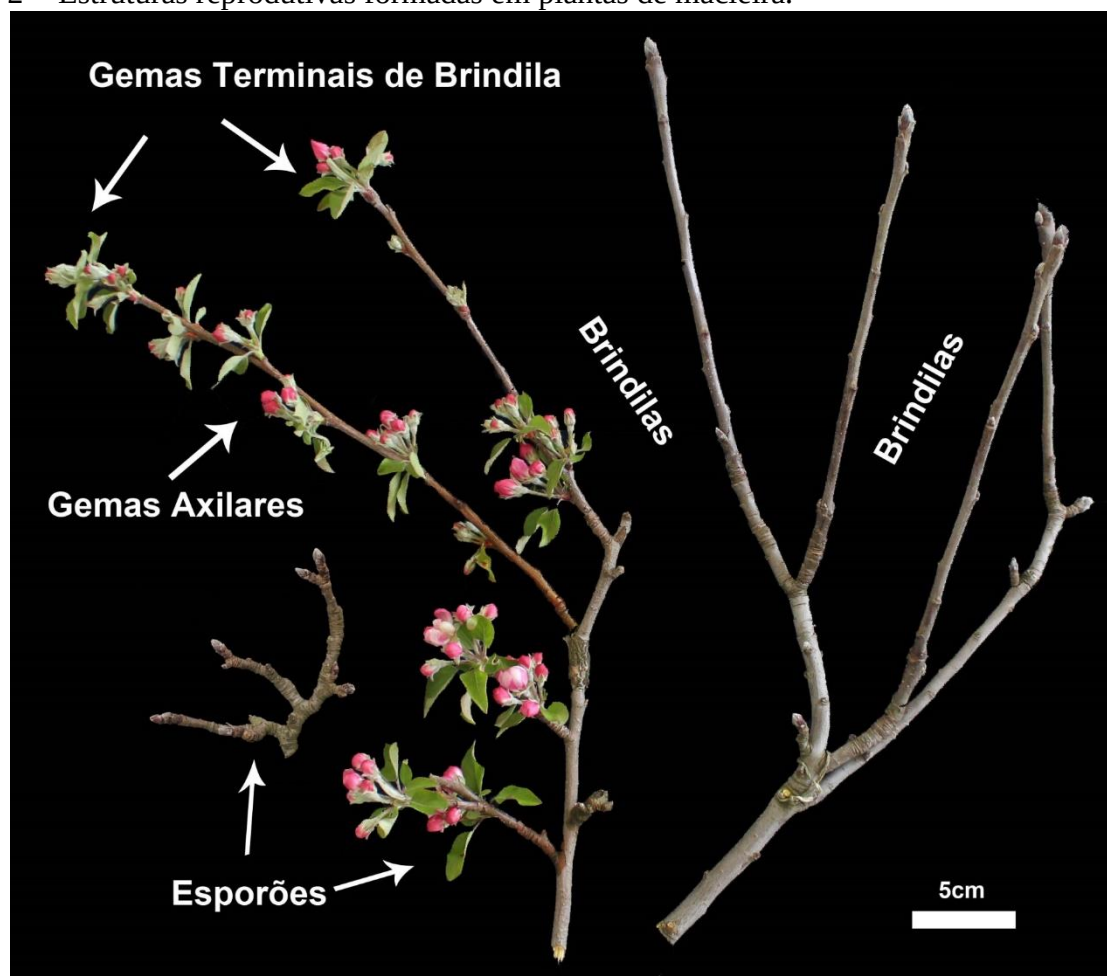
2.1.2 Estruturas Reprodutivas

A classificação original de ramos de macieiras foi descrita por Bretaudeau (1979), nesta obra o autor descreveu os tipos de ramos que uma gema é capaz de formar, em função da localização na planta e manejo de poda. A gema de macieira é um órgão misto capaz de emitir estruturas reprodutivas e vegetativas. Iuchi (1987), estudou a influência da localização de gemas floríferas sobre a fenologia e crescimento de ramos e frutos em macieiras, observou que a localização das gemas floríferas bem com a diferença na fenologia influenciam diretamente no tamanho de frutos. Frutos de melhor qualidade e peso se originam de brindilas longas (10 a 30 cm), sendo que as demais estruturas formam frutos de qualidade inferior em macieiras (Petri, 2006).

Na macieira quando das gemas surgem os brotos, estes podem ser classificados como extensões ou ladrões (acima de 30 cm), brindilas (10 a 30 cm) e dardos ou esporões (menores que 10 cm) (SOUZA, 2005; IUCHI, 2006), (Figura 2). Geralmente, em brindilas e dardos formam-se flores, já em brotos ladrões são observadas várias gemas vegetativas, que no segundo ano podem formar brotos curtos com gemas reprodutivas (IUCHI, 2006).

Os ramos de brindilas são compostos por gemas floríferas laterais e uma gema florífera em seu ápice e esta estrutura normalmente origina frutos de melhor qualidade quanto ao formato e tamanho (HISSANO et al., 1990; PIO et al., 2014). Os esporões formam frutos com qualidade inferior aos frutos de gemas terminais de brindila. No entanto, formam frutos anualmente contribuindo periodicamente para a produção do pomar (PETRI, 2006; HISSANO et al., 1990, IUCHI, 1987).

Figura 2 - Estruturas reprodutivas formadas em plantas de macieira.



Fonte: Francescatto (2014).

2.1.3 Indução e Diferenciação Floral

Assim como a maioria das frutíferas de folhas caducas, as macieiras durante uma fase do ciclo, sofrem mudança de um período de desenvolvimento vegetativo para um período de desenvolvimento reprodutivo (HANKE et al., 2007). A indução e diferenciação das gemas para formação das gemas floríferas ocorre no ciclo anterior logo após a floração (PETRI et al., 2011). Esse processo constitui-se na transição do meristema vegetativo para a fase reprodutiva

(HANKE et al., 2007), o qual ocorre entre 45 a 60 dias após a plena floração. Esse fenômeno pode ocorrer mais tardiamente, inclusive após a colheita dos frutos, caso mais recorrente em cultivos localizados em regiões quentes (PETRI et al., 2011). Alguns fatores como cultivar, localização das gemas, condições climáticas, nutrição e poda podem interferir no processo de indução (PETRI, 2002).

Após o processo de indução floral ocorre a diferenciação floral que se estende até o período de floração seguinte (PETRI et al., 2011). A diferenciação floral é caracterizada por mudanças morfológicas. Seu início é marcado pelo aparecimento do primeiro primórdio floral (HIRST; FERREE, 1996).

A sequência do processo de diferenciação dá-se com o aparecimento das sépalas, estames, pistilos, ovários, anteras, pólen e óvulo. Quando o ovário e as anteras já estão formados, é possível diferenciar as gemas floríferas das vegetativas por análise morfológica sob microscópio, o que para as condições do Sul do Brasil, ocorre a partir de maio (PETRI et al., 2011).

A indução floral do ciclo seguinte coincide temporalmente com a formação dos brotos, flores e frutos afetando a frutificação efetiva pela competição por carboidratos, e assim pode afetar o metabolismo de brotos e levar à inibição da floração do ano seguinte (DENNIS, 1996; PETRI et al., 2012).

2.1.4 Desenvolvimento de Frutos

Os frutos de macieira seguem uma curva sigmoide simples de crescimento, que compreende quatro estágios de desenvolvimento: divisão celular, diferenciação dos tecidos, maturação e senescência (WEAVER, 1976). A divisão celular inicia no período que antecede à chegada do tubo polínico ao ovário, com o intumescimento do ovário (IUCHI, 2006). Segundo Weaver, (1976), o período de divisão celular finaliza três a quatro semanas após a floração, no entanto, algumas técnicas como o raleio podem prolongar esse período.

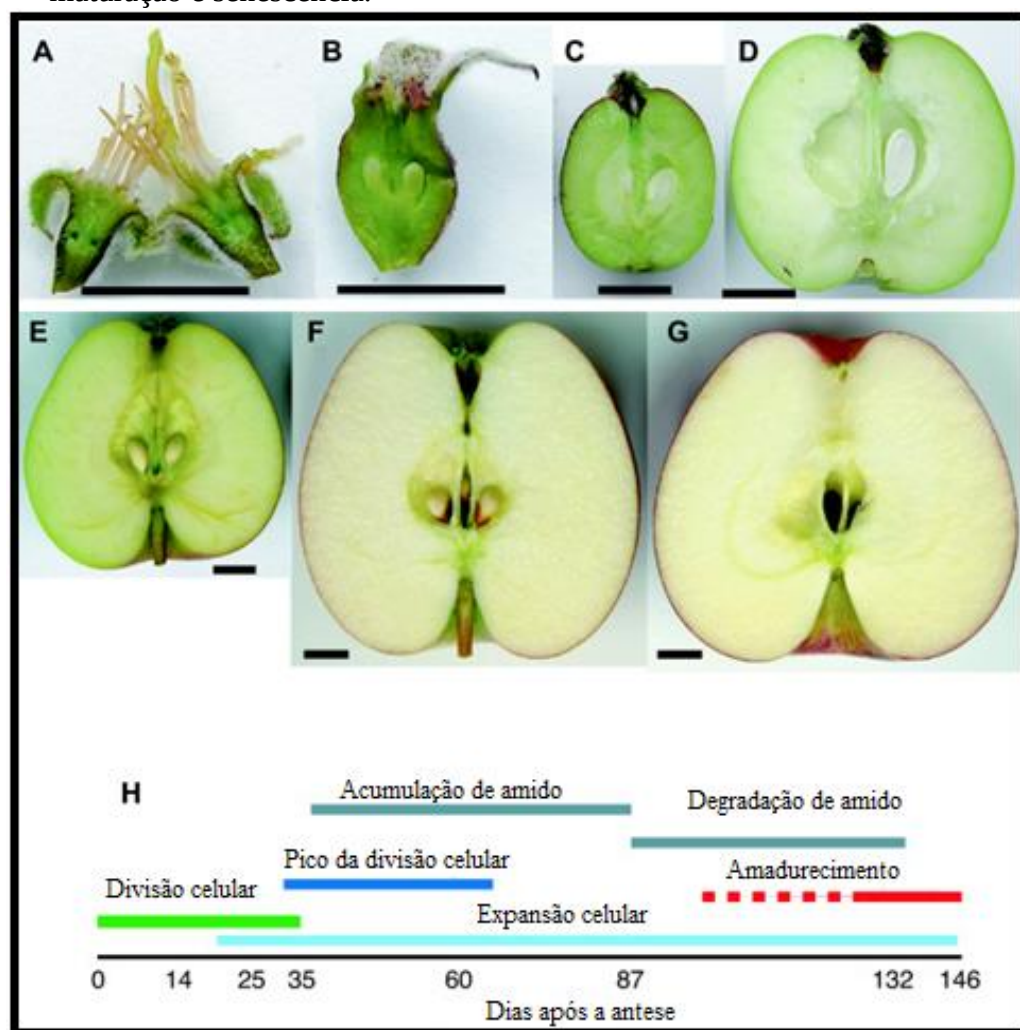
O número de células nos frutos é determinado nas primeiras semanas de divisão celular (WEBSTER, 1997). Após o florescimento, entre a primeira semana e a quinta semana aproximadamente, o crescimento dos frutos ocorre tanto por divisão como por expansão celular. Após esse período o crescimento do fruto é devido exclusivamente a expansão celular (LAKSO; GOFFINET, 2013).

Lakso e Goffinet (2013), afirmam que durante a expansão celular os frutos adquirem pesos similares entre eles. No entanto, os frutos maiores tem taxas mais altas de crescimento

quando comparados a frutos menores. De acordo com Stanley et al. (2000) o tamanho potencial dos frutos é estabelecido até os 50 dias após a polinização.

A diferenciação dos tecidos se caracteriza pelo aumento no volume celular. No período seguinte ocorre a maturação fisiológica das sementes e a maturação comercial do fruto. Por fim ocorre a senescência (IUCHI, 2006). Esses eventos podem melhor ser observados na figura 3.

Figura 3 - Estágios de desenvolvimento dos frutos: divisão celular, diferenciação dos tecidos, maturação e senescência.



Fonte: Janssen et al., (2008).

2.1.5 Tamanho de fruto

Entre as principais características necessárias para o sucesso da fruticultura se destacam o tamanho e a qualidade dos frutos. Frutos com maiores calibres garantem uma maior aceitação, além de receberem maiores preços de mercado (FIORAVANÇO et al., 2010). O fruto de maçã é formado por um receptáculo composto pela epiderme, região do córtex e medular desenvolvidas da diferenciação do tubo polínico após a fertilização (IUCHI, 2006). O número

e tamanhos das células presentes no córtex do frutos influenciam diretamente no tamanho de frutos (SUGIURA et al. 1995; WEBSTER 1997). Após a polinização a taxa de multiplicação celular, segundo Smith (1950), resultará no tamanho final do fruto, sendo essa taxa diferente entre as cultivares.

Alguns fatores como cultivar, porta-enxerto, nutrição, número de frutos por planta, condições climáticas e número de sementes formadas tem estreita relação com o tamanho final dos frutos (FIORAVANÇO et al., 2010).

O porta-enxerto escolhido para a cultura é um dos fatores capaz de interferir no tamanho de frutos. Pasa et al., (2016), avaliaram o desempenho de macieiras 'Imperial Gala' e 'Mishima Fuji' em 9 porta-enxertos no município de São Joaquim e observaram que na média geral dos 4 anos avaliados a cultivar 'Mishima Fuji' mostrou diferença na massa média por fruto, dependendo do porta-enxerto utilizado. Apesar do porta-enxerto ser capaz de interferir no tamanho de frutos nem todas as cultivares são responsivas a este fator, sendo que esses mesmos autores não observaram diferenças para a cultivar Imperial Gala.

Fatores como a irrigação bem como a nutrição da planta são capazes de interferir no tamanho de fruto. Em estudos conduzidos por Nachtigall et al., (2014), observaram que a irrigação aumentou a produção de frutos de maior calibre, a produção total e a coloração vermelha da epiderme de frutos de macieiras cvs. Maxi Gala e Fuji Suprema, nas safras em que ocorreu déficit hídrico nos solos da região de Vacaria/RS. A nutrição de plantas foi estudada por Bergmann (1992), que observou que alguns nutrientes podem influenciar no formato de frutos. Formato típico de 'Golden Delicious' foi observado quando o teor de nitrogênio nas folhas foi de 2,6%, enquanto os frutos se apresentaram mais achatados quando o teor de nitrogênio era de 1,01% e formato esférico quando o teor era de 3,35%.

Os frutos de regiões onde o clima se caracteriza por ser ameno, com menores amplitudes térmicas diárias tendem a ter calibres pequenos e formato achatado (JINDAL et al., 2004), resultando em qualidade inferior àquela exigida pelo mercado consumidor. No entanto, a região de origem dos frutos é capaz de influenciar no melhor preço da fruta (BONETI et al., 2002). De acordo com Bittencourt (2005), atacadistas citam que frutos provenientes do município de São Joaquim são de melhor qualidade, principalmente devido ao formato ser mais alongado.

2.1.6 Reguladores de crescimento como estratégia para aumentar o tamanho de frutos

Reguladores de crescimento promovem o aumento no tamanho de frutos através da divisão e alongamento celular (GREENE, 2003). As citocininas e as giberelinas além de

atuarem nesses eventos podem afetar o tamanho e formato dos frutos (FIORAVANÇO; ALMEIDA; SILVA, 2010). De acordo com Petri et al. (2016), os reguladores de crescimento que podem ser utilizados na fruticultura de clima temperado para aumento no tamanho de frutos, são: aminoetoxivinilglicina, promalin, stimulate e thiadiazuron.

Aminoetoxivinilglicina (AVG) é um aminoácido de ocorrência natural (GREENE, 2003), que inibe a biossíntese do etileno bloqueando a enzima ACC sintase (BAKER et al., 1978). No Brasil é comercializado com o nome de Retain[®], é composto por 15% de ingrediente ativo (AGROLINK, 2018a). Vários trabalhos com esse aminoácido foram descritos na literatura, entre eles, na macieira, o efeito positivo dessa molécula, no retardo da maturação, controle de queda prematura em frutos (BRACKMANN; WACLAWOVSKY, 2001), aumento da frutificação efetiva (PETRI; LEITE, 1999), no crescimento vegetativo, formação de ramos, aumento da relação comprimento/diâmetro de frutos (PETRI et al., 2016), aumento no volume de fruto (PETRI et al., 2007), aumento na firmeza do fruto e redução da produção do etileno no fruto (BRACKMANN et al., 2009).

Promalin[®] é um regulador de crescimento composto por dois fitorreguladores naturais, 1,9% de GA₄ + GA₇ e 1,9% de benziladenina (AGROLINK, 2018b). Promove aumento na divisão celular e tamanho de células, gerando frutos maiores e maior produção por planta (VALENT BIOSCIENCES, 2018). Dabul e Ayub (2005), observaram em um trabalho conduzido em Porto Amazonas – PR com a cultivar Gala que a aplicação de 2,5 L.ha⁻¹ de Promalin[®], aumentou em 5,45mm o diâmetro dos frutos, acarretando um aumento médio de peso por fruto de 27,93g. Cline (2017), observou que em maçãs ‘Royal Gala’ a aplicação com Promalin[®] aumentou a relação comprimento diâmetro dos frutos.

Outro regulador de crescimento utilizado é o composto por ácido 4-indol-3-ilbutírico, ácido giberélico e cinetina, comercialmente conhecido como Stimulate[®] (AGROLINK, 2018c). Atua também no crescimento e no desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular, a diferenciação e o alongamento das células (CASTRO et al., 1998).

Grande parte dos reguladores de crescimento envolvidos no aumento do tamanho de fruto são compostos por citocininas. As citocininas são hormônios vegetais derivados da adenina, cuja principal função é a divisão celular. Existem citocininas sintéticas como benzilaminopurina (benziladenina) e cinetina. Estas têm sido aplicadas na agricultura para manter as folhas fotossinteticamente ativas por maior período, causando retardo no processo de senescência, desenvolvimento de gemas laterais e incremento no tamanho de frutos (FAGAN et al., 2015). As principais citocininas são: benziladenina (BA), clorfenuron (CPPU), thidiazuron (TDZ) e a cinetina (PETRI et al., 2016).

A benziladenina (BA) é um regulador de crescimento comercializado no Brasil como Maxcel[®] pela Sumitomo, com 2% de ingrediente ativo. Indicado para raleio de flores e frutos (AGROLINK, 2018d). Segundo Greene (2005), essa substância pode aumentar o tamanho de frutos pela ação como raleante e também através do aumento da divisão celular pela ação da citocinina.

O CPPU (N-(2-cloro-piridil)-N-feniluréia), é reconhecido como sendo uma citoninina do grupo da feniluréias, muito mais potente que outras citocininas derivadas da adenina (NICKEL, 1986). Em fruticultura, O CPPU promove o crescimento dos frutos de kiwi, pêra, uva e maçã (ARIMA et al., 1995, RODRIGUES et al., 2011), sendo que sua ação está relacionada ao aumento da divisão celular (ANTOGNOZZI et al., 1997) e ao raleio de frutos de maçã (GREENE, 1989). Em trabalhos desenvolvidos por Argenta et al. (1993), observaram o aumento de até 14,5% no peso, 7,5% no comprimento e 4,5% na relação C/D em maçãs.

Tidiazurom (TDZ), (N-fenil-N-1,2,3-tidiazol-5-tiuréia) é uma feniluréia com atividade semelhante à citocinina que regula a divisão celular (PETRI et al., 2001). Em fruticultura, há trabalhos que comprovaram a eficiência do tidiazurom na quebra de dormência de gemas de macieira e pereira (FRANCISCONI et al., 1992), e no aumento do tamanho e pegamento dos frutos de maçãs e kiwis (PETRI et al., 1992). Apresenta muitos efeitos nas plantas, dependendo da concentração, do momento da aplicação e espécies ou variedades tratadas. Além disso, a interação desses fatores com as condições ambientais pode afetar significativamente a resposta fisiológica das plantas com a aplicação de TDZ (AMARANTE et al., 2003, KRETZSCHMAR, 2007). Pasa et al. (2017) avaliaram o efeito da aplicação de TDZ e AVG em pereiras ‘Hosui’ e ‘Packham’s Triumph’ e observaram que doses de TDZ de 20 a 60 mg l⁻¹ aumentaram a frutificação efetiva, produção nessas cultivares e aumentaram o tamanho de fruto sem prejudicar atributos de qualidade dos mesmos.

2.2 DORMÊNCIA

Fruteiras de clima temperado como a macieira perdem as folhas no período de inverno e reduzem o metabolismo, dessa forma conseguem sobreviver a baixas temperaturas. Esse período denominado de dormência é interrompido após o acúmulo de horas de frio (PETRI et al., 2006). Tanto a regularidade como a quantidade de frio são indispensáveis durante a dormência para a superação desse período por fruteiras de clima temperado. Quando não satisfeitas essas condições, anomalias podem ocorrer nas brotações, afetando tanto a qualidade quanto a quantidade delas, repercutindo por todo o ciclo vegetativo (PETRI; LEITE, 2004).

Na maior parte do território brasileiro torna-se necessário o uso de cultivares menos exigentes em frio, mesmo na região Sul onde são registradas as temperaturas mais baixas do País. Na maioria das regiões produtoras de maçã não há o acúmulo de horas de frio, nas plantas, necessário para a superação natural da dormência de forma homogênea, provocando irregularidade na brotação e reinício do período vegetativo. Assim, deve-se conhecer os mecanismos que governam a dormência para um melhor manejo do pomar (PETRI et al., 1996; CARVALHO; ZANETTE, 2004; IUCHI, 2006).

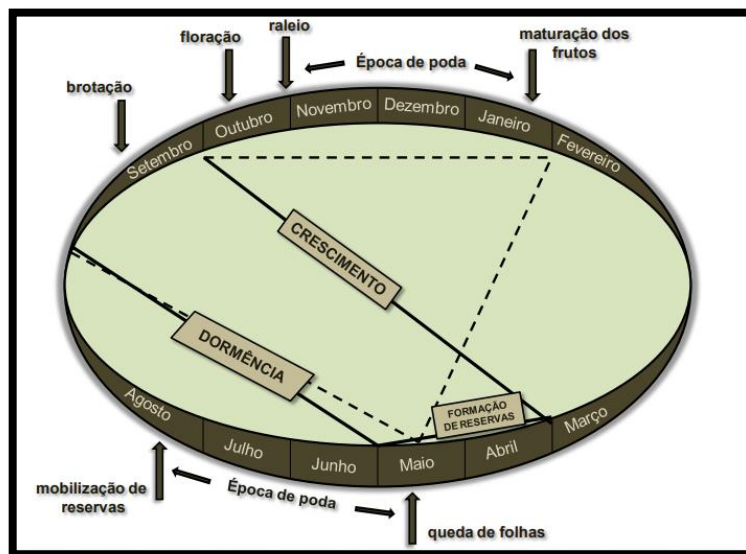
No Brasil, são produzidos principalmente os clones Royal Gala, Imperial Gala, Gala Real, Galaxy, Maxi Gala e Baigent (FIOVARANÇO et al., 2010). A mutação ‘Maxi Gala’ é uma mutação espontânea da ‘Imperial Gala’. Possui vigor médio, com floração abundante necessitando de polinização cruzada para uma boa frutificação efetiva. Tem sido produzida sobre os porta-enxertos M9 ou Marubakaido com filtro de M9. Os frutos são de cor vermelha com estrias sobre o fundo de cor amarela, tamanhos médios e formato oblongo cônico com polpa branco a creme (FIOVARANÇO et al., 2010). Essa cultivar necessita de 600 HF (horas de frio) abaixo de 7,2°C (PETRI et al., 2006).

No Brasil, são produzidos principalmente os clones Fuji precoce, Fuji Suprema, Fuji Select e Mishima (FIOVARANÇO et al., 2010). A ‘Fuji Suprema’ surgiu de uma mutação espontânea da cultivar Fuji em Curitiba-SC e possui como procedência a EPAGRI de Caçador-SC. Possui um alto vigor, com floração abundante. Tem sido produzida sobre os porta-enxertos M9 ou Marubakaido com filtro de M9. Os frutos são de cor vermelho escuro, tamanhos médios a grande e formato achatado globoso com polpa creme a levemente amarelado (FIOVARANÇO et al., 2010). Essa cultivar necessita entre 700 a 800 HF abaixo de 7,2°C (PETRI et al., 2006).

2.2.1 Dormência em macieiras

A dormência das macieiras no sul do país compreende o período de maio a setembro (Figura 4). A superação de dormência se torna uma prática indispensável para que sejam padronizadas a época de brotação, floração e maturação dos frutos (HAWERROTH et al., 2010a). Esta prática facilita outros tratos culturais como tratamentos fitossanitários, poda, raleio e colheita.

Figura 4 – Período de dormência em macieiras cultivadas em locais com condições de baixo acúmulo térmico.



Fonte: Petri (2014).

Quando o número de horas de frio não é plenamente satisfeito para a cultura ocorre uma deficiência e desuniformidade de brotações (PETRI; LEITE, 2004), redução da abertura de gemas florais e vegetativas - e estas são irregulares (EL AGAMY et al., 2001) e consequentemente redução em qualidade e quantidade de frutos, afetando drasticamente a produção final (HAWERROTH et al., 2010a).

Existem diferentes classificações de dormência, no entanto a mais aceita entre os pesquisadores foi proposta por Lang et al., (1987) que classificou a dormência em: Paradormência resultante de fatores fisiológicos externos a estrutura afetada da planta, como por exemplo a dominância apical. Endodormência inibição da gema devido à fatores fisiológicos internos a gema (pode ser uma resposta ao frio ou fotoperíodo). E por fim a ecodormência que ocorre devido a fatores ambientais, as gemas são inibidas devido à falta de temperatura elevadas favoráveis ao seu desenvolvimento ou deficiência nutricional ou estresse hídrico.

2.3 SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA

2.3.1 Indutores de brotação

A exigência em frio das cultivares Gala e Fuji, não é plenamente satisfeita nas condições climáticas do país, assim faz-se uso de indutores de brotação (produtos químicos) para que ocorra superação da dormência (PETRI, 1988; ARAUJO et al., 1991; NORTH, 1993).

A superação de dormência com produtos químicos é uma prática comumente utilizada no sistema de produção de macieiras, no entanto, o efeito dos indutores de brotação no metabolismo das plantas ainda é pouco compreendido. De acordo com Taylorson e Hendricks (1977), os produtos geralmente utilizados para superação de dormência agem inibindo a catalase e propiciando a ativação de algumas peroxidases, o que desencadeia uma série de eventos, resultando na indução de brotação. Em estudos realizados com DNOC (dinitro-ortho-cresol), Erez (1987) constatou que, em ação conjunta com o óleo mineral, este produto consegue reduzir a taxa de oxigênio o que acaba por propiciar a indução de brotação.

Vários produtos químicos apresentam eficácia na indução de brotação, no entanto poucos são aceitos comercialmente. As principais características desejáveis em substâncias químicas indutoras de brotação são possuir grande eficiência na indução da brotação, baixo custo de utilização e mínima toxicidade às plantas e ao ambiente (EREZ, 2000). Entre esses produtos a cianamida hidrogenada é a única com registro no mercado (MANN et al., 1994).

A junção do óleo mineral com a cianamida hidrogenada tem sido eficiente na indução de brotação além de diminuir a dosagem de cianamida usada e os gastos de produção (PETRI, 2005). Porém existe algumas limitações ao uso da cianamida hidrogenada, sendo elas, o alto custo de aplicação e a toxicidade (HAWERROTH et al., 2010b). De acordo com o Ministério da Agricultura essa molécula está classificada como classe toxicológica I (extremamente tóxica), devido ao risco da cianamida hidrogenada provocar ulcerações (olhos, pele e trato respiratório), causar a síndrome de acetaldeído, hiperatividade parassimpática, dispneia, hipotensão e desorientação. As vendas dos produtos comerciais foram temporariamente suspensas na Itália, e realizado a revisão de regulamentação pela Comunidade Europeia (SETTIMI et al., 2005).

Na tentativa de encontrar alternativas à cianamida hidrogenada, trabalhos vem sendo desenvolvidos com indutores de brotação naturais como o extrato de alho (KUBOTA et al., 1999; BOTELHO, 2007; BOTELHO; MULLER, 2007a; BOTELHO; MULLER, 2007b; CORRALES-MALDONADO et al., 2010); extrato de cebola (EL-YAZAL; RADY, 2014) e

associação de óleo vegetal + óleo mineral (SATO et al., 2012a; SATO et al., 2012b; BOTELHO et al., 2016).

Também Hawerth et al. (2010a) estudaram a interação de Erger® + nitrato de cálcio, como alternativa ao uso de cianamida hidrogenada em macieira ‘Imperial Gala’ e ‘Fuji Suprema’ em Caçador – SC e concluíram que essa associação pode ser usada como alternativa ao uso de CH, sendo a dose recomendada menor que 7%, pois doses maiores podem prejudicar a frutificação.

Marchi et al. (2017) avaliaram a eficiência de óleos vegetais, em mistura com óleo mineral, na indução da brotação e na produtividade de macieiras ‘Gala Real II’ e ‘Fuji Suprema’. E concluíram nesse estudo que a mistura de óleo mineral 2% e óleo vegetal emulsionável 4% tem menor eficiência para indução da brotação de macieiras cv. Gala Real II, quando comparada ao óleo mineral e cianamida hidrogenada.

Cruz Junior e Ayub (2002) estudaram concentrações de CH + OM na indução de brotação da cultivar Eva em Ponta Grossa – PR. Eles observaram que a concentração de 1,5% de CH mais 3% de OM foi eficiente para superação de dormência dessa cultivar. Roberto et al. (2006) na região de Londrina – PR, estudaram o efeito da interação CH + OM na superação de dormência da macieira Eva. Nessas condições, a concentração de 0,5% de CH juntamente com 3% de OM foi a que proporcionou um maior número de brotações e porcentagem de frutificação.

Estudos conduzidos com a cultivar Modi na Turquia por İmrak et al., (2016), comparando os tratamentos 6% de Erger®, 4% Dormex®, 8 % KNO₃ e controle, retrataram que o tratamento com Erger® aumentou a quantidade de frutas de categoria exportáveis (29,30%) e antecipou as brotações, em comparação com as plantas não tratadas (controle) e com os demais tratamentos.

Martin et al. (2017), avaliaram o efeito de diferentes concentrações de tidiazurom (TDZ) combinados com óleo mineral (OM) ou nitrato de cálcio na fenologia, indução da brotação e produção de frutos em macieira ‘Daiane’ no município de Caçador-SC. Observaram que a aplicação de TDZ, em combinação com o OM, é eficiente na indução de brotações em macieiras ‘Daiane’, constituindo uma alternativa viável à aplicação de CH.

Hilgenberg e Ayub (2014) testaram brassinosteróides para superação da dormência e crescimento de ramos laterais em macieiras ‘Eva’ e ‘Julieta’. E observaram que nas condições estudadas, os brassinosteróides não interferem na quebra de dormência das gemas laterais e no crescimento dos ramos de macieira das cultivares estudadas. Botelho (2008), estudando o efeito do Stimulate® como indutor de brotação em macieiras ‘Castel Gala’ no município de

Guarapuava – PR, verificou que plantas sem tratamento tiveram 24,7% das gemas brotadas enquanto o tratamento com Stimulate® a 5 ml l⁻¹ proporcionou 50,7% de gemas brotadas.

O efeito do óleo mineral sozinho ou em combinação com o Dintro-ortho-cresol foram avaliados como indutores de brotação em um experimento realizado no Egito com a cultivar "Astrachan" (*Malus sylvestris*, Mill), observando o uso de 6% de óleo mineral como indutores de brotação é eficiente em gemas de macieiras 'Astrachan' sob condições de inverno egípcias (EL-YAZAL; RADY, 2018).

Também na busca de alternativas novos produtos estão sendo lançados no mercado com potencial uso como indutores de brotação. O Bluprins® é um fertilizante mineral de aplicação foliar especialmente desenvolvido para favorecer a superação de dormência em fruteiras como videira, macieira, cerejeira, etc., promovendo antecipação e uniformização das brotações, do florescimento e da maturação dos frutos, desenvolvido pela Biolchim é rico em aminoácidos, cálcio, nitrogênio e polissacarídeos (BIOLCHIM, 2018).

O Erger® é formado por nitrogênio inorgânico, mono e polissacarídeos, cálcio e diterpenos. É indicado para a indução de brotação de videiras e cerejeiras, reduzindo as disparidades na floração da planta e entre plantas diferentes. Favorece nas cerejeiras o amadurecimento antecipado e uniforme das drupas; e nas videiras o amadurecimento antecipado e redução dos brotos "cegos", com consequente aumento na produção. Indica-se o uso com o Activ Erger® para dar suporte a maior atividade enzimática da planta (VALAGRO, 2018).

Break-Thru® é um espalhante adesivo não-iônico, penetrante, do grupo químico dos silicões. Este produto aumenta a absorção e penetração de reguladores de crescimento, herbicidas, dessecantes, desfolhantes, inseticidas, acaricidas, fungicidas, por estimulação foliar ou do fruto; aumenta as características de molhamento e reduz a tensão superficial da calda de pulverização, resultando em um filme contínuo e uniforme sobre a superfície pulverizada; reduz o risco de deriva, mantendo o peso das gotas até atingir a folha ou o fruto (ADAPAR, 2018).

Syncron® é rico em matéria orgânica total (80,0%), aminoácidos livres (2,0%), nitrogênio total (0,3%) e nitrogênio orgânico (0,3%). Possui ação bioestimulante da brotação e que, juntamente com o fornecimento de NITROACTIVE, provocam um efeito sinérgico sobre a superação da dormência. A ação combinada de Syncron e Nitroactive estimula as gemas, seja qual for a sua posição na planta, e fornece nutrientes fundamentais e compostos indutores de atividade fitormonal, para romper o repouso invernal e promover uma brotação uniforme (JOVAGRO, 2018).

O Dormex[®] é um regulador de crescimento com 52% de cianamida hidrogenada, classificado como extremamente tóxico. Quando aplicado sobre a gema substitui o estímulo de auxinas, provocando uma brotação vigorosa e uniforme. A necessidade de uso de Dormex[®], bem como a dose, dependem de muitos fatores, que para uma mesma variedade podem ser diferentes de local para local e de ano para ano, considerando-se principalmente o número de horas de frio ocorridas. As recomendações, portanto, são genéricas e precisam ser ajustadas à situação de cada pomar ou cultura (AGROLINK, 2018e).

O óleo mineral é obtido através da destilação do petróleo, sendo composto basicamente por hidrocarbonetos parafínicos, ciclo parafínicos e aromático saturado e insaturado. Segundo o Ministério da Agricultura se classifica na classe IV com pouca toxicidade. Na agricultura é utilizado como adjuvante e espalhante adesivo (MAPA, 2014).

Brotex[®] é um fertilizante mineral complexo, para aplicação via foliar, que contém Nitrogênio (N), Molibdênio (Mo) e Zinco (Zn). Auxilia na uniformização da brotação e floração de frutíferas de clima temperado (BIOSUL, 2018).

A superação da dormência é uma prática que faz parte do sistema de produção dessa cultura no país. No entanto, os produtores têm apenas uma opção efetiva para essa prática atualmente no mercado, que é o uso da cianamida hidrogenada. Há restrição de uso dessa molécula em países como a Itália e a Turquia, devido a sua toxicidade. Como tem aumentado a procura por alimentos mais seguros e saudáveis, torna-se imprescindível que novas alternativas efetivas, menos tóxicas e com menores custos estejam disponíveis para o cultivo da macieira no Brasil, principalmente devido à importância na exportação de maçãs. Os bioestimulantes são considerados alternativas eficientes e com menor toxicidade ao homem e ao meio ambiente no entanto, são escassas as informações referentes a época de aplicação e doses utilizadas. Recentemente tem se discutido a maior efetividade de bioestimulantes quando aplicado posteriormente a data de aplicação do produto padrão.

3 ALTERNATIVAS AO USO DE CIANAMIDA HIDROGENADA NA INDUÇÃO DA BROTAÇÃO EM MACIEIRAS ‘MAXI GALA’

3.1 RESUMO

O principal manejo na cultura da macieira para compensar a falta de frio em regiões de clima ameno é o uso de indutores de brotação, sendo utilizada como tratamento padrão a mistura de óleo mineral e cianamida hidrogenada. O objetivo do trabalho foi comparar novos indutores de brotação, alternativos à cianamida hidrogenada em macieiras ‘Maxi Gala’. Os experimentos foram conduzidos durante as safras agrícolas de 2014/15, 2015/16 e 2016/17, em um pomar da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) - Estação Experimental de Caçador-SC. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 11 tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: 1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru[®] 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex[®] 0,7% + OM 3,5%; 5 - Synchron[®] 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger[®] 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins[®] 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex[®] 1,0 + OM 3,5%; 9 - Synchron[®] 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger[®] 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - OM 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%. Foram avaliadas a fenologia, porcentagem de brotações, produção e qualidade de frutos, eficiência produtiva, formação de novas estruturas reprodutivas e crescimento apical. Os tratamentos compostos por Erger[®] + OM, Erger[®] + Ca(NO₃)₂ e Synchron[®] + Ca(NO₃)₂ podem ser utilizados como alternativa ao Dormex[®] + OM. Os tratamentos OM, Break-Thru[®] + OM, Bluprins[®] + OM, Brotex[®] + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ são promissores como indutores de brotação. O tratamento com Synchron[®] + OM não é indicado como indutor de brotação na concentração estudada.

3.2 INTRODUÇÃO

Estudos mostram que o planeta está passando por um período de aquecimento global e, por conseguinte, essa elevação nas temperaturas tem ocasionado alterações no ciclo fisiológico e na produção de frutos de clima temperado em regiões com o clima ameno (JANGRA; SHARMA, 2013). Nessas regiões onde as horas/unidades de frio não são satisfatórios, o uso de agentes indutores de brotação em plantas frutíferas como macieiras é uma das práticas imprescindíveis para uma produção viável (MAHROUS; EL-FAKHRANI, 2006; RAI et al., 2015), outra prática utilizada é o uso de cultivares mais adaptadas e com menor requerimento de frio para essas regiões (RAI et al., 2015). No entanto, mesmo nestas cultivares menos exigentes em frio quando cultivadas nas regiões mais frias do país, faz-se o uso de indutores de brotação para uniformizar a brotação e floração concentrando assim atividades como raleio e colheita (PETRI; LEITE, 2004).

No Brasil o uso de indutores de brotação é uma prática que faz parte do sistema produtivo de fruteiras de clima temperado e torna a produção comercial possível

(HAWERROTH et al., 2009). Sem o uso de indutores de brotação as plantas de macieiras tendem apresentar brotação e floração desuniformes e inadequadas o que acaba por prejudicar a produção (EREZ, 2000; PETRI; LEITE, 2004). Esses eventos são acumulativos ao longo dos anos o que pode estagnar ou reduzir drasticamente a produção de frutos em um pomar (ALLAN, 2004).

Ao longo dos anos, vários produtos foram testados como indutores de brotação, tais como óleo mineral, cálcio cianamida, nitrato de potássio, cianamida hidrogenada, dinitro-ortho-cresol (DNOC), dinitro-ortho-butilfenol (DNOPB), dinitro-butyl-fenol (DNBP), thioruéia, pentaclorofenolato de sódio, TCMTB (2-tiocitiometiltio) benzotiazol (30%), thiadizuron (TDZ) e ácido giberélico (PETRI et al., 1996; PETRI et al., 2006). E entre eles a cianamida hidrogenada é o que apresenta maior eficiência (MANN et al., 1994), em associação com o óleo mineral além de não reduzir sua eficiência é capaz de reduzir os custos de produção (PETRI, 2005). No entanto, devido à toxicidade da molécula cianamida hidrogenada, o uso do produto está sendo restrito em diferentes países (SETTIMI et al., 2005; İMRAK et al., 2016) e o Brasil como um importante exportador dessa fruta deve encontrar alternativas viáveis a esse produto.

Alguns produtos vêm sendo lançados no mercado com a finalidade de induzir a brotação em macieiras. Entre eles podemos citar: Erger[®], Sincron[®], Sibério[®], Brotex[®], Acorrex[®] e Bluprins[®]. Esses produtos são compostos por bioestimulantes, que são substâncias de origem orgânica que contém reguladores vegetais e outras substâncias tais como carboidratos e aminoácidos que promovem o crescimento vegetal de forma indireta (Walker et al., 2003). Muitos produtos utilizados para a superação da dormência, possibilitavam esta ação através de um estresse oxidativo. Esses novos produtos necessitam de maiores estudos quanto ao momento de aplicação quando em relação ao Dormex[®]. Assim, o objetivo do trabalho foi comparar novos indutores de brotação, alternativos à cianamida hidrogenada em macieiras ‘Maxi Gala’.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar experimental da EPAGRI/ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina na Estação Experimental de Caçador-SC, latitude 26°46’ S, longitude 51°01’ W e altitude de 960m, durante os ciclos agrícolas 2014/2015; 2015/2016 e 2016/2017. As horas e unidades de frio acumuladas durante estes ciclos estão descritas no anexo A.

Para realização do trabalho foram utilizadas macieiras ‘Maxi Gala’, enxertadas sobre o porta-enxerto M9, em um pomar experimental implantado no ano de 2006, conduzidas no

sistema de líder central (2.500 plantas ha⁻¹). As plantas foram manejadas de acordo com recomendações do sistema de produção da macieira (EPAGRI, 2006).

O experimento foi composto pelos tratamentos descritos a seguir:

T1 – Controle (sem aplicação de produtos);

T2 – Óleo Mineral (OM) 3,5%;

T3 - Break-Thru[®] 0,03% + OM 3,5%;

T4 - Dormex[®] 0,7% + OM 3,5%;

T5 - Synchron[®] 1,0% + OM 3,5%;

T6 - Erger[®] 1,0% + OM 3,5%;

T7 - Bluprins[®] 1,0% + OM 3,5%;

T8 - Brotex[®] 1,0 % + OM 3,5%;

T9 - Synchron[®] 2% + nitrato de cálcio 3,0%;

T10 - Erger[®] 3,0% + nitrato de cálcio 3,0%;

T11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

Os produtos foram aplicados utilizando-se um pulverizador costal motorizado (20L) com ponteira contendo três bicos D-S tipo leque, utilizando-se um volume de calda equivalente a 1000 L ha⁻¹. As datas de aplicação foram 08/09/2014; 25/08/2015 e 26/08/2016. A fonte de óleo mineral utilizada foi o produto Assist[®]. A fonte de nitrato de cálcio utilizada foi a calcinite que é um produto composto por 15,5% de N e 19% de Ca.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com uma planta por repetição e cinco repetições deixando uma planta de bordadura.

As variáveis analisadas foram:

- a) **fenologia:** avaliou-se a fenologia através da ocorrência dos estádios C, D2, F, F2 e G. Considerou-se o início da floração quando as plantas apresentavam 5% das flores abertas, plena floração quando aproximadamente 80% das flores estavam abertas e final da floração quando as plantas estavam com todas flores abertas;
- b) **percentagem de gemas axilares brotadas:** Foram marcadas cinco brindilas de um ano e efetuou-se a contagem do número de gemas axilares de cada uma das brindilas aos 30, 45 e 60 dias após a aplicação dos indutores de brotação (com exceção do ciclo 2016/17, onde ocorreu avaliação aos 30 e 60 dias). Para estimar a porcentagem de gemas brotadas realizou-se a contagem do número de gemas brotadas em relação ao número total de gemas;
- c) **percentagem de gemas terminais brotadas:** Selecionou-se uma ramificação lateral, em condições representativas da planta, e efetuou-se a contagem do número

gemas terminais (gemas apicais de brindilas) aos 30, 45 e 60 dias após a aplicação dos indutores de brotação (no último ciclo avaliou aos 30 e 60 dias as gemas terminais totais (gemas de esporão mais gemas terminais)). Para estimar a porcentagem de gemas brotadas realizou-se a contagem do número de gemas brotadas em relação ao número total de gemas;

- d) porcentagem de esporões brotados:** Selecionou-se uma ramificação lateral, em condições representativas da planta, e efetuou-se a contagem do número de esporões aos 30, 45 e 60 dias após a aplicação dos indutores de brotação (com exceção do ciclo 2016/17). Para estimar a porcentagem de gemas brotadas realizou a contagem do número de gemas brotadas em relação ao número total de gemas;
- e) frutificação efetiva:** Em uma ramificação lateral, contou-se o número de frutos fixados em relação ao número de inflorescências durante a plena floração, expresso em percentagem ($[\text{número de frutos/número de inflorescência}] \times 100$);
- f) produção por planta (kg planta^{-1}):** Quando os frutos estavam no ponto de colheita, foram retirados todos os frutos da planta e pesados em uma balança de precisão $\pm 0,01 \text{ kg}$;
- g) número de frutos por planta:** Realizou-se a contagem do número de frutos produzidos por planta;
- h) massa média de frutos (g):** A massa fresca média de frutos (g) foi obtida pela divisão da massa total de frutos (kg planta^{-1}) colhidos por planta pelo número de frutos e expressa em gramas;

Os atributos físico-químicos foram avaliados em uma amostra homogênea de 20 frutos, em que foram realizadas as seguintes análises laboratoriais nos ciclos 2014/15 e 2015/16:

- i) sólidos solúveis - SS ($^{\circ}\text{Brix}$):** O conteúdo de sólidos solúveis (SS) foi determinado com o uso de refratômetro digital em $^{\circ}\text{Brix}$;
- j) firmeza de polpa (lb):** Foi quantificada na porção equatorial dos frutos, utilizando penetrômetro eletrônico com ponteira de 11 mm (Güss), e o resultado expresso em Lib Pol^{-2} ;
- k) índice de maturação Iodo-Amido:** Em uma fatia da região equatorial dos frutos, aplicou-se a solução de iodeto de potássio, utilizando uma escala de 1 a 9, onde 1 e 9 representam a mínima e a máxima degradação de amido, respectivamente, realizou-se a análise visual;

l) calibre: O calibre foi avaliado em todos os frutos produzidos na planta, separando em três classes de calibre 1- $\leq 135(\geq 141\text{g})$; 2- entre 136-165 (105 a 141g); e 3- $\geq 180(\leq 104\text{g})$;

m) área de secção transversal do tronco (ASTT): Realizou-se a medida de diâmetro do tronco 15 cm acima do ponto de enxertia com auxílio de um paquímetro digital (quando as plantas estavam em período de dormência). No ciclo 2015/16 não foi realizada essa avaliação;

Avaliações realizadas no período de dormência:

n) eficiência produtiva: foi calculada através da relação kg planta^{-1} por área da secção transversal do tronco (cm^2), sendo expressa em kg cm^{-2} e em número de frutos NDF cm^{-2} . No ciclo 2015/16 não foi realizada essa avaliação;

o) número de brindilas formadas: Número de brindilas formadas a partir da brotação das gemas apicais e axilares nas cinco brindilas avaliadas no início do ciclo. No ciclo 2015/16 não foi realizada essa avaliação;

p) número de esporões formados: Número de esporões formados nas cinco brindilas, a partir das brotações das gemas axilares, avaliadas no início do ciclo. No ciclo 2015/16 não foi realizada essa avaliação;

q) crescimento apical (cm): O crescimento apical foi avaliado a partir do desenvolvimento da gema apical, de brindilas previamente selecionadas para avaliação das gemas axilares brotadas. No ciclo 2015/16 não foi realizada essa avaliação;

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram executadas pelo programa Sisvar, versão 5.3 (FERREIRA, 1999-2010).

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

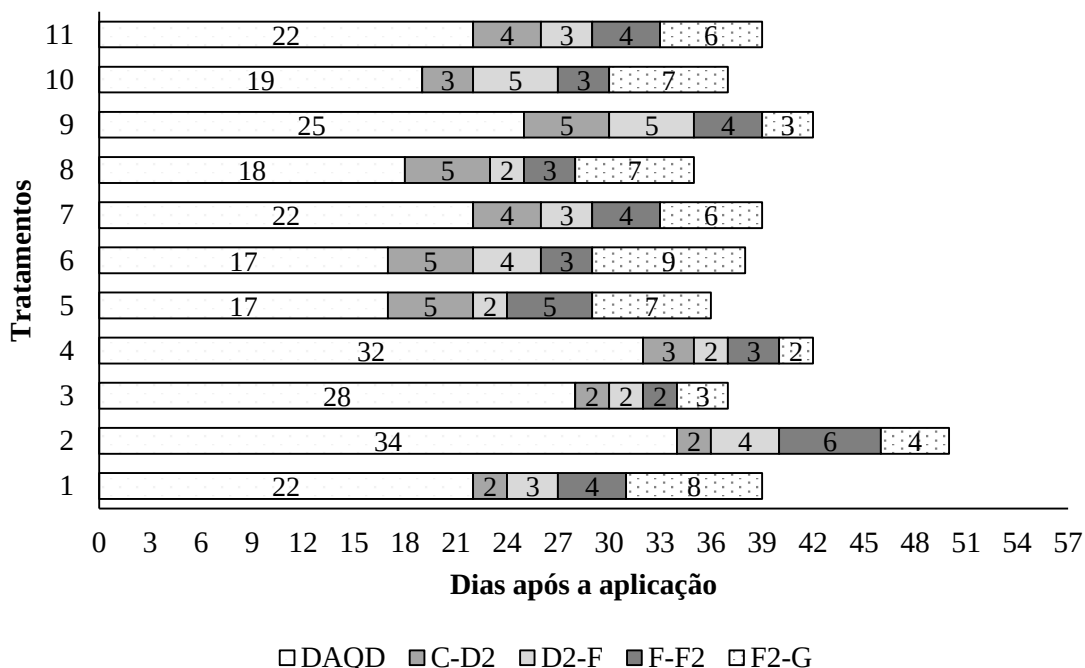
No ciclo 2014/15 observou-se que os tratamentos com Synchron[®], Erger[®] e Brotex[®] + OM e o Erger[®] + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ anteciparam o estágio C na cultivar Maxi Gala em relação aos demais tratamentos. Já nos demais tratamentos observou-se que houve atraso no início da brotação em relação ao tratamento controle, com exceção dos tratamentos Bluprins[®] + OM e OM + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + NH_4NO_3 que se igualaram ao controle (Figura 5). Observou-se que as plantas com o menor período entre a data de aplicação e o início do florescimento foram as submetidas aos tratamentos compostos por Synchron[®] + OM, Erger[®] + OM e Brotex[®] + OM, observando-

se uma grande variabilidade quanto a antecipação ou atraso do período fenológico nos diferentes tratamentos. Segundo Petri e Leite (2004), na cultura da macieira quando as exigências em horas de frio não são plenamente satisfeitas, o período entre os estádios fenológicos é maior.

O ciclo de 2014/15 se caracterizou por ter 586 HF, acumulando cerca de 95% da necessidade da cultivar (600 HF abaixo de 7,2°C). Conjuntamente observou-se a ocorrência de baixa precipitação no mês de outubro, período no qual a planta está no início de seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, em que ocorre uma maior demanda hídrica para a formação de brotos e flores (anexo B e C), fatores esses que podem afetar o desenvolvimento inicial do ciclo e termino da dormência da cultura. Segundo Finetto (2004) existe interação entre os fatores temperatura e precipitação sobre a dormência de cultivares de macieira com médio e alto requerimento em frio.

Ao avaliar o início da floração observou-se que os tratamentos com Sincron[®], Erger[®] e Brotex[®] em conjunto com óleo mineral anteciparam o início da floração em relação ao controle. O final da floração ocorreu tardiamente nos tratamentos OM, tratamento padrão e no tratamento de Sincron[®] + Ca(NO₃)₂. Os tratamentos controle, Sincron[®] + OM e Erger[®] + OM proporcionaram maior período entre o início e final da floração. Os tratamentos padrão e Break-thru[®] + OM proporcionaram as plantas tratadas uma florada mais concentrada, reduzindo em torno de 50% o período comparado aos demais tratamentos.

Figura 5 – Duração dos estádios fenológicos após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Maxi Gala’, durante o ciclo agrícola 2014/15. Caçador-SC 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex® 0,7% + OM 3,5%; 5 - Synchron® 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger® 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins® 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex® 1,0 % + OM 3,5%; 9 - Synchron® 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger® 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

(DAQD) dias após a quebra de dormência; (C) ponta verde; (C3-D) 1,3 cm verde; (D2) 1,3cm verde com folhas; (F) início da floração; (F2) plena floração e (G) final da floração.

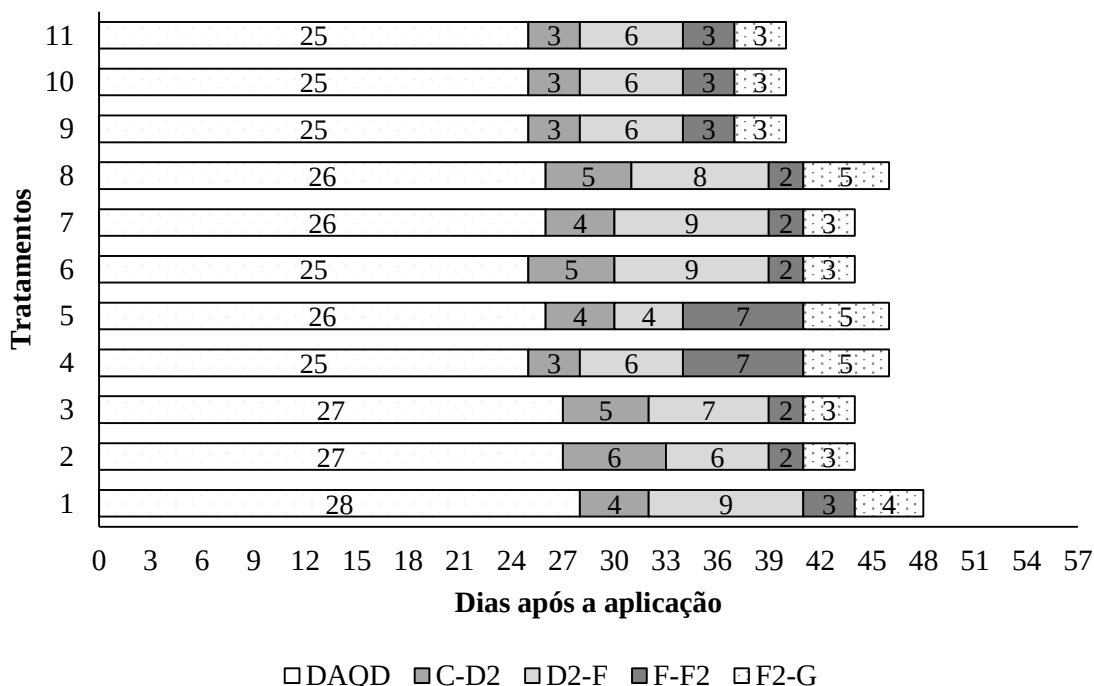
No ciclo seguinte (2015/16), ao avaliar as datas dos estádios fenológicos observou-se que todos os tratamentos anteciparam o estágio C comparados ao tratamento controle. No entanto, os tratamentos variaram entre si apenas em três dias. Com relação ao início da brotação observou-se que nas plantas submetidas aos tratamentos controle, OM e Break-Thru® + OM este evento ocorreu posteriormente. O início da floração foi antecipado quando as plantas foram submetidas a todos tratamentos em relação às plantas com o tratamento controle, o mesmo ocorrendo no final da floração, sendo que as plantas submetidas ao tratamento controle foram as mais tardias. Os maiores períodos entre o início e o final da floração foram observados nos tratamentos com Dormex® + OM e Synchron® + OM (Figura 6).

O mês de setembro, quando ocorre o início das brotações, foi caracterizado pelas temperaturas mínimas negativas e outro fator relevante foi que no mês de agosto observou-se uma baixa precipitação (anexo B e C). Fatores esses que podem ter colaborado para prejudicar o desenvolvimento inicial, conforme comentado anteriormente a baixa precipitação pode

prejudicar a formação de flores e folhas, podendo inclusive se agravar com as baixas temperaturas pelo risco de queimar essas novas brotações. Além disso, é indicado que após o uso de indutores de brotação ocorram temperaturas mais altas, acima de 4° C. Segundo Petri et al. (1996), a precipitação pode interferir na indução de brotação, através da redução na temperatura das gemas pela evaporação da água, redução do teor de oxigênio das gemas, pela chuva, criando condições anaeróbicas que promoveriam a quebra da dormência, e também uma possível eliminação das substâncias inibidores de crescimento pela ação das chuvas sobre as gemas.

Esse ciclo de maneira geral teve um período de floração mais concentrado (aproximadamente 50% menor), comparado ao ciclo anterior. Uma florada mais concentrada permite uma maior facilidade em manejos culturais como poda, raleio, controle de pragas e doenças além de concentrar o período de colheita necessitando de uma menor mão de obra. Todavia em condições climáticas adversas, esse período concentrado pode prejudicar a polinização de flores pelos insetos polinizadores bem como pela falta de sincronização entre cultivares polinizadoras influenciando diretamente na frutificação efetiva e, por conseguinte, na produção de frutos. Os tratamentos Dormex[®] + OM e Sincron[®] + OM proporcionaram às plantas tratadas o período mais extenso entre o início e final da floração. O menor período de floração foi observado nas plantas que receberam os tratamentos OM, Break-Thru[®] + OM, Erger[®] + OM e Bluprins[®] + OM.

Figura 6 – Duração dos estádios fenológicos após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Maxi Gala’, durante o ciclo agrícola 2015/16. Caçador-SC 2018.



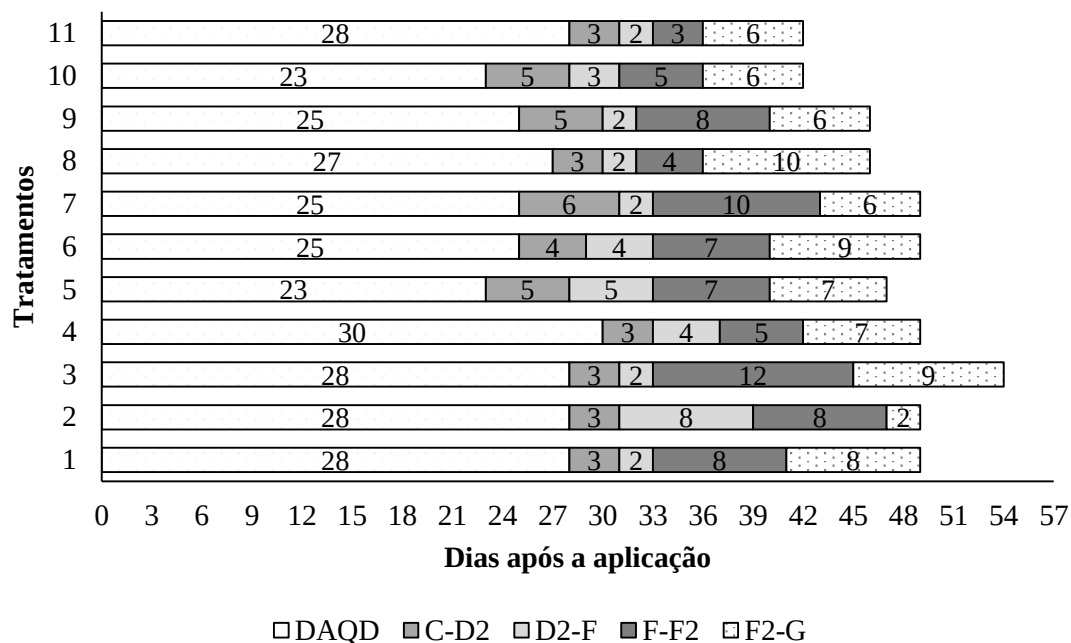
Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex® 0,7% + OM 3,5%; 5 - Synchron® 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger® 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins® 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex® 1,0% + OM 3,5%; 9 - Synchron® 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger® 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

(DAQD) dias após a quebra de dormência; (C) ponta verde; (C3-D) 1,3 cm verde; (D2) 1,3cm verde com folhas; (F) início da floração; (F2) plena floração e (G) final da floração.

No último ciclo avaliado (2016/17), observou-se que o tratamento com Dormex® foi o único que atrasou o estágio C em relação ao tratamento controle. Os tratamentos com OM, Break-Thru® + OM e OM + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + NH_4NO_3 não diferiram do tratamento controle para o início do estágio C, os demais tratamentos anteciparam esse estágio (Figura 7). Comparando o clima desse ano com os demais ciclos, observou-se uma alta precipitação no mês de agosto e uma baixa precipitação no mês de setembro. Estes eventos podem afetar o desenvolvimento inicial da cultura, visto que a precipitação é capaz de influenciar positivamente tanto para eliminar substâncias inibidoras da brotação como para a formação de flores e folhas (anexo B e C). O menor período entre o início e final da floração foi observado em plantas tratadas com OM + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + NH_4NO_3 e OM (8 e 9 dias, respectivamente). Nas plantas tratadas com Break-Thru® + OM observou-se o maior período entre o início e final da floração, de 21 dias.

Figura 7 – Duração dos estádios fenológicos após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Maxi Gala’, durante o ciclo agrícola 2016/17. Caçador-SC 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex® 0,7% + OM 3,5%; 5 - Synchron® 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger® 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins® 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex® 1,0 % + OM 3,5%; 9 - Synchron® 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger® 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

(DAQD) dias após a quebra de dormência; (C) ponta verde; (C3-D) 1,3 cm verde; (D2) 1,3cm verde com folhas; (F) início da floração; (F2) plena floração e (G) final da floração.

Nos ciclos estudados, devido às condições climáticas de cada ano, observaram-se respostas diferentes da fenologia quanto aos diferentes indutores de brotação testados. O uso de indutores de brotação é indicado quando a planta atinge no mínimo 2/3 de seu requerimento maximizando assim a porcentagem de brotações. No segundo e terceiro ciclo ao final do período de dormência foi acumulada parte desse valor, notando-se um comportamento atípico quanto à duração dos estádio fenológicos. Sabe-se que o período de floração de macieiras apresenta grande variabilidade quando as plantas são cultivadas em locais que não atendem as suas exigências climáticas (SOLTÉSZ, 2003; PETRI et al., 2012). Isto foi observado no presente estudo, onde os estádios fenológicos variaram nos ciclos estudados em função de não terem as condições ideais de cultivo satisfeitas.

Na avaliação aos 30 dias após a aplicação (DAA) dos indutores de brotação, verificou-se que nas plantas submetidas aos tratamentos com Erger® foram constatados os maiores valores para porcentagem de brotação de gemas axilares 58,05 e 60,84% (Tabela 1). Observou-se que os tratamentos com indutores de brotação conferiram as plantas um maior número de brotações em todas as avaliações, no entanto, os tratamentos com Dormex® + OM, Erger® +

OM, e Erger[®] + Ca(NO₃)₂ foram mais efetivos para a brotação de gemas axilares tanto aos 45 como aos 60 DAA. Comparado aos demais tratamentos, o tratamento com Synchron[®] + OM não diferiu do tratamento controle nas diferentes datas de avaliação e neles foram observados as menores porcentagens de brotação de gemas axilares. Observando a diferença na porcentagem de brotação de gemas axilares nos dois tratamentos com Synchron[®], acredita-se que nas condições de estudo a dose e a combinação Synchron[®] 1% + OM não deve ser recomendada, visto que conferiu às plantas 19,65% de brotação de gemas enquanto no tratamento com Synchron 2% + Ca(NO₃)₂ observou-se 42,21% e no tratamento composto somente por OM a brotação foi de 40,53%.

Tabela 1 - Brotação de gemas axilares e terminais em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, no ciclo 2014/2015. Caçador-SC, 2018.

TRATAMENTOS	Brotação de gemas (%)					
	Axilares			Terminais		
	30 DAA	45 DAA	60 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Controle	03,14 d	11,19 c	18,51 c	0,00 c	63,33 b	70,00 ^{*ns}
OM 3,5%	36,29 b	39,30 b	40,53 b	42,12 b	67,78 b	77,78
Break-Thru [®] 0,03% + OM 3,5%	16,79 c	25,81 b	30,28 b	30,64 b	42,46 b	78,61
Dormex [®] 0,7% + OM 3,5%	42,91 b	53,30 a	56,85 a	88,48 a	90,00 a	96,67
Synchron [®] 1,0% + OM 3,5%	07,48 d	12,00 c	19,65 c	44,66 b	58,00 b	61,33
Erger [®] 1,0% + OM 3,5%	58,05 a	62,13 a	68,13 a	87,78 a	87,78 a	97,78
Bluprins [®] 1,0% + OM 3,5%	38,06 b	40,43 b	45,00 b	68,89 a	78,89 a	91,11
Brotex [®] 1,0% + OM 3,5%	23,23 c	30,33 b	40,26 b	48,57 b	68,57 b	93,33
Synchron [®] 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	37,64 b	37,64 b	42,21 b	84,28 a	87,62 b	94,29
Erger [®] 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	60,84 a	65,45 a	69,13 a	96,00 a	96,00 a	100,00
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	26,27 c	31,88 b	35,87 b	48,61 b	51,27 b	73,64
CV (%)	31,45	24,53	21,31	32,64	29,51	27,06

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, ns: não significativo (p>0,05); DAA – dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Na avaliação de brotação de gemas terminais, plantas submetidas a todos os tratamentos anteciparam a brotação em relação ao tratamento controle aos 30 DAA. No entanto, os tratamentos com Dormex[®], Erger[®], Bluprins[®] em associação com o OM e os tratamentos com Synchron[®] e Erger[®] em associação com o Ca(NO₃)₂ foram superiores aos demais tratamentos (88,48; 87,78; 68,89; 84,28 e 96,00%) conforme a Tabela 1. Ao avaliar aos 45 DAA observou-se que com exceção do tratamento Synchron[®] + Ca(NO₃)₂ ocorreu o mesmo comportamento que aos 30 DAA. Na avaliação aos 60 DAA não houve diferença significativa entre os tratamentos. Gemas terminais brotam mais facilmente que as gemas axilares, devido principalmente à menor exigência em frio e à dominância apical que exercem sobre as gemas axilares, acarretando em crescimento excessivo de gemas terminais e menor capacidade produtiva pela inibição de

formação de estruturas reprodutivas nas gemas axilares para o ciclo seguinte. De acordo com Francescatto (2014), a falta de brotação das gemas axilares favorece a brotação de gemas terminais, e compromete a formação de novos órgãos reprodutivos, favorecendo por conseguinte o desenvolvimento vegetativo excessivo. Salienta-se que os frutos produzidos pelas gemas terminais são os que apresentam as melhores características físico químicas quando produzidos no Brasil (Francescatto, 2014; PETRI, 2006), e se o período para iniciar a brotação for extenso em gemas terminais, menor será o período de desenvolvimento de frutos.

Para porcentagem de brotação de gemas axilares durante o ciclo 2015/16, o uso de indutores de brotação proporcionou maior uniformização e antecipação das brotações. Esse mesmo comportamento foi observado no ciclo anterior. Entretanto, comparando os dois ciclos, nesse último, as porcentagens de brotações foram inferiores. Todos os tratamentos para superação da dormência, induziram à brotação de gemas axilares aos 30, 45 e 60 DAA, comparados ao tratamento controle. Nos tratamentos controle e Sincron[®] + OM se observou os menores valores para porcentagem de brotações (2,92 e 6,29% respectivamente). As maiores porcentagens de brotações foram observadas nas plantas tratadas com OM + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + NH_4NO_3 (48,84%) aos 60 DAA diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 2).

Essa baixa brotação de gemas é atribuída às condições climáticas desfavoráveis ocorridas, visto que no ciclo 2015/16 foram acumuladas somente 236 horas de frio abaixo de 7,2°C, enquanto no ciclo anterior foram acumuladas 586 horas. Os indutores de brotação podem suprir parte das horas de frio não acumuladas, o uso desses produtos para superação da dormência é recomendado quando dois terços do requerimento em frio tenham sido superados (EREZ, 2000), o que não foi verificado no presente ciclo. Nesse ciclo foi acumulado apenas 39% da exigência da cultivar (600 HF), resultando em baixo percentual de brotação das gemas. Tal comportamento torna-se evidente ao observar as plantas do tratamento controle que tiveram menor número de brotações (2,92%), o tratamento padrão com Dormex[®] no primeiro ciclo teve 56,85% das gemas axilares brotadas, enquanto no segundo ciclo esse valor foi de apenas 30,79%.

Tabela 2 - Brotação de gemas axilares e terminais em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, no ciclo 2015/2016. Caçador-SC, 2018.

TRATAMENTOS	Brotação de gemas (%)					
	Axilares			Terminais		
	30 DAA	45 DAA	60 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Controle	0,0 e	1,61 e	2,92 e	15,87 d	45,53 b	50,71 c
OM 3,5%	8,61 d	14,31 c	12,45 c	34,33 c	44,33 b	93,33 a
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	27,33 b	31,19 b	32,52 b	31,33 c	68,67 b	82,56 b
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	16,82 c	22,38 b	30,79 b	75,02 a	92,14 a	95,00 a
Sincron® 1,0% + OM 3,5%	3,34 e	4,72 d	6,29 d	21,33 d	29,11 b	64,56 c
Erger® 1,0% + OM 3,5%	8,11 d	11,82 c	14,62 c	31,62 c	58,59 b	76,92 b
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	21,32 c	25,91 b	27,93 b	16,00 d	50,06 b	62,28 c
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	23,66 b	26,52 b	29,87 b	37,65 c	48,27 b	83,32 b
Sincron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	19,12 c	25,92 b	27,49 b	81,64 a	88,14 a	100,00 a
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	17,58 c	21,18 b	27,15 b	57,38 b	76,30 a	93,64 a
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	37,82 a	43,52 a	48,84 a	70,51 a	87,88 a	89,46 a
CV (%)	19,25	13,9	13,75	12,89	20,41	11,97

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05); DAA – dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Para a variável porcentagem de brotações de gemas terminais se observou que os tratamentos com Dormex® + OM, Sincron® + Ca(NO₃)₂ e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ proporcionaram valores superiores de brotação na primeira avaliação. Na segunda e terceira avaliação foram superiores os tratamentos Dormex® + OM, Sincron® + Ca(NO₃)₂, Erger® + Ca(NO₃)₂ e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃. A resposta aos indutores para porcentagem de gemas terminais foi bastante variável. Apesar de ter ocorrido um menor acúmulo de HF, observou-se que as gemas terminais foram mais responsivas ao uso de indutores, provavelmente isso ocorreu devido ao fato de que estas estruturas necessitam de menor requerimento em HF, bem como à dominância apical que exerce sobre as gemas axilares, assim como encontrado por outros autores (CRUZ JÚNIOR e AYUB, 2002; PETRI et al., 2006).

No ciclo 2016/17 ao avaliar a brotação de gemas axilares aos 30 dias após a aplicação observou-se que o tratamento Dormex® + OM foi superior e diferiu dos demais tratamentos (75,57%). No tratamento com Sincron® + OM observou-se 57,85% de gemas brotadas sendo superior aos demais tratamentos. Ao avaliar aos 60 dias observou-se que esses tratamentos foram superiores aos demais tratamentos permanecendo o tratamento com Dormex® + OM superior (Tabela 3). Para gemas terminais totais observou-se nas duas datas de avaliação que todas as plantas tratadas responderam positivamente ao uso dos indutores de brotação. Esse ciclo se caracterizou por acumular 700 HF, apesar de ser superior aos demais anos desse estudo, as baixas porcentagens de brotações provavelmente foram devido ao menor acúmulo de fotoassimilados no ciclo anterior, visto que fatores relacionados à indução de brotação são

cumulativos ao longo dos anos. Outro fator relevante é que no mês de setembro período que coincide com o retorno do ciclo vegetativo/reprodutivo, observou-se uma baixa precipitação comparada aos ciclos anteriores, período no qual ocorre uma maior demanda hídrica. A falta de água acarreta em dormência imposta pelo ambiente, além de que, cabe salientar que com a maior percentagem de brotação das gemas terminais pode ter ocorrido uma possível inibição das gemas axilares pela dominância apical. Assim como relatado por Lavee e May (1997), onde a inibição das gemas axilares ocorre devido à dominância apical, que é ocasionado pelo fluxo basipetal do fitohormônio auxina.

Tabela 3 - Brotação de gemas axilares e terminais totais em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, no ciclo 2016/2017. Caçador-SC, 2018.

TRATAMENTOS	Brotação de gemas (%)			
	Axilares		Terminais Totais	
	30 DAA	60 DAA	30 DAA	60 DAA
Controle	10,76 d	16,49 c	38,92 b	60,41 b
OM 3,5%	28,71 c	31,05 c	76,72 a	84,20 a
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	18,43 d	24,86 c	84,32 a	87,60 a
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	75,57 a	80,20 a	92,07 a	93,97 a
Syncron® 1,0% + OM 3,5%	57,85 b	60,19 b	74,11 a	86,87 a
Erger® 1,0% + OM 3,5%	20,18 d	23,06 c	75,73 a	85,29 a
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	35,84 c	36,66 c	71,95 a	87,07 a
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	15,31 d	18,54 c	72,09 a	80,02 a
Syncron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	13,03 d	15,66 c	75,12 a	87,08 a
Erger 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	11,06 d	14,10 c	78,86 a	82,76 a
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	16,92 d	17,84 c	81,96 a	86,21 a
CV (%)	32,51	28,82	14,69	15,23

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo ($p > 0,05$); DAA – dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Marchi et al. (2017), trabalhando com misturas de óleo vegetal e mineral em Guarapuava-PR com macieiras ‘Gala Real II’, observaram que houve baixa porcentagem de brotações de gemas axilares aos 50 DAA tratadas apenas com óleo mineral. Resultados semelhantes com o OM foram observado neste trabalho nos ciclos avaliados, ficando bem pronunciados no ciclo 2015/16 onde o acúmulo de frio foi menor. Hawerorth et al. (2010a) trabalhando com as combinações de Erger® e Ca(NO₃)₂ como indutor de brotação em macieira, observaram que não houve diferença nas dosagens de 3, 5 e 7% desse produto comparado ao produto padrão (Dormex®), para brotação de gemas axilares na cultivar Imperial Gala cultivada em Caçador-SC. Em outro trabalho desenvolvido em Caçador-SC na cultivar Maxi Gala, com doses crescente de 1 a 5% de Erger® juntamente com Ca(NO₃)₂ a 3%, foi observado que este

produto proporcionou às plantas tratadas porcentagens de brotações em gemas axilares igualmente efetivas e, em algumas situações, superiores ao tratamento com o produto padrão (UBER et al., 2017). Resultados semelhantes aos obtidos por estes autores foram observados no presente trabalho, verificando-se que o uso do Erger[®] + Ca(NO₃)₂ durante os ciclos 2014/15 e 2015/16 proporcionou brotação de gemas axilares similares quando comparado ao produto padrão. Uber et al. (2017), em um segundo experimento observaram que o Erger[®] juntamente com o óleo mineral proporcionou as plantas tratadas maior número de brotações de gemas axilares quando comparado ao produto Dormex[®] + OM.

Uber et al. (2017) avaliaram o uso combinado com Erger[®] e isolado do Ca(NO₃)₂ em macieiras ‘Maxi Gala’, e observaram que o Ca(NO₃)₂ 3% isolado não diferiu do tratamento controle nos dois ciclos avaliados. Marchi et al. (2017) observaram que na cultivar Gala Real II o uso de OM 2% também não diferiu do tratamento controle. Fenili et al. (2017) observaram que o uso de Bluprins[®] 3% + Ca(NO₃)₂ 3% + NH₄NO₃ 3% diferiu do tratamento controle em apenas um dos três ciclos avaliados para a cultivar Daiane. No presente estudo observou-se que o uso combinado de OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ apresentou resposta positiva no último ciclo estudado. Assim, evidenciou que o uso dessas substâncias combinadas tem respostas variadas nos ciclos, e a maior porcentagem de brotação provavelmente ocorre, quando em conjunto, por potencializarem a indução de brotação, no entanto para o uso comercial é necessário uma efetividade regular ao longo dos ciclos. Sabe-se que na cultura da macieira o uso de OM junto a indutores de brotação contribui positivamente por reduzir o custo de produção (diminuindo a dose utilizada do indutor) e não afetar a eficiência. Outro efeito positivo se deve ao fato de controlar pragas como a cochonilha quando usado durante a quebra de dormência da cultura (NORA; HICKEL, 2006; KOVALESKI et al., 2018).

A falta de brotação nas gemas axilares pode se tornar cumulativo ao longo dos anos (Petri et al., 2006), impedindo assim, a formação de novas estruturas reprodutivas e vegetativas na planta. Outro fator relevante é que com a demora ou falta dessas brotações, menor será o armazenamento de fotoassimilados, acarretando em menor desenvolvimento inicial de brotações no ciclo seguinte como observado no último ciclo avaliado. De acordo com Faust (2000), o início do desenvolvimento das folhas e frutos é dependente das reservas acumuladas durante a estação do crescimento anterior.

Ao avaliar a variável porcentagem de brotação em gemas de esporão no ciclo 2014/15 aos 30, 45 e 60 DAA os tratamentos compostos por Dormex[®] + OM e Erger[®] + Ca(NO₃)₂ tiveram as maiores porcentagens de brotação, não diferindo dos tratamentos Erger[®] + OM, Sincron[®] + Ca(NO₃)₂, e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃, porem diferindo dos demais tratamentos.

Aos 60 DAA observou-se um percentual muito baixo de brotações para gemas de esporão nas plantas sem tratamento (controle) e tratadas com Break-Thru® + OM, Bluprins® + OM e Brotex® + OM, tabela 4.

Tabela 4 - Brotação de esporões (%) em plantas de macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/15. Caçador-SC, 2018.

TRATAMENTOS	Brotação de gemas de esporões (%)		
	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Controle	17,09 c	42,91 b	46,70 c
OM 3,5%	30,17 c	60,97 b	77,43 b
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	26,86 c	45,66 b	55,33 c
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Syncron® 1,0% + OM 3,5%	28,89 c	59,20 b	82,64 b
Erger® 1,0% + OM 3,5%	89,29 a	90,00 a	90,71 a
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	54,66 b	54,66 b	54,47 c
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	46,19 b	57,32 b	64,18 c
Syncron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	98,08 a	98,08 a	98,08 a
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	100,00 a	100,00 a	100,00 a
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	72,50 a	80,09 a	97,50 a
CV (%)	24,45	25,62	20,61

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, ns: não significativo ($p > 0,05$); DAA – dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

No ciclo posterior (2015/16), observou-se que aos 30 DAA as menores porcentagens ocorreram nos tratamentos controle e Erger® + OM. Os tratamentos Break-Thru® + OM, Dormex® + OM, Brotex® + OM e Syncron®, Erger® e OM + NH₄NO₃ (associados com Ca(NO₃)₂) foram superiores aos demais tratamentos. Aos 45 DAA o tratamento Syncron® + Ca(NO₃)₂ apresentou a maior porcentagem de brotações diferindo dos demais tratamentos. Na avaliação aos 60 DAA os tratamentos com OM, Break-Thru® + OM, Dormex® + OM, Syncron®, Erger® e OM + NH₄NO₃ (associados com Ca(NO₃)₂) foram superiores aos demais tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5 - Brotação de esporões (%) em plantas de macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/16. Caçador-SC, 2018.

TRATAMENTOS	Brotação de gemas esporões (%)		
	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Controle	07,32 c	27,43 c	42,86 b
OM 3,5%	19,48 b	33,42 c	75,02 a
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	35,42 a	58,93 b	74,98 a
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	38,97 a	57,60 b	69,79 a
Sincron® 1,0% + OM 3,5%	23,57 b	34,23 c	58,48 b
Erger® 1,0% + OM 3,5%	13,67 c	49,71 b	60,11 b
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	26,52 b	51,62 b	52,91 b
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	43,19 a	56,08 b	59,05 b
Sincron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	38,41 a	82,64 a	86,21 a
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	39,54 a	58,02 b	77,80 a
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	29,55 a	66,26 b	77,50 a
CV (%)	19,18	15,06	15,12

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo ($p>0,05$); DAA – dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

As gemas de esporões são muito importantes para a manutenção da produtividade de um pomar. Apesar de não formarem frutos com qualidade igual ao de gemas terminais, formam frutos por anos consecutivos na mesma estrutura, demonstrando uma constância na produção, o que é desejável, além de brotarem melhor quando comparadas às gemas axilares. As estruturas de frutificação podem apresentar anomalias, mesmo quando ocorrem brotações no ciclo anterior, e os esporões pequenos podem formar menor número e tamanho de folhas, o que reduz a área foliar da planta. Estes processos interferem diretamente na formação de frutos pequenos com menor qualidade e reservas baixas nessas estruturas para o próximo ciclo. De acordo com Leite et al. (2014), com a periodicidade desse processo ao longo dos ciclos o potencial produtivo e o volume dos frutos tendem a diminuir.

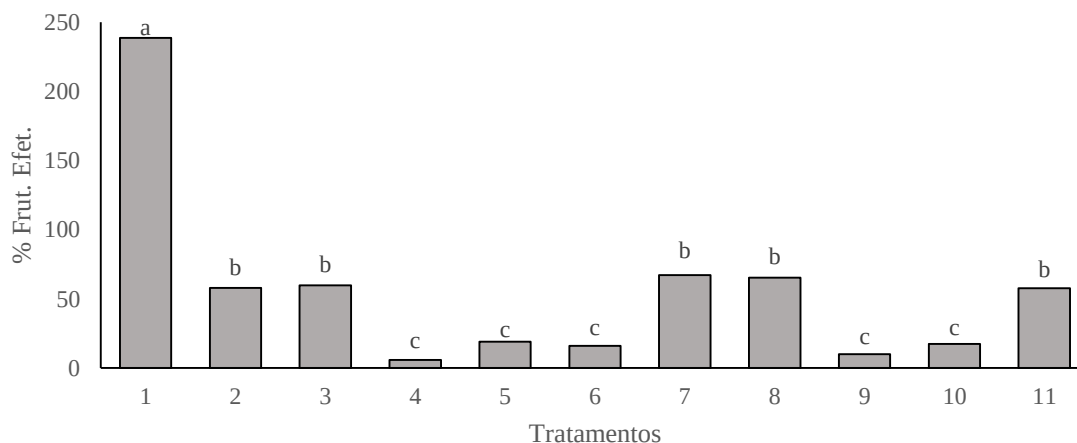
Nesse trabalho observou-se que as gemas terminais brotaram melhor que as gemas de esporão e ambas brotaram melhor que as gemas axilares. Isso ocorreu devido à diferença entre o requerimento de frio de cada tipo de gema. De acordo com Naor (2003), gemas reprodutivas e vegetativas e sua localização apresentam diferentes requerimentos em frio. As gemas axilares e vegetativas apresentam maior requerimento em frio quando comparadas a gemas terminais e floríferas.

Na avaliação da variável frutificação efetiva durante o ciclo 2014/15 observou-se que a maior taxa de fixação dos frutos ocorreu em plantas do tratamento controle diferindo dos demais tratamentos, seguindo o tratamento controle os tratamentos em que observaram as maiores médias comparadas aos demais tratamentos, foram o OM, Break-Thru® + OM, Bluprins® + OM, Brotex® + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃. Com exceção dos tratamentos com Sincron®,

observou-se que nos tratamentos que proporcionaram as maiores taxas de brotação foram onde se obtiveram as menores frutificações efetivas. Alguns trabalhos vêm mostrando que a frutificação efetiva está correlacionada negativamente com o aumento no percentual de brotação. Marchi (2014) observou que, apesar do maior número de gemas floríferas abertas, uma menor quantidade de frutos se originaram destas flores. E Hawerth et al. (2010b), observaram que com o aumento das doses de CH ocorreu um aumento dos percentuais de brotação de gemas laterais, no entanto com redução na frutificação efetiva.

No tratamento controle observou-se que essas plantas apresentaram as menores porcentagens de brotações no entanto, para a frutificação efetiva tiveram a maior porcentagem de pegamento de frutos (Figura 8). As principais condições ambientais que interferem neste período são a precipitação, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento e a temperatura (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2013). Durante o período de floração ocorreu uma precipitação muito baixa o que pode ter afetado a viabilidade do pólen e dificultado a ação de agentes polinizadores prejudicando, por conseguinte, a frutificação efetiva (anexo C).

Figura 8 – Frutificação efetiva (%) após a aplicação dos indutores de brotação em macieira ‘Maxi Gala’, durante o ciclo agrícola 2014/15. Caçador-SC, 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

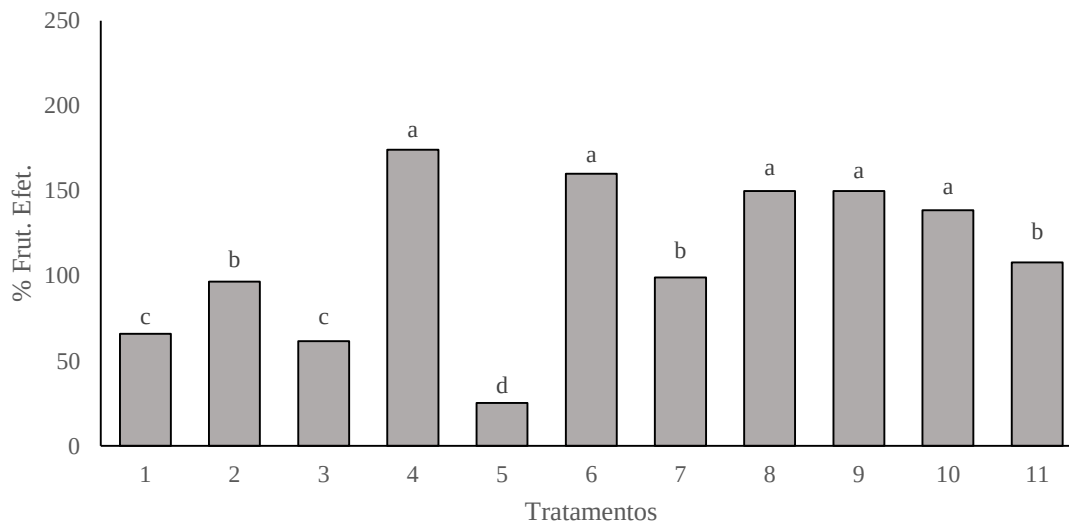
1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex® 0,7% + OM 3,5%; 5 - Synchron® 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger® 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins® 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex® 1,0 % + OM 3,5%; 9 - Synchron® 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger® 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

No ciclo 2015/16 observou-se que o tratamento controle não diferiu do tratamento com Break-Thru® + OM para a frutificação efetiva (Figura 9). Nas plantas do tratamento controle nesse ciclo observou-se uma frutificação efetiva bem inferior quando comparada ao ciclo anterior. Além do baixo acúmulo de frio no ciclo, as temperaturas mínimas negativas durante o

mês de setembro podem ter causado danos às flores de forma a prejudicar a frutificação efetiva. Outro fator que pode ter ocorrido é uma pequena alternância pois, no ciclo anterior como veremos adiante a produção neste tratamento não diferiu dos tratamentos que tiveram um bom percentual de brotação. Desta forma, pode-se considerar que o menor número de brotações no ciclo anterior, que ocorreu em função das poucas HF e falta de indutores de brotação acarretando em menor enfolhamento da planta, causando a redução de reservas de fotoassimilados destinados ao desenvolvimento inicial neste ciclo.

Os tratamentos onde se observou os maiores valores para a frutificação efetiva, foram os compostos por Dormex[®] + OM, Erger[®] + OM, Brotex[®] + OM. Sincron[®] + Ca(NO₃)₂ e Erger[®] + Ca(NO₃)₂ diferindo dos demais tratamentos. O tratamento com Sincron[®] + OM se observou as menores porcentagens de frutificação efetiva. Os tratamentos Dormex[®] + OM, Erger[®] + OM e Erger[®] + Ca(NO₃)₂ coincidem com os tratamentos que proporcionaram às plantas tratadas maiores porcentagens de gemas axilares brotadas no ciclo anterior o que pode ter contribuído para um melhor desenvolvimento inicial pela maior reserva de fotoassimilados. As plantas armazenam carboidratos, que são degradados a açúcares para ficarem prontamente disponíveis para atividades como brotação, crescimento, enraizamento e desenvolvimento. Ao iniciarem um novo ciclo essas reservas são utilizadas para condições vitais como o florescimento e as brotações, até as folhas deixarem de ser drenos e passarem a ser autotróficas (TAIZ; ZEIGER, 2004). Durante essa transição pode ocorrer um desequilíbrio na concentração de carboidratos, interferindo no menor florescimento e frutificação efetiva. De acordo com Hawerth et al. (2010a), o rápido desenvolvimento foliar é um forte competidor com a floração e desenvolvimento de frutos, assim como observado nos ciclos avaliados.

Figura 9 – Frutificação efetiva (%) após a aplicação dos indutores de brotação em macieira ‘Maxi Gala’, durante o ciclo agrícola 2015/16. Caçador-SC, 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

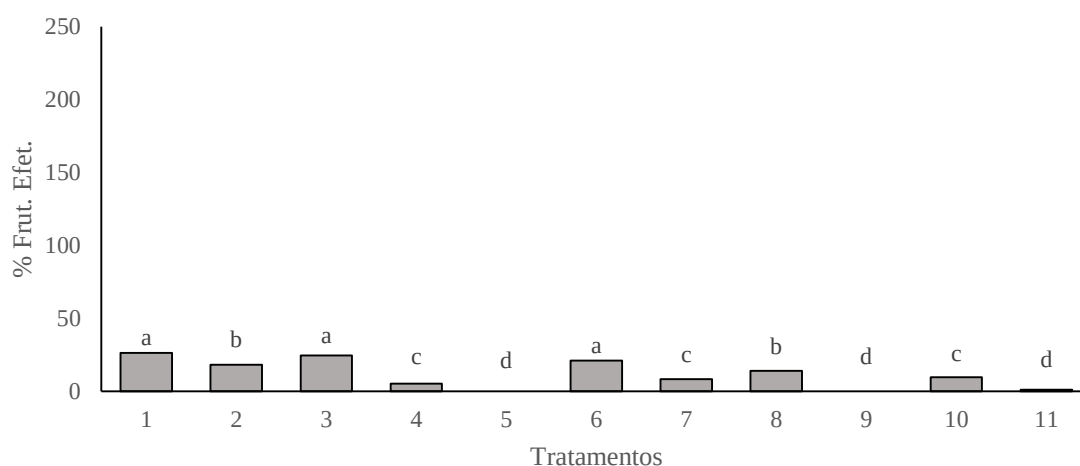
1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex® 0,7% + OM 3,5%; 5 - Synchron® 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger® 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins® 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex® 1,0% + OM 3,5%; 9 - Synchron® 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger® 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

Outro evento climático que pode ter colaborado para prejudicar a frutificação efetiva foi o excesso de nebulosidade e de chuva. É relatado na literatura que condições climáticas adversas como geadas, granizo, estiagem e chuva em excesso durante a floração e maturação dos frutos podem ocasionar queda de flores e frutos, baixa frutificação efetiva e danos aos frutos (FIORAVANÇO et al., 2012), a falta de luminosidade além de prejudicar a produção de fotoassimilados influencia diretamente na queda de frutos. De acordo com Tromp et al., (2005) o crescimento e a qualidade final dos frutos são influenciados pela radiação incidente no esporão, tanto na diferenciação e iniciação floral como durante o desenvolvimento de frutos. Domingos (2009), observou que a cv. Gala responde ao raleio por sombreamento igualmente ao raleio químico (ANA + BA), mostrando como a falta de radiação pode interferir diretamente na queda de frutos, assim como o excesso de água interfere diretamente em processos vitais nas plantas. Como relatado por TADEO e GÓMEZ-CANDENAS (2008), que afirmam que as plantas submetidas ao excesso de água no solo reduzem ou paralisam a absorção e o transporte de nutrientes acarretando em murcha/morte de folhas e fechamento dos estômatos influenciando diretamente na inibição de processos como a respiração e a fotossíntese.

No ciclo 2016/17 observou que as plantas do tratamento controle, Break-Thru® + OM e Erger® + OM obtiveram maior fixação de frutos. Neste último ciclo a frutificação efetiva foi bastante baixa, comparada com os outros anos produtivos, as plantas controle e pulverizadas

com Erger® + OM tiveram as maiores porcentagens de fixação de frutos, no entanto essa fixação foi de apenas 26,29 e 20,97%, Figura 10. No ciclo anterior devido a incidência da mancha da *Glomerella* ocorreu desfolha precoce das plantas, assim menores foram as reservas destinadas ao início do desenvolvimento desse ciclo, prejudicando por conseguinte a frutificação efetiva. Outro fator relevante foram as menores temperaturas registradas no início do período de floração, que podem ter prejudicado o desenvolvimento inicial, bem como a menor precipitação (anexo B e C).

Figura 10 – Frutificação efetiva (%) após a aplicação dos indutores de brotação em macieira ‘Maxi Gala’, durante o ciclo agrícola 2016/17. Caçador-SC, 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex® 0,7% + OM 3,5%; 5 - Sincron® 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger® 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins® 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex® 1,0 % + OM 3,5%; 9 - Sincron® 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger® 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

Resultados diferentes do presente estudo (com exceção do segundo ciclo avaliado) foram observados por El-Yazal et al. (2018b) em seus experimentos, em que o tratamento com Dormex® aumentou a frutificação efetiva em macieiras em relação ao tratamento controle. Em um outro trabalho conduzido por esses autores, observaram que o OM 6% teve uma frutificação efetiva superior a 4,5% comparado ao tratamento controle (EL-YAZAL et al., 2018a), neste trabalho observou-se que somente no segundo ciclo avaliado o tratamento com OM foi superior ao tratamento controle.

No entanto, trabalhos mostram que com o uso de indutores de brotação a frutificação efetiva é menor comparada à plantas não tratadas. Petri (2005) observou em seus trabalhos que doses de 7% de Erger® influenciam negativamente na frutificação efetiva. Erez (2000) e Petri et al., (2006), observaram que altas doses de CH prejudicam a frutificação efetiva. No primeiro

ciclo estudado observou-se que os indutores de brotação reduziram significativamente a frutificação efetiva comparado ao tratamento controle, concordando com os resultados obtidos por outros autores. A maior frutificação efetiva no tratamento controle se deve ao fato de ter as menores porcentagens de brotação de gemas axilares, assim, é possível que ocorreu a brotação das gemas com menor requerimento em frio (floríferas) e houve pouca competição entre brotação e floração. A frutificação efetiva foi muito baixa, nas condições do presente experimento, mas isto não pode ser atribuído aos indutores de brotação.

Observou-se no ciclo 2014/15 que os tratamentos com Brotex[®] + OM, Erger[®] + Ca(NO₃)₂ e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ proporcionaram menor produção por planta (3,81; 4,49 e 2,86 kg respectivamente) bem como o menor número de frutos por planta, os demais tratamentos foram superiores e não diferiram entre si estatisticamente. Para a massa média de fruto não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6 – Produção por planta, número de frutos e massa média de fruto em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, no ciclo 2014/15. Caçador-SC, 2018.

Tratamentos	2014/15		
	Produção planta ¹ (kg)	Número de frutos	Massa média de fruto (g)
Controle	12,76 a	111,60 a	119,39 ^{*ns}
OM 3,5%	13,54 a	115,40 a	119,23
Break-Thru [®] 0,03% + OM 3,5%	13,86 a	108,20 a	128,47
Dormex [®] 0,7% + OM 3,5%	15,04 a	117,00 a	128,37
Sincron [®] 1,0% + OM 3,5%	09,39 a	77,60 a	125,66
Erger [®] 1,0% + OM 3,5%	10,32 a	84,20 a	126,01
Bluprins [®] 1,0% + OM 3,5%	11,27 a	99,20 a	114,71
Brotex [®] 1,0% + OM 3,5%	03,81 b	30,20 b	127,46
Sincron [®] 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	10,76 a	79,00 a	139,62
Erger 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	04,49 b	36,60 b	126,67
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	02,86 b	19,40 b	147,01
CV (%)	18,94	20,91	6,30

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

A produção de maneira geral teve valores extremamente baixos no ciclo 2015/16. As plantas submetidas ao tratamento controle, Break-Thru[®] + OM, Sincron[®] + OM, Erger[®] + OM, Bluprins[®] + OM e Brotex[®] + OM obtiveram os maiores valores de produção por planta (3,56; 5,00; 3,98; 3,86; 4,52 e 3,84 kg respectivamente). Para a variável número de frutos por planta observou-se que nas plantas tratadas com OM, Sincron[®] + Ca(NO₃)₂, Erger[®] + Ca(NO₃)₂ e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ o número de frutos foi inferior comparado às plantas tratadas com os demais produtos. Ao avaliar a massa média dos frutos, observou-se que as plantas tratadas com

Synchron® + OM e Synchron® + Ca(NO₃)₂ tiveram os menores valores para essa variável (109,69 e 108,40, respectivamente) já o tratamento com OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ proporcionou às plantas uma maior massa média, de 159,70 gramas por fruto, ficando com valores intermediários a esses os demais tratamentos (Tabela 7).

Alguns fatores contribuíram para esses valores baixos. Entre eles pode-se citar a menor porcentagem de brotação das gemas que prejudicou a produção de fotoassimilados para a manutenção e desenvolvimento dos frutos. E além disso, a alta incidência da *Glomerella* (*Colletotrichum spp*), conhecida como mancha foliar da Gala. Os prejuízos causados por essa doença, na ausência de controle, incluem perda total da produção do ano e redução da produção do ano seguinte. Os danos são oriundos da queda precoce das folhas e das deformações causadas nos frutos (SANHUEZA et al., 2006). Neste trabalho as plantas sofreram com a desfolha precoce em meados de novembro, período no qual a planta necessita de uma boa produção de fotoassimilados para o desenvolvimento dos frutos, afetando também as reservas internas da planta necessários para o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do próximo ciclo.

Tabela 7 – Produção por planta, número de frutos e massa média de fruto em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/16. Caçador-SC, 2018.

Tratamentos	2015/16		
	Produção planta ⁻¹ (kg)	Número de frutos	Massa média de fruto (g)
Controle	3,56 a	28,80 a	127,71 b
OM 3,5%	2,56 b	20,80 b	130,19 b
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	5,00 a	36,40 a	137,33 b
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	2,00 b	26,40 a	124,23 b
Synchron® 1,0% + OM 3,5%	3,98 a	31,40 a	109,69 c
Erger® 1,0% + OM 3,5%	3,86 a	28,60 a	134,66 b
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	4,52 a	34,60 a	129,71 b
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	3,84 a	29,40 a	131,64 b
Synchron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	1,48 b	14,20 b	108,40 c
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	2,41 b	17,40 b	138,41 b
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	2,84 b	16,80 b	159,70 a
CV (%)	12,87	13,89	3,84

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Ao avaliar o ciclo de 2016/17 observou-se que as plantas submetidas aos tratamentos com Dormex® + OM, Synchron® + OM e Synchron® + Ca(NO₃)₂ não chegaram a produzir um kilograma por planta. As plantas com os tratamentos controle, OM, Break-Thru® + OM e Bluprins® + OM constatou-se valores superiores aos demais tratamentos. O tratamento controle

teve o maior número de frutos por planta com aproximadamente 41 frutos por planta, plantas submetidas aos tratamentos Dormex® + OM e Synchron® + OM tiveram um baixo número de frutos por planta. A maior massa média por frutos foi obtida nas plantas tratadas com OM + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + NH_4NO_3 e os menores valores foram obtidos pelas plantas tratadas com Synchron® + OM e Synchron® + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (Tabela 8).

Infere-se que os baixos valores de produção durante esse ciclo foram decorrentes da incidência da mancha da *Glomerella* spp. (no ciclo anterior 2015/16) que acarretou na queda precoce das folhas que por conseguinte afetou na produção de fotoassimilados que seriam destinados ao crescimento e desenvolvimento de frutos no ciclo seguinte.

Tabela 8 – Produção por planta, número de frutos e massa média de fruto em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2016/17. Caçador-SC, 2018.

Tratamentos	2016/17		
	Produção planta ⁻¹ (kg)	Número de frutos	Massa média de fruto (g)
Controle	5,63 a	41,40 a	136,05 b
OM 3,5%	4,78 a	33,60 b	141,15 b
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	5,62 a	32,40 b	146,19 b
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	0,85 c	6,20 d	120,48 c
Synchron® 1,0% + OM 3,5%	0,89 c	6,40 d	93,67 d
Erger® 1,0% + OM 3,5%	3,66 b	29,40 b	143,31 b
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	5,08 a	31,20 b	144,72 b
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	3,36 b	24,20 b	135,82 b
Synchron® 2,0% + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 3,0%	0,62 c	4,40 d	95,12 d
Erger 3,0% + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 3,0%	3,89 b	26,50 b	132,15 b
OM 3,5% + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 3,0% + NH_4NO_3 3,0%	2,94 b	17,80 c	172,39 a
CV (%)	10,37	13,76	5,35

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo ($p > 0,05$). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Os indutores de brotação tendem a contribuir positivamente para a produção de frutos por favorecer o enfolhamento, melhorando a produção de fotoassimilados (NUNES et al., 2001) e através da formação de novas estruturas reprodutivas que aumentam o potencial produtivo da planta. No entanto, pode ocorrer a influência de outros fatores que podem interferir negativamente na produção final como as condições climáticas, diferenciação floral, frutificação efetiva entre outros.

De maneira geral o uso de indutores de brotação tende a diminuir a frutificação efetiva e produção de frutos por planta pelo rápido desenvolvimento foliar competindo diretamente com o período de floração (HAWERROTH et al. 2010a). Infere-se que não houve diferença na produção de frutos por planta entre o tratamento controle e os demais tratamentos (com exceção

dos tratamentos Brotex[®] + OM, Erger[®] + Ca(NO₃)₂ e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃), durante o ciclo 2014/15, pela alta frutificação efetiva observada no tratamento controle. No entanto, não se dispensa o uso de indutores de brotação, pois, de acordo com PETRI et al. (2006), o uso de agentes indutores de brotação tem respostas diferenciadas ao longo dos anos e possui efeito cumulativo como relatado anteriormente. Alguns autores não notaram diferença na produção final pelo uso de indutores de brotação (BOTELHO et al., 2002 e PETRI et al., 2006), assim como observado nesse trabalho.

As plantas de clima temperado quando submetidas a temperaturas de inverno amenas têm seu metabolismo no transporte de açúcares das fontes para os drenos alterados. Gemas necrosadas, floração e frutificação menores ou irregulares são alguns dos entraves causados pela falta do fornecimento desses açúcares para as gemas limitando a produção final (CITADIN et al., 2009). Fatores como estes podem ter influenciado a resposta dos indutores nos anos estudados.

Observou-se que frutos provenientes das plantas que receberam o tratamento Erger[®] + Ca(NO₃)₂ obtiveram o maior valor para sólidos solúveis (13,36 °Brix), os tratamentos com Sincron[®] + Ca(NO₃)₂ e Erger[®] + OM tiveram valores superiores aos demais tratamentos. Nos frutos de plantas tratadas com Dormex[®] + OM, Sincron[®] + OM e Sincron[®] + Ca(NO₃)₂ observaram-se maiores valores para firmeza de polpa. Os demais tratamentos não diferiram entre si. Não houve diferença significativa para as variáveis de Iodo/Amido e para o calibre de frutos no ciclo 2014/15, tabela 9.

Tabela 9 – Sólidos solúveis (SS), firmeza de polpa, índice de iodo amido e calibres em frutos de macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015. Caçador-SC, 2018.

Tratamentos	SS (°Brix)	Firmeza de polpa (lb)	Iodo/ Amido	Calibre (% de frutos (g))		
				≤135	136-165	≥180
Controle	11.78 c	16.95 b	4.848 ^{*ns}	9.36 ^{*ns}	74.80 ^{*ns}	15.84 ^{*ns}
OM 3,5%	11.82 c	17.02 b	4.28	11.95	78.29	9.76
Break-Thru [®] 0,03% + OM 3,5%	12.00 c	17.46 b	4.80	5.06	62.80	32.14
Dormex [®] 0,7% + OM 3,5%	12.20 c	18.72 a	3.28	6.70	68.57	24.73
Syncron [®] 1,0% + OM 3,5%	12.12 c	18.77 a	3.80	3.78	39.38	56.84
Erger [®] 1,0% + OM 3,5%	12.66 b	17.70 b	4.32	4.96	72.11	22.93
Bluprins [®] 1,0% + OM 3,5%	11.58 c	17.01 b	4.08	2.39	67.42	30.20
Brotex [®] 1,0% + OM 3,5%	11.76 c	17.39 b	3.84	17.50	51.26	31.24
Syncron [®] 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	12.64 b	18.26 a	3.68	9.48	54.70	35.83
Erger [®] 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	13.36 a	16.74 b	5.24	6.98	73.01	20.01
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	12.10 c	16.63 b	5.16	9.54	60.73	29.73
CV (%)	1,53	2,52	12,00	64,96	23,53	51,64

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

O maior valor de SS observado no tratamento com Erger[®] + Ca(NO₃)₂ se deve ao fato de ter uma menor competição por fotoassimilados, pois ocorreu uma menor concorrência entre drenos, visto que esse tratamento corresponde ao tratamento em que se observou uma menor produção de frutos. Além disso, nas plantas submetidas a esse tratamento observou-se uma maior percentagem de brotações durante esse ciclo, contribuindo por uma maior produção de fotoassimilados.

Espera-se que com o uso de indutores de brotação as qualidades organolépticas e físicas dos frutos aumentem, devido a uma melhor produção de fotoassimilados promovido pelo melhor enfolhamento. No entanto nem sempre isso se verifica nos primeiros anos de estudos pois são muitos os fatores que influenciam na qualidade final de um fruto como por exemplo fatores climáticos e intensidade de doenças, pragas e inerentes a própria planta (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

No ciclo 2015/16 observou-se o maior teor de sólidos solúveis nos frutos provenientes do tratamento com Dormex[®] + OM, enquanto nos tratamentos controle, Syncron[®] + OM, Brotex[®] + OM e Erger[®] + Ca(NO₃)₂ observaram-se os menores valores para essa variável. Ao avaliar a textura de polpa foram observados valores superiores para os tratamentos com OM e Erger[®] + OM. O índice iodo-amido foi maior nos frutos provenientes de plantas tratadas com Break-Thru[®] + OM, Dormex[®] + OM, Syncron[®] + OM e Bluprins[®] + OM, enquanto os menores

valores foram observados em Erger[®] + OM e Erger[®] + Ca(NO₃)₂ diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 10).

Macieiras do grupo Gala são comercializadas com os teores de sólidos solúveis em torno de 11,2 e 12,4 °Brix (ARGENTA, 2006). Somente o tratamento de Erger[®] + Ca(NO₃)₂ observou-se valores superiores a esse no ciclo 2014/15 e o Dormex[®] + OM no ciclo 2015/16. Normalmente o maior enfolhamento e a menor frutificação efetiva favorece a ter maiores valores de sólidos solúveis, isto no entanto não foi observado nesse trabalho. O maior enfolhamento da planta induzido pela superação da dormência das gemas aumenta a produção de fotoassimilados através da maior área foliar principalmente próxima ao fruto e com a menor frutificação efetiva a competição entre frutos diminui, o que vêm a colaborar positivamente para melhorar os teores de sólidos solúveis do frutos (TAIZ, 2004; ARGENTA, 2006). Entretanto, consideram-se aceitáveis os teores observados nos dois ciclos avaliados.

Ao avaliar os calibres de frutos observou-se que os tratamentos Synchron[®] + Ca(NO₃)₂, Erger[®] + Ca(NO₃)₂ e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ proporcionaram valores inferiores de frutos com tamanho pequeno. Ao avaliar os calibres médios os tratamentos controle, OM, Break-Thru[®] e Erger[®] + OM se observou os menores valores diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Para o maior calibre não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 10).

A firmeza de polpa apresenta uma correlação negativa com o tamanho dos frutos e teor de nitrogênio nos frutos mas positiva para o teor de cálcio e exposição a luz solar (LITTLE; BARRAND, 1989). Marchi (2014) acredita que os indutores de brotação por antecipar a brotação podem estender o período de disponibilidade de cálcio para frutos aumentando sua concentração influenciando diretamente no aumento da firmeza de polpa, visto que esse nutriente é transportado ao fruto via xilema antes e durante a divisão celular. De acordo com Hawerroth et al., (2009), a antecipação do florescimento permite que o fruto tenha um melhor desenvolvimento, melhorando características físico químicas dos frutos, sem alterar a data de colheita. Assim pela antecipação desses estádios pode ocorrer uma maior exposição dos frutos à alguns nutrientes como o Ca que está diretamente ligado ao aumento de firmeza de polpa nos frutos. Segundo Argenta (2006), poucas são as informações em como as condições climáticas e os sistemas de cultivo interferem na firmeza de polpa. No presente estudo observou-se um comportamento bastante variável nos ciclos estudados, não sendo possível estabelecer uma relação entre firmeza de polpa, tamanho de fruto e antecipação de brotação. Segundo Fioravanzo et al. (2010) para as condições climáticas de Vacaria-RS para a cultivar Maxi Gala

a firmeza de polpa é de aproximadamente 18,24 lb, para os tratamentos onde se observou os maiores valores, nos dois ciclos, os valores foram similares aos desses autores.

Tabela 10 – Sólidos solúveis, firmeza de polpa, índice de iodo amido e calibres em frutos de macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/16. Caçador-SC, 2018.

Tratamentos	SS (°Brix)	Firmeza (lb)	Iodo/ Amido	Calibre (% de frutos (g))		
				≤135	136-165	≥180
Controle	11,76 d	17,06 c	3,92 b	33,59 a	59,71 b	6,69 ^{ns}
OM 3,5%	12,18 c	19,21 a	4,08 b	22,96 a	64,68 b	10,83
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	11,94 c	17,06 c	4,96 a	21,00 a	64,17 b	9,84
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	13,04 a	16,85 c	5,26 a	17,10 a	75,38 a	7,51
Synchron® 1,0% + OM 3,5%	11,72 d	16,83 c	4,82 a	20,83 a	72,90 a	6,27
Erger® 1,0% + OM 3,5%	11,98 c	18,91 a	3,20 c	23,36 a	60,92 b	15,72
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	12,12 c	16,64 c	5,30 a	15,16 a	70,70 a	13,62
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	11,46 d	16,55 c	4,34 b	17,42 a	72,48 a	10,10
Synchron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	12,36 b	18,00 b	3,68 c	2,76 b	79,44 a	17,8
Erger 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	11,74 d	16,69 c	4,46 b	7,46 b	86,04 a	6,5
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	12,38 b	17,57 c	4,34 b	9,47 b	82,40 a	8,13
CV (%)	2,12	2,96	12,39	28,44	6,34	33,32

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Não houve diferença significativa para a área da secção do tronco entre as plantas tratadas com os diferentes indutores no ciclo 2014/15. Ao avaliar a eficiência produtiva em kg por cm⁻² de área da secção do tronco da planta e a eficiência produtiva em número de frutos por cm² observou-se que os menores índices foram obtidos nas plantas tratadas com Dormex® + OM, Synchron® + OM e Synchron® + Ca(NO₃)₂. No ciclo 2016/17 observou-se que as plantas submetidas ao tratamento com Break-Thru® obtiveram os maiores valores para a ASTT. Os tratamentos OM, Dormex® + OM, Bluprins® + OM e Brotex® + OM tiveram os melhores índices para eficiência produtiva em kg cm⁻². Para número de frutos cm⁻² nas plantas submetidas aos tratamento controle, OM, Dormex® + OM, Bluprins® + OM, Brotex® + OM e Synchron® + Ca(NO₃)₂ observou-se os melhores índices comparado aos demais tratamentos, (Tabela 11).

Tabela 11 – Área da secção transversal do tronco (ASTT), Eficiência produtiva (EP (kg cm⁻²)) e eficiência produtiva número de frutos (EP NDF cm⁻²), na cultivar Maxi Gala tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/15 e 2016/17. Caçador-SC, 2018.

Tratamentos	Gala 2014/15			Gala 2016/17		
	ASTT (cm ²)	E. P. (Kg.cm ⁻²)	E. P. (NDF.cm ⁻²)	ASTT (cm ²)	E. P. (Kg.cm ⁻²)	E. P. (NDF.cm ⁻²)
Controle	19,99*ns	0,68 a	5,71 a	28,97 b	0,17 b	1,19 a
OM 3,5%	14,79	0,77 a	6,78 a	21,66 c	0,24 a	1,47 a
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	22,92	0,71 a	5,58 a	39,95 a	0,025 d	0,17 c
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	16,66	0,26 b	2,14 b	18,28 c	0,21 a	1,45 a
Syncron® 1,0% + OM 3,5%	18,02	0,19 b	1,27 b	23,85 c	0,13 c	0,77 b
Erger® 1,0% + OM 3,5%	18,55	0,58 a	4,73 a	29,01 b	0,13 c	1,04 b
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	16,55	0,87 a	6,78 a	27,63 b	0,20 a	1,19 a
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	14,2	0,90 a	7,75 a	26,11 b	0,22 a	1,63 a
Syncron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	14,55	0,26 b	2,06 b	19,00 c	0,18 b	1,28 a
Erger 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	15,64	0,57 a	4,70 a	29,55 b	0,03 d	0,22 c
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	18,55	0,63 a	4,76 a	22,57 c	0,028 d	0,20 c
CV (%)	13,92	17,47	15,4	10,53	13,45	7,53

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

De acordo com Fioravanço et al. (2010), a eficiência produtiva para a cultivar Maxi Gala nas condições do Sul do Brasil é em média de 0,64 kg cm². Neste trabalho os tratamentos controle, OM, Break-Thru® + OM, Bluprins® + OM, Brotex® + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ apresentaram níveis aceitáveis para essa variável para o ciclo de 2014/15, no entanto para o ciclo 2016/17 todos tratamentos foram insatisfatórios para esse fator.

O uso de indutores de brotação promovem maior desenvolvimento da parte aérea, aumentando o número e tamanho das folhas e o potencial produtivo, e por conseguinte a eficiência produtiva da planta, pela maior produção de fotoassimilados e inibição do vigor excessivo. Nesse estudo não se observou relação entre o maior percentual de brotação, com a maior produção nem com a eficiência produtiva durante o ciclo de 2014/15 e 2016/17. Isso porque, há outros fatores capazes de interferir na eficiência produtiva como a fixação de frutos, incidência de doenças entre outros como citado anteriormente.

Além disso, observou-se que no primeiro ano de aplicação não ocorreu diferença entre os tratamentos para a ASTT (porque a produção por planta foi semelhante entre os tratamentos) e no terceiro ano de aplicação essa variável apresentou diferenças evidentes entre os tratamentos. Acredita-se que ao conduzir esse experimento por mais ciclos, maiores serão essas diferenças de ASTT pelo efeito cumulativo de brotação de gemas. A eficiência produtiva calculada através da ASTT é o procedimento comumente utilizado entre a comunidade científica, no entanto de acordo com Autio et al. (1996) essa metodologia pode se tornar

insuficiente caso não seja considerada a idade da planta bem como as práticas de poda adotadas. Assim, é preciso também utilizar outras formas de avaliação da eficiência produtiva, tais como a relação com o volume da copa, à área foliar ou à fração de luz interceptada (REGINATO et al., 2007). Entretanto, neste experimento, não se pode dizer que o problema foi a metodologia, e sim a baixa produtividade obtida nas safras em estudo.

Não houve diferença significativa para o número de brindilas formadas e crescimento apical no ciclo 2014/15 para a cultivar Maxi Gala, no entanto as plantas tratadas com Dormex[®] + OM, Erger[®] + OM e Erger[®] + Ca(NO₃)₂ tiveram o maior número de esporões formado. No ciclo 2016/17 não se observou diferença entre os tratamentos para o número de brindilas formadas. As menores quantidades de esporões formados foram observados nos tratamentos controle, Synchron[®] + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃. Observou-se que as plantas tratadas com os tratamentos OM e Erger[®] + OM apresentaram os maiores valores para o crescimento apical (Tabela 12).

A formação de novas estruturas de frutificação é essencial para manutenção de uma produção rentável. Assim, indutores de brotação eficientes podem garantir a formação de brindilas e esporões, bem como evitar crescimento apical exagerado. Nos tratamentos que proporcionaram às plantas o maior número de esporões formados também observou-se a maior porcentagem de gemas axilares brotadas no ciclo 2014/15, essa mesma relação não foi observada no ciclo 2016/17, provavelmente em função de problemas fitossanitários causados pela mancha da Glomerella no ciclo anterior que interferiram na formação de esporões pela falta de reservas. Salienta-se que as estruturas reprodutivas denominadas de esporão, mantém uma constância produtiva ao longo dos anos.

Tabela 12 – Número de brindilas formadas no ano, número de esporões e crescimento do ramo apical em macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com diferentes indutores de brotação, no ciclo 2014/2015 e 2016/17. Caçador-SC, 2018.

Tratamentos	2014/15			2016/17		
	Nº de brindilas	Nº de esporões	Cresc. Apical (cm)	Nº de brindilas	Nº de esporões	Cresc. Apical (cm)
Controle	0,56 ^{*ns}	1,04 b	10,36 ^{*ns}	0,88 ^{*ns}	1,04 b	7,24 b
OM 3,5%	0,80	1,68 b	8,60	0,36	2,28 a	16,06 a
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	0,72	1,20 b	7,56	0,40	2,04 a	8,44 b
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	0,40	2,80 a	18,44	0,80	1,52 a	7,80 b
Synchron® 1,0% + OM 3,5%	0,44	1,04 b	17,44	0,68	1,04 b	9,14 b
Erger® 1,0% + OM 3,5%	0,48	3,16 a	9,00	0,44	1,92 a	15,52 a
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	0,92	0,96 b	10,28	0,56	1,60 a	7,54 b
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	0,60	1,60 b	7,08	0,64	1,68 a	6,64 b
Synchron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	0,44	1,72 b	8,80	0,52	2,96 a	7,40 b
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	0,28	3,68 a	8,64	0,44	1,80 a	6,44 b
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	0,40	1,88 b	6,56	0,88	0,96 b	8,04 b
CV (%)	13,49	15,56	35,29	10,86	16,51	26,81

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

3.5 CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado, é possível concluir que:

Os tratamentos compostos por Erger® + OM, Erger® + Ca(NO₃)₂ e Synchron® + Ca(NO₃)₂ podem ser utilizados como alternativa ao Dormex® + OM.

Os tratamentos OM, Break-Thru® + OM, Bluprins® + OM, Brotex® + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ são promissores como indutores de brotação, mas necessitam um melhor ajuste de dose.

O tratamento com Synchron® + OM não é indicado como indutor de brotação nessa concentração estudada, necessitando de novos estudos com concentração e momento de aplicação.

4 ALTERNATIVAS AO USO DA CIANAMIDA HIDROGENADA NA INDUÇÃO DA BROTAÇÃO EM MACIEIRAS FUJI SUPREMA.

4.1 RESUMO

O uso de cianamida hidrogenada (CH) juntamente com o óleo mineral (OM) é uma prática comum para a produção de macieiras, em condições de insuficiência hiberna. No entanto essa molécula é considerada altamente tóxica e considerando a maior procura por alimentos saudáveis e com menores riscos à saúde humana e ao meio ambiente, está tendo seu uso restrito em alguns países. O objetivo do trabalho foi comparar novos indutores de brotação, alternativos à cianamida hidrogenada em macieiras 'Fuji Suprema'. Os experimentos foram conduzidos durante os ciclos agrícolas de 2014/15, 2015/16 e 2016/17, em um pomar da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) - Estação Experimental de Caçador-SC. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 11 tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: 1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru[®] 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex[®] 0,7% + OM 3,5%; 5 - Sincron[®] 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger[®] 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins[®] 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex[®] 1,0 + OM 3,5%; 9 - Sincron[®] 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger[®] 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - OM 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%. Foram avaliadas a fenologia, porcentagem de brotações, produção e qualidade de frutos, eficiência produtiva, formação de novas estruturas reprodutivas e crescimento apical. Os tratamentos compostos por OM, Break-Thru[®] + OM, Brotex[®] + OM, Sincron[®] + Ca(NO₃)₂ e Erger[®] + Ca(NO₃)₂ são promissores como indutores de brotação. Nas dosagens testadas o Erger[®] + OM nas condições estudadas, não foi efetivo como alternativa ao tratamento padrão para a cultivar Fuji.

4.2 INTRODUÇÃO

A produção de maçãs no Brasil é de aproximadamente 2% da produção mundial. Apesar de aparentemente esse valor ser baixo, classifica o país entre os 20 maiores produtores. Tonando possível o abastecimento interno e a exportação do excedente (FAOSTAT, 2018). Fatores como o uso de cultivares mais adaptadas e técnicas de manejo apropriadas foram essenciais para que o país atingisse essa posição.

Fruteiras de clima temperado durante o seu ciclo, passam por um período de repouso hiberna necessitando satisfazer suas exigências em horas de frio para retornarem o seu desenvolvimento (EREZ, 2000). A exploração dessas fruteiras em regiões mais quentes tem se tornado cada vez mais frequente (DENNIS JUNIOR, 2003). E somado a esse fato o planeta está passando por mudanças climáticas com o incremento de temperatura (ANDRADE et al., 2012; JANGRA; SHARMA, 2013). Assim, as regiões produtoras com condições climáticas diferentes das tradicionalmente de cultivo necessitam de implementação de novas técnicas de manejo.

A superação de dormência com produtos químicos é uma prática comumente utilizada no sistema de produção de macieiras e é de grande relevância (como forma de suprir as horas de frio não satisfeitas), possibilitando o cultivo rentável dessa fruteira no Brasil. Apesar de já terem sido usados vários produtos para este fim (PETRI et al., 2006), por um longo período apenas a cianamida hidrogenada era aceita comercialmente (MANN et al., 1994). No entanto essa molécula é classificada como altamente tóxica (AGROFIT, 2018e) e representa um alto custo de aplicação (HAWERROTH et al., 2010b) somando a esses entraves, o seu uso tem sido restrito e proibido em diferentes países (SETTIMI et al., 2005; İMRAK et al., 2016).

As principais características desejáveis em substâncias indutoras de brotação são possuir grande eficiência na indução da brotação, baixo custo de utilização e mínima toxicidade às plantas e ao ambiente (EREZ, 2000). Assim, estudos com novas alternativas de indutores de brotação vem sendo conduzidos, a saber: Erger[®] + Ca(NO₃)₂ (HAWERROTH et al., 2010a; İMRAK et al., 2016), TDZ + OM (MARTIN et al., 2017), brassinoesteróides (HILGENBERG; AYUB, 2014), Stimulate[®] (BOTELHO, 2008), OM sozinho ou em combinação com o Dintro-ortho-cresol (EL-YAZAL; RADY, 2018a).

Também na busca de alternativas novos produtos foram lançados no mercado, como o Synchron[®], Sibério[®], Brotex[®], Acordex[®] e Bluprins[®]. No entanto, sabendo que a CH é considerada altamente eficiente, porém altamente tóxica e que são poucos os trabalhos que mostram como esses novos produtos se comportam em relação a essa molécula. Principalmente esses produtos que são bioestimulantes. O objetivo do trabalho foi comparar novos indutores de brotação, alternativos à cianamida hidrogenada em macieiras ‘Fuji Suprema’.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em pomar experimental da EPAGRI/ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina na Estação Experimental de Caçador-SC, latitude 26°46’ S, longitude 51°01’ W e altitude de 960m, durante os ciclos agrícolas 2014/2015; 2015/2016 e 2016/2017. As horas e unidades de frio acumuladas durante estes ciclos estão descritas no anexo A.

Para realização do trabalho foram utilizadas macieiras ‘Fuji Suprema’, enxertadas sobre o porta-enxerto M9, o pomar foi implantado no ano de 2006, conduzidas no sistema de líder central (2.500 plantas ha⁻¹). As plantas foram manejadas de acordo com recomendações do sistema de produção da macieira (EPAGRI, 2006).

O experimento foi composto pelos tratamentos descritos a seguir:

- T1 - Controle (sem aplicação de produtos);
- T2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%;
- T3 - Break-Thru[®] 0,03% + OM 3,5%;
- T4 - Dormex[®] 0,7% + OM 3,5%;
- T5 - Sincron[®] 1,0% + OM 3,5%;
- T6 - Erger[®] 1,0% + OM 3,5%;
- T7 - Bluprins[®] 1,0% + OM 3,5%;
- T8 - Brotex[®] 1,0 % + OM 3,5%;
- T9 - Sincron[®] 2% + nitrato de cálcio 3,0%;
- T10 - Erger[®] 3,0% + nitrato de cálcio 3,0%;
- T11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

Os produtos foram aplicados utilizando-se um pulverizador costal motorizado (20L) com ponteira contendo três bicos D-S tipo leque, utilizando-se um volume de calda equivalente a 1000 L ha⁻¹. As datas de aplicação foram 08/09/2014; 25/08/2015 e 26/08/2016. A fonte de óleo mineral utilizada foi o produto Assist[®]. A fonte de nitrato de cálcio utilizada foi a calcinite que é um produto composto por 15,5% de N e 19% de Ca.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com uma planta por repetição e cinco repetições deixando uma planta de bordadura.

As variáveis analisadas foram:

- a) fenologia:** avaliou-se a fenologia através da ocorrência dos estádios C, D2, F, F2 e G. Considerou-se o início da floração quando as plantas apresentavam 5% das flores abertas, plena floração quando aproximadamente 80% das flores estavam abertas e final da floração quando as plantas estavam com todas flores abertas;
- b) percentagem de gemas axilares brotadas:** Foram marcadas cinco brindilas de um ano e efetuou-se a contagem do número de gemas axilares de cada uma das brindilas aos 30, 45 e 60 dias após a aplicação dos indutores de brotação (com exceção do ciclo 2016/17, onde ocorreu avaliação aos 30 e 60 dias). Para estimar a porcentagem de gemas brotadas realizou-se a contagem do número de gemas brotadas em relação ao número total de gemas;
- c) percentagem de gemas terminais brotadas:** Selecionou-se uma ramificação lateral, em condições representativas da planta, e efetuou-se a contagem do número gemas terminais (gemas apicais de brindilas) aos 30, 45 e 60 dias após a aplicação dos indutores de brotação (no último ciclo avaliou aos 30 e 60 dias as gemas terminais totais (gemas de esporão mais gemas terminais)). Para estimar a

porcentagem de gemas brotadas realizou-se a contagem do número de gemas brotadas em relação ao número total de gemas;

- d) porcentagem de esporões brotados:** Selecionou-se uma ramificação lateral, em condições representativas da planta, e efetuou-se a contagem do número de esporões aos 30, 45 e 60 dias após a aplicação dos indutores de brotação (com exceção do ciclo 2016/17). Para estimar a porcentagem de gemas brotadas realizou a contagem do número de gemas brotadas em relação ao número total de gemas;
- e) frutificação efetiva:** Em uma ramificação lateral, contou-se o número de frutos fixados em relação ao número de inflorescências durante a plena floração, expresso em porcentagem ($[\text{número de frutos/número de inflorescência}] \times 100$);
- f) produção por planta (kg planta^{-1}):** Quando os frutos estavam no ponto de colheita, foram retirados todos os frutos da planta e pesados em uma balança de precisão $\pm 0,01$ kg;
- g) número de frutos por planta:** Realizou-se a contagem do número de frutos produzidos por planta;
- h) massa média de frutos (g):** A massa fresca média de frutos (g) foi obtida pela divisão da massa total de frutos (kg planta^{-1}) colhidos por planta pelo número de frutos e expressa em gramas;

Os atributos físico-químicos foram avaliados em uma amostra homogênea de 20 frutos, em que foram realizadas as seguintes análises laboratoriais nos ciclos 2014/15 e 2015/16:

- i) sólidos solúveis - SS ($^{\circ}\text{Brix}$):** O conteúdo de sólidos solúveis (SS) foi determinado com o uso de refratômetro digital em $^{\circ}\text{Brix}$;
- j) firmeza de polpa (lb):** Foi quantificada na porção equatorial dos frutos, utilizando penetrômetro eletrônico com ponteira de 11 mm (Güss), e o resultado expresso em Lib Pol^{-2} ;
- k) índice de maturação Iodo-Amido:** Em uma fatia da região equatorial dos frutos, aplicou-se a solução de iodeto de potássio, utilizando uma escala de 1 a 9, onde 1 e 9 representam a mínima e a máxima degradação de amido, respectivamente, realizou-se a análise visual;
- l) calibre:** O calibre foi avaliado em todos os frutos produzidos na planta, separando em três classes de calibre 1- $\leq 135 (\geq 141\text{g})$; 2- entre 136-165 (105 a 141g); e 3- $\geq 180 (\leq 104\text{g})$;
- m) área de secção transversal do tronco (ASTT):** Realizou-se a medida de diâmetro do tronco 15 cm acima do ponto de enxertia com auxílio de um paquímetro digital

(quando as plantas estavam em período de dormência). No ciclo 2015/16 não foi realizada essa avaliação;

Avaliações realizadas no período de dormência:

- n) eficiência produtiva:** foi calculada através da relação kg planta^{-1} por área da secção transversal do tronco (cm^2), sendo expressa em kg cm^{-2} e em número de frutos NDF cm^{-2} . No ciclo 2015/16 não foi realizada essa avaliação;
- o) número de brindilas formadas:** Número de brindilas formadas a partir da brotação das gemas apicais e axilares nas cinco brindilas avaliadas no início do ciclo. No ciclo 2015/16 não foi realizada essa avaliação;
- p) número de esporões formados:** Número de esporões formados nas cinco brindilas, a partir das brotações das gemas axilares, avaliadas no início do ciclo. No ciclo 2015/16 não foi realizada essa avaliação;
- q) crescimento apical (cm):** O crescimento apical foi avaliado a partir do desenvolvimento da gema apical, de brindilas previamente selecionadas para avaliação das gemas axilares brotadas. No ciclo 2015/16 não foi realizada essa avaliação;

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram executadas pelo programa Sisvar, versão 5.3 (FERREIRA, 1999-2010).

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

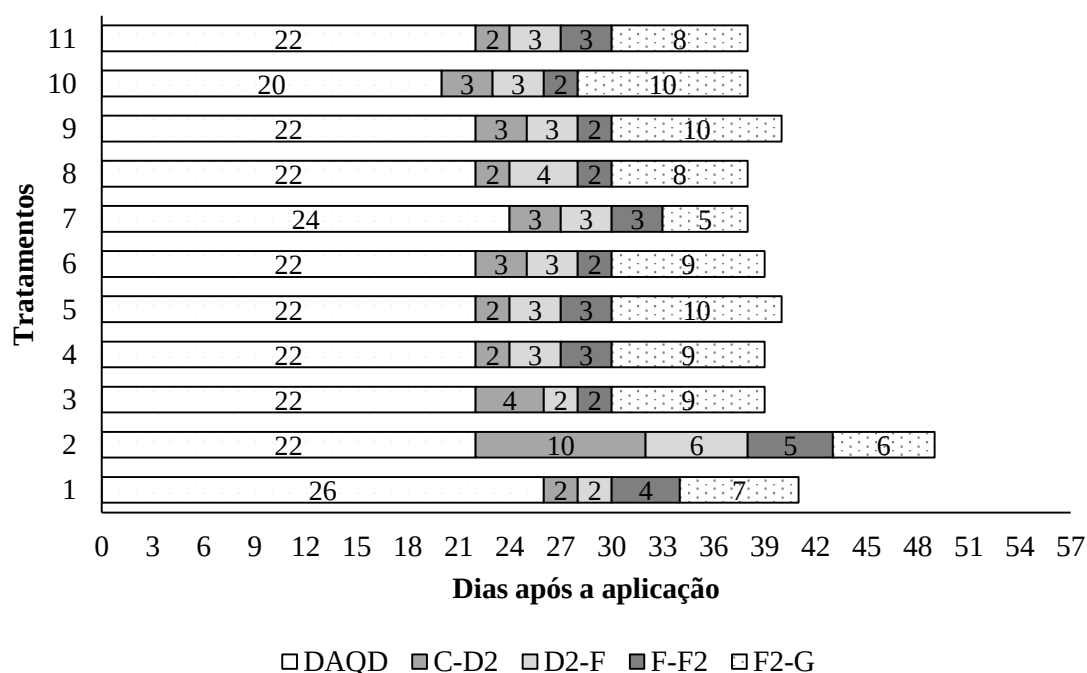
No ciclo 2014/15 todos os tratamentos anteciparam o estágio C em relação ao tratamento controle. O tratamento Erger[®] + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ antecipou esse estágio em relação aos demais tratamentos, as plantas tratadas com Bluprins[®] + OM retardaram o estágio C comparado aos demais tratamentos. As plantas que receberam o tratamento somente com OM apresentaram o maior período entre o estágio C e final da floração. O menor período entre o início e final da floração foi observado nas plantas que receberam o tratamento com Bluprins[®] + OM (8 dias). Nos demais tratamentos esse período variou entre 11 a 13 dias. O maior período entre os estádios fenológicos foi nas plantas submetidas ao tratamento com OM (Figura 11).

Para a cultivar Fuji Suprema a necessidade em horas de frio está entre 700 a 800 HF, nesse ciclo foi acumulado apenas 586 HF, justificando o uso e importância dos indutores de brotação para promover o melhor enfolhamento e formar novas estruturas reprodutivas. Observou-se que as plantas responderam positivamente ao uso de indutores de brotação pela

antecipação do estágio C. Ao antecipar esse estágio maior será o período de desenvolvimento dos frutos melhorando, por conseguinte, seu tamanho. Alguns autores citam que o uso de indutores, além de antecipar o início da brotação, também colabora na maior uniformidade da mesma acarretando em padronização dos estádios fenológicos. De acordo com Cardoso et al. (2015), a cultivar Fuji Suprema apresenta grande variabilidade quanto aos estádios fenológicos de acordo com as condições meteorológicas de cada ano. Estes autores citam ainda que as variações da temperatura do ar são as que tem maior influência sobre essas fenofases.

O mês de outubro período no qual as plantas estavam iniciando seu ciclo vegetativo e reprodutivo, foi caracterizado por apresentar uma baixa umidade relativa comparado aos demais ciclos estudados (anexo B e C). Outro fator que afetou o desenvolvimento inicial foi a menor precipitação registrada. Sabe-se que esse período exige uma grande demanda hídrica para funções vitais como formação de folhas e flores.

Figura 11 – Duração dos estádios fenológicos após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Fuji Suprema’, durante o ciclo agrícola 2014/15. Caçador-SC 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

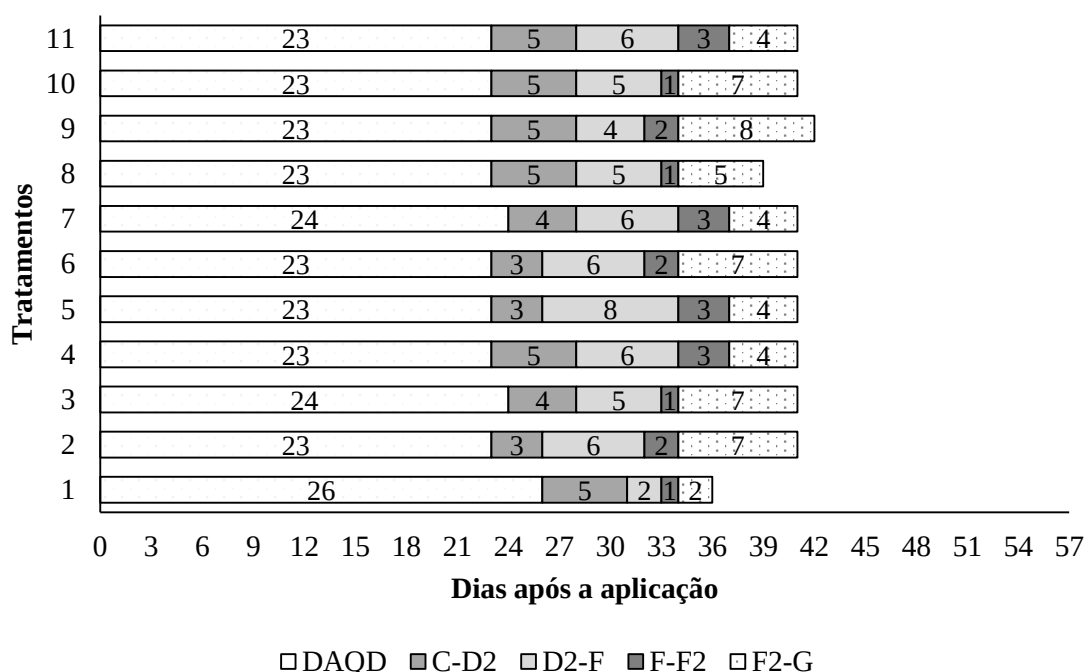
1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex® 0,7% + OM 3,5%; 5 - Synchron® 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger® 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins® 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex® 1,0% + OM 3,5%; 9 - Synchron® 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger® 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

(DAQD) dias após a quebra de dormência; (C) ponta verde; (C3-D) 1,3 cm verde; (D2) 1,3cm verde com folhas; (F) início da floração; (F2) plena floração e (G) final da floração.

No ciclo 2015/16 observou-se a antecipação do estágio C com o uso dos indutores de brotação, assim como no ciclo anterior. No tratamento controle observou plantas com um

período altamente concentrado em relação aos demais tratamentos. O maior período entre o início e final da floração (10 dias) foi observado em plantas submetidas ao tratamento Synchron® + Ca(NO₃)₂. Nos demais tratamentos esse período variou entre 7 a 9 dias (Figura 12). O período de florescimento foi menor comparado ao ciclo anterior, esse mesmo comportamento foi observado na cultivar Gala, conforme relatado no capítulo anterior. Em regiões onde as exigências térmicas não satisfazem a necessidade da cultura ocorre alterações no ciclo da planta retardando a entrada e saída do período de dormência (Cardoso, 2011).

Figura 12 – Duração dos estádios fenológicos após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Fuji Suprema’, durante o ciclo agrícola 2015/16. Caçador-SC 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex® 0,7% + OM 3,5%; 5 - Synchron® 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger® 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins® 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex® 1,0% + OM 3,5%; 9 - Synchron® 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger® 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

(DAQD) dias após a quebra de dormência; (C) ponta verde; (C3-D) 1,3 cm verde; (D2) 1,3cm verde com folhas; (F) início da floração; (F2) plena floração e (G) final da floração.

Neste ciclo observou-se que o acúmulo em horas de frio foi de 236 HF, extremamente baixo para a necessidade da cultivar (700 a 800 HF). O estágio C antecipou em aproximadamente duas semanas comparado ao ciclo anterior. Possivelmente isso ocorreu por ter iniciado o acúmulo de Graus dias que a cultura requer e após o acúmulo de HF. Fatores estes que colaboraram para a antecipação da brotação. O mês de setembro que corresponde ao período no qual as plantas reiniciavam um novo ciclo apresentou temperaturas mínimas

negativas com baixa precipitação no mês de agosto, com essas diferenças de temperatura o retorno ao ciclo pode ter sido prejudicado. Sabe-se que a precipitação auxilia na remoção de substâncias inibidoras da brotação em gemas assim como participa ativamente no final da dormência no processo de formação da gema inchada. Acredita-se que com a menor precipitação esses processos foram afetados. De acordo com Cardoso (2011), processos fisiológicos da macieira aceleram quando ao final da dormência as temperaturas e umidade se elevam. No entanto, nesse ciclo observou-se que após a aplicação dos indutores de brotação as temperaturas se elevaram, mas em seguida por dois dias foram registradas temperaturas negativas.

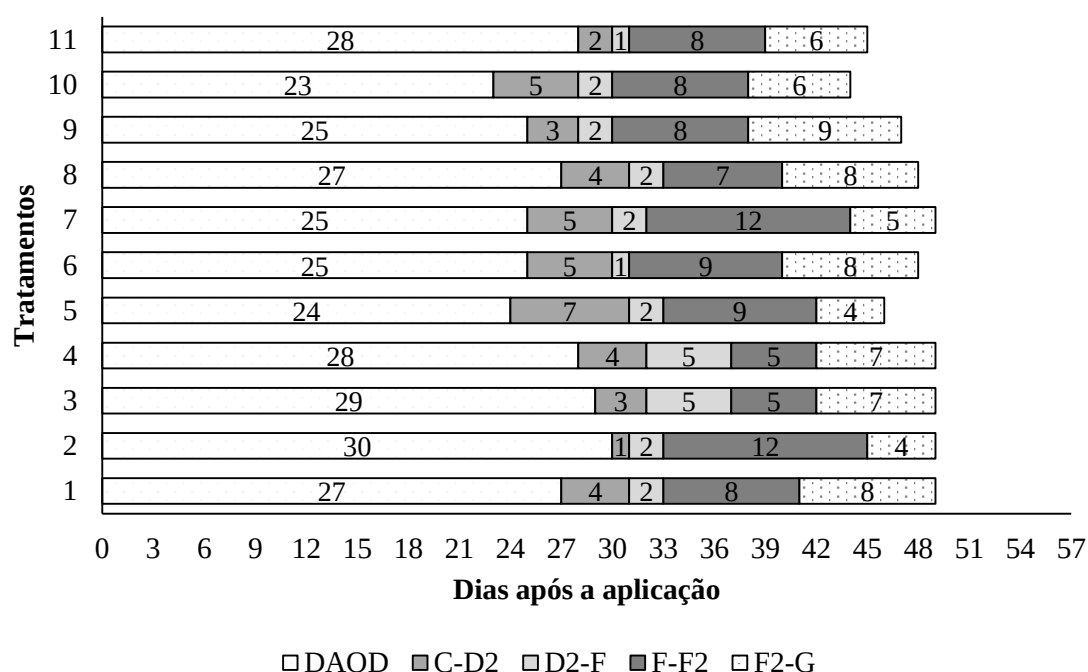
No ciclo 2016/17 observou-se que os tratamentos Erger[®] + Ca(NO₃)₂ e Sincron[®] + OM anteciparam o estágio C em relação ao tratamento controle. Já os tratamentos OM e Break-Thru[®] + OM retardaram esse período em relação ao tratamento controle. O maior período entre o início e final da floração foi observado nas plantas do tratamento Bluprins[®] + OM (22 dias) já os tratamentos Break-Thru[®] + OM e Dormex[®] + OM concentraram esse período para 12 dias (Figura 13). Períodos longos no florescimento dificultam práticas culturais como já relatado anteriormente, no entanto apesar de a redução desse período ser desejável pelo uso dos indutores de brotação, salienta-se que pode acarretar em baixa frutificação efetiva devido às condições climáticas adversas bem como não coincidência de floradas entre as cultivares polinizadoras como relatado por alguns autores (HAWERROTH et al., 2010b; MARTIN et al., 2017).

O período de florescimento é de grande importância para a cultura, em condições climáticas ideais, coincidência de florada entre polinizadoras e bons polinizadores garante maior frutificação efetiva. Devido ao alto grau de incompatibilidade, a cultura necessita de polinização cruzada (CAMILO; DENARDI, 2006). Em pomares comerciais as plantas de Fuji são plantadas intercaladas com Gala e com cultivares silvestres de macieiras (com maior densidade de florada) como polinizadoras compatíveis. Observou-se que ocorreu pouca coincidência de florada com a cultivar Maxi Gala (estudada no capítulo anterior).

Neste ciclo observou-se que o mês de setembro teve uma menor precipitação quando comparado aos demais ciclos estudados. Foram acumuladas 700 HF, sendo que a necessidade da cultivar está entre 700 a 800 HF. No entanto visto que nos anos anteriores foram acumulados valores inferiores a esse, somado ao fato da menor precipitação do início do ciclo. Atribui-se a esses fatores a pouca diferença observada entre os estádios fenológicos nos diferentes tratamentos estudados. Com as menores HF acumuladas nos ciclos anteriores menores foram as porcentagens de brotação interferindo diretamente na quantidade de reservas disponíveis

para o próximo ciclo, além da baixa precipitação que interfere diretamente no processo de inchamento das gemas bem como na eliminação de algumas substâncias envolvidas no final do processo da dormência. Cardoso et al., (2015), mostram em seus trabalhos que os pomares que recebem o uso de tratamento para superação de dormência o acúmulo de frio não é o mais indicado para estimar o início da brotação. No entanto essas fases podem ser estimadas a partir dos graus-dias acumulado. Ao longo dos ciclos estudados para a cv. Fuji Suprema observou-se que as condições climáticas do ciclo influenciam diretamente na fenologia das plantas e a duração desses períodos. Além de interferirem nos ciclos posteriores.

Figura 13 – Duração dos estádios fenológicos após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Fuji Suprema’, durante o ciclo agrícola 2016/17. Caçador-SC 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex® 0,7% + OM 3,5%; 5 - Sincron® 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger® 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins® 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex® 1,0 % + OM 3,5%; 9 - Sincron® 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger® 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

(DAQD) dias após a quebra de dormência; (C) ponta verde; (C3-D) 1,3 cm verde; (D2) 1,3cm verde com folhas; (F) início da floração; (F2) plena floração e (G) final da floração.

Trabalhos conduzidos no Egito verificaram que a aplicação de OM em macieiras Astrachan anteciparam o início do florescimento e reduziram esse período (EL-YAZAL et al., 2018a; EL-YAZAL et al., 2018b). Esses mesmos autores em outro trabalho com a cv. Anna encontraram resultados similares com o uso do OM. Assim como Hawerth et al. (2009), observaram que o uso do OM antecipou o início do florescimento nas cvs. Fuji e Gala

destacando que a antecipação desse período permite que os frutos tenham um maior desenvolvimento, melhorando características físico químicas dos frutos, no entanto, isso não reflete em colheitas antecipadas, sendo utilizado a superação da dormência antecipada para este fim. No presente trabalho com a cv. Fuji Suprema observou-se que em um ciclo esse tratamento antecipou em apenas um dia o início do florescimento, resultado esses que diferem devido as características intrínsecas de cada cultivar.

Alguns trabalhos conduzidos por Pasa et al., (2018), evidenciaram que o efeito dos indutores de brotação, solução nutritiva contendo nitrogênio solúvel e cálcio, combinado com nitrato de cálcio ou óleo mineral, em diferentes concentrações e cianamida hidrogenada combinada com óleo mineral (em macieiras ‘Fuji Suprema’ cultivadas em São Joaquim (região de melhor acúmulo de HF no Brasil)), não mostraram grandes redução no período de florescimento com o uso desses indutores.

Trabalhos realizados por Hawerroth et al. (2010a) utilizando Erger® em diferentes cvs. de macieiras, mostraram que comparado ao tratamento controle, esse produto também reduziu o período para o início do florescimento. Resultados que corroboram com os encontrados no presente trabalho. Trabalhos conduzidos em diferentes locais, espécies e cultivares mostram que o uso de indutores de brotação proporciona a redução para o início do florescimento (EL-YAZAL et al., 2012; PETRI et al., 2012; RADY; EL - YAZAL, 2014; EL-YAZAL et al., 2014; PETRI et al., 2016; EL-YAZAL et al., 2018a; EL-YAZAL et al., 2018b). No entanto, devido as mudanças climáticas que estão acarretando no incremento de temperatura, a fenologia das culturas tem sido alterada. Principalmente das fruteiras de clima temperado quando cultivadas em regiões tropicais e subtropicais. Assim, acredita-se que a resposta dos indutores de brotações tende a apresentar menores diferenças no período do florescimento nas cultivares tradicionais Gala e Fuji, necessitando de novas cultivares mais adaptadas a essas regiões.

No ciclo 2014/15, todos os tratamentos diferiram estatisticamente do tratamento controle e não diferiram entre si independente da data de avaliação para a porcentagem de brotação em gemas axilares. O mesmo resultado foi observado para a porcentagem de gemas terminais brotadas aos 30 e 45 dias. Nos 60 DAA foi observado que os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, Tabela 13.

O tratamento controle teve apenas 2,97% de suas gemas axilares brotadas enquanto os demais tratamentos variaram entre 41,23 a 67,67%. Mostrando assim a importância e necessidade do uso de indutores de brotação, assim como relatado por outros autores (PETRI, 1988; ARAUJO et al., 1991; NORTH, 1993; MARTIN et al., 2017). Sabe-se que a cultivar Fuji se caracteriza por formar poucos esporões e ter um alto crescimento vegetativo, refletindo

diretamente na formação de brindilas vigorosas. De acordo com Petri et al. (2006) ramos vigorosos apresentam maiores necessidade em HF comparados a ramos curtos e além disso em uma brindila as gemas axilares da metade inferior brotam com mais facilidade que as gemas axilares da metade superior (HERTER et al., 2001) e somado a forte dominância apical que as gemas terminais exercem sobre as axilares explicam a baixa porcentagem de gemas axilares brotadas e a falta de diferença entre as gemas terminais aos 60 DAA, observadas neste ciclo. Somando-se com o acúmulo de horas de frio inferior a necessidade da cultura.

Tabela 13 - Brotação de gemas axilares e terminais em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015. Caçador-SC, 2018.

TRATAMENTOS	Brotação de gemas (%)					
	Axilares			Terminais		
	30 DAA	45 DAA	60 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Controle	0,73 b	0,73 b	2,97 b	31,47 b	73,39 b	100,00 ^{*ns}
OM 3,5%	34,39 a	61,98 a	67,67 a	95,00 a	100,00 a	100,00
Break-Thru [®] 0,03% + OM 3,5%	39,60 a	48,50 a	52,76 a	95,96 a	97,21 a	97,21
Dormex [®] 0,7% + OM 3,5%	34,50 a	56,69 a	61,67 a	73,78 a	92,00 a	92,00
Syncron [®] 1,0% + OM 3,5%	37,64 a	53,57 a	55,21 a	94,83 a	98,46 a	98,46
Erger [®] 1,0% + OM 3,5%	38,99 a	50,89 a	56,88 a	100,00 a	100,00 a	100,00
Bluprins [®] 1,0% + OM 3,5%	41,84 a	50,76 a	53,39 a	90,96 a	96,67 a	100,00
Brotex [®] 1,0% + OM 3,5%	30,67 a	40,06 a	41,23 a	86,67 a	93,33 a	96,67
Syncron [®] 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	25,88 a	39,42 a	42,12 a	94,67 a	100,00 a	100,00
Erger [®] 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	40,19 a	48,46 a	51,35 a	80,00 a	100,00 a	100,00
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	40,04 a	45,92 a	49,25 a	93,50 a	100,00 a	100,00
CV (%)	24,36	15,27	16,76	26,46	11,26	7,73

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05); DAA – dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Durante o ciclo 2015/16 observou-se que aos 30 DAA todos tratamentos diferiram estatisticamente e foram superiores ao tratamento controle, no entanto, os tratamentos com Dormex[®], Syncron[®] e Brotex[®] em associação com o OM e o Erger[®] e OM + NH₄NO₃ associados com Ca(NO₃)₂ foram superiores as demais tratamentos. Aos 45 DAA observou-se que os tratamentos com Dormex[®] e Brotex[®] em associação com OM foram superiores aos demais tratamentos e todos os tratamentos com indutores de brotação foram superiores ao tratamento controle. Nos 60 DAA observou-se que os tratamentos com Dormex[®], Syncron[®], Bluprins[®] e Brotex[®] em associação com o OM e o Erger[®] e OM + NH₄NO₃ associados com Ca(NO₃)₂, foram superiores aos demais tratamentos. Na avaliação de porcentagem de gemas terminais, independente da data de avaliação, todos tratamentos foram superiores e diferiram estatisticamente do tratamento controle (Tabela 14).

Tabela 14 - Brotação de gemas axilares e terminais em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/2016. Caçador-SC, 2018.

TRATAMENTOS	Brotação de gemas (%)					
	Axilares			Terminais		
	30 DAA	45 DAA	60 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Controle	0,00 c	1,72 d	1,72 c	76,49 b	93,61 b	96,11 b
OM 3,5%	25,14 b	28,10 c	28,10 b	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	21,27 b	24,82 c	24,82 b	97,50 a	100,00 a	100,00 a
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	48,94 a	52,64 a	54,46 a	85,71 a	100,00 a	100,00 a
Syncron® 1,0% + OM 3,5%	34,88 a	40,90 b	43,35 a	96,66 a	100,00 a	100,00 a
Erger® 1,0% + OM 3,5%	25,55 b	30,51 c	32,13 b	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	24,26 b	39,07 b	40,20 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	41,08 a	49,90 a	50,84 a	97,78 a	100,00 a	100,00 a
Syncron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	18,85 b	25,11 c	26,22 b	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	37,94 a	42,66 b	44,35 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	40,94 a	44,41 b	45,37 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
CV (%)	37,20	13,15	15,47	7,24	5,04	3,36

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo ($p > 0,05$); DAA – dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Todos os tratamentos induziram menores percentagens de brotações comparado ao ciclo anterior, com exceção do tratamento com Break-Thru® + OM que foi aproximadamente 50% maior nesse ciclo. Esse comportamento observado nas plantas submetidas a maioria dos tratamentos se deve ao menor acúmulo em HF bem como a maior exigência em horas de frio pela cultivar.

No último ciclo avaliado (2016/17), observou-se que aos 30 DAA as plantas submetidas aos tratamentos controle, Brotex® + OM e Erger® + Ca(NO₃)₂ apresentaram as menores percentagens de brotação diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Aos 60 DAA observou-se que os tratamentos controle, Erger® + OM, Brotex® + OM, Erger® + Ca(NO₃)₂ e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ proporcionaram as plantas tratadas as menores percentagens de brotações. Para a percentagem de gemas terminais totais as plantas submetidas ao tratamento controle aos 30 DAA tiveram as menores percentagens de brotações. Os tratamentos com OM e Brotex® + OM foram superiores ao tratamento controle e inferiores aos demais tratamentos. Ao avaliar aos 60 DAA observou-se nas plantas submetidas aos tratamentos controle e com OM as menores percentagens de brotações de gemas terminais totais, os tratamentos com Break-Thru® + OM, Bluprins® + OM e Brotex® + OM foram superiores a esses dois tratamentos e inferiores aos demais tratamentos (Tabela 15). As altas percentagens de brotação das gemas terminais totais atribui-se a menor exigência em horas de frio por essa estrutura.

Tabela 15 - Brotação de gemas axilares e terminais em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2016/2017. Caçador-SC, 2018.

TRATAMENTOS	Brotação de gemas (%)			
	Axilares		Terminais totais	
	30 DAA	60 DAA	30 DAA	60 DAA
Controle	23,16 b	30,06 b	51,87 c	69,55 c
OM 3,5%	59,98 a	62,94 a	68,71 b	75,17 c
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	59,81 a	63,31 a	81,70 a	84,20 b
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	61,41 a	66,20 a	96,29 a	97,71 a
Sincron® 1,0% + OM 3,5%	63,87 a	65,11 a	92,36 a	93,70 a
Erger® 1,0% + OM 3,5%	49,47 a	50,24 b	78,68 a	88,70 a
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	49,23 a	53,60 a	83,33 a	83,33 b
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	35,83 b	45,15 b	73,33 b	80,22 b
Sincron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	53,00 a	56,99 a	93,98 a	97,01 a
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	38,85 b	42,38 b	88,38 a	90,95 a
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	47,61 a	49,51 b	87,45 a	91,92 a
CV (%)	20,21	18,21	13,68	12,55

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo ($p > 0,05$); DAA – dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Hawerth et al. (2009), trabalhando com dosagens de CH observaram que a aplicação de OM aumentou a percentagem de brotação de gemas axilares comparado ao tratamento controle para a cv. Fuji Suprema. Marchi et al. (2017), ao trabalhar com a cv. Fuji Suprema em Guarapuava-PR observaram que houve ganho significativo para percentagem de brotação com o uso de óleo mineral comparado ao tratamento controle. O presente trabalho corrobora com esses autores, a média de ganho em percentagens de brotação em gemas axilares, com o OM, nos três ciclos avaliados foi de aproximadamente 37%. Estudos esses que tem impulsionado principalmente na área de agroecologia pois o OM é aceito nos diferentes tipos de agricultura, além de ser indicado por beneficiar o controle de pragas. El – Yazal et al. (2012) e El – Yazal et al. (2018a), trabalhando com OM 6% em macieiras no Egito também observaram incremento na brotação de gemas axilares comparado ao tratamento controle. Em comparação ao tratamento padrão o OM teve desempenho similar nas ultimas datas de avaliação nesses trabalhos acima citados, assim como observado no presente trabalho. Apenas em um ciclo se observou desempenho inferior ao tratamento padrão. No entanto, o presente estudo foi conduzido por três ciclos agrícolas enquanto alguns desses autores conduziram seus experimentos por apenas um ciclo.

Iuchi et al. (2002) observaram que o espalhante adesivo Break Thru® não melhora o efeito do Dormex® + OM na cv. Fuji. Fenili et al. (2017) em um trabalho com dupla aplicação de óleo, observaram que houve pouca eficiência quando aplicado o OM seguido de Break-

Thru[®], comparado ao tratamento controle. Neste trabalho se avaliou o efeito isolado desse produto, e observou que seu efeito foi superior ao tratamento controle e similar ao tratamento padrão para a maioria dos ciclos estudados.

Ao avaliar o desempenho do Erger[®] com OM e com $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ observou-se que em associação com OM foi superior ao tratamento controle na maioria dos ciclos estudados para a brotação de gemas axilares e inferior ao tratamentos padrão. Quando associado com o $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ observou-se que ele foi similar ao tratamento padrão e superior ao tratamento controle por dois ciclos. Entretanto, apesar do melhor desempenho na associação com $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, salienta-se que muitos são os benefícios com o uso associado com OM, além dos citados anteriormente no manejo de pragas, soma-se a facilidade no preparo da calda com o OM, visto que quando associado com o $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ primeiro o produto é pesado e posteriormente dissolvido em solução aquosa.

Petri et al. (2010) trabalhando com quatro datas de aplicação do Erger[®] + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ na cv. Fuji Suprema constatou que o Erger[®] teve desempenho superior ao tratamento controle para brotação de gemas axilares, assim como observado no presente estudo. Hawerth et al., (2010a e 2010c), trabalhando com dose de Erger[®] + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ na cv. Fuji Suprema, observaram que na mesma dose do presente estudo, foi efetivo para brotação de gemas axilares comparado ao tratamento controle e com efeito similar ao tratamento padrão. Uber et al. (2017), avaliando diferentes doses de Erger[®], $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e OM na cv. Fuji Suprema observaram que este produto foi efetivo como indutor de brotação. Os resultados encontrados no presente estudo concordam os resultados desses autores.

Petri et al. (2016) trabalhando com três cvs. de maçã constataram que o Synchron[®] associado tanto ao OM como ao Nitroactive[®] é igualmente efetivo ao tratamento padrão. Cândido et al. (2014), ao avaliar diferentes indutores de brotação em pereiras, observaram que para a cv. ‘Rocha’ os tratamentos com Erger[®] + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e com ácido glutâmico (Synchron[®]) + OM foram efetivos para a indução de brotação. Neste trabalho observou que o Synchron[®] pode ser utilizado como alternativa a CH combinado tanto com OM como com $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ para brotação de gemas axilares, concordando com os autores citados.

Pasa et al. (2018), trabalhando com solução nutritiva contendo nitrogênio solúvel e cálcio, combinado com nitrato de cálcio ou óleo mineral, em diferentes concentrações e cianamida hidrogenada combinada com óleo mineral em macieiras ‘Fuji Suprema’, observaram que estes produtos incrementam a brotação de gemas axilares comparado ao tratamento controle. Neste trabalho observou-se que o tratamento composto por OM + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + NH_4NO_3 incrementaram a brotação de gemas axilares, apesar do tratamento ser composto

também por nit amônio, mostra que esses produtos que compõe o tratamento tem potencial como indutor de brotação.

Os tratamentos com Dormex[®] + OM, Synchron[®] + OM e Bluprins[®] + OM foram os que proporcionaram as plantas tratadas, nos três ciclos avaliados, as melhores porcentagens de brotação de gemas axilares. Sabe-se que as gemas axilares são as mais difíceis de brotar devido ao maior requerimento em HF e ao efeito da dominância apical sobre essas gemas, soma-se ainda o fato da cultivar desse estudo se caracterizar por apresentar um crescimento vigoroso e a menor formação de esporões. Assim esses tratamentos foram efetivos para promover um melhor enfolhamento nas plantas. Os tratamentos compostos por OM e Break-Thru[®] + OM são promissores nessa cultivar, principalmente considerando que tem aumentado a procura por alimentos mais saudáveis, produzidos a partir do sistema agroecológico, sendo esses produtos aceitos nesse tipo de manejo. O tratamento com Synchron[®] + Ca(NO₃)₂ pode ser promissor como indutor de brotação, porém, no ciclo de menor acúmulo de frio apresentou baixa brotação das gemas axilares.

No ciclo 2014/15 ao avaliar a percentagem de brotações de gemas de esporão aos 30 DAA, observou-se a menor percentagem de brotações nas plantas submetidas ao tratamento controle, diferindo dos demais tratamentos. As plantas tratadas com os tratamentos Synchron[®] + OM e Brotex[®] + OM foram superiores ao tratamento controle no entanto inferior aos demais tratamentos. Ao avaliar aos 45 e 60 DAA, observou-se as menores percentagens de brotações nos tratamentos controle e no tratamento com Synchron[®] + OM diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Mesmo nesses tratamentos com menores percentagens de brotações em gemas de esporão os valores foram superiores a 72% (Tabela 16).

Tabela 16 - Brotação de esporões (%) em plantas de macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/15. Caçador-SC, 2018.

TRATAMENTOS	Brotação de gemas (%) esporões		
	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Controle	31,42 c	64,14 b	72,17 b
OM 3,5%	87,19 a	95,00 a	97,85 a
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	80,17 a	90,85 a	95,18 a
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	98,00 a	100,00 a	100,00 a
Sincron® 1,0% + OM 3,5%	75,64 b	81,64 b	86,14 b
Erger® 1,0% + OM 3,5%	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	87,38 a	90,13 a	92,35 a
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	64,79 b	98,36 a	99,56 a
Sincron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	98,46 a	98,46 a	98,46 a
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	93,75 a	97,50 a	97,50 a
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	89,52 a	89,52 a	97,14 a
CV (%)	23,41	17,22	13,10

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo ($p > 0,05$); DAA – dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

No ciclo seguinte (2015/16), ao avaliar aos 30 DAA as menores percentagens de brotações foram observadas em plantas submetidas ao tratamento controle (37,85%), diferindo dos demais tratamentos. As plantas tratadas com Dormex® + OM, Sincron® Ca(NO₃)₂ + e Erger® + Ca(NO₃)₂ foram superiores aos demais tratamentos, 83,62; 77,69 e 82,04%, respectivamente. Os demais tratamentos foram intermediários, entre 54 a 74% das gemas de esporões brotadas aproximadamente. Aos 45 DAA as menores percentagens de brotação foram observadas em plantas submetidas aos tratamentos controle, OM, Break-Thru® + OM, Erger® + OM e Bluprins® + OM diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Na última data de avaliação (60 DAA), observou-se nas plantas do tratamento controle as menores porcentagem de brotações (67,36%) diferindo dos demais tratamentos, as plantas tratadas com Bluprins® + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ foram superiores ao tratamento controle e inferiores aos demais tratamentos (Tabela 17).

Tabela 17 - Brotação de esporões (%) em plantas de macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/2016. Caçador-SC, 2018.

TRATAMENTOS	Brotação de gemas (%) esporões		
	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Controle	37,85 d	67,36 b	67,36 c
OM 3,5%	54,95 c	62,52 b	90,24 a
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	55,45 c	73,59 b	93,32 a
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	83,62 a	91,94 a	100,00 a
Syncron® 1,0% + OM 3,5%	68,93 b	94,78 a	97,21 a
Erger® 1,0% + OM 3,5%	64,70 b	74,65 b	100,00 a
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	59,00 c	76,12 b	81,20 b
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	68,22 b	84,55 a	97,78 a
Syncron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	77,69 a	86,20 a	95,73 a
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	82,04 a	88,14 a	93,58 a
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	73,25 b	82,68 a	85,33 b
CV (%)	12,74	15,47	13,38

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo ($p > 0,05$); DAA – dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

No ciclo 2014/15 para as gemas terminais observou-se que o tratamento controle e nas gemas de esporão o tratamento com Brotex® + OM aumentaram o percentual de brotações ao longo das datas de avaliação assim como no ciclo 2015/16 os tratamentos com Break-Thru®, Syncron®, Erger® e Brotex® associados ao OM. Enfatizando assim a diferenças em exigências térmicas entre as estruturas reprodutivas na mesma planta, como já relatado por Jackson, 2003.

Sabe-se que a cv. Fuji Suprema é altamente vigorosa e forma poucos esporões, aumentando por conseguinte o crescimento apical e a dominância apical acarretando na maior dificuldade em brotação de gemas axilares. Assim como relatado por diferentes autores, citando entre as vantagens de agentes na superação de dormência a maior uniformização das brotações e antecipação das mesmas. Neste trabalho, nos ciclos estudados se observou a diferença em requerimento em frio nas diferentes estruturas, pela maior porcentagem de brotação nas gemas terminais e de esporão e menor nas gemas axilares.

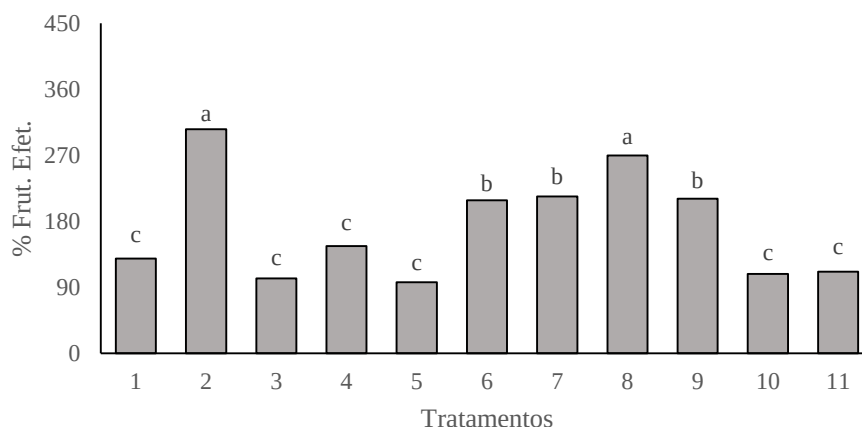
Os fotoassimilados usados para o desenvolvimento dos frutos têm a sua origem na fotossíntese realizada pelas folhas do ano ou nas reservas acumuladas no ano anterior (DOMINGOS, 2009) sendo esta mesma fonte utilizada para o início das brotações. Existe ainda uma pequena parte que provém da fotossíntese das flores e do próprio fruto (FRANCESCATTO, 2014). Com o desenvolvimento dos frutos eles passam a utilizar os fotoassimilados produzidos em folhas de esporão, esses mesmos fotoassimilados são requeridos pelos ramos em crescimento, promovendo a competição com os frutos (DOMINGOS, 2009). Nas condições de cultivo no sul do Brasil a formação de flores e brotos coincidem

temporalmente, aumentando a competição entre essas estruturas. Mostrando assim a importância dos esporões no desenvolvimento da cultura além de possibilitar a produção de frutos ao longo dos ciclos na mesma estrutura.

Com o desenvolvimento dos ramos e expansão das folhas aumenta o fornecimento do fotoassimilados para necessidades vitais da planta. O tempo necessário para esta transição depende do comprimento dos ramos e da exposição à luz (GRAPPADELLI, 2003). Assim, se a planta tem um excesso de crescimento vegetativo e formação de poucos esporões, características essa comum na cv. Fuji, implicará em prejudicar a formação de frutos e de gemas florais. Interferindo diretamente nas reservas para o próximo ciclo, acarretando em gemas de qualidade inferior.

Ao avaliar a frutificação efetiva no ciclo 2014/15 observou-se valores superiores e que diferiram estatisticamente dos demais nos tratamentos compostos por OM e Brotex® + OM, nos tratamentos com Erger® + OM, Bluprins® + OM e Sincron + Ca(NO₃)₂ observou-se valores intermediários, sendo aos demais tratamentos atribuído os menores valores para essa variável (Figura 14).

Figura 14 – Frutificação efetiva (%) após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Fuji Suprema’, durante o ciclo agrícola 2014/15. Caçador-SC, 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex® 0,7% + OM 3,5%; 5 - Sincron® 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger® 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins® 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex® 1,0 % + OM 3,5%; 9 - Sincron® 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger® 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

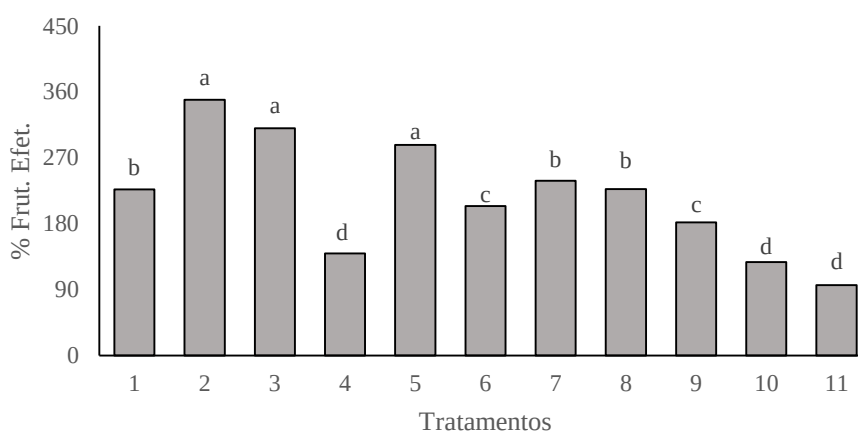
As plantas tratadas com Bruprins® + OM, apesar do menor período de florescimento comparado aos demais tratamentos, não ocasionou menor frutificação efetiva para esse tratamento. Martin et al. (2017) citam que a concentração da floração pode reduzir a frutificação efetiva. Pois há um maior risco de falta de coincidência de floração entre as cvs. polinizadoras

e em condições climáticas adversas, podem prejudicar as flores atrapalhando a polinização assim como o trabalho de insetos polinizadores (HAWERROTH et al. 2010b).

A maior frutificação efetiva no tratamento com OM ocorreu devido a maior período entre os estádio fenológicos, que por conseguinte favoreceu a polinização. No entanto sabe-se que apesar de esse maior período favorecer a polinização prejudica o manejo do pomar devido a planta apresentar diferentes estádios fenológicos e dificultar atividades como poda, raleio, colheita e controle de moléstias. No tratamento controle a baixa frutificação ocorreu devido a menor brotação de gemas observadas nesse tratamento.

No ciclo 2015/16 observou-se as maiores porcentagens de frutificação efetiva nas plantas submetidas aos tratamentos com OM, Break-Thru® + OM e Synchron® + OM. As menores porcentagens foram observadas nas plantas tratadas com Dormex® + OM, Erger® + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e OM + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + NH_4NO_3 . Os demais tratamentos proporcionaram as plantas tratadas comportamento intermediário (Figura 15).

Figura 15 – Frutificação efetiva (%) após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Fuji Suprema’, durante o ciclo agrícola 2015/16. Caçador–SC, 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

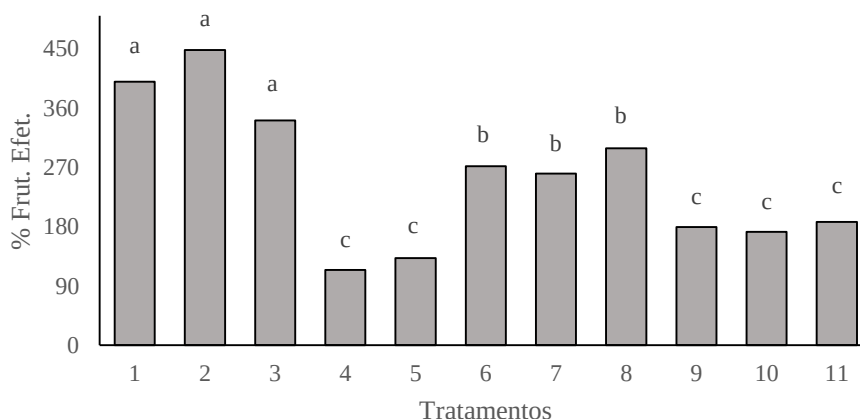
1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Óleo Mineral 3,5% + Break-Thru® 0,03%; 4 - Óleo Mineral 3,5% + Dormex® 0,7%; 5 - Óleo Mineral 3,5% + Synchron® 1,0%; 6 - Óleo Mineral 3,5% + Erger® 1,0%; 7 - Óleo Mineral 3,5% + Bluprins® 1,0%; 8 - Óleo Mineral 3,5 % + Brotex® 1,0 %; 9 - Synchron® 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger® 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

Este ciclo se caracterizou por baixas temperaturas no início do florescimento, outro fator relevante é a curta duração desse período quando comparado ao ciclo anterior, prejudicando a fixação de frutos. Ao observar a coincidência de florada com a cv. Gala (capítulo anterior) verificou-se que as plantas submetidas ao tratamento controle e com Brotex® + OM não coincidiram. Já as plantas submetidas aos tratamentos padrão, Synchron® + OM, Synchron® +

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e Erger[®] + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ coincidiram perfeitamente. No Brasil as principais cultivares produzidas são do grupo Gala e Fuji (FIORAVANÇO et al., 2010), sendo plantadas em filas intercaladas (com diferentes arranjos), para facilitar a polinização cruzada entre essas cultivares. Assim, os indutores de brotação além de induzir a brotação devem padronizar o período de floração entre essas cultivares. No entanto, os tratamentos não foram analisados individualmente entre as duas cultivares, assim devido ao período de florescimento diferente que cada tratamento proporcionou foi possível a polinização nos tratamentos que não coincidiram com esse período entre as cultivares polinizadoras.

No último ciclo avaliado observou-se nas plantas tratadas com OM e Break-Thru[®] + OM e as submetidas ao tratamento controle as maiores porcentagens de frutificação efetiva. As menores porcentagens foram observadas nas plantas tratadas com Dormex[®] + OM, Synchron[®] + OM, Synchron[®] + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, Erger[®] + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e OM + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + NH_4NO_3 (Figura 16).

Figura 16 – Frutificação efetiva (%) após a aplicação dos indutores de brotação na macieira ‘Fuji Suprema’, durante o ciclo agrícola 2015/16. Caçador-SC, 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

1 - Controle; 2 - Óleo Mineral (OM) 3,5%; 3 - Break-Thru[®] 0,03% + OM 3,5%; 4 - Dormex[®] 0,7% + OM 3,5%; 5 - Synchron[®] 1,0% + OM 3,5%; 6 - Erger[®] 1,0% + OM 3,5%; 7 - Bluprins[®] 1,0% + OM 3,5%; 8 - Brotex[®] 1,0 % + OM 3,5%; 9 - Synchron[®] 2% + nitrato de cálcio 3,0%; 10 - Erger[®] 3,0% + nitrato de cálcio 3,0% e 11 - Óleo Mineral 3,5% + nitrato de cálcio 3,0% + nitrato de amônio 3,0%.

Nos três ciclos avaliados observou-se que o tratamento com OM proporcionou as plantas as maiores frutificações efetivas. Nas plantas tratadas com Dormex[®] + OM, Erger[®] + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e OM + $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + NH_4NO_3 verificou-se as menores frutificações efetivas. Cabe salientar que o uso de indutores de brotação por antecipar e favorecer um melhor enfolhamento, aumenta a competição por fotoassimilados entre flores e brotos, outro agravante é o fato da cv. Fuji apresentar alternância de produção em anos alternados refletindo diretamente na produção final.

A frutificação efetiva pode ser influenciada por diferentes fatores: concentração de florada – apesar de padronizar a fenologia e facilitar atividades como poda, raleio, controle de pragas/doenças e o período da colheita, pode aumentar o risco de má polinização, principalmente se houver condições climáticas ruins para a flor e para a atividade das abelhas, como precipitações, temperaturas extremas e alta velocidade de ventos (HERNÁNDEZ; CRAIG, 2011). Competição de fotoassimilados - pois ocorre uma correlação negativa entre a brotação e a frutificação em determinados anos, em razão da competição por nutrientes e fotoassimilados (EREZ et al. 2000), danos nas flores - efeito fitotóxico da cianamida hidrogenada em gemas floríferas (BOUND; JONES, 2004; CITADIN et al. 2006). Além de ser influenciada pelas condições climáticas (precipitação, umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura), que afetam a atividade de polinizadores e a viabilidade do pólen (PETRI et al., 2006; RAMÍREZ; DAVENPORT, 2013).

Ao avaliar a produção por planta no ciclo 2014/15 observou-se que as plantas submetidas ao tratamento controle tiveram a menor produção (9 kg), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. As maiores produções foram observadas nos tratamentos OM, Dormex[®] + OM, Erger[®] + OM, Brotex[®] + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃, 26,30; 25,83; 23,84; 23,08 e 27,00 kg, respectivamente. Os demais tratamentos tiveram valores intermediários a esses (Tabela 18). Ao avaliar o número de frutos por planta observou-se que as plantas submetidas ao tratamento controle produziram em média 75 frutos por planta. As plantas submetidas aos tratamentos OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ foram superiores produzindo entre 226 a 244 frutos por planta aproximadamente. Ao analisar a variável massa média do fruto as plantas submetidas ao tratamento controle, Sincron[®] + OM, Bluprins[®] + OM e Sincron[®] + Ca(NO₃)₂ produziram os frutos com maiores massa. Os menores valores para essa variável foram observados nos frutos provenientes do tratamento com OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃.

Tabela 18 – Produção por planta, número de frutos e massa média de fruto em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015. Caçador - SC, 2018.

Tratamentos	2014/15		
	Produção kg planta ⁻¹	Número de Frutos	Massa média de fruto
Controle	9,00 c	74,60 f	128,13 a
OM 3,5%	26,30 a	226,80 a	115,66 b
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	21,09 b	190,00 c	119,54 b
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	25,83 a	208,20 b	118,57 b
Sincron® 1,0% + OM 3,5%	19,20 b	152,20 d	128,43 a
Erger® 1,0% + OM 3,5%	23,84 a	207,00 b	120,86 b
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	17,58 b	132,80 e	133,07 a
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	23,08 a	189,40 c	121,93 b
Sincron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	21,34 b	159,40 d	130,75 a
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	22,32 b	183,00 c	122,02 b
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	27,00 a	243,20 a	109,16 c
CV (%)	8,25	3,49	2,78

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Os menores valores para produção e número de frutos observados no tratamento controle, ocorreram devido as menores porcentagem de brotação de gemas axilares nesse tratamento bem como as menores porcentagens de frutificação efetiva. A massa média de fruto não diferiu nas plantas submetidas ao tratamento controle quando comparada aos tratamentos com melhores valores pois teve menor competição entre os frutos visto que as plantas do tratamento controle produziram em média 75 frutos. Nos tratamentos com Dormex® + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ apesar de ter sido observado os menores valores para frutificação efetiva se observou valores superiores a 25 kg de produção por planta e produziram acima de 208 frutos por planta.

As plantas submetidas aos tratamentos OM, Erger® + OM, Brotex® + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ tiveram produções e brotação de gemas axilares que não diferiram do tratamento padrão. A produção em uma planta de macieira depende de diferentes fatores: brotação de gemas axilares, brotação de gemas terminais e de esporão, período de florescimento, coincidência de florada com a cultivar polinizadora, agentes polinizadores, incidência de pragas e doenças, frutificação efetiva, vigor da planta, produção de novas estruturas reprodutivas e as condições climáticas. Esses fatores além de interferirem isoladamente sobre a produção ainda podem interagir aumentando a interferência sobre a produção.

Conforme discutido anteriormente, muitos são os fatores que interferem também na frutificação efetiva, neste ciclo e para a cv. estudada, observou-se que a frutificação efetiva

isoladamente pouco se correlacionou com a resposta de produção das plantas tratadas com indutores de brotação.

No ciclo 2015/16 nas plantas tratadas com Synchron[®] + Ca(NO₃)₂ observou-se a maior produção por planta (12,21 Kg), já as plantas submetidas aos tratamentos Erger[®] + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ produziram em média 3 Kg por planta. Para a variável número de frutos as plantas que receberam o tratamento Synchron[®] + Ca(NO₃)₂ produziram aproximadamente 146 frutos por planta, já aquelas submetidas aos tratamentos Erger[®] + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ produziram aproximadamente 42 e 44 frutos, respectivamente. Ao analisar a massa média de fruto observou-se que os maiores valores foram nas plantas que receberam os tratamentos controle, OM, Dormex[®] + OM, Bluprins[®] + OM e Synchron[®] + Ca(NO₃)₂, esses valores ficaram entre 83 e 86 g. Os menores valores foram observados nas plantas que receberam o tratamento OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ com 63,5 g, tabela 19.

De maneira geral observou-se que este ciclo foi o que produziu menor número de frutos comparado aos demais ciclos avaliados, possivelmente devido a alternância de produção que a cultivar apresenta.

Tabela 19 – Produção por planta, número de frutos e massa média de fruto em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/2016. Caçador - SC, 2018.

Tratamentos	2015/16		
	Produção planta ⁻¹ (kg)	Número de frutos	Massa média de fruto (g)
Controle	6,85 d	77,80 d	86,31 a
OM 3,5%	5,33 e	64,40 e	84,03 a
Break-Thru [®] 0,03% + OM 3,5%	8,38 c	108,60 c	73,70 c
Dormex [®] 0,7% + OM 3,5%	9,92 b	120,60 b	82,77 a
Synchron [®] 1,0% + OM 3,5%	8,18 c	104,60 c	78,00 b
Erger [®] 1,0% + OM 3,5%	3,00 f	41,80 f	72,88 c
Bluprins [®] 1,0% + OM 3,5%	7,54 d	88,80 d	86,24 a
Brotex [®] 1,0% + OM 3,5%	7,05 d	90,80 d	78,36 b
Synchron [®] 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	12,21 a	146,00 a	83,02 a
Erger [®] 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	5,88 e	82,40 d	70,89 c
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	2,99 f	43,60 f	63,48 d
CV (%)	6,03	5,03	2,99

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

No último ciclo (2016/17), plantas tratadas com Break-Thru[®] obtiveram produção superior aos demais tratamentos, aproximadamente 43 Kg por planta. Já as plantas submetidas ao tratamento Synchron + OM, foram inferiores aos demais tratamentos com 14,4 Kg por planta. Na avaliação para número de frutos por planta, observou-se que o tratamento com Break-Thru[®]

as plantas produziram o maior número de frutos por planta (448 frutos). Já as plantas submetidas ao tratamento com Synchron® + OM produziram em média apenas 131 frutos por planta. Para a variável massa média de fruto observou-se que as plantas submetidas aos tratamentos controle, Dormex® + OM e Synchron® + OM foram superiores aos demais tratamentos com valores entre 112 a 119 g por fruto. No entanto, as plantas tratadas com OM, Break-Thru® + OM, Bluprins® + OM, Brotex® + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ tiveram valores inferiores a 99 g para massa média de fruto, Tabela 20.

É relatado na literatura que a produção de um pomar para ser rentável deve ser superior a 25 t ha⁻¹ (BONETI et al., 2002). A produtividade para a maioria dos tratamentos no ciclo 2015/16 foi inferior a esse valor. Nos ciclos 2014/15 e 2016/17 os valores foram superiores a esse. Vários fatores contribuíram pela baixa produção observada no ciclo 2015/16. Provavelmente por se tratar do ciclo em que ocorreu a alternância de produção nessa cultivar foi o fator que teve maior impacto. Outro fator relevante é o baixo acúmulo de HF que ocorreu no ciclo de 2015/16, salienta-se que essa cultivar é altamente exigente em HF. Além disso, houve pouca coincidência no período de floração com a cultivar polinizadora (Gala), somando as condições climáticas que não foram satisfatórias.

Botelho et al. (2002) e Petri et al., (2006), consideram que a resposta dos indutores de brotação na produção de macieiras é dependente das condições climáticas ocorrentes no desenvolvimento dos frutos. Verifica-se neste trabalho pouco incremento na produção nos primeiros anos de estudo, pois são muitos os fatores que interferem na produção final. Pasa et al. (2018) observaram que os ganhos na produção devido a indutores de brotação podem ser notados a partir do terceiro ciclo de avaliação. Iuchi et al. (2002) também afirmam que os ganhos na produção por indutores de brotação ocorrem após o segundo ano. No entanto esses trabalhos foram conduzidos em região de maior altitude.

Tabela 20 – Produção por planta, número de frutos e massa média de fruto em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2016/2017. Caçador - SC, 2018.

Tratamentos	2016/17		
	Produção planta ⁻¹ (kg)	Número de frutos	Massa média de fruto (g)
Controle	18,37 d	154,00 d	119,66 a
OM 3,5%	35,46 b	355,80 b	98,90 c
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	42,90 a	447,80 a	98,79 c
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	27,60 c	259,60 c	112,27 a
Syncron® 1,0% + OM 3,5%	14,39 e	131,20 e	113,10 a
Erger® 1,0% + OM 3,5%	36,31 b	352,20 b	102,91 b
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	33,33 b	334,20 b	97,91 c
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	36,68 b	373,40 b	97,23 c
Syncron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	29,70 c	285,20 c	105,73 b
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	37,50 b	372,60 b	103,63 b
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	37,27 b	388,20 b	92,44 c
CV (%)	4,31	4,13	2,58

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Hawerroth et al. (2009) não observaram diferença entre as plantas tratadas e não tratadas com cinco níveis de indutor de brotação (testemunha; OM 3,2%; OM 3,2% + CH 0,20%; OM 3,2% + CH 0,39%; OM 3,2% + CH 0,59%) e duas cultivares (Imperial Gala e Fuji Suprema) para a produção de frutos. Em outro trabalho Hawerroth et al. (2010a), observaram que somente um tratamento (Erger® e Ca(NO₃)₂ em concentrações inferiores a 7%) teve diferença dos demais tratamentos. Martin et al. (2017), observaram em seu trabalho, que em um ciclo dois tratamentos foram superiores (TDZ 250 mg L⁻¹ + OM e CH + OM), assim como a testemunha para produção de frutos e dois inferiores, no último ciclo a massa média de frutos foi superior nas plantas submetidas às aplicações de TDZ 250 mg L⁻¹ + OM e CH + OM. Assim como nesse trabalho onde verificou-se que os diferentes indutores tiveram respostas diferenciadas nos ciclos estudados, tanto em relação ao tratamento controle como em relação ao tratamento padrão.

Ao avaliar as características físico químicas observou-se que durante o ciclo 2014/15 os frutos provenientes de plantas tratadas com OM, Bluprins® + OM, Brotex® + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ tiveram os menores valores para sólidos solúveis, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Para as variáveis firmeza de polpa, índice de iodo amido e calibre médio de frutos não houve diferença significativa entre os tratamentos. Nas plantas que foram submetidas ao tratamento controle, Bluprins® + OM, Syncron® + Ca(NO₃)₂ e Erger® + Ca(NO₃)₂ foram colhidas as menores porcentagens de frutos com calibre pequeno. Para os frutos de maior calibre as menores porcentagens foram colhidas de plantas que foram

submetidas aos tratamentos OM, Erger® + OM, Erger® + Ca(NO₃)₂ e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃. Não houve diferença entre os tratamentos para a produção de frutos de calibre intermediário (Tabela 21).

Tabela 21 – Sólidos solúveis (SS), firmeza de polpa, índice de iodo amido e calibres em frutos de macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015. Caçador-SC, 2018.

Tratamentos	SS (°Brix)	Firmeza (lb)	Iodo/ Amido	Calibre (% de frutos (g))		
				≤135	136-165	≥180
Controle	13,92 a	15,28 ^{*ns}	6,16 ^{*ns}	20,70 b	47,91 ^{*ns}	31,38 a
OM 3,5%	13,24 b	14,28	5,44	25,67 a	58,37	15,96 b
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	14,18 a	14,56	6,52	25,94 a	52,33	21,73 a
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	13,90 a	14,55	6,64	28,84 a	48,00	23,17 a
Sincron® 1,0% + OM 3,5%	14,18 a	14,85	6,32	28,14 a	47,70	24,16 a
Erger® 1,0% + OM 3,5%	13,96 a	14,11	5,80	30,89 a	55,45	13,65 b
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	13,50 b	14,47	6,36	16,38 b	49,32	34,30 a
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	13,64 b	14,41	5,80	26,12 a	52,00	21,88 a
Sincron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	14,72 a	14,80	5,76	20,36 b	52,95	26,69 a
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	14,32 a	14,86	6,48	22,30 b	60,00	18,20 b
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	13,60 b	14,30	6,44	30,64 a	58,30	11,07 b
CV (%)	1,70	3,93	7,48	12,42	7,06	17,66

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

No ciclo 2015/16, observou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos para as variáveis SST, firmeza de polpa, iodo amido e para produção de frutos de médio calibre. Para a produção de frutos de menor calibre observou-se que as plantas submetidas aos tratamentos Break-Thru® + OM, Sincron® + OM e Brotex® + OM tiveram as menores percentagens de frutos nesse calibre. E para a produção de frutos de maior calibre observou-se que as plantas submetidas aos tratamentos com Break-Thru® + OM, Sincron® + OM, Brotex® + OM e Erger® + Ca(NO₃)₂ produziram as maiores percentagens, tabela 22.

Tabela 22 – Sólidos solúveis (SS), Firmeza de polpa, índice de iodo amido e calibres em frutos de macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2015/2016. Caçador-SC, 2018.

Tratamentos	SS (°Brix)	Firmeza (lb)	Iodo/ Amido	Calibre (% de frutos (g))		
				≤135	136-165	≥180
Controle	14,00 ^{*ns}	14,85 ^{*ns}	6,10 ^{*ns}	33,05 a	53,43 ^{*ns}	13,52 b
OM 3,5%	11,26	14,11	5,64	25,91 a	57,41	16,36 b
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	13,24	14,47	5,9	17,83 b	53,32	28,85 a
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	13,22	14,41	5,52	22,97 a	27,13	19,89 b
Syncron® 1,0% + OM 3,5%	14,56	14,80	5,98	19,28 b	55,68	25,04 a
Erger® 1,0% + OM 3,5%	14,34	14,86	6,30	25,57 a	55,91	18,52 b
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	13,42	14,30	6,26	25,25 a	61,19	13,57 b
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	14,10	15,16	6,02	19,36 b	54,42	26,23 a
Syncron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	13,28	14,28	5,38	25,14 a	61,77	13,09 b
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	14,04	14,56	6,36	25,31 a	53,31	21,38 a
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	13,54	14,55	6,30	27,71 a	57,54	14,74 b
CV (%)	8,02	1,82	6,01	11,86	5,34	12,84

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Características físico químicas de frutos de maçã além de ser atributos importantes para o mercado consumidor, são importantes para caracterizar as diferentes cultivares. De acordo com Wu et al. (2007), a composição química de maçãs varia de acordo com a cultivar. Além disso, o local de produção, bem como o manejo cultural adotado interferem diretamente nesses atributos (RÓTH et al., 2007). De acordo com Nilsson e Gustavsson (2007) frutos mais expostos a luz solar tendem apresentar maiores teores de sólidos solúveis. Acredita-se que com o maior enfolhamento da planta maior será a produção de sólidos solúveis melhorando, por conseguinte, as qualidades físico químicas dos frutos. No entanto, caso não ocorra um equilíbrio de brotação pode ocorrer um sombreamento desses frutos interferindo na captação da luz solar e prejudicando a produção de açúcares. Nesse trabalho observou-se que o uso de indutores de brotação não interferiu na firmeza de polpa nem na maturação (através do índice iodo amido) de frutos nos ciclos estudados. Pasa et al. (2018) também não observaram influência dos indutores de brotação na firmeza de polpa, sólidos solúveis e índice de iodo/amido. Assim como Bound e Jones (2004) não observaram em seus trabalhos com CH em macieiras ‘Fuji’.

Outro fator relevante é que com o aumento da competição entre manutenção de brotos e de frutos pode acarretar em menor teor de SST nos frutos, assim como a maior produção de número de frutos por planta. Devido aos diferentes fatores que interferem na qualidade físico química dos frutos infere-se que as diferenças com o uso de indutores de brotação não são observadas com poucos ciclos de estudo.

Apesar de ter mostrado diferença estatística entre os tratamentos no ciclo 2014/15 para sólidos solúveis, essa diferença entre o maior valor e o menor valor foi de 1,58°Brix, sendo essa diferença imperceptível para o consumidor. No período correspondente à maturação comercial, os teores de sólidos solúveis estão entre 13 a 14,4°brix para a Fuji (ARGENTA, 2006). Os valores médios encontrados no presente estudo se encontram dentro da faixa adequada para maçãs 'Fuji'. Com exceção do tratamento com OM no segundo ciclo avaliado.

Observou-se no ciclo 2014/15 e 2016/17 que não houve diferença significativa entre as plantas tratadas com os diferentes indutores de brotação para a variável área de secção transversal do tronco. Para a eficiência produtiva em kg por cm² e eficiência produtiva em número de frutos por cm² no ciclo 2014/15 observou-se que o menor índice ocorreu nas plantas submetidas ao tratamento controle. No ciclo 2016/17 observou-se que as plantas submetidas aos tratamentos Dormex[®], Sincron[®], Erger[®] e Bluprins[®] associados ao OM apresentaram os melhores índices de eficiência produtiva em kg por cm². Ao avaliar a eficiência produtiva em número de frutos por cm² observou-se que as plantas submetidas aos tratamentos com Sincron[®] e Bluprins[®] associados ao OM tiveram os melhores índices comparado aos demais tratamentos. O tratamento com Sincron[®] + OM teve as maiores eficiências produtivas nos dois ciclo avaliados, tabela 23.

De acordo com Fioravanço et al. (2010), a eficiência produtiva nas condições do Sul do Brasil para a cultivar Fuji Suprema é de 0,72 Kg cm⁻², neste trabalho observou-se que foram insatisfatórios os tratamentos controle, Bluprins[®] + OM e Sincron[®] + Ca(NO₃)₂ no primeiro ciclo avaliado e Brotex[®] + OM e Erger[®] + Ca(NO₃)₂ no segundo ciclo avaliado para eficiência produtiva.

Tabela 23 – Área da secção transversal do tronco (ASTT), Eficiência produtiva (EP (kg cm⁻²)) e eficiência produtiva número de frutos (EF NDF cm⁻²), na cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015 e 2016/17. Caçador-SC, 2018.

Tratamentos	Fuji 2014/15			Fuji 2016/17		
	ASTT (cm ²)	E. P. (kg.cm ⁻²)	E. P. (NDF.cm ⁻²)	ASTT (cm ²)	E. P. (kg.cm ⁻²)	E. P. (NDF.cm ⁻²)
Controle	29,46 ^{*ns}	0,31 b	2,58 c	38,30 ^{*ns}	0,96 b	9,51 b
OM 3,5%	29,02	0,95 a	8,17 a	38,24	0,89 b	8,93 b
Break-Thru [®] 0,03% + OM 3,5%	28,76	0,73 a	6,08 a	41,42	0,73 b	6,88 c
Dormex [®] 0,7% + OM 3,5%	33,54	0,81 a	6,80 a	37,14	1,03 a	10,23 b
Sincron [®] 1,0% + OM 3,5%	21,03	0,93 a	7,46 a	31,22	1,26 a	13,25 a
Erger [®] 1,0% + OM 3,5%	23,36	1,03 a	8,74 a	36,57	1,01 a	9,94 b
Bluprins [®] 1,0% + OM 3,5%	28,17	0,67 a	5,11 b	38,45	1,14 a	11,83 a
Brotex [®] 1,0% + OM 3,5%	29,08	0,81 a	6,64 a	38,07	0,49 c	4,15 d
Sincron [®] 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	29,6	0,67 a	5,19 b	41,79	0,91 b	9,36 b
Erger [®] 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	26,97	0,81 a	6,64 a	38,55	0,40 c	3,63 d
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	23,32	1,14 a	10,41 a	40,22	0,75 b	7,38 c
CV (%)	11,94	16,53	14,67	11,13	11,7	10,92

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Ao avaliar a formação de novas estruturas reprodutivas no ciclo 2014/15, não houve diferença estatística para o número de brindilas formadas. Enquanto que as plantas tratadas com OM formaram o menor número de esporões. Os maiores crescimentos apicais foram observados nas plantas controle e tratadas com OM, Break-Thru[®] + OM e Dormex[®] + OM. No ciclo 2016/17 observou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos para o número de brindilas e esporões formados. Para o crescimento apical observou-se que as plantas submetidas aos tratamentos controle, OM, Sincron[®] + OM e OM + Ca(NO₃)₂ + NH₄NO₃ tiveram o maior crescimento apical diferindo dos demais tratamentos (Tabela 24).

Tabela 24 – Número de brindilas, número de esporões e crescimento do ramo apical em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com diferentes indutores de brotação, durante o ciclo 2014/2015 e 2016/2017. Caçador-SC, 2018.

Tratamentos	2014/15			2016/17		
	Nº de brindilas	Nº de esporões	Cresc. Apical (cm)	Nº de brindilas	Nº de esporões	Cresc. Apical (cm)
Controle	0,16 ^{*ns}	1,96 a	18,64 a	0,16 ^{*ns}	1,07 ^{*ns}	17,04 a
OM 3,5%	0,12	0,40 b	17,44 a	0,56	1,24	23,84 a
Break-Thru® 0,03% + OM 3,5%	0,20	2,20 a	21,20 a	0,44	1,19	12,06 b
Dormex® 0,7% + OM 3,5%	0,48	1,92 a	22,48 a	0,24	1,11	12,78 b
Synchron® 1,0% + OM 3,5%	0,24	2,24 a	10,80 b	0,24	1,11	18,96 a
Erger® 1,0% + OM 3,5%	0,24	2,48 a	12,04 b	0,36	1,16	13,96 b
Bluprins® 1,0% + OM 3,5%	0,48	2,60 a	14,84 b	0,32	1,14	13,24 b
Brotex® 1,0% + OM 3,5%	0,32	1,72 a	11,20 b	0,28	1,13	12,12 b
Synchron® 2,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	0,36	1,60 a	11,36 b	0,6	1,26	15,38 b
Erger® 3,0% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0%	0,52	2,00 a	13,20 b	0,4	1,18	12,50 b
OM 3,5% + Ca(NO ₃) ₂ 3,0% + NH ₄ NO ₃ 3,0%	0,44	1,72 a	12,88 b	0,2	1,09	16,66 a
CV (%)	11,15	10,46	18,08	9,38	25,17	13,64

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Espera-se que com o uso de indutores de brotação haverá uma maior brotação das gemas e menor crescimento vegetativo, refletindo diretamente no aumento da eficiência produtiva. No entanto, isso não se verifica nos primeiros anos de estudo assim como o aumento da produção, salienta-se que a falta de brotações pode ser cumulativa ao longo dos anos, assim acredita-se que essas diferenças se tornem mais evidente em experimentos com maior tempo de avaliação.

4.5 CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado, é possível concluir que:

Os tratamentos com Synchron® + OM e Bluprins® + OM são igualmente efetivos ao tratamento com Dormex® + OM.

Os tratamentos compostos por OM e Break-Thru® + OM são promissores nesta cultivar em sistemas onde não é permitido o uso de agroquímicos.

Os tratamentos com Brotex® + OM, Synchron® + Ca(NO₃)₂, Erger® + Ca(NO₃)₂ e OM são promissores como indutores de brotação, necessitando de novos testes por mais anos e em novas concentrações.

Nas dosagens testadas o Erger® + OM nas condições estudadas, não foi efetivo como alternativa ao tratamento padrão.

5 EFEITO DE APLICAÇÕES DE CITOCININAS NOS ASPECTOS QUALITATIVOS EM FRUTOS DE MACIEIRA GALA

5.1 RESUMO

Tamanho e qualidade de frutos são atributos indispensáveis para o sucesso da fruticultura. O manejo adequado de fatores que interagem no número e tamanho de células ao longo do desenvolvimento dos frutos é imprescindível para se obter um tamanho ideal, com boa qualidade. Este trabalho buscou estudar a aplicação sequencial de dosagens de duas citocininas no tamanho e aspectos qualitativos em frutos de macieira da cultivar Buckeye Gala. O trabalho foi desenvolvido em um pomar experimental da Universidade de Cornell na cidade de Geneva – NY, EUA, durante o ano agrícola 2016. Foram avaliados frutos da cultivar Gala sobre dois porta-enxertos M9 e M26 (densidade de 880 plantas ha⁻¹), implantadas em 2002, e conduzidas no sistema Tall Spindle. O experimento foi composto pelos tratamentos: T1- Controle; T2- BA 30 mg L⁻¹ e T3- TDZ 5 mg L⁻¹; Foram realizadas aplicações semanais, iniciando dia 29/04/2016, no estágio E, estendendo-se até quando os frutos tinham aproximadamente 20 mm, totalizando sete aplicações. O estágio de ponta verde ocorreu 01/04/2016 e a plena flor ocorreu no dia 13/05/2016. Durante as avaliações foram selecionados 25 esporões nos quais foi mantida somente a flor central (flor rainha) e 25 esporões, nos quais foram mantidas somente a uma flor lateral, em cada tratamento. O diâmetro dos frutos foi avaliado a cada dez dias nas primeiras três avaliações e quinzenalmente nas últimas cinco avaliações. Na colheita avaliou-se a produção (kg planta⁻¹), número de frutos, massa média do fruto (g), massa seca (%), sólidos solúveis (°Brix) e firmeza (lb). Foram também realizadas avaliações microscópicas para espaço aéreo intercelular, contagem de número, tamanho e volume celular, bem como número de células por grade, número de células por córtex, volume do córtex e número de células por mm³. O TDZ aumenta o comprimento dos frutos de macieiras ‘Gala’, mas causa deformação nos frutos na dose estudada independente do porta enxerto testado. O TDZ e o BA aumentam a multiplicação celular em frutos, no entanto há necessidade de novos trabalhos para avaliar o incremento do tamanho de frutos.

5.2 INTRODUÇÃO

Com o avanço da fruticultura moderna os sistemas produtivos buscam aumentar a produtividade das culturas, no entanto, altos rendimentos nem sempre garantem bons calibres de frutos, pois aumentam a produção de frutos considerados não comerciais, além disso, tornam o serviço oneroso pela necessidade de maior mão de obra com raleio.

Características como a coloração vermelha, frutos de tamanho grande e ausência de defeitos influenciam diretamente na escolha do consumidor brasileiro por maçãs, além dessas frutas serem melhor remuneradas pelo mercado (FIORAVANÇO et al., 2010). O número e tamanho de células são atributos que interferem diretamente no tamanho final dos frutos (WESTWOOD et al., 1967).

Vários fatores podem interferir no tamanho de maçãs, entre eles podemos citar: combinação cultivar/porta-enxerto, adubação, raleio, número de sementes formadas, condições ambientais, entre outros fatores. As citocininas e giberelinas são hormônios que atuam na divisão e no alongamento das células e também afetam o tamanho e formato dos frutos (BURAC; BUYUKYLMAZ, 1997; GREENE, 2003).

O crescimento dos frutos de maçã geralmente segue uma curva sigmoide simples (IUCHI, 2006) e caracteriza-se por um período inicial de divisão celular rápida e desenvolvimento de paredes celulares que dura tipicamente por cerca de 3-5 semanas após a floração, seguida por um longo período de expansão celular para o resto da estação (LAKSO et al., 1995). De acordo com Looney (1996) o aumento no tamanho dos frutos ocorre através da divisão e da expansão celular, além de aumentar o espaço aéreo intercelular (HARKER et al., 1997). Os frutos de regiões onde o clima se caracteriza por ser ameno e com menores amplitudes térmicas tendem a ter pequenos calibres e formato achatado (JINDAL et al., 2004), resultando em qualidade inferior à exigida pelo mercado consumidor.

Reguladores de crescimento promovem o aumento no tamanho de frutos através da divisão e aumento celular (GREENE, 2003). De acordo com Fioravanço et al. (2010), as citocininas e as giberelinas além de atuarem nesses eventos podem afetar o formato dos frutos. Greene (1993) indica que tanto o CPPU, thidiazuron (TDZ) e a promalina aumentam a relação comprimento/diâmetro e o peso da maçã 'Red Delicious'. No entanto pode ocorrer a deformação de frutos pelo uso do CPPU (N-2-cloro-4-piridil-N-feniluréia) e do TDZ, prejudicando seu valor comercial (AMARANTE et al., 2003, KRETZSCHMAR, 2007). Westwood (1982) indica a aplicação da promalina para melhorar o formato do fruto quando produzido em regiões de clima mais quente. De acordo com Petri (2003), além de melhorar a qualidade do fruto quanto ao formato e tamanho, este produto reduz a incidência de "russetting". O uso de citocininas é amplo na agricultura, no entanto ainda são escassos os estudos que mostram a sua ação sobre o aumento do tamanho de frutos através da multiplicação celular.

As citocininas são hormônios vegetais derivados da adenina, sua principal função é a divisão celular. Existem citocininas sintéticas como benzilaminopurina (benziladenina) e cinetina. Estas têm sido aplicadas na agricultura para manter as folhas fotossinteticamente ativas por um maior período, causando retardo no processo de senescência, desenvolvimento de gemas laterais e incremento no tamanho de frutos (FAGAN et al., 2015). Thidiazuron (TDZ) é uma feniluréia com atividade similar à citocinina, que estimula a divisão celular nas plantas, influenciando o crescimento e a forma das frutas em algumas fruteiras de clima temperado (GREENE, 1993). A benziladenina atua no aumento da divisão celular aumentando o tamanho

de frutos, de acordo com Petri et al. (2017), por auxiliar no raleio de frutos. Essa substância, através do raleio, diminui a competição entre eles formando frutos de maior calibre. Este trabalho buscou estudar a aplicação sequencial de dosagens de duas citocininas no tamanho e aspectos qualitativos em frutos de macieira da cultivar Gala.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um pomar experimental da Universidade de Cornell na cidade de Geneva – NY, EUA, durante o ano agrícola 2016. Foram utilizadas macieiras da cultivar Buckeye Gala sobre os porta-enxertos M9 e M26 (densidade de 880 plantas ha⁻¹), todas conduzidas no sistema Tall Spindle, implantadas em 2002.

O experimento foi composto pelos tratamentos descritos a seguir: T1- Controle; T2- BA 30 mg L⁻¹ e T3 TDZ = 5 mg L⁻¹ (mg/ml diluído em DMSO (sulfóxido de dimetila)), totalizando 3 tratamentos x 5 blocos x 2 porta-enxertos. A fonte de BA foi utilizado o produto comercial Maxcel[®].

Os produtos foram aplicados utilizando-se um pulverizador, com um volume de calda equivalente a 1000 L por hectare. Foram realizadas sete aplicações semanais, com início em 29/04/2016 (estádio E) e término em 10/06/2016, quando os frutos estavam com aproximadamente 20 mm de diâmetro. O estágio de ponta verde ocorreu 01/04/2016 e a plena flor ocorreu no dia 13/05/2016.

As variáveis analisadas foram:

- a) diâmetro de fruto (flor lateral e central):** Foram marcados 25 frutos provenientes da flor central da inflorescência (flor rainha) e 25 frutos oriundos da flor lateral (totalizando 50 esporões de dois anos de idade distribuídos em toda a planta), representando significativamente as condições da planta. Esses frutos foram medidos com um paquímetro digital transversalmente a cada dez dias nas primeiras três avaliações e a cada quinze dias nas cinco últimas avaliações, iniciando aos 25 DAPF. Foi realizado o raleio manual na parcela experimental deixando apenas um fruto por inflorescência, durante a floração;
- b) produção por planta (kg planta⁻¹):** Os frutos foram colhidos de toda planta e levados ao galpão, onde foram classificados em máquina e separados por calibre e cor da epiderme. Sendo realizada a pesagem automática dos frutos na máquina;
- c) calibre:** os frutos foram classificados na máquina em calibres e separados de acordo com a sua massa (<85, 85-100, 100-115, 115-133, 133-158 e 158-192 g);

- d) cor:** Os frutos foram classificados em máquinas de acordo com a porcentagem de cor vermelha em sua epiderme;
- e) diâmetro de frutos (cm):** realizou-se a medida dos diâmetros opostos transversais de 25 frutos representativos da planta, com o auxílio de uma régua adaptada para medir todos os frutos da amostra;
- f) comprimento dos frutos (cm):** Realizou-se a medida da altura dos frutos com o auxílio de uma régua adaptada para medir todos os frutos da amostra nos 25 frutos selecionados anteriormente;
- g) relação C/D:** Realizou-se através da relação do comprimento do fruto pelo diâmetro;

Após foi retirada uma sub amostra de 15 frutos, nos quais foram realizadas as seguintes avaliações:

- h) massa seca (%):** Foram retiradas duas fatias longitudinais e opostas. Através de uma balança de precisão foi realizado o peso fresco da amostra e colocadas para secar em estufa, após alguns dias, quando estabilizou o peso realizou-se a pesagem, obtendo o peso seco. A partir dessas variáveis o resultado foi expresso em porcentagem $((\text{massa seca} / \text{massa fresca}) * 100)$;
- i) firmeza (lb):** Foi quantificada na porção equatorial dos frutos, utilizando penetrômetro eletrônico com ponteira de 11 mm (Güss), dado em Lib Pol⁻²;
- j) sólidos solúveis (°Brix):** foram retiradas amostras de suco e realizada a leitura dos sólidos solúveis através de um refratômetro manual, expresso em °Brix;
- k) número de sementes:** os frutos foram cortados transversalmente, sendo contado o número de sementes;
- l) área de secção transversal do tronco (ASTT):** Realizou-se a medida da circunferência do tronco 15 cm acima do ponto de enxertia (quando as plantas estavam em período de dormência) e posteriormente utilizou-se o cálculo matemático para calcular a área;
- m) eficiência produtiva (EP):** foi calculada através da relação kg planta^{-1} por área da secção transversal do tronco (cm^2), sendo expressa em kg cm^{-2} e em número de frutos NDF cm^{-2} ;

Da amostra de frutos previamente marcados com a flor rainha, foram retirados quatro frutos representativos e realizadas as seguintes avaliações microscópicas.

- n) espaço aéreo intercelular (%):** A leitura foi realizada em um microscópio com o auxílio de uma grade com área de $1,156\text{mm}^2$ (10×10 micro grades) e lente de

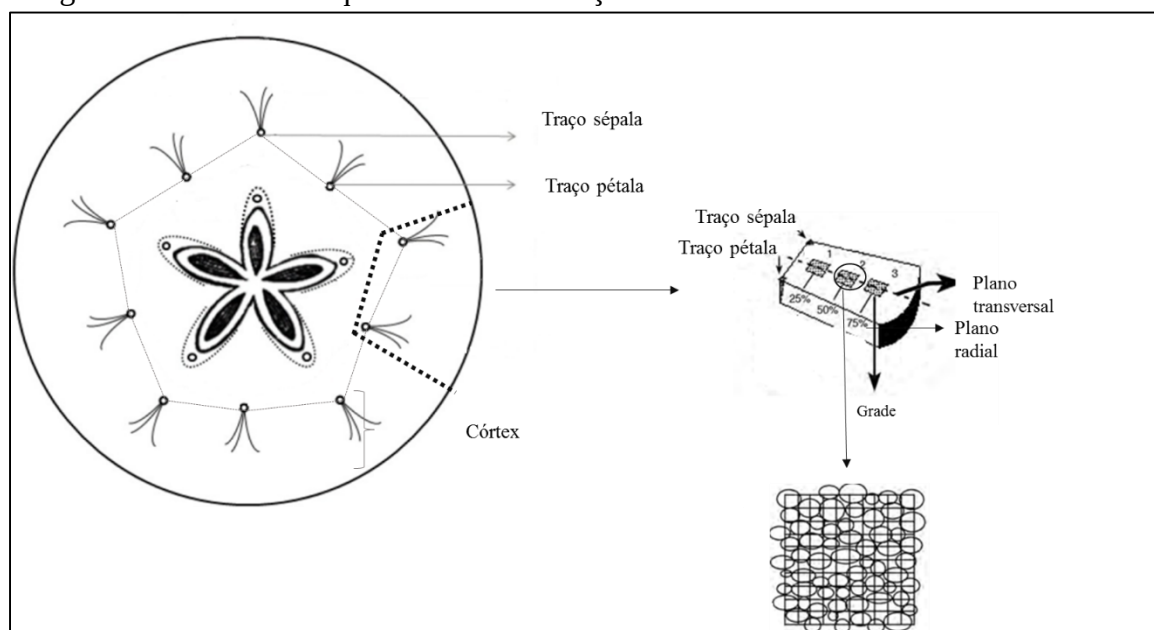
aumento, e contados o número de espaço aéreo que coincidiam com 100 intersecções da grade. O número observado expresso em decimal corresponde ao espaço aéreo;

- o) células por grade:** Foram contados o número de células no interior da grade (nas bordas, foram considerados as células que possuíam mais de 50% da sua área internas à grade);
- p) comprimento e largura das células (μm):** foram escolhidas dez células representativas por grade e realizadas as medidas de comprimento e largura da célula;
- q) área celular (μm^2):** através de um estudo do comprimento e da largura da célula foi observada qual a melhor figura geométrica que a representava e a partir desta calculada a área celular;
- r) volume celular (μm^3):** Através das medidas de comprimento, largura e espaço aéreo foi calculado o volume celular. Através da seguinte expressão: $\text{Volume celular} = 0,6884 \{1,155,600 \mu\text{m}^2 (1 - \text{proporção de espaço aéreo}) / \text{número de células na grade}\}^3$;
- s) volume do córtex (cm^3):** Os frutos foram cortados em 7 fatias transversais, sendo separado o córtex, em seguida com o auxílio de uma proveta graduada (com um volume de água conhecido) foi medido o volume de córtex expresso pelo volume de água deslocado;
- t) número de células por córtex:** Com as medidas conhecidas de volume celular, espaço aéreo intercelular e o volume do córtex, foi determinado o número de células por córtex. $\text{Total de células no córtex} = ((\text{volume do córtex}) * (1.0 - \text{proporção de espaço aéreo})) / \text{volume celular}$;
- u) número de células por mm^3 :** Foi estimado através das medidas pré estabelecidas de volume celular e espaço aéreo. $\text{Células por } \text{mm}^3 = ((1.0 - \text{proporção de espaço aéreo}) * (1.0 * 10^9 / \mu\text{m}^3)) / \text{volume celular}$;

As avaliações microscópicas foram realizadas segundo a metodologia descrita por Goffinet et al., 1995. Os tecidos foram imersos em solução aquosa de ácido tânico 5% por um a dois minutos aproximadamente, e em seguida imersos em solução aquosa de cloreto de ferro 2% por 30 segundos aproximadamente. As amostras foram lavadas em água destilada e sob um filete de água iniciou-se as avaliações no microscópio. As amostras foram fixadas com agulhas em uma placa de petri coberta com silicone preto para avaliação no microscópio.

Para cada variável foi realizado a leitura no plano transversal, radial e tangencial do fruto em três regiões distintas (25, 50 e 75%), conforme demonstrado na figura 17.

Figura 17 – Desenho esquemático da avaliação das amostras.



Fonte: Adaptado, Goffinet et al., (1995) e Herremans et al., (2015).

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa para o diâmetro de frutos oriundos dos diferentes porta-enxertos, nas diferentes flores (lateral ou central) e nas diferentes citocininas durante as oito avaliações e nas interações: estrutura (Est (flor central ou lateral)) x Citoc (Citocininas); porta-enxerto (PE) x Citoc; PE x Est; PE x Est x Citoc, (Tabela 25). Diversos estudos mostram que frutos provenientes de flores rainhas têm melhor desenvolvimento quando comparados a frutos de flores laterais (GOFFINET et al., 1996; FERREE et al., 2000; FIORAVANÇO, 2013), bem como é descrito que o porta-enxerto pode influenciar o tamanho de frutos através da divisão celular e produção de espaço aéreo intercelular e combinação desses processos (DENNE, 1960). Estudos conduzidos por Autio et al., (1991) mostram que os porta-enxertos além de influenciar no tamanho de fruto, interferem também na firmeza, teor nutricional e incidência do distúrbio fisiológico bitter pit em macieiras ‘Starkspur Supreme Delicious’. Nava et al. (2018) observaram que os porta-enxertos conferem aos frutos e as folhas de macieiras ‘Fuji’ diferentes teores nutricionais o que pode acarretar em distúrbios fisiológicos. No entanto, estas diferenças entre porta-enxerto e flor lateral e central não foram observadas nesse estudo ao avaliar o crescimento dos frutos em oito datas.

Tabela 25 – Avaliações de diâmetro de frutos provenientes de flores rainhas e laterais, na cultivar Gala sobre dois porta-enxertos, em reposta à aplicação de citocininas, durante o ciclo 2016. Geneva – NY, EUA, 2018.

	Avaliação dos diâmetro (mm) em dias após a plena floração							
	25	35	45	60	75	90	105	120
Controle	18,03	26,29	33,08	41,00	47,30	51,44	56,25	59,09
BA 30 mg L ⁻¹	17,92	25,90	32,62	40,67	46,88	51,18	55,86	58,54
TDZ 5 mg L ⁻¹	18,08	26,02	33,69	42,00	48,98	53,80	58,75	61,83
Duncan P≤0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
M9	16,06	22,30	28,43	35,88	41,65	45,63	49,90	52,52
M26	17,77	24,54	30,15	36,39	41,46	45,04	49,06	51,44
Duncan P≤0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Rainha	18,05	26,04	33,08	40,95	47,45	51,90	56,72	59,55
Lateral	17,98	26,10	33,17	41,50	47,99	52,38	57,19	60,09
Duncan P≤0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Est x Citoc	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PE x Citoc	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PE x Est	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PE x Est x Citoc	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. NS – não significativo. Est – Estrutura (flor rainha/ flor lateral); Citoc – Citocininas (sem citocinina; BA e TDZ); PE - Porta-enxerto (M9 e M26). Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Sabe-se que o porta-enxerto influencia diretamente no vigor que é conferido à copa assim como influencia a disponibilidade hídrica e de nutrientes à copa. Por conseguinte o vigor de uma cultivar atua diretamente na eficiência produtiva. Neste estudo isso não foi observado, acredita-se que isso possa ter ocorrido devido a uma ocorrência de neve fora de época (em abril) prejudicando a flor rainha, em resposta a esse evento climático a flor lateral provavelmente se desenvolveu melhor, nivelando-se à flor rainha durante o desenvolvimento do fruto. Verificou-se a campo que a flor rainha caiu antecipadamente em algumas inflorescências e naquelas onde se desenvolveu formou frutos com pedúnculo curto (Figura 18). Outro evento que possivelmente prejudicou o crescimento dos frutos foi uma restrição hídrica devido à falta de precipitação e sistema de irrigação na área experimental que ocorreu em julho a meados de setembro. De acordo com Hoffmann e Nachtigall (2004), a exigência hídrica da cultura da macieira não é muito alta, mas o período prolongado de estiagem pode interferir na absorção de nutrientes, no crescimento de frutos bem como na diferenciação de gemas florais para o próximo ciclo. Assim infere-se que o potencial de crescimento dos frutos foi prejudicado em função do déficit hídrico e da neve fora de época que ocorreu no ciclo.

Figura 18 – Fruto da flor rainha não formado (A) e fruto proveniente de flor rainha com o pedúnculo curto (B), Geneva – NY, EUA. 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Observou-se que para as variáveis produção planta⁻¹, número de frutos planta⁻¹, cor e massa seca não houve diferença entre os tratamentos, entre porta-enxertos e na interação Citoc x PE. Para a massa média de fruto os tratamentos com TDZ proporcionaram às plantas tratadas frutos com maiores valores (Tabela 26). Observando os dados, acredita-se que além de ralear a inflorescência para um fruto deveria ter sido considerado também a capacidade produtiva de cada planta pois assim as diferenças entre os tratamentos possivelmente ficariam mais evidentes.

Stern et al. (2003) trabalhando com aplicações de quatro doses de BA mais tratamento controle, em peras, observaram que houve incremento na produção além de aumentar a produção de frutos de maior calibre. Petri et al. (2001) trabalhando com TDZ observaram que houve uma maior produção e número de frutos por planta comparado ao tratamento controle, mas neste trabalho não se observou o mesmo resultado. No entanto, para a massa média de frutos estes mesmos autores constataram que os maiores valores foram nos tratamentos com TDZ, este resultado coincide com os observados nesse trabalho.

Wismer et al. (1995), trabalhando com a cultivar Empire e com doses de BA (0, 50, 100 mg L⁻¹), não observaram diferença para a produção e número de frutos por planta, assim como no presente trabalho. Elfving e Cline (1993), trabalhando com doses de BA em macieiras Empire, também não observaram diferenças entre as plantas tratadas com BA e o tratamento controle para as variáveis produção, número de frutos por planta e diâmetro de frutos. Apesar de terem sido aplicados em dose única e com o objetivo de ralear a planta esses estudos mostram

que as doses precisam ser ajustadas para melhorar o potencial de aumento de calibre de frutos em macieiras.

Tabela 26 - Produção por planta, número de frutos, massa do frutos, cor e massa seca em frutos de macieira ‘Gala’, em resposta a aplicação de citocininas, durante o ciclo 2016. Geneva – NY, EUA. 2018.

	Produção (kg planta ⁻¹)	Número de frutos	Massa do fruto (g)	Cor de fruto (%)	Massa seca (%)
Controle	52	478	110 b	45	19,13
BA 30 mg L ⁻¹	52	489	107 b	42	19,62
TDZ 5 mg L ⁻¹	55	457	123 a	40	18,78
Duncan P≤0,05	NS	NS	**	NS	NS
M9	52	460	115	44,9	19,40
M26	54	493	112	39,1	18,96
Duncan P≤0,05	NS	NS	NS	NS	NS
Citoc x PE	NS	NS	NS	NS	NS

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. NS – Não significativo. * *= p<0,01. Citoc. – citocinina; PE – Porta-enxerto. Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Ao avaliar a área de secção transversal do tronco e a eficiência produtiva (kg cm⁻²) não houve diferença significativa entre os tratamentos, porta-enxertos e interação entre eles. No entanto para a eficiência produtiva em NDF cm⁻² o tratamento com TDZ foi inferior aos demais tratamentos. Não se observou diferença significativa para o porta-enxerto e a interação Trat. x PE (Tabela 27). Assim, acredita-se que a maior massa de fruto observada no tratamento com TDZ se deve ao fato da menor eficiência produtiva em NDF cm⁻² o que resultou em melhor distribuição de fotoassimilados para os drenos (frutos).

Tabela 27 - Área da secção transversal do tronco (ASTT), Eficiência produtiva (EP (kg cm²)) e eficiência produtiva número de frutos (EF NDF cm²), em macieira ‘Gala’, em resposta a aplicação de citocininas, durante o ciclo 2016. Geneva – NY, EUA. 2018.

Tratamentos	ASTT	EP (kg cm ⁻²)	EF (NDF cm ⁻²)
Controle	85,63	0,59	5,84 a
BA 30 mg L ⁻¹	91,28	0,54	5,60 a
TDZ 5 mg L ⁻¹	102,04	0,50	4,28 b
Duncan P≤0,05	NS	NS	*
M9	90,87	0,56	5,56
M26	95,09	0,52	4,92
Duncan P≤0,05	NS	NS	NS
Citoc x PE	NS	NS	NS

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. NS – Não significativo. * = p<0,05. Citoc. – citocinina; PE – Porta-enxerto. Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Para as variáveis firmeza de polpa e sólidos solúveis não houve diferença significativa entre os tratamentos, porta-enxertos e interação entre eles. Para diâmetro transversal e comprimento de fruto, observou-se os maiores valores para frutos provenientes de plantas submetidas aos tratamentos com TDZ mas não observou-se interação entre porta-enxerto e tratamento. Para o número de sementes observou-se que frutos provenientes de plantas enxertadas no porta enxerto M26 produziram mais sementes que frutos obtidos de plantas enxertadas no M9, mas não houve interação entre porta-enxerto e tratamento (Tabela 28). Quanto à diferença encontrada para comprimento, diâmetro de fruto e a relação entre elas no tratamento com TDZ, está descrito na literatura que esse composto causa o alongamento e deformação de frutos (Greene; 1993; Bianchi et al., 2000; Petri et al., 2001; Petri et al., 2017), A relação comprimento/diâmetro quando próxima do valor 1,0 mostra que os frutos tendem a apresentar formato arredondado, com valores inferiores a 1,0 os frutos apresentam o formato achatados (FRANCESCOTTO, 2014). O TDZ afeta o direcionamento da divisão e expansão celular resultando na maior elongação de frutos (GREENE, 1995), o que foi bastante evidente nesse trabalho (Figura 19), Petri et al. (2001) e Greene (1995) em alguns trabalhos conduzidos com TDZ verificaram que esse tratamento apresenta menor número de sementes comparado ao tratamento controle. No presente estudo não se observou diferença significativa no número de sementes em resposta aos tratamentos, somente em função dos diferentes porta-enxertos.

Tabela 28 – Características físico-químicas de frutos de macieira ‘Gala’ sobre dois porta-enxertos, em resposta a aplicação de citocininas, durante o ciclo 2016. Geneva – NY, EUA. 2018.

Tratamento	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Relação C/D	Firmeza (lb)	SS (°Brix)	Número de sementes
Controle	65,5 b	59,0 b	0,90 b	14,6	14,8	6,4
BA 30 mg L ⁻¹	65,0 b	59,5 b	0,91 b	14,2	15,2	6,7
TDZ 5 mg L ⁻¹	68,5 a	64,5 a	0,94 a	14,2	14,9	5,9
Duncan P≤0,05	**	**	**	NS	NS	NS
M9	67	61	0,91	14,2	14,9	6,7
M26	66	61	0,92	14,5	15,1	5,9
Duncan P≤0,05	NS	NS	NS	NS	NS	*
Citoc x PE	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. NS – Não significativo. * *= p<0,01; * = p<0,05. Citoc. – citocinina; PE – Porta-enxerto. Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

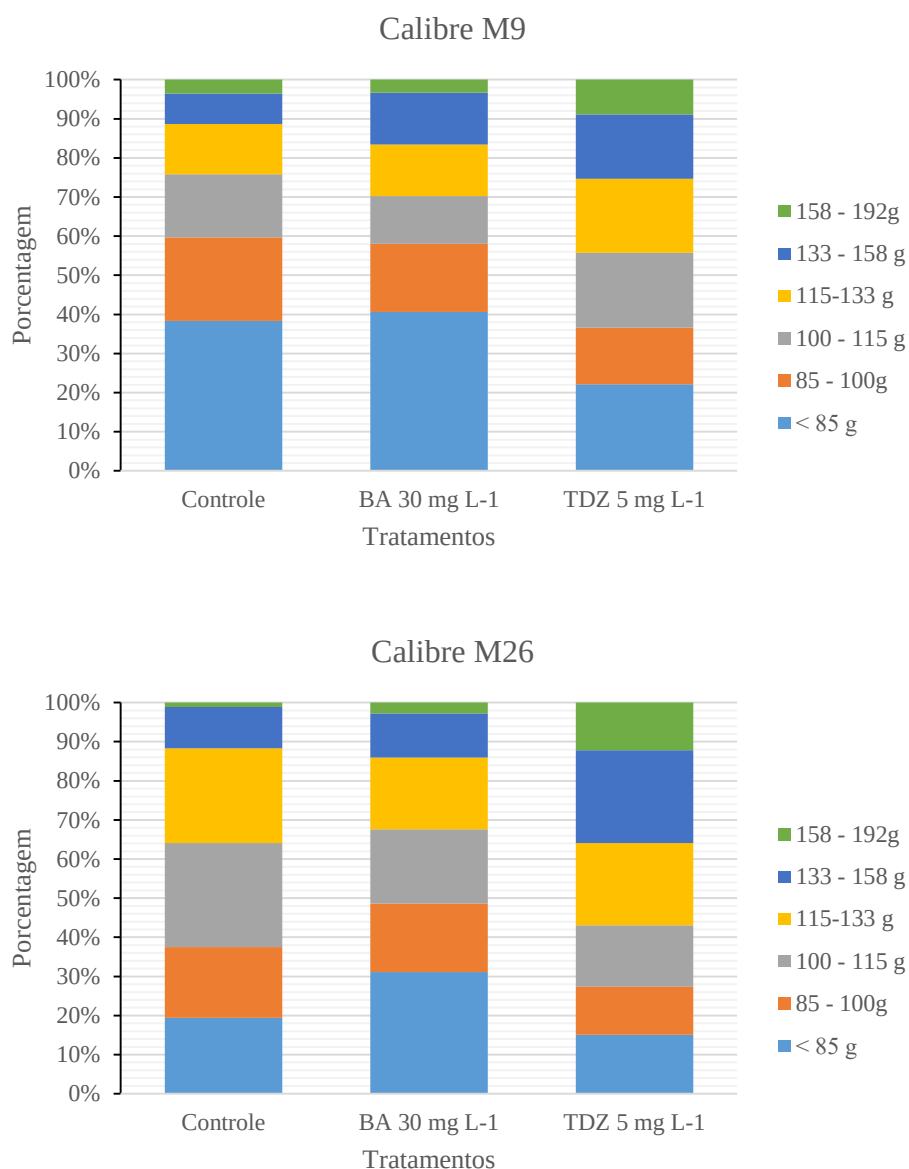
Figura 19 – Frutos provenientes de macieira ‘Gala’/M9 tratados com diferentes citocininas, durante ciclo 2016. Geneva – NY, EUA. 2018.



Fonte: Francescatto, 2016.

Na distribuição de frutos por calibre, é possível observar que o tratamento com TDZ proporcionou às plantas tratadas as maiores porcentagens de frutos de maior calibre comparado aos tratamentos controle e com BA nos dois porta-enxertos. Isso explica a maior massa média por fruto no tratamento com TDZ, (Figura 20). Como citado anteriormente muitos autores descrevem o ganho em massa pela aplicação do TDZ. Por ser citocinina ela aumenta a divisão das células nos frutos o que pode contribuir para o aumento do fruto. Além disso, salienta-se que quando usado em raleio contribui para que ocorra menor competição entre os frutos, melhorando por conseguinte o ganho de massa em frutos. Além disto, a relação C/D dos frutos, indica que o tratamento com TDZ proporcionou frutos mais compridos, o que está visível na Figura 19.

Figura 20 – Calibres de frutos ‘Gala’ de macieiras enxertadas sobre os porta-enxertos M9 e M26, tratados com citocininas, durante ciclo 2016. Geneva – NY, EUA. 2018.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Ao avaliar o espaço aéreo intercelular observou-se os maiores valores nos frutos provenientes de plantas tratadas com TDZ e no tratamento controle diferindo estatisticamente do tratamento com BA. Não houve diferença entre porta-enxerto e interação entre Citoc x PE. A presença de maior porosidade pode significar maior perda de firmeza nos frutos (HARKER; SURTHLAND, 1993), além de facilitar as trocas gasosas O_2 e CO_2 (HO et al., 2009), o que pode ocasionar menor tempo de armazenamento em câmara fria para alguns frutos. Estes fatores estão diretamente ligados com a qualidade de frutos. Ao avaliar o número de células por grade observou-se que frutos provenientes de plantas tratadas com as citocininas (TDZ e BA)

apresentaram maiores valores e diferiram estatisticamente do tratamento controle. Para as variáveis comprimento da célula, largura da célula, área celular e volume celular o tratamentos com TDZ proporcionou aos frutos os menores valores diferindo dos demais tratamentos, (Tabela 29).

O número de células de um fruto geralmente é determinado aos 35-50 dias após a plena floração (DENNE, 1960). Após o período de divisão celular o incremento no tamanho final do fruto ocorre devido à expansão celular. Alguns estudos mostram a relação entre o número de células em frutos com o seu tamanho final (SKENE, 1966; WESTWOOD et al., 1967). Al-Hinai e Roper (2004), não observaram diferenças, entre espaço aéreo e volume de frutos, em frutos oriundos de diferentes porta-enxertos na cultivar Gala, assim como observado no presente estudo. WISMER et al. (1995), citam que são três aspectos que aumentam o número de células em fruto de maçã, quais sejam pelo aumento na divisão celular, aumento no período da divisão celular ou a combinação desses dois fatores. Em seus trabalhos eles observaram que a aplicação de BA aumenta o número de células nos frutos contribuindo para a formação de frutos maiores, mas não contribui para o aumento do período de divisão celular. Resultados esses que diferem do presente estudo. No entanto, cabe salientar que se observou maior número de células por grade nos frutos submetidos ao tratamento com BA e TDZ. Assim acredita-se que o estresse hídrico ocorrido no período compreendido entre meados de julho até setembro durante o ciclo afetou o potencial de crescimento dos frutos.

Tabela 29 – Avaliações microscópicas de espaço aéreo, células por grade, comprimento e largura de célula, área e volume celular em frutos de macieira ‘Gala’ tratadas com citocininas, durante o ciclo 2016. Geneva – NY, EUA 2018.

Tratamentos	Esp. aéreo (%)	Células/g rade	Comp. da Célula (µm)	Larg. da célula (µm)	Área cel. (µm ²)	Volume cel. (µm ³ x 10 ⁶)
Controle	35,50 a	32,35 b	205,56 a	137,31 a	23346,26 a	2,04 a
BA mg L ⁻¹	32,90 b	34,90 a	202,41 a	136,40 a	22868,61 a	2,00 a
TDZ 5 mg L ⁻¹	34,56 a	35,98 a	195,70 b	137,31 b	21344,46 b	1,76 b
Duncan P≤0,05	*	*	*	*	**	**
M9	34,20	34,02	202,34	135,72	22855,74	1,98
M26	34,21	35,05	199,84	133,74	22123,25	1,89
Duncan P≤0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Citoc x PE	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. NS – Não significativo. * *= p<0,01; *= p<0,05. Citoc. – citocinina; PE – Porta-enxerto. Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Para as variáveis volume do córtex e número de células por córtex foram observados os maiores valores nos frutos provenientes de plantas tratadas com TDZ diferindo estatisticamente

dos demais tratamentos. No entanto, houve diferença significativa entre os porta-enxertos somente para a variável volume do córtex. Na interação entre Citoc x PE não houve diferença estatística nessas duas variáveis citadas. Para a variável número de células por mm³ os frutos provenientes de plantas tratadas com TDZ foram superiores aos demais tratamentos, os frutos de plantas submetidas ao tratamento com BA foram superiores ao tratamento controle. Não se observou diferença significativa entre os porta-enxertos e na interação Citoc x PE (Tabela 30), resultados esses promissores, que sugerem maiores estudos buscando o aumento do calibre de fruto com baixas dosagens de citocininas.

Tabela 30 – Volume do córtex, número de células por córtex e número de células por mm³ de frutos ‘Gala’ provenientes de macieiras tratadas com citocininas, durante o ciclo 2016. Geneva – NY, EUA, 2018.

Tratamentos	Volume córtex (cm ³)	Células por Córtex x10 ⁶	Células por mm ³
Controle	89,34 b	28,69 b	324,21 c
BA 30 mg L ⁻¹	88,82 b	30,22 b	355,53 b
TDZ 5 mg L ⁻¹	103,97 a	38,58 a	381,22 a
Duncan P≤0,05	**	**	**
M9	97,11 a	32,91	348,23
M26	89,72 b	31,81	361,81
Duncan P≤0,05	**	NS	NS
Citoc x PE	NS	NS	NS

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. NS – Não significativo. * *= p<0,01. Citoc. – citocinina; PE – Porta-enxerto. Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

De acordo com Looney (1996), o TDZ em concentrações muito baixas, aplicado durante a divisão celular, pode estimular o aumento do tamanho das frutas de kiwi e outras fruteiras, assim como observado nesse estudo. Petri et al. (1992) observaram que TDZ a 150 e 50 mg L⁻¹ aumentou a frutificação efetiva e o tamanho das frutas de macieira cv. Gala. O aumento da massa média também foi observado por Greene (1996), quando aplicou CPPU, porém os resultados mostraram que TDZ pode ser mais eficiente. Ao analisar os frutos durante a colheita nota-se a diferença entre os frutos provenientes de plantas tratadas com TDZ dos demais tratamentos, assim como é possível observar a deformação de frutos pelo uso de TDZ, como já relatado por outros autores. Ao observar a eficiência produtiva foi possível concluir que esses tratamentos não influenciaram no tamanho final do fruto. Contudo através do número de células por grade é possível afirmar que ocorreu uma maior multiplicação celular nos frutos de plantas que foram tratadas com TDZ e BA, que possivelmente foram prejudicados pelo déficit hídrico ocorrido durante o ciclo, não permitindo que essa característica se expressasse. Diante da

possibilidade de utilização dessa técnica novos estudos devem ser realizados com doses, época de aplicações e ciclos diferentes, na tentativa de obter resultados promissores.

5.5 CONCLUSÕES

O TDZ aumenta o comprimento e diâmetro dos frutos de maçãs ‘Gala’, mas causa deformação de frutos nos dois porta-enxertos estudados.

O TDZ e o BA aumentam a multiplicação celular em frutos de maçãs ‘Gala’.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que o uso de indutores de brotação é uma prática que está incorporada ao sistema produtivo de macieiras no Brasil. E devido a essa prática torna-se possível e rentável a produção onde as condições climáticas não são consideradas ideais para o cultivo. A cianamida hidrogenada (CH) é a principal molécula usada para este fim, no entanto devido a sua toxicidade novas alternativas devem ser inclusas no manejo. Nesse trabalho foi possível observar que mesmo essa molécula considerada altamente eficiente não apresentou eficiência satisfatória em todos os anos de estudo. Assim novos estudos e novas moléculas devem ser estudadas. Esse ensaio deve ser realizado em outras regiões e em áreas com menor incidência da *Glomerella* spp. visto que as plantas foram fortemente afetadas por essa moléstia, o que pode ter causado interferência nos resultados obtidos, bem como ser realizados em outras cultivares resistentes a *Glomerella* spp.

Trabalhos tem relatado que a aplicação de indutores de brotação ativam determinados genes ligados à dormência em plantas. Hoeberichts et al. (2017) estudaram a expressão gênica desencadeada pela aplicação do indutor de brotação Erger® em frutos de kiwi e observaram que após a aplicação uma série de genes são ativados. Vergara e Pérez (2010) investigaram no Chile a expressão gênica em videiras entre quebra de dormência artificial e natural e observaram que ocorre regulação positiva destes genes tanto sob condições naturais como artificiais, sugerindo que os compostos de superação de dormência ativam as mesmas vias metabólicas entre as duas condições. Outro trabalho de grande relevância para esse assunto foi desenvolvido por Or et al. (2000) mostrando que o uso da cianamida hidrogenada inativa algumas catalases. Marchi et al., (2017) estudaram a combinação de óleos vegetais e mineral na superação de dormência nas cultivares Gala Real II e Fuji Suprema e observaram que a aplicação desses compostos não alteram a atividade da enzima catalase e nenhum dos produtos testados altera a atividade da enzima peroxidase do guaiacol, após as 24 horas de estudo, os autores acreditam que esses produtos tenham uma resposta após o período que foi estudado.

Estudos como estes são a chave para melhor compreender o mecanismo de ação e eficiência dos indutores de brotação. Esses estudos devem ser realizados tanto nas regiões tropicais, subtropicais e temperadas. Saliente-se que nas primeiras duas regiões as plantas não entram em dormência verdadeira e isso acarretará na ativação e falta de ativação de diferentes genes, ferramenta essa que deve auxiliar no entendimento também dos efeitos fisiológicos e moleculares causados pela aplicação de indutores de brotação.

Para o uso de citocininas como ferramenta para aumentar calibre de frutos, acredita-se que novos estudos devem ser conduzidos. As condições climáticas interferiram no resultado final, mas mesmo assim, através de algumas variáveis analisadas foi possível observar que ocorreu maior multiplicação celular durante o desenvolvimento do frutos pelo uso das citocininas.

Algumas sugestões como, avaliar o número de aplicações e acrescentar mais doses e locais diferentes podem fornecer melhores resultados na tentativa de obter maior número de frutos de maiores calibres. Salienta-se ainda que estudos com maior profundidade nesse assunto devem ser realizados visto que com o menor espaço aéreo observado e o maior número de células no tratamento com TDZ espera-se frutos com uma maior resistência de penetração de polpa, visto que frutos maiores contem maior quantidade de células menores que influencia diretamente na qualidade de frutos por aumentar o tempo de armazenamento nas câmaras frias.

Outro ponto a ser levantado é aumentar o número de citocininas a serem testadas visto que o TDZ na dose utilizada causou deformação de frutos, o que não é viável e aceito pelo mercado consumidor. Ressalta-se que as avaliações microscópicas são as mais trabalhosas e que demandam maior tempo dedicado para realização, necessitando assim de melhor planejamento para não prejudicar essa análise.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ (ADAPAR). Bula Break-Thru. 2018. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Outros/break.pdf>. Acesso em: 16 de abril 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (AGROFIT). Bula Retain. 2018. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/retain_7617.html. Acesso em: 11 abril 2018a.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (AGROFIT). Bula Promalin. 2018. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/promalin_7041.html. Acesso em: 11 abril 2018b.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (AGROFIT). Bula Stimulate. 2018. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/stimulate_7691.html. Acesso em: 11 abril 2018c.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (AGROFIT). Bula Maxcel. 2018. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/maxcel_7562.html. Acesso em: 11 abril 2018d.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (AGROFIT). Bula Dormex. 2018. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/dormex_3482.html. Acesso em: 11 abril 2018e.

AL-HINAI, Y.K.; ROPER, T.R. Rootstock effects on growth and quality of 'Gala' apples. **HortScience**, v.39, p.1231-1233, 2004.

ALLAN, P. Winter chilling in areas with mild winters: Its measurement and supplementation. **Acta Horticulturae**, Nauni, n. 662, p. 47-52, 2004.

ANDRADE, G. A. et al. Zoneamento agroclimático de café robusta no Estado do Paraná e impactos das mudanças climáticas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 4, n. 33, p 1381-1390, 2012.

ANTOGNOZZI, E. et al. Effect of CPPU (cytokinin) treatments on fruit anatomical structure and quality in *Actinidia deliciosa*. **Acta Horticulturae** n. 444, p. 459 - 465.1997.

AMARANTE, C. V. T.; MEGGUER, C. A.; BLUM, L. E. Bassay. Effect of preharvest spraying with Thidiazuron on fruit quality and maturity of apples. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p.59-62, 2003.

ARAÚJO, M.M; FORTES, G.R. de L.; SANTOS FILHO, B.G. Thidiazuron, uma alternativa para superar a dormência de gemas de macieira (Malta domestica B). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.13, n.3, p.249-253,1991.

ARGENTA, C. L. Fisiologia pós-colheita: maturação, colheita e armazenagem dos frutos. In: EPAGRI. **A Cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 691-724.

ARGENTA, L.C.; PETRI, J.L.; MONDARDO, M. Efeito de piridiluréias e GA4+7 + BA sobre o crescimento de maçãs cvs Gala e Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 15, n.1, p. 111-116, 1993.

ARIMA, Y.; OSHIMA, K.; SHUDO, K. Evolution of a novel urea-type cytokinin: Horticultural uses of forchlorofenuron. **Acta Horticulturae**, Leiden, n. 394, p. 75-83, 1995.

AUTIO, W.R.; BARDEN, J.A.; BROWN, G.R.; Rootstock affects ripening, size, mineral composition, and storability of 'Starkspur Supreme Delicious' in the 1980-81 **NC-140 Cooperative Planting**. Fruit Var. J. 1991.

AUTIO, W.R., GREENE, D.W., LORD, W.J. Performance of McIntosh apples trees on seven rootstocks and a comparison of methods of productivity assessment. **HortScience**, v. 31, p. 1160- 1163. 1996.

BAKER, E.; LIEBERMAN, M.; ANDERSON, J.D. Inhibition of ethylene production in fruit slices by rhizobitoxine analog and free radical scavengers. **Plant Physiology**, Linthicum-MD, v.61, p. 886- 888, 1978.

BERGMANN, W. Nutritional disorders of plants. **Gustav Fischer**, Verlag, Jena. 1992.

BIANCHI, V. J. et al. Aumento da frutificação efetiva em pereiras cultivar garber com uso de AG3 e TDZ. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6, n.3, p.191-193, 2000.

BIOLCHIM. Bula Bluprins. 2018. Disponível em:
<http://biolchim.com.br/biolchim/portfolio-view/bluprins/>. Acesso em: 16/04/2018.

BIOSUL. Bula Brotex. 2018. Disponível em:
http://www.biosul.com/uploads/arqs_downloads/20171019_082524_bioup--brotex.pdf.
 Acesso em: 16/04/2018.

BITENCOURT, G. V. A. Analysis of the quality and valorization of integrated apples production: an study in the wholesale market of São Paulo, Brazil.. In: international pensa conference on agri-food chains/networks economics and managements 5., 2005. Ribeirão Preto **Proceedings...** Ribeirão Preto Brazil school business and economics of Ribeirão Preto – University of São Paulo, Jul. 2005.

BLEICHER, J. História da macieira. In: A Cultura da Macieira. Florianópolis: EPAGRI, 2002, p. 29-36.

BONETI, J. I. S. et al. Evolução da cultura da macieira. In: **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2002, p. 37-57.

BONETI, J. I. S. et al. Evolução da cultura da macieira. In: **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006, p. 37-57.

BOTELHO, R. V. Uso de bioestimulante para quebra de dormência de macieira cv. Castel Gala. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 399-403, 2008.

BOTELHO, R. V. Efeito do extrato de alho na quebra de dormência de macieiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 403-405, 2007.

BOTELHO, R. V.; MULLER, M. M. L. Evaluation of garlic extract on bud dormancy release of Royal Gala apple trees. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 47, n. 6, p. 738-741, 2007a.

BOTELHO, R. V.; MULLER, M. M. L. Extrato de alho como alternativa na quebra de dormência de gemas em macieiras. cv. Fuji Kiku. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 37-41, 2007b.

BOTELHO, R.V.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M.M. Brotação e produtividade de videiras da cultivar Centenial Seedless (*Vitis vinifera* L.) tratadas com cianamida hidrogenada na região noroeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p. 611-614, 2002.

BOTELHO, R. V. et al. Mineral and vegetable oils as effective dormancy release agents for sustainable viticulture in a sub-tropical region. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 91, p. 1, 2016.

BOUND, S. A.; JONES, K. M. Hydrogen cyanamide impacts of flowering, crop load, and fruit quality of red 'Fuji' apple (*Malus domestica*). **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 32, n. 2, p. 227-234, 2004.

BRACKMANN, A. et al. Armazenamento em atmosfera controlada de maçãs mutantes da cultivar Gala. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 34, p. 136-143, 2009.

BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, A.J. Responses of 'Gala' apples to preharvest treatment with AVG and low ethylene CA storage. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.553, p.155-157, 2001.

BRETAUDEAU J., 1979. - **Tailles et greffes de nos arbres fruitiers**. Edition J. B. Balliere, P, 107.

BURAK, M.; BUYUKYLMAZ, M. Effect of Promalin on fruit shade and quality of Starking Delicious apple cultivars. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.463, p.365-369, 1997.

CAMILO, A. P.; DERNARDI, F. Cultivares: descrição e comportamento no Sul do Brasil. In: **A Cultura da Macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 113-168.

CÂNDIDO, M. S. et al. Uso de indutores de brotação em pereiras 'Packham's' e 'Rocha' Cultivadas em condição tropical. In: **Anais...XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2014, Cuiabá.

CARDOSO, L. S. et al. Disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, RS. **Ciência Rural**, v.42, n.11, 2012.

CARDOSO, L. S. et al. Unidades de frio para macieiras na região de Vacaria, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 289-295, 2015.

CARDOSO, L. S. **Modelagem aplicada à fenologia de macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji Suprema' em função do clima, na região de Vacaria, RS**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CARVALHO, R.I.N.; 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**, Jaboticabal, v.26, n. 1 p.65-68. 2004.

CASTRO, P. R. C.; PACHECO, A. C.; MEDINA, C. L. Efeitos de stimulate e de microcitros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranja-pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 338-341, 1998.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

CHOUARD, P. Dormance et inhibition des graines et des bourgeons. Préparation au forçage et au thermopériodisme. **Centre de Documentation Universitaire**, Paris. 1956.

CITADIN, I. et al. Atividade de enzimas relacionadas com a mobilização de carboidratos durante a dormência da nogueira (*Juglans Regia*). **Revista Brasileira Fruticultura**. v. 31, n. 2, 305-313, 2009.

CITADIN, I. et al. Uso de cianamida hidrogenada e óleo mineral na floração, brotação e produção do pessegueiro ‘Chiripá’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 32-35, 2006.

CLINE, J.A. Interactive effects of 6-BA, GA₄₊₇ and proexadione-calcium on Gala apples. **Canadian Journal of Plants Science**, v. 97, n. 4 p. 632-644, 2017.

CORRALES-MALDONADO, C. et al. Organic alternative for breaking dormancy in table grapes grown in hot regions. **Am J Agric Biol Sc** v.5, n. 2, p.143-147. 2010.

CRUZ JUNIOR, A. O.; AYUB, R. A. Quebra de dormência de gemas de macieira cv. Eva tratadas com cianamida hidrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 576-578. 2002.

DABUL, N.A.G.; AYUB, R.A. Efeito da aplicação de Promalin® em frutos de maçã (*Malus domestica*) cv. Gala. **Revista Ceres**, v. 52, p. 351-356. 2005.

DENARDI, F. et al. Variedades. In: FIORAVANÇO, J. C.; SANTOS R. S. S. (Org.). **Maçã: o produtor pergunta a Embrapa responde**. 1ed. Brasília: Embrapa, 2013, p. 41-56.

DENNE, M.P. The growth of apple fruitlets and the effect of early thinning on fruit development. **Ann. Bot.** 24, p. 397-406. 1960.

DENNIS, F. G. J. Fruit set. In: **The fruit physiology: growth e development: a comprehensive manual for regulating deciduous tree fruit growth and development**. MAIB, K. M. Yakima, Washington: Washington State Fruit Comission, 1996. p. 109-116.

DENNIS JUNIOR, F. G. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. **HortScience**, Alexandria, v.38, n.3, p. 347-350, 2003.

DOMINGOS, S. N.G. **O ensombramento como técnica de monda na macieira ‘Gala’ (Malus domestica Borkh.) Caracterização agronómica e ecofisiológica**. (Dissertação de mestrado). Lisboa, 2009.

DOORENBOS, J. Review of the literature on dormancy in buds of woody plants. **Meded. van de Landbouwhogeschool Wageningen**, v. 53, n. 1, p. 23.1953.

EL-AGAMY, S.Z. et al. 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.

EL-YAZAL, M.A.S.; RADY, M.M. Exogenous onion extract hastens bud break, positively alters enzyme activity, hormone, amino acids and phenol content, and improves fruit quality in ‘Anna’ apple trees. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.169, p.154-160, 2014.

EL-YAZAL, M. A. S.; RADY, M. M. Changes in nitrogen and polyamines during breaking bud dormancy in “Anna” apple trees with foliar application of some compounds **Scientia Horticulturae**, v.136, p. 75–80. 2012.

EL-YAZAL, M. A. S.; RADY, M. M.; EL-YAZAL.S. A. S Foliar-Applied Mineral Oil Enhanced Hormones and Phenols Content and Hastened Breaking Bud Dormancy In “Astrachan” Apple Trees. **International Journal for Empirical Education and Research**, v. 1, n. 2, 2018a.

EL-YAZAL, M. A. S; RADY, M. M.; EL-YAZAL.S. A. S. Metabolic Changes in Polyamines, Phenylethylamine, and Arginine during Bud Break in Apple Flower Buds under Foliar-Applied Dormancy-Breaking Agents. **International Journal for Empirical Education and Research**, v. 1, n. 2, 2018b.

EREZ, A. Chemical Control of Budbreak. **HortScience**, v.22, p.1240-1243, 1987.

EREZ, A. Bud dormancy: Phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: **Temperate fruit crops in warm climates**. Boston: Kluwer, 2000. p. 17-48.

ELFVING, D.C.; R.A. CLINE. Benzyladenine and other chemicals for thinning 'Empire' apple trees. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 118, p. 593-598. 1993.

FAGAN, E.V. et al. Citocininas. In: **Fisiologia Vegetal: Reguladores vegetais**. Piracicaba-SP. 2015. p. 111-128.

ORGANIZAÇÃO PARA AS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAOSTAT) – Produção. 2018. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 02 abril de 2018.

FAUST, M. Physiological considerations for growing temperate-zone fruit crops in warm climates. In.: **Temperate fruits crop in warm climates**. Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 2000. p.305-342.

FENILI, C. L. et al. Bluprins® em alternativa como indutor de brotação da macieira. **Revista Científica da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa - Congrega Urcamp**, v. 1, p. 860-868, 2017.

FERREE, D.C. et al. Does king fruit dominance differ among apple cultivars and sites? Proc. Int'l Symp. Growth Dev. Fruit Crop, **Acta Horticulturae** n. 527, p. 27-34. 2000.

FINETTO, G. A. The behavior of some apple rootstocks in relation to the chilling requirement. **Acta Horticulturae**, Nauni, n. 662, p. 245-251, 2004.

FIORAVANÇO, J. C. Botânica. In: FIORAVANÇO, J. C.; SANTOS R. S. S. (Org.). **Maçã: o produtor pergunta a Embrapa responde**. 1ed.Brasília: Embrapa, 2013, p. 21-27.

FIORAVANÇO, J.C.; ALMEIDA, G.K.; SILVA, V.C. Efeito da Promalina® (GA4+7 + 6BA) na produção e desenvolvimento dos frutos da macieira cv. Royal Gala. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, n. 9, p. 143-149. 2010.

FIORAVANÇO, J. C.; GIRARDI, C. L.; CZERMAINSKI, A.B. C.; SILVA, G. A.; NACHTIGALL, G. R.; OLIVEIRA, P. R. D. **Cultura da macieira no Rio Grande do Sul: análise situacional e descrição varietal**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. v. 2, p. 10-60. (Documentos, 71).

FIORAVANÇO, J. C.; CZERMAINSKI, A. B. C.; ALVES, S. A. M. **Condições meteorológicas e sua influência na safra de maçã de 2011/12 em Vacaria, RS.** Comunicado técnico, Bento Gonçalves, RS, 2012.

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. **Desenvolvimento das estruturas reprodutivas da macieira (*Malus domestica* Borkh) sob diferentes condições climáticas: da formação da gema à colheita dos frutos.** 2014. 293p. (Tese de doutorado). 2014.

FRANCISCONI, A.H.D. et al. Efeito de óleo mineral, cianamida hidrogenada e thidiazuron na quebra de dormência e produção da pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Packham's Triumph. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.1, p.161-166, 1992.

GOFFINET, M. C., ROBINSON, T. L., LAKSO, A. N. A comparison of 'Empire' apple fruit size and anatomy in unthinned and hand-thinned trees. **Journal of Horticultural Science**, v. 70, n. 3, p. 375-387. 1995.

GOFFINET, M. C.; LAKSO, A. N.; ROBINSON, T. L. Fruit drop in 'Empire' apple by position within the cluster in unthinned trees vs trees thinned to single-fruited clusters. **HortScience**, v. 31, p. 665.1996.

GRAPPADELLI, L.C. Light relations. In: Apples: **Botany, Production and Uses**. D.C. Ferree, I. Warrington (eds.). USA. CAB International. pp. 195-216. 2003.

GREENE, D.W. Effects of repeated yearly application of chemical thinners on 'McIntosh' Apples. **HortScience**, Alexandria, v. 40, n.2, p.401- 403, 2005.

GREENE, D. W. Regulation of fruit set in tree fruits with plant growth regulators. *Acta Horticulturae*, Leiden, n. 239, p. 323-333, 1989.

GREENE, D. W. A comparison of the effects of several cytokinins on apple fruit set and fruit quality. *Acta Horticulturae*, Wageningen, v. 329, p. 144-146, 1993.

GREENE, D.W. Endogenous hormones and bioregulator use on apples, p. 437–457. In: Ferree, D.C. and I.J. Warrington (eds.). **Apples: Botany, production and uses**. CAB Intl., Wallingford, UK.2003.

GREENE, D. W. Thidiazuron effects on fruit set, fruit quality, and return bloom of apples. **HortScience**, Alexandria, v.30, n.6, p.1238-1240, 1995.

GREENE, D.W. Influence of CPPU on fruit quality and storage potential of 'McIntosh' apples. **Journal of Tree Fruit Production**, v. 1, n. 1, p. 87-97, 1996.

GREENE, D.W., AUTIO, W.R.; MILLER, P. Thinning activity of benzyladenine on several apple cultivars. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v. 115, p. 390-400, 1990.

HAMPSON, C. R.; KEMP, H. Characteristics of important commercial apple cultivars. In: FERRE, D. C.; WARRINGTON, I.J. **Apples: botany, production and uses**. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p. 61-89.

HANKE, M. V. et al. No flower no fruit - genetic potentials to trigger flowering in fruit trees. **Genes, Genomes and Genomics**, v. 1, p. 1-20, 2007.

HARKER, F.R.; SUTHERLAND, P.W. Physiological changes associated with fruit ripening and development of meat texture during storage of nectarines. **Postharvest Biology and Technology**, v. 9, n. 4, p. 269-277. 1993.

HARKER, F.R. et al. Texture of fresh fruit. **Acta Horticulturae**, v. 20, p. 121-124. 1997

HAWERROTH, F. J. et al. Fenologia, brotação de gemas e produção de frutos de macieira em resposta à aplicação de cianamida hidrogenada e óleo mineral. **Bragantia**, v. 68, p. 961-971, 2009.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; Erger and Calcium Nitrate Concentration for Budbreak Induction in Apple Trees. **Acta Horticulturae**, v. 872, p. 511-516, 2010c.

HAWERROTH, F. J. et al. Brotação de gemas em macieiras 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema' pelo uso de Erger® e Nitrato de Cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 343-350. 2010a.

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** v. 31, p. 1145-1154. 2010b.

- HERNÁNDEZ, G; CRAIG, R. L. Effects of alternatives to hydrogen cyanamide on commercial kiwifruit production. **Acta Horticulturae**, v. 913, n. 1, p. 357-363, 2011.
- HERTER, F. G. et al. Uso do "método biológico" na determinação da evolução da dormência em macieira e pereira. In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 3., 2001, Ilhéus. **Anais...** CD-ROM.
- HILGENBERG, T.; AYUB, R.A. Avaliação de Brassinosteróides na quebra de dormência e no crescimento de ramos de Macieira (*Malus domestica*). **Ambiência**. Guarapuava (PR), v.10 n.2, p. 625 - 630. 2014.
- HISSANO, Z.; MARUR, C.J. E TSUNETTA, M. Caracterização do fruto da macieira Fugi em relação aos tipos de ramos de frutificação em Palmas-PR. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 2, n. 2, p. 53-55, 1990.
- HIRST, P.M., FERREE, D.C.: Effects of rootstock on bud development and flower formation of 'starkspur supreme delicious' apple. **Fruit Varieties J.** v. 50, p. 25–34, 1996.
- HO, Q.T. et al. Multiscale modelling of gas transport in pome fruit. In **Proceedings of ASABE Annual international Meeting**. Reno, Nevada, USA. 2009.
- HOEBERICHTS, F.A.et al. Next Generation Sequencing to characterise the breaking of bud dormancy using a natural biostimulant in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). **Scientia Horticulturae**, v. 225, n. 18, p 252-263. 2017.
- HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. Aspectos botânicos. In: NACHTIGALL, G. R. **Frutas do Brasil: maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 17-24.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção. 2018. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 02 abril 2018.
- IGLESIAS, I. et al. Innovación varietal en manzano. **Fruticultura Profesional**, Barcelona, p. 13-30, 2009.
- İMRAK B. et al. "Chemical applications affected dormancy breaking in 'modi' apple cultivar under subtropical conditions". **Acta scientiarum polonorum-hortorum cultus**, v.15, p.265-277, 2016.

IUCHI, T. Influência da localização de gemas floríferas sobre a fenologia e crescimento de ramos e frutos em macieiras. EMBRAPA/CNPFT, Pelotas, Brasil, 1987. 12p.

IUCHI, V.L. Botânica e fisiologia. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI. 2006. p. 59-104.

IUCHI, V.L. et al. Quebra de 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.

JANGRA M.S.; SHARMA J. P. Climate resilient apple production in Kullu valley of Himachal Pradesh. **International Journal of Farm Sciences** v. 3, p. 91-98. 2013.

JINDAL, K.K. et al. Effect of Promalin and Mixtanol on fruit growth, yield efficiency and quality of 'Starking Delicious' apple. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 636, p. 533-536, 2004.

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 11. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 1993. 745p.

JOVAGRO. Bula Sincron. 2018. Disponível em: <http://jovagro.cdn.reage.pt/sites/default/files/Sincron%20ESP%20Texto-PT.pdf>. Acesso em: 16 abril 2018.

KORBAN, S.S. Interspecific hybridization in *Malus*. **HortScience**, Alexandria, v.21, p.41-48, 1986.

KOVALESKI, A. et al. Produção integrada de maçã. 2018. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Maca/ProducaoIntegradaMaca/pragas.htm>. Acesso em: 28/05/2018.

KRETZSCHMAR, A. A. et al. Efeito de fitorreguladores sobre a incidência de podridão carpelar em maçãs "Fuji". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 414-419, 2007.

KUBOTA, N. et al. Identification of active substances in garlic responsible for breaking bud dormancy in grapevines. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Kyoto, v. 68, p. 1111-1117, 1999.

KVITSCHAL, M. V. et al. Identificação de polinizadoras para a cultivar de macieira Daiane. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 1, p. 009-014, 2013.

LANG, G.A. et al. Endo, para, and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. **HortScience**. Alexandria, v. 22, n. 3, p. 381-377. 1987.

LAKSO, A.N. et al. Na expolinear modelo f the growth pattern of the apple fruit. **Jornal horticulture Scienc**, v. 70, p. 389-394. 1995.

LAKSO, A. N.; GOFFINET, M. C. Apple fruit growth. New York **Fruit Quarterly**, v. 21, p. 11-14. 2013.

LAVEE, S.; MAY, P. Dormancy of grapevine buds - facts and speculation. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Kyoto, v.3, p.31-46, 1997.

LEITE, G. B. PETRI, J. L. COUTO. M. Dormência das fruteiras de clima temperado. In: PIO, R. (Org). **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. Ed. UFLA, Lavras, 2014. p. 56-79.

LITTLE, C.R.; BARRAND, L. The effect of preharvest, postharvest and storage conditions on some fruit disorders. In: INTERNATIONAL. CONTROLLED ATMOSPHERE PRESS CONFERENCE, 5., 1989, Washington. **Proceedings...** Washington, 1989, v. 1, p. 185-192.

LOONEY, N. E. Role of endogenous plant growth substances in regulating fruit tree growth and development. In: **The fruit physiology: Growth e development**. p. 31-40. 1996.

MAHROUS, H. A. H.; EL-FAKHRANI, E. M. M. Effect of some dormancy breaking agents on productivity, fruit quality and powdery mildew severity of apricot. **Acta Horticulturae**, Medford, v. 701, n. 1, p. 659-664, 2006.

MARCHI, T. et al. Indução da brotação de gemas de macieiras com aplicação de óleos vegetais e mineral. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 48, n. 3, p. 501-512, 2017.

MARCHI, T. **Indução da brotação e atividade enzimática de gemas de macieira mediante aplicação de óleos vegetais e mineral**. 2014. 73 p. Dissertação de mestrado. 2014.

- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA) - Instrução normativa n. 5, de 9 de fevereiro de 2006. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade da maçã. Diário Oficial da União, Brasília, DF, p. 6, 15 fev. 2006. Seção 1. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1223410756>>. Acesso em: 10 Abril 2018.
- MANN, S. et al. Effect of cyanamide on bud burst, flowering and fruit maturity of Baggugosha pear. **Acta Horticulturae**, Medford, v. 367, n. 1, p. 214-223, 1994.
- MARTIN, M. S. et al. Quebra da dormência de macieiras ‘Daiane’ pelo uso do tidiazurom. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.16, n.2, p.81-87, 2017.
- NACHTIGALL, G. R. et al. Viabilidade da fertirrigação em pomares de macieiras no sul do Brasil. **Agropecuária Catarinense: Suplemento especial do 11o Seminário Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado**, v. 27, n. 2, p. 25- 33. 2014.
- NAOR, A. et al. Temperature effects on dormancy completion of vegetative buds in apple. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 128, n. 5, p. 636-641, 2003.
- NAVA, G. et al. Mineral composition of leaves and fruits of apple ‘Fuji’ on different rootstocks in the region of São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, p. e-685, 2018.
- NICKEL, L.G. The effects of N-(2-chloro-4-pyridyl)-N’- phenylurea and the 3-chloro-benzyl ester of dicamba on the growth and sugar content of grapes. **Acta Horticulturae**, Leiden, n. 179, p. 805-806, 1986.
- NILSSON, T.; GUSTAVSSON, K. E. Postharvest physiology of ‘Aroma’ apples in relation to position on the tree. **Postharvest Biology and Technology**, v. 43, p. 36-46. 2007.
- NORA, I.; HICKEL, E. Pragas da macieira. In: **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri, p. 463- 521. 2006.
- NORTH, M. Effect of application date on the rest-breaking of cyanamide on Golden Delicious apples. **Deciduous Fruit Grower**, v.43, p.470-472, 1993.
- NUNES, J. L. S.; MARODIN, G. A.; SARTORI, I. A. Cianamida hidrogenada, thidiazuron e óleo mineral na quebra da dormência e na produção do pessegueiro cv. Chiripá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 93-496, 2001.

OR, E. et al. The transduction of the signal for grape bud dormancy breaking induced by hydrogen cyanamide may involve the SNF-like protein kinase GDBRPK. **Plant Molecular Biology**, v. 43, p. 483-494, 2000.

PASA, M. S. et al. Thidiazuron (TDZ) increases fruit set and yield of 'Hosui' and 'Packham's Triumph' pear trees. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 4, p. 3103-3110. 2017.

PASA, M. S. et al. Performance of 'Fuji Suprema' apple trees treated with budbreak promoters, in São Joaquim-SC. **Revista Brasileira De Fruticultura (Online)**, v. 40, p. e-325, 2018.

PASA, M. S. et al. Desempenho de macieiras 'Imperial Gala' e 'Mishima Fuji' em diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.1, p.17-26, jan. 2016.

PETRI, J.L. Novas alternativas para a quebra de dormência da macieira com produtos químicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, 1988, Campinas. **Anais...** Campinas: SBF, 1988. v.2, p.531-536.

PETRI, J. L. Efeito do uso de promalina na cultura da macieira. IN: VI ENFRUTE: Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, Fraiburgo. **Anais**, Epagri, v.1, p.197-202. 2003.

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.

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. Formação de flores, polinização e fertilização. In: EPAGRI: **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI. 2006. p.229-260.

PETRI, J. L., SCHUCK, E, LEITE, G. B. Efeito do Thidiazuron (TDZ) na Frutificação de Fruteiras de Clima Temperado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3 2001.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; ARGENTA, L.C. Eficácia do tratamento de AVG no controle da queda e maturação dos frutos de maçã, cultivar Imperial Gala. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 239-244, 2007.

PETRI, J.L. et al. Raleio de frutos na cultura da macieira. Florianópolis, SC: Epagri, 2017. 61p. (**Epagri. Boletim Técnico, 179**).

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

PETRI, J. L.; ARGENTA, L. C.; SUZUKI, A. Efeitos do thidiazuron no tamanho e desenvolvimento dos frutos da macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.2, p.127-134, 1992.

PETRI, J. L. et al. Raleio químico em macieiras ‘Fuji suprema’ e ‘Lisgala’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 170-182. 2013.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B. Consequences of Insufficient Winter Chilling on Apple Tree Budbreak. **Acta Horticulturae**, v. 662, p.53-60, 2004.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B. Biorreguladores de crescimento na produção de frutas de clima temperado. In: **II ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO**, 2, 1999, Fraiburgo.

PETRI, J. L. et al. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. Florianópolis: EPAGRI, 1996.

PETRI, J.L. et al. Estudo da biologia floral de macieira cultivar Gala e Fuji. In: NACHTIGALL, G. R. (Editor) **Inovações tecnológicas para o setor da maçã: Inovamaçã**. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, 2011. p.237-256.

PETRI, J.L.; PALLADINI, J.A.; POLA., A.C. Dormência e indução da brotação da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2002. p.261-298.

PETRI, J. L. et al. **Reguladores de Crescimento para Frutíferas de Clima Temperado**. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina EPAGRI, Florianópolis 2016, 141 p.

PETRI, J. L. et al.. Apple phenology in subtropical climate conditions. In: **Phenology and climate change**. ZHANG, X. INTECH Open Access Publisher, 2012.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; ; HAWERROTH, F. J. . Time of Erger Application for Budbreak Induction in Apple Trees. **Acta Horticulturae**, v. 872. 2010.

PIO, R.; NETO, J.E.B.; ALVARENGA, A.A. Cultivo da macieira. In: PIO, R. (Org). **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. Ed. UFLA, Lavras, 2014. p. 80-121.

RADY, M. M.; EL-YAZAL, M. A. S. Garlic extract as a novel strategy to hasten dormancy release in buds of ‘Anna’ apple trees. **South African Journal of Botany**, v. 92, p. 105–111. 2014.

RAI, R. et al. Implications of changing climate on productivity of temperate fruit crops with special reference to apple. **Journal of Horticulture**, n. 2, p. 135. 2015.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T.L. Apple pollination: a review. **Scientia Horticulturae**, v. 162, p. 188–203. 2013.

REGINATO, G., CORTÁZAR, V.Z. ROBINSON, T.L. Predicted crop value for nectarines and cling peaches of different harvest season as a function of crop load. **Scientia Horticulturae**, v. 42, n. 2, p. 239 - 245. 2007.

ROBERTO, S. F.; KAGUEYAMA, M. H.; SANTOS, C. E. Indução da brotação da macieira ‘eva’ em região de baixa incidência de frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 128-130, 2006.

RODRIGUES, A. et al. Aplicação de AG3 e CPPU na qualidade da uva ‘Itália’ em Porto Feliz-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 01-07, 2011.

ROTH, E. et al. Postharvest quality of integrated and organically produced apple fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 45, p. 11-19. 2007.

SANHUEZA, R.M.V.; PROTAS, J.F.S.; FREIRE, J.M. Características e controle das doenças de verão na produção integrada de maçã. In: SANHUEZA, R.M.V. et al. **Manejo da macieira no sistema de produção integrada de frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006, p.51-60.

SATO, A.J.; SIMÃO, D.F.; BOTELHO, R.V. Produtos alternativos na indução da brotação de gemas da macieira ‘Maxi Gala’. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2012a.

SATO, A.J. et al. Extrato de cebolinha, óleo vegetal e mineral na promoção de brotação de pereiras 'Abate Fetel'. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2012b.

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

SCHWARTZ, M.D. Phenoclimatic Measures. In: Schwartz, M.D., ed. **Phenology: an integrative environmental science**. Kluwer Academic Press, Dordrecht, Netherlands. 2003.

SETTIMI, L. et al. **Update: Hidrogen Cyanamide-related Ilnesses-Italy**, 2002-2004. Morbidity and Mortality Weekly Report, Atlanta, v.54, p.405-408, 2005.

SKENE, D.S. The distribution of growth and cell division in the fruit of Cox's Orange Pippin. **Annals of Botany**, v. 30, p. 493–512.1966.

SMITH, W. H. Cell multiplication and cell enlargement in the development of the flesh of apple fruit. **Annals of Botany**, v. 14, p. 23-38. 1950.

SOLTÉSZ, M. Flowering. In: NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M. **Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits**, Budapest: Akadémia Kiadó, 1996. p.80-132.

SOUZA, J.S.I. de. **Poda das plantas frutíferas**. 9.ed. São Paulo: Nobel, 2005. 191p.

STANLEY C. J. et al. Towards understanding the role of temperature in apple fruit growth responses in three geographical regions within New Zealand. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. Ashford. v.75, p.413-422, 2000.

STERN, R. A.; SHARGAL, A.; FLAISHMAN, M. A. Thidiazuron increases fruit size of 'Spadona' and 'Coscia' pear (*Pyrus communis* L.). **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 78, p. 51-55. 2003.

SUGIURA, T.; HONJO, H.; HORIMOTO, M. Measuring cell size and estimating changes in the number of fruit cells by replica or video microscope. **HortScience**, v. 30, p. 270-271. 1995.

TADEO, F. R.; GÓMEZ-CADENAS, A. Fisiología de las plantas y el estrés. In: AZCÓN-BIETO, J.; TALÓN, M. **Fundamentos de fisiología vegetal**. 2. ed. Madrid: McGraw-Hill, 2008. p. 577-597.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TAYLORSON, R. B ; HENDRICKS, S. B; Dormancy in seeds. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.28, p.331-354, 1977.

TROMP, J.; WEBSTER, A. D.; WERTHEIM, S. J. **Fundamentals of temperate Zone Tree Fruit Production**. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, p. 400. 2005.

UBER, S. C. et al. Eficiência do erger® como indutor de brotação em alternativa a cianamida hidrogenada. **Revista Científica da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa - Congrega Urcamp** , v. 1, p. 1451-1466, 2017.

VALAGRO. Bula Erger. 2018. Disponível em:
<<https://www.valagro.com/brazil/pt/produtos/farm/bioestimulante/erger/>>. Acesso em: 16/04/2018.

VALENT BIOSCIENCES. Bula Promalin. 2018. Disponível em:
<<https://pgr.valentbiosciences.com/valent-biosciences-biorational-crop-enhancement/products/promalin>>. Acesso em: 11 abril 2018.

VALENTINI, N. et al. Use of bioclimatic indexes to characterize phenological phases of apple varieties in Northern Italy. **International Journal of Biometeorology**, New York, n.45, p.191-195, 2001.

VERGARA, R.; PÉREZ, F.J. Similarities between natural and chemically induced bud-endodormancy release in grapevine *Vitis vinifera* L. **Scientia Horticulturae**. v. 125, p. 648–653. 2010.

WAY, R. D. et al. Apples. **Acta Horticulturae**, v. 1, n. 290, p. 1-62, 1990.

WEAVER, R. J. **Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura**. México, Trillas, 1976. 622p.

WEBSTER, A. 1997. Fruit size and quality. East Malling Research Association **Members Day Report**, 1997, p. 1-7.

WEIRTHEIM, S.J.; SCHMIDT, H. Flowering, pollination and fruit set. In: TROMP, J.; WEBESTER, A.D.; WERTHEIM, S.J. **Fundamentals of temperature zone tree fruit production**. Leiden: Backhuys Publishers, 2005. p. 216-239.

WESTWOOD, M.N., BATJER, L.P., BILLINGSLEY, H.D. Cell size, cell number, and fruit density of apples as related to fruit size, position in cluster, and thinning method. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 91, p. 51–62. 1967.

WESTWOOD, N.H. **Fruticultura de zonas templadas**. Madrid: Mundi-Prensa, 1982. 461p.

WISMER, P.T.; PROCTOR, J.T.A.; ELFVING, D.C. Benzyladenine affects cell division and cell size during apple fruit thinning. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v. 120, p. 802–807. 1995.

WU, J. et al. Chemical compositional characterization of some apple cultivars. **Food Chemistry**, v.103, p.88-93, 2007.

YOSHIDA, Y., FAN, X.; PATTERSON, M. The 'Fuji' apple. In: FERREE, D.C. (Ed.). A history of fruit varieties. Yakima: **Good Fruit Grower Magazine**, 1998. p. 137–141.

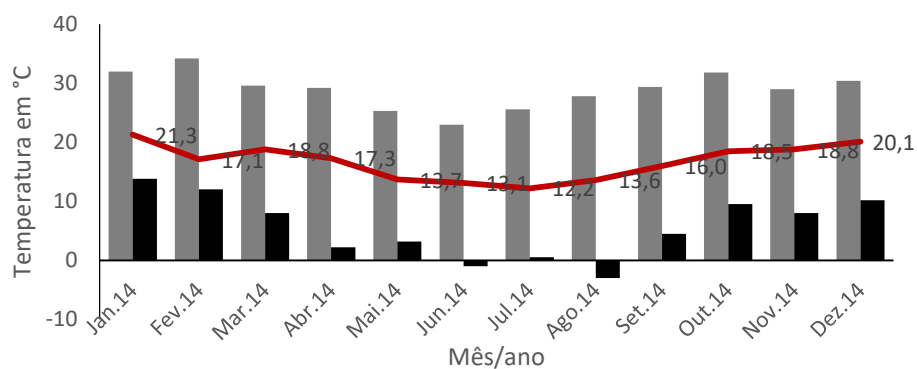
ANEXOS

ANEXO A - Horas e unidades de frio acumuladas de 1 de abril a 30 setembro, durante os anos 2014, 2015, 2016 e 2017, na unidade experimental de Caçador-SC.2018.

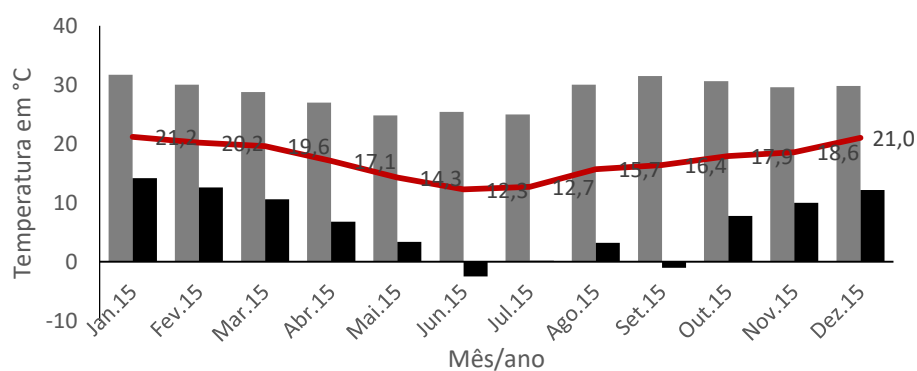
Ano	Horas de Frio $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$	Unidades de frio
2014	586	1139
2015	236	698
2016	700	1305
2017	313	628

Fonte: Adaptação de Petri et al., 2017.

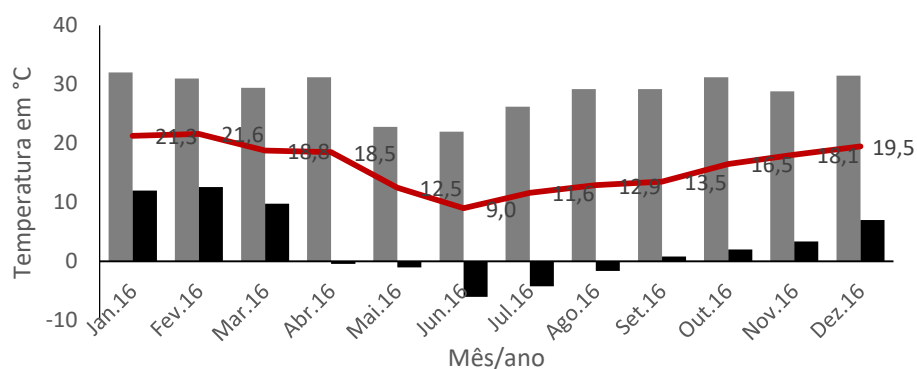
ANEXO B - Temperaturas máxima, mínimas e média dos anos 2014, 2015 e 2016. Caçador – SC, 2018.



■ Máx. ■ Mín. — Méd.



■ Máx. ■ Mín. — Méd.



■ Máx. ■ Mín. — Méd.

ANEXO C - Precipitação e umidade relativa do ar durante os anos 2014, 2015 e 2016. Caçador SC, 2018.

