

SHEILA ROSSANA DAL'SANT

REGULADORES VEGETAIS NA FRUTIFICAÇÃO E PRODUÇÃO DA MACIEIRA
'IMPERIAL GALA'

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi

Coorientadores: Ms. José Luiz Petri
Dr. Fernando José Hawerth

CURITIBA

2013

DEDICO

Á Deus, pela família maravilhosa e companheira que me presenteou, pois souberam me fortalecer nos momentos mais difíceis ao longo da elaboração desse trabalho, muitas vezes dedicando-me integralmente e deixando-a de lado, também por me dar energia e paciência quando muitas vezes achava que a tarefa estava árdua ao extremo, o meu muito obrigado

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, meu marido e companheiro Silvio Eduardo Dias da Silva pela paciência que teve ao longo dos dois anos da elaboração desse trabalho colaborando nos trabalhos a campo e na redação do mesmo, ao meu enteado Lucas D. da Silva e minha filhinha Ana Clara Dal'Sant da Silva que sempre compreenderam minhas ausências em casa para cumprir os créditos necessários para alcançar o final dessa dissertação com muito carinho e companheirismo, minha querida mãe Eusa Dal'Sant e minhas amigas Zília Martiniski e Selma Marquete pelo colaboração e cuidados com minha filha em momentos que tive que me ausentar de casa.

A todos os professores da pós graduação em especial ao meu orientador professor doutor Luiz Antonio Biasi e a professora doutora Francine Cuquel que em um momento difícil de saúde de minha filha soube compreender e me ajudar a enfrentá-lo.

A querida Lucimara secretária da pós graduação que sempre me ajudou, nas dúvidas no decorrer dos dois anos muito amiga e prestativa.

Aos amigos da pós graduação que sempre me ajudaram quando foram solicitados: Wanderlei, Gilnei, Aninha, Cassiana, Francelize, Emili, Paulo, Marta dentre outros, o meu muito obrigado pela colaboração, amizade e carinho.

A Empresa Renar por ceder uma área do seu pomar para conduzir o experimento, a Empresa Iharabrás pela doação do produto (VIVIFUL), e a Epagri – Caçador/SC pela utilização dos laboratórios, equipamentos e estagiários para compilação dos dados dos experimentos.

Aos meus coorientadores professor MS Jose Luiz Petri fitotecnista da Epagri Caçador em Santa Catarina e Dr. Fernando Hawerth da Embrapa Agroindústria Tropical Fortaleza/CE pela amizade, confiança, paciência e ajuda na elaboração de todo esse trabalho sempre prestativos e companheiros quando foram solicitados.

De coração agradeço a todos os citados e aos não citados mas que de alguma forma colaboraram comigo nesses dois anos.

RESUMO

REGULADORES VEGETAIS NA FRUTIFICAÇÃO E PRODUÇÃO DA MACIEIRA ‘IMPERIAL GALA’

Estudos anteriores mostram que o plantio de cultivares polinizadoras são usuais na produção comercial de macieiras e esta prática não garante produções satisfatórias ao longo dos anos. Com inverno ameno, ocorrente no Sul do Brasil, as exigências em frio de muitas frutíferas temperadas não são completamente suficientes, determinando que cultivares com distintos requerimentos em frio apresentem grande variabilidade no período de florescimento, de um ano para outro. Nessas condições de irregularidade na ocorrência de frio durante o período hibernal, é freqüente a não sincronização do florescimento das principais cultivares e suas respectivas polinizadoras, repercutindo em baixa frutificação e irregularidade da produção. Além disso, baixas produções podem ocorrer em condições adversas a polinização, como ocorrência de chuvas durante o florescimento, deficiência de insetos polinizadores e intensidade e floração reduzida. Sob tais condições, a frutificação pode ser maximizada pelo uso de reguladores vegetais, que tendem a melhorar a frutificação efetiva e os componentes da produção das cultivares de macieiras. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação dos reguladores vegetais prohexadione de cálcio nas doses de (55, 110, 220 mg L⁻¹), GA₄₊₇ 9 mg L⁻¹ + BA 9 mg L⁻¹ e thidiazuron 10 mg L⁻¹, isoladamente e em mistura visando o aumento da frutificação efetiva e produção de macieiras ‘Imperial Gala’ em um pomar comercial no município de Fraiburgo, SC. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com 12 tratamentos e 6 repetições de uma planta por parcela, foi utilizado volume de calda de 1000 L ha⁻¹. Analisou-se as seguintes variáveis: frutificação efetiva, comprimento médio dos frutos, diâmetro médio dos frutos, relação comprimento/diâmetro dos frutos, número de sementes por fruto, massa média dos frutos, massa dos frutos por planta, número de frutos por planta, porcentagem de superfície vermelha de epiderme inferior a 50%, entre 50% a 80%, e acima de 80%, firmeza de polpa, sólidos solúveis totais e índice de degradação de amido. Na frutificação efetiva, os tratamentos PCa 220 mg L⁻¹ + TDZ e TDZ isolado foram superiores a aplicação de GA₄₊₇ + BA isolado. Para produção por planta e número de frutos por planta observou-se que a safra 2009/2010 foi superior a safra 2010/2011. Na relação C/D dos frutos o tratamentos PCa 110 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA foi superior aos tratamentos testemunha, PCa 55 mg L⁻¹ isolado e TDZ isolado, não diferindo dos demais tratamentos. Para superfície vermelha de epiderme os tratamentos GA₄₊₇ + BA e a testemunha foram superiores a todos os tratamentos com TDZ e não diferiram dos demais. Para firmeza de polpa o tratamento PCa 220 mg L⁻¹ + TDZ 10 mg L⁻¹ foi superior aos tratamentos testemunha, PCa isolados e PCa na mistura com GA₄₊₇ + BA, não diferindo dos demais tratamentos. O TDZ e GA₄₊₇ + BA reduziram o número de sementes, mas não alteraram o formato dos frutos. O PCa na mistura com TDZ quando aplicado na floração não elimina o efeito de retardar a maturação causado pelo TDZ. Safras com deficiência de polinização o uso de PCa 220 mg L⁻¹ + TDZ 10 mg L⁻¹ melhora a fixação dos frutos.

Palavras-chave: *Malus domestica*, prohexadione de cálcio, ácido giberélico, thidiazuron.

ABSTRACT

PLANT REGULATORS IN FRUIT AND PRODUCTION OF APPLE 'IMPERIAL GALA'

Previous studies show that planting pollinator cultivars are common in apple tree commercial production and this practice does not guarantee satisfactory productions over the years. With mild winters, occurring in southern Brazil, the required temperature of many temperate fruits are not quite enough, determining that cultivars with different requirements in cold display have a large variability in the flowering period from one year to another. Under these conditions of irregularity in the occurrence of cold during the winter period, is often not flowering synchronization of the main cultivars and their pollinators, resulting in low fruit and irregularity of production. In addition, low yields may occur in adverse pollination, as the rainfall during flowering, disability and intensity of insect pollinators and flowering reduced. Under such conditions, the fructification can be maximized by the use of plant growth regulators, which tend to improve fruit set and yield components of apple cultivars. The aim of this study was to analyze the effect of prohexadione calcium at doses (55, 110, 220 mg L⁻¹), GA₄₊₇ 9 mg L⁻¹ + BA 9 mg L⁻¹ and 10 mg L⁻¹ thidiazuron, and their mixtures in apple orchards cv. Imperial Gala, to improve fruit set and fruit quality in a commercial orchard in Fraiburgo, SC. The experimental design was a randomized block design with 12 treatments and 6 replications of one plant per plot was used spray volume of 1000 L ha⁻¹. Was analyzed the following variables: effective fructification, average fruit length, fruit diameter, length / fruit diameter, number of seeds per fruit, average fruit bulk, fruit bulk per plant, number of fruits per plant, percentage of red area of skin below 50%, between 50% to 80%, and above 80%, firmness, soluble solids content and starch degradation. In fruit set, treatments PCa 220 mg L⁻¹ + TDZ and TDZ were isolated upper applying GA₄₊₇ + BA isolated. For production per plant and number of fruits per plant was observed that the 2009/2010 harvest was higher than 2010/2011 season. In the C / D of the fruit treatments PCa 110 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA was superior to treatments witness PCa 55 mg L⁻¹ TDZ alone and isolated, not differing from other treatments. For red surface epidermis treatments GA₄₊₇ + BA and the witness were superior to all treatments with TDZ and did not differ from the others. For firmness treatment PCa 220 mg L⁻¹ + TDZ 10 mg L⁻¹ was superior to control treatments, PCa isolated and PCa mixing with GA₄₊₇ + BA, not differing from other treatments. Since the TDZ and GA₄₊₇ + BA reduced the number of seeds, but did not alter the shape of the fruit. The PCa does not eliminate the effect of delaying maturation caused by TDZ when applied together. Pollinating crops deficient in the use of PCa 220 mg L⁻¹ + TDZ 10 mg L⁻¹ improves the fruit set.

Key words: *Malus domestica*, prohexadione calcium, gibberellic acid, thidiazuron.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 Médias mensais das temperaturas e precipitação pluvial mensal para os meses de maio de 2009 à abril de 2010, e de maio de 2010 à abril de 2011. Fraiburgo – SC 2011.....23
- Figura 2 Estádios fenológicos da macieira: (A) Gema dormente; (B) Gema inchada (ponta de prata); (C) Pontas verdes; (C₃) 1,25cm verde; (D) 1,25cm verde sem folhas; (D₂) 1,25cm verde com folhas; (E) Botão verde; (E₂) Botão rosado; (F) Início de floração; (G) Final de floração; (H) Queda de pétalas; (I) Frutificação efetiva; (J) Frutos verdes.....24
- Figura 3 Aspectos das macieiras cv. Imperial Gala tratadas com: (A) Testemunha, (B) TDZ, (C) GA₄₊₇ + BA, (D) TDZ + PCa, (E) TDZ + PCa 220 mg, (F) PCa + GA₄₊₇ + BA.....30
- Figura 4 Aspectos dos frutos de maçã cv. Imperial Gala tratados com: (A) PCa 55 mg+ GA₄₊₇ + BA, (B) PCa 110 mg + GA₄₊₇ + BA, (C) TDZ + PCa 220 mg, (D) GA₄₊₇ + BA.....34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Frutificação efetiva em macieiras ‘Imperial Gala’ tratadas com os reguladores vegetais prohexadione de cálcio (PCa), thidiazuron (TDZ), Promalin® (GA₄₊₇ + BA) e suas misturas na floração no ciclo 2009/2010. Fraiburgo – SC.....27
- Tabela 2 Massa de fruto por planta e número de fruto por planta em macieiras ‘Imperial Gala’ tratadas com os reguladores vegetais prohexadione de cálcio (PCa), thidiazuron (TDZ), Promalin® (GA₄₊₇ + BA) e suas misturas na floração nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011. Fraiburgo – SC.....29
- Tabela 3 Massa média dos frutos e número de sementes por fruto em macieiras ‘Imperial Gala’ tratadas com os reguladores vegetais prohexadione de cálcio (PCa), thidiazuron (TDZ), Promalin® (GA₄₊₇ + BA) e suas misturas na floração nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011. Fraiburgo – SC.....31
- Tabela 4 Comprimento médio dos frutos, diâmetro médio dos frutos e relação comprimento / diâmetro dos frutos em macieiras ‘Imperial Gala’ tratadas com os reguladores vegetais prohexadione de cálcio (PCa), thidiazuron (TDZ), Promalin® (GA₄₊₇ + BA) e suas misturas na floração nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011. Fraiburgo – SC.....33
- Tabela 5 Porcentagem de frutos com coloração vermelha de epiderme, inferior a 50%, entre 50% e 80% e superior a 80% em macieiras ‘Imperial Gala’ tratadas com os reguladores vegetais prohexadione de cálcio (PCa), thidiazuron (TDZ), Promalin® (GA₄₊₇ + BA) e suas misturas na floração nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011. Fraiburgo – SC.....35
- Tabela 6 Firmeza de polpa, sólidos solúveis e índice de degradação de amido em macieiras ‘Imperial Gala’ tratadas com os reguladores vegetais prohexadione de cálcio (PCa), thidiazuron (TDZ), Promalin® (GA₄₊₇ + BA) e suas misturas na floração nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011 em Fraiburgo – SC.....37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 DESCRIÇÃO BOTÂNICA.....	12
2.2 CULTIVAR GALA.....	13
2.2.1 Imperial Gala.....	14
2.3 FRUTIFICAÇÃO EFETIVA.....	14
2.5 USO DE REGULADORES VEGETAIS NA CULTURA DA MACIEIRA.....	16
2.5.1 Thidiazuron.....	18
2.5.2 Promalin®.....	19
2.5.3 Prohexadione de cálcio.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5.CONCLUSÃO.....	38
6.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
7.REFERÊNCIAS.....	40
ANEXO.....	47

1 INTRODUÇÃO

A cultura da maçã foi introduzida no Brasil no início dos anos de 1960 por irmãos Frey, radicados em Fraiburgo – SC. No ano de 1970 iniciou-se a execução do Profit (Programa de fruticultura de clima temperado), cujas metas naquela época previam um plantio até 1975 de 3150 ha de macieiras. Este foi o marco decisivo para a implantação do negócio da maçã no Estado de Santa Catarina e no Brasil, cujo país passou da categoria de importador para exportador.

A maçã insere-se como a terceira fruta mais produzida no mundo, cuja produção em 2011 foi estimada em 75,6 milhões de toneladas, sendo superada apenas pela banana e a laranja, no Brasil a produção foi entorno de 1,3 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2013).

O Estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul são responsáveis por 96% da produção brasileira de maçãs. O cultivo da macieira é realizado por mais de 2,3 mil produtores brasileiros, sendo 1.627 em Santa Catarina, 700 no Rio Grande do Sul, e 100 no Paraná (BRASIL, 2011).

Para atender a demanda de consumo da maçã no Brasil e melhorar o volume de exportação, deve-se melhorar os aspectos produtivos. Sabe-se que a cultura ainda não está sendo produzida em condições ideais de clima necessitando da utilização de técnicas mais avançadas no manejo da planta, para compensar essa deficiência e diminuir os problemas de frutificação efetiva. Dentre estas técnicas, o uso de reguladores vegetais vêm se destacando pela sua eficiência e pelo seu baixo custo quando usado como regulador de crescimento reduzindo mão-de-obra dos pomares e também para amenizar alguns problemas ocasionados no Sul do Brasil, insuficiência em horas de frio exigidas pelas cultivares, deficiência em insetos polinizadores, a não sincronização do florescimento das polinizadoras em relação as cultivares, diminuição do crescimento vegetativo das macieiras conseqüentemente, melhora da frutificação.

Trabalhos realizados evidenciam a efetividade do prohexadione de cálcio (PCa) no controle do desenvolvimento vegetativo de macieiras, devido a inibição das etapas finais da biossíntese de giberelinas proporcionada por este composto. Nas condições climáticas do Sul do Brasil tem-se reduzida disponibilidade de informações sobre o uso de reguladores vegetais no manejo de pomáceas e os seus benefícios, então a realização de estudos desta natureza é importante para melhorar o manejo da macieira e a qualidade da produção.

O thidiazuron (TDZ) e o prohexadione de cálcio (PCa), quando aplicados isoladamente podem proporcionar aumento na frutificação efetiva, e o uso do TDZ poder acarretar em atraso na maturação dos frutos.

O Promalin® (GA₄₊₇ + BA) é um produto comercial que contém como ingredientes ativos Giberelina 1,8% e citocinina BA 1,8%, utilizado para melhorar a qualidade da maçã, no que se refere à forma do fruto, tamanho e redução da incidência de “russeting”, porém provoca um raleio de flores em muitos casos excessivo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a efetividade dos reguladores vegetais PCa, Promalin® e TDZ, aplicados na plena floração, isoladamente e em mistura, na frutificação e produção de macieiras ‘Imperial Gala’, bem como verificar se a mistura do TDZ e do Promalin® com PCa irão melhorar os benefícios já conhecidos de ambos quando aplicados isolados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DESCRIÇÃO BOTÂNICA

A macieira é uma espécie de frutífera lenhosa, decídua e temperada que é adaptável a diferentes climas, crescendo desde os trópicos até altas latitudes, pertence à família das Rosaceas, subfamília Pomoideae, cujo nome científico é *Malus domestica* Borkhausen. Caracterizada por uma inflorescência de terminologia contestada. Em 1910 considerou-se que a inflorescência era um corimbo condensado, 1916 chamou-se de inflorescência de uma cima simples, em 1924 que era um racemo corimbóide e a última definição surgiu em 1955 como uma falsa cima, devido a sequência de anteses: flor principal ou terminal; flor basal lateral e o restante das flores em sequência acrópeta. A flor é composta de um revestimento protetor externo, as sépalas, apêndices normalmente atraentes para os insetos, as pétalas, as anteras, estruturas que contêm os gametas masculinos ou grão de pólen, e os gametas femininos, ou óvulos, protegidos dentro dos carpelos. Os gametas verdadeiros são o núcleo espermático e a oosfera. As flores de muitas cultivares de macieiras são epígenas e hermafroditas, contendo cinco sépalas, cinco pétalas, três verticilos de estames, em ordem centrípeta, 10,5 e 5 estames, e um gineceu sincárpico com cinco lóculos típicos, cada um com dois a quatro óvulos e esses quando fertilizados se desenvolvem originando as sementes (IUCHI, 2002).

As plantas são árvores, com folhas alternadas, simples, caducas, estipuladas, penínervas de bordos dentados e tomentosas na página inferior. A macieira é considerada uma planta de dias neutros para muitos processos, seu sistema de brotos consiste de brotos compridos extensões, e brotos curtos esporões e brindilas (IUCHI, 2002).

A macieira, caracterizada como espécie alógama, necessita de polinização cruzada como garantia para se obterem boas produções anuais. Essa frutífera possui como fator impeditivo da autofecundação o mecanismo de autoincompatibilidade gametofítica sob controle dos alelos S (*SI*) (ALBUQUERQUE et al., 2010).

Esse grau de autoincompatibilidade pode ser influenciado pelo hábito de alternância da produção, onde após um ano de alta produção a autoincompatibilidade é maior. As cultivares plantadas devem ser compatíveis entre si, casos de incompatibilidade podem ocorrer também entre cultivares provenientes de mutações que não são efetivas em polinizar as cultivares que as originaram (PETRI, 2002b).

A incompatibilidade de macieiras é devida a reações fisiológicas que ocorrem entre o tubo polínico e os tecidos do estilete e/ou do ovário como exemplo pode-se citar ‘Gala’ e ‘Royal Gala’, onde uma não fecunda a outra. Entre cultivares tidas como autoférteis, sempre há auto grau de incompatibilidade, melhorando a frutificação quando ocorrer polinização cruzada, (PETRI, 2002b).

2.2 CULTIVAR GALA

A ‘Gala’ é uma das cultivares cuja popularidade vem crescendo mais rapidamente em todo o mundo, devido à sua excelente qualidade. Além da Nova Zelândia e do Brasil, a ‘Gala’ vem sendo plantada também na África do Sul, no Chile, na Argentina, na Espanha, na França e na Itália. Entretanto, em regiões de clima muito frio, como o norte da Europa e Canadá, apresenta problemas de coloração dos frutos. É originária do cruzamento ‘Kidd’s Orange Red’ X ‘Golden Delicious’, realizado em 1934 por J.H. Kidd, melhorista particular de Greytown, Wararapa, Nova Zelândia (CAMILO e DENARDI, 2002).

É uma das cultivares líderes em produção e em área plantada no Brasil, representando cerca de 60 % da produção total (BRASIL, 2011).

A planta é de porte semi-lenhoso, adapta-se bem em regiões com altitudes acima de 1300m, necessita de quebra de dormência em regiões de altitude menor, é suscetível a sarna (*V. inaequalis*) e mancha foliar da Gala (*Colletotrichum sp.*), geralmente apresenta grande quantidade de flores, sua floração ocorre entre final da segunda quinzena de setembro e final da segunda quinzena de outubro, dependendo do microclima, sendo mais precoce em regiões mais quentes.

A maturação dos frutos ocorre entre o final da segunda quinzena de janeiro e a segunda quinzena de fevereiro, sendo mais precoce nas regiões mais quentes (CAMILO e DENARDI, 2002).

Os frutos são muito atrativos, apresentando epiderme vermelho-rajada, sobre fundo amarelo, lisa, brilhante e geralmente com pouco “russeting”. São de tamanho pequeno a médio, com formato redondo-cônico, sendo a polpa de coloração amarelo-creme, firme, crocante e suculenta, Podem ser conservados até três meses em câmara fria convencional, perdendo perder o sabor e a textura quando mantidos além deste período. Em atmosfera controlada podem ser conservados por até cinco meses (CAMILO e DENARDI, 2002). Com

base nos resultados de Brackmann et al. (1995) conclui-se que maçã, cultivar Gala, armazenada em AC, mantém melhor firmeza de polpa, na temperatura de 0,5°C e menor manifestação de degenerescência da polpa e rachadura dos frutos na temperatura de 2,5°C.

A busca por mutações somáticas de Gala visa principalmente a obtenção de frutos mais uniformemente coloridos, mesmo aqueles sombreados. A coloração desuniforme deprecia o fruto, reduzindo o seu preço de mercado e mesmo inviabilizando-o para a exportação. Existe um número relativamente grande de mutações coloridas da Gala: Royal Gala, Imperial Gala, Mondial Gala, Lisgala, Brookfield, Galaxi, Real Gala 1, Real Gala 2, Maxi Gala (CAMILO e DENARDI, 2002).

2.2.1 'Imperial Gala'

Foi lançada comercialmente por David Mitchell, em Hastings, Nova Zelândia, em 1978. É uma seleção rajada de 'Gala' muito similar a 'Royal Gala', alguns autores dizem que a Imperial Gala é de coloração mais escura e o formato é ligeiramente mais alongado do que a 'Royal Gala' (CAMILO e DENARDI, 2002). A fruta apresenta coloração vermelha escarlate, mais intensa e mais brilhante que a cv. 'Royal Gala', em toda a superfície da epiderme e com estrias menos pronunciadas. Por esta razão, está sendo muito plantada no sul do Brasil. As demais características tanto da planta quanto das frutas, são semelhantes as descritas para a cv. 'Gala', a qual a originou (BERNARDI et al., 2004).

2.3 FRUTIFICAÇÃO EFETIVA

A polinização é a transferência dos grãos de pólen da antera de uma flor para o estigma da mesma ou de outra flor. Para isso acontecer necessita-se também de um agente polinizador a abelha que distribui esse pólen para as demais plantas do pomar especialmente nos pomares de alta densidade. A quantidade de abelhas ideal no pomar é de 4 caixas de abelhas ha⁻¹ (PETRI, 2002b).

Um dos fatores que contribuiu para a baixa produtividade, nos primeiros pomares plantados, foi a falha no sistema de polinização, principalmente com a cv. 'Gala'. A macieira

exige polinização cruzada para produções comerciais, necessitando ser plantadas duas ou mais cultivares no mesmo pomar com período de floração coincidentes. Somente se as condições para polinização e fecundação forem favoráveis pode-se obter boas produtividades de maçãs (PETRI, 2002a).

A definição das polinizadoras e o percentual das mesmas nos pomares trouxeram aumento e regularidade na produção, sabendo-se que o ideal é de 10% a 12% de plantas polinizadoras na implantação dos pomares. Em pomares já implantados, recomendaram-se técnicas de sobre-enxertia, ou uso de “buques” e/ou polinização manual para corrigir o problema. No início da década de 2000, começou-se a utilizar cultivares polinizadoras específicas, conhecidas como *Mallus*, as quais, além da abundante floração, permitem o seu plantio entre as plantas produtoras, sem perda efetiva no estande de produção (PETRI, 2002b). Constatou-se em Petri et al. (2008) que espécies silvestres apresentam uma grande variabilidade na época de florescimento e na duração do mesmo ao longo dos anos e também que a maior regularidade e a maior coincidência da floração ao longo dos anos foram obtidas entre as cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji.’

Muitas macieiras possuem auto-incompatibilidade gametofítica (WEIRTHEIM e SCHIMDT, 2005), esse fator limita a autofertilização das flores, reduzindo a frutificação.

A frutificação efetiva é a relação entre o número de frutos e cachos florais, expressa em porcentagem. A frutificação efetiva é uma das fases mais importantes na produção de macieira, antes da polinização e fecundação ocorre a formação das gemas floríferas, processo que depende de vários fatores, internos e externos.

Dentre os fatores internos observa-se que as substâncias reguladoras de crescimento podem afetar indiretamente o florescimento. Reguladores vegetais como giberelinas, produzidas pelas sementes, inibem a indução floral e pode ocasionar uma alternância de produção, o crescimento vigoroso da planta a deficiência na entrada de luz internamente das plantas, afetam indiretamente a formação de gemas e o florescimento, condições nutricionais da planta, relação C/N (Carbono/Nitrogênio), micronutrientes como boro e zinco, têm um efeito na formação de gemas floríferas e na frutificação efetiva.

Como fatores externos destacam-se a origem climática (temperaturas, chuva e umidade relativa do ar, vento) e os de manejo do pomar (nutricionais, fitossanitários, arranjo das polinizadoras e insetos polinizadores), um exemplo: condições nutricionais da planta, relação C/N (Carbono/Nitrogênio), micronutrientes como boro e zinco, têm um efeito na formação de gemas floríferas e na frutificação efetiva também podem prejudicar a frutificação efetiva (PETRI, 2002b).

Werthein e Webster (2005) sugeriram a mistura de reguladores vegetais visto que estes aplicados isolados melhoram a frutificação efetiva.

Das flores fecundadas, deve frutificar em torno de 5% a 10%, isso resultará em altas produções de frutos (DENNIS JUNIOR, 1996). Segundo Hawerth e Petri (2011), em condições adversas de polinização e quando a intensidade de floração for baixa, a utilização de reguladores vegetais pode ser uma prática a ser adotada, para garantir a regularidade de produção em macieiras.

2.5 USO DE REGULADORES VEGETAIS NA CULTURA DA MACIEIRA

A eficiência produtiva e a qualidade de frutos em frutíferas temperadas podem ser melhorada com um adequado balanço entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas (SHARMA et al., 2009). O excessivo crescimento vegetativo em espécies frutíferas pode competir com o crescimento dos frutos (BASAK e RADEMACHER, 2000), isso afeta negativamente a frutificação pela diminuição do número de células por fruto, limitando a capacidade de aumento de tamanho dos frutos (YAMAGUCHI et al., 2002). Além disso, o crescimento vigoroso da parte aérea reduz a distribuição da luz no interior da copa (PRIVÉ et al., 2004), afetando negativamente a qualidade dos frutos e o controle de doenças.

Porta-enxertos de menor vigor, como o M9, podem ser utilizados no intuito de minimizar o crescimento vegetativo de macieiras (*Malus domestica* Borkh), sendo amplamente utilizados na produção comercial de macieiras no Sul do Brasil. Apesar dos porta-enxertos apresentarem significativo efeito no crescimento vegetativo da cultivar copa, estes não suprimem completamente o vigor natural da cultivar copa (WEBSTER et al., 2005). Devido ao aumento das densidades de plantio dos pomares proporcionado pelo uso de porta-enxertos de menor vigor, podem ocorrer problemas de sombreamento entre as plantas, com conseqüente aumento do desenvolvimento vegetativo, sobretudo em anos de menor frutificação (MEDJDOUB et al., 2004).

Nas condições climáticas do Sul do Brasil, o período de desenvolvimento vegetativo de macieiras ‘Gala’ e ‘Fuji’ mostra-se superior ao observado em típicas regiões de clima temperado, o qual associado a altas temperaturas e altos índices pluviométricos durante o ciclo, podem resultar em crescimento de ramos acima de um metro. Sob tais condições, o uso de técnicas de manejo que restrinjam o desenvolvimento vegetativo torna-se imprescindível.

O controle do crescimento vegetativo da macieira pela poda verde e pela poda hiberna é essencial para garantir a produtividade do pomar e otimizar a qualidade dos frutos (CLINE et al., 2008). No entanto, a poda é uma das práticas de manejo mais dispendiosas em tempo e em mão-de-obra na produção de maçãs, especialmente quando as plantas são vigorosas (PRIVÉ et al., 2006). O controle do crescimento vegetativo por meios químicos pode ajudar a reduzir o crescimento excessivo, limitando o tamanho das plantas ou restringindo o crescimento em determinado momento permitindo melhor equilíbrio entre o crescimento vegetativo e a frutificação (MILLER, 2002).

A eficiência dos reguladores vegetais sobre o crescimento e desenvolvimento da planta é dependente de muitos fatores entre eles, as espécies de frutos, a cultivar, a época da aplicação (estádio da planta) e a concentração do regulador usada (PETRI et al., 2010).

Em razão das giberelinas apresentarem relação com a alongação de ramos (OWENS e STOVER, 1999), alongamento do entrenós, estimulam o crescimento do caule, regulam a transição da fase juvenil para fase adulta, influenciam a iniciação floral, promovem o desenvolvimento do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico, promovem a frutificação e a partenocarpia, promovem o desenvolvimento e a germinação de sementes.

As citocininas também têm suas funções específicas na planta, elas regulam a divisão celular nas partes aéreas e raízes, regulam componentes específicos do ciclo nuclear, modificam a dominância apical e promovem o crescimento de gemas laterais, retardam a senescência foliar, promovem a mobilização de nutrientes, colaboram no desenvolvimento dos cloroplastos, promovem a expansão celular em folhas (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Vários trabalhos foram desenvolvidos visando a redução do crescimento de ramos pelo uso de substâncias inibidoras da biossíntese de giberelinas (UNRATH, 1999; RADEMACHER, 2000; MILLER, 2002). Os inibidores da biossíntese de GAs têm sido úteis para culturas nas quais é desejável uma redução na altura das plantas inibindo seu vigor e crescimento (TAIZ e ZEIGER, 2009).

O prohexadione de cálcio (PCa) mostra-se eficiente no controle do crescimento vegetativo, com potencial melhora na produtividade das macieiras, reduzindo assim a necessidade de poda (GREENE, 1999). Trabalhos de Unrath (1999), Miller (2002), Dayatilake et al. (2005) e Cline et al. (2008) mostram que o PCa pode reduzir de 18 a 60% do crescimento de ramos de macieiras. De acordo com Privé et al. (2006), a resposta ao uso de PCa é dependente do padrão sazonal do crescimento da parte aérea, a qual é influenciada pela cultivar, porta-enxerto, manejo das plantas e por fatores ambientais, como a temperatura e a precipitação.

Petri et al. (2010) constataram que thidiazuron (TDZ), PCa e suas misturas aumentaram a frutificação de macieiras cultivadas Royal Gala em condições de polinização deficiente. Em macieiras cultivadas Condessa, Leite et al. (2010) observaram que PCa isolado teve pouco efeito sobre a frutificação, resultado diferente de quando aplicado na mistura com TDZ, que aumentou significativamente a frutificação e o número de frutos por planta. Esses autores também observaram que a época de aplicação (estádio fenológico da planta) mostra-se mais importante do que a concentração dos reguladores vegetais para aumento na frutificação.

2.5.1 Thidiazuron

Thidiazuron (TDZ) é uma feniluréia com atividade citocinínica. As citocininas são substâncias que, em combinação com a auxina, estimulam a divisão celular nas plantas, e vão influenciar o crescimento, a forma das frutas em muitas fruteiras de clima temperado (GREENE, 1993). A macieira, quando cultivada em regiões de inverno ameno, produz frutas de forma achatada e de tamanho menor que o potencial genético da cultivar. Geralmente, existe vantagem econômica na produção de frutas de maior tamanho (PETRI et al., 2001). As citocininas têm apresentado muitos efeitos nos processos fisiológicos de desenvolvimento das plantas dentre eles, senescência foliar, a mobilização de nutrientes, a dominância apical, a formação e a atividade dos meristemas apicais e caulinares, o desenvolvimento floral, a quebra de dormência de gemas e a germinação de sementes. As citocininas parecem também mediar muitos aspectos do desenvolvimento do metabolismo autotrófico e a expansão de folhas e cotilédones (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Utilizando citocininas e giberelinas, consegue-se melhorar a forma dos frutos da macieira e também aumentar seu tamanho segundo trabalhos de Westwood e Blaney (1963); Stembridge (1973); Greenhalgh et al. (1977); Weibrants e Miller (1981); Petri et al. (1992).

O TDZ, em concentrações baixas, quando aplicado durante a divisão celular, pode também estimular o aumento no tamanho dos frutos de kiwi e outras frutíferas de clima temperado (LOONEY, 1996). Também pode inibir a floração no próximo ciclo (ELFVING e CLINE, 1993), ocorrendo deformações das frutas (CURRY e GREENE 1993).

A ação específica do TDZ no aumento do tamanho de frutos, em frutíferas de clima temperado, é muito pouco reportada na literatura. Petri et al. (1992) observaram que concentrações de TDZ a 50 e 150 mg L⁻¹ promoveram aumento na frutificação efetiva e no

tamanho dos frutos da macieira cultivar 'Gala'. Petri et al. (2001) observaram que a aplicação de TDZ aumentou a frutificação efetiva na cultivar 'Gala', reduziu o número de sementes, e que a melhor época para aplicação do TDZ foi o pleno florescimento, esses autores também observaram que o TDZ retardou a maturação das frutas de macieira quando aplicado em pleno florescimento. Dados obtidos por Luz et al. (2012) comprovaram que TDZ aplicado na plena floração em peras cultivar Rocha, provocou aumento na frutificação efetiva.

2.5.2 Promalin®

O Promalin® é um produto comercial formado pela mistura de dois reguladores vegetais, a citocinina BA (Benziladenina) e as giberelinas GA4 e GA7, produzido pelo processo de fermentação, em que uma estirpe pura do fungo *Gibberella fujikorai* é cultivada num meio asséptico, com o objetivo de aumentar o tamanho dos frutos estimulando a divisão celular e o tamanho de células, propiciando maior produção por planta. O uso de Promalin® pode contribuir na redução da alternância, quando utilizado em combinação com um bom programa de desbaste e outras práticas culturais. BA é conhecido por estimular botão floral retorno de indução e aumentar o florescer no ano seguinte, as giberelinas não só aumentam o tamanho das células, mas também a plasticidade da cutícula em 25% em maçã. (VALENT BIOSCIENCES, 2013).

Taylor e Knight (1986) observaram que as giberelinas não só aumentam o tamanho das células, mas também a plasticidade da cutícula em 25% em maçã quando submetidas ao efeito de stress. Em produções de regiões de clima ameno onde evidenciam problemas na forma dos frutos a utilização de regulador vegetal pode corrigir este problema evitando a rachadura do fruto (LOONEY, 1996).

As giberelinas desempenham papel importante em vários fenômenos fisiológicos como, promoção do alongamento do caule, germinação de sementes, crescimento da parte aérea, na transição para o florescimento, no desenvolvimento da antera, no crescimento do tubo polínico, no desenvolvimento floral, no estabelecimento do fruto e posterior crescimento e no desenvolvimento da semente. Segundo Keever et al. (1993) outros benefícios vêm sendo observados com o uso do Promalin®, como crescimento de novos ramos laterais em pereiras de plantas mais velhas, aumento no tamanho do pedicelo do fruto em macieiras cv. McIntosh e Spartan (PRIVÉ et al., 1989), e também macieira cv. Catarina (ROSSI et al., 2002). Jindal et

al. (2002) e Quezada e Díaz (1996) observaram uma melhoria no formato do fruto de maçã, a relação comprimento/diâmetro, comprimento do cálice e formato do lobo do cálice e ainda do incremento no teor de sólidos solúveis, açúcares totais, proteínas solúveis e no conteúdo de antocianinas e decréscimo na acidez do fruto, foi verificado para a maçã cv. ‘Starkrinson’ e para maçãs do grupo ‘Red Delicious’

Leite et al. (2006) demonstraram que a aplicação de Promalin® na cultivar Imperial Gala reduziu a frutificação efetiva e aumentou o peso e o alongamento dos frutos melhorando assim sua comercialização e trabalho de Greene (1993) o CCPU = 1- (2-cloro-4-piridil) 3-feniluréia ou Forclorfenuron, o TDZ e o Promalin® aumentaram a relação comprimento/diâmetro e o peso da maçã cultivar ‘Red Delicious’. O efeito do CCPU e do TDZ são mais marcantes, pois deformam o fruto se aplicados com dose elevada ou repetidas aplicações, prejudicando seu valor comercial.

Promalin® melhora a qualidade da maçã, no que se refere a forma do fruto, tamanho e redução da incidência de russeting (PETRI, 2003). O aumento no tamanho dos frutos pode ser atribuído á promoção da divisão e expansão celular (LOONEY, 1996) e do aumento do comprimento dos frutos (BURAC e BUYUKYLMAZ, 1997). A ação que ele tem na redução do “russeting” pode estar relacionado ao controle do alongamento das células da epiderme, tornando-a mais resistente a rachaduras (ECCHER, 1978).

Segundo Dabul e Ayub (2005) aplicação de Promalin® 2,5 L ha⁻¹, resultou no aumento do diâmetro do fruto em 5,45 mm, representando incremento de 27,93 g de massa por fruto, embora o comprimento do fruto, SST, firmeza e “russeting” não tenham sido afetados pelos tratamentos.

2.5.3 Prohexadione de cálcio

O PCa (cálcio 3-óxido-4-propionil-5-oxo-3-ciclohexano carboxilato) é um regulador de crescimento, que inibe as etapas finais da biossíntese de giberelinas (OWENS e STOVER, 1999; UNRATH, 1999; BASAK e RADEMACHER, 2000; VILARDELL et al., 2000) diminuindo o crescimento vegetativo devido a redução dos níveis endógenos de giberelinas biologicamente ativas (GA₁) e acumulando seu precursor biologicamente inativo (GA₂₀) (RADEMACHER et al., 2006). As características ecotoxicológicas deste composto, como a baixa toxicidade em mamíferos, rápido catabolismo e reduzida persistência no meio ambiente

(OWENS e STOVER, 1999; PRIVÉ et al., 2006), demonstram o menor risco ao consumidor e ao ambiente pelo uso desta substância, indo ao encontro das exigências preconizadas em sistemas integrados de produção.

Em função do PCa apresentar rápido catabolismo metabólico (EVANS et al., 1997), (OWENS e STOVER, 1999, RADEMACHER e KOBER, 2003), baixa toxicidade para o homem e o ambiente, aumenta a produção de frutos seu uso mostra-se preferencial em relação ao paclobutrazol. Segundo Rademacher et al. (2006), a translocação do PCa é de forma acrópeta no xilema traz como benefício o controle efetivo do desenvolvimento vegetativo em distintas partes da planta, com isto pouco ou nenhum resíduo são encontrados nos frutos, diferente do paclobutrazol e de outros compostos mais estáveis, a vida média do PCa no solo com atividade microbiana é menor que 24 horas.

Trabalhos de Unrath (1999), Miller (2002) e Cline et al. (2008) relataram que o PCa pode reduzir de 18% a 60% o crescimento de ramos de macieiras. Em pereiras ‘Hossui’, a redução da massa total de ramos podados pelo uso de PCa variou de 28,6% a 63% em relação a plantas não tratadas (RADEMACHER, 2009, HAWERROTH, 2010,), também descrevem a efetividade do PCa na redução do desenvolvimento vegetativo em macieiras ‘Imperial Gala’ e ‘Fuji Suprema’, enxertadas sobre ‘Marubakaido’ com interenxerto de M9, nas condições do Sul do Brasil e o aumento da produção de maçãs ‘Imperial Gala’. Com a diminuição do dossel vegetativo, observaram-se indícios de que a eficiência dos tratamentos fitossanitários tenha sido otimizada pelo uso do PCa, devido à diminuição da área vegetativa.

O PCa apresenta bons resultados em macieiras, porém, em pereiras com altas concentrações de aplicações, seu uso foi menos eficiente em função de efeitos negativos sobre o florescimento (DECKERS e SCHOOF, 2004). O efeito mais expressivo da aplicação de altas concentrações de PCa é a redução do retorno floral no ano seguinte à aplicação (SUGAR et al., 2002; MEINTJES et al., 2005; ASIN et al., 2005). Também Rademacher (2009), verificou que aplicação de PCa aumentou a produção quando aplicado no começo da estação de crescimento das plantas. Segundo trabalho de Leite et al. (2010) que avaliou a aplicação do PCa em estádios fenológicos diferentes, doses diferentes de PCa e também mistura com TDZ, na cultivar Condessa, os melhores resultados foram quando PCa foi aplicado em pleno florescimento e que as doses de aplicações não afetaram os parâmetros estudados, esses autores também observaram que a mistura de PCa e TDZ aumentou o número de frutos por planta e conseqüentemente a produção quando aplicados no estágio de queda de pétalas

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em pomar comercial localizado no município de Fraiburgo, no Estado de Santa Catarina, (latitude de 27°04'S, longitude 50°52 W, altitude de 1.020 m). A região que foi realizado o estudo apresenta clima Cfb segundo a classificação de Koppen, temperado constantemente úmido, com verão ameno. A média da precipitação pluvial anual é de 1.653,2 mm e a umidade relativa do ar é de 77,90%. O acúmulo de frio durante o período de abril à julho (fase até a brotação) foi no ano 2009, 488 unidades de frio e no ano de 2010, 347 unidades de frio, segundo o modelo Carolina do Norte Modificado (EBERT et al., 1986). As temperaturas médias mensais e a precipitação mensal registradas no pomar onde foi realizado este experimento podem ser observadas na Figura 1.

Para realização do trabalho foram utilizadas macieiras Imperial Gala, enxertadas sobre o porta-enxerto Marubakaido com interenxerto M.9, plantado no ano de 1998, conduzidas no sistema de líder central, no espaçamento de 4,5 metros entre linhas e 1,5 metros entre plantas. As plantas foram manejadas de acordo com as recomendações da produção integrada da maçã – PIM (Sanhueza et al., 2006). As plantas polinizadoras foram c.v. Imperatriz, foram avaliados dois ciclos de produção, 2009/2010 e 2010/2011.



Figura 1 Médias mensais das temperaturas e precipitação pluviométrica mensal para os meses de maio de 2009 à abril de 2010, e de maio de 2010 à abril de 2011. Fraiburgo – SC 2011 (CIDASC 2013).

Os tratamentos foram feitos todos em uma única aplicação no estágio F2 da cultura, que corresponde a plena floração (Figura 3). No ciclo 2009/2010 foi aplicado em 2/10/2009 e no ciclo 2010/2011 em 1/10/2010.

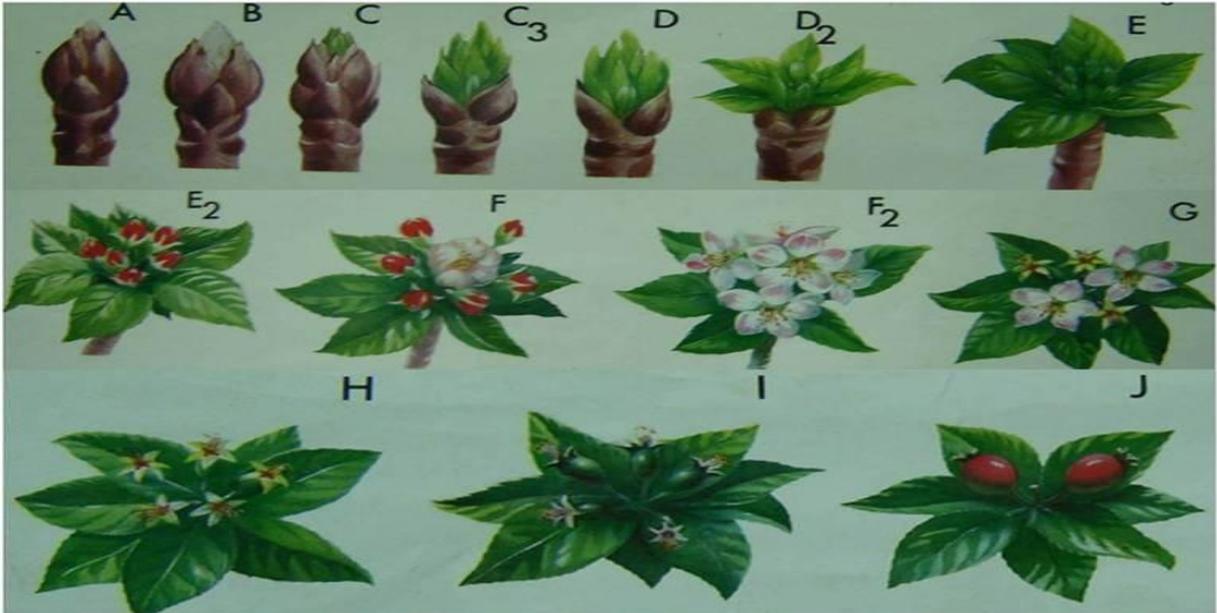


Figura 3 Estádios fenológicos da macieira: (A) Gema dormente; (B) Gema inchada (ponta de prata); (C) Pontas verdes; (C3) 1,25cm verde; (D) 1,25cm verde sem folhas; (D2) 1,25cm verde com folhas; (E) Botão verde; (E2) Botão rosado; (F) Início de floração; (G) Final de floração; (H) Queda de pétalas; (I) Frutificação efetiva; (J) Frutos verdes (FLECKINGER, 1947).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com 12 tratamentos e 6 repetições de uma planta por parcela, entre cada planta (tratamento) ficava uma planta de cada lado como bordadura. Foram avaliados os seguintes tratamentos:

T₀ – Testemunha

T₁ – PCa 55 mg L⁻¹

T₂ – PCa 110 mg L⁻¹

T₃ – PCa 220 mg L⁻¹

T₄ – PCa 55 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ 9 mg L⁻¹ + BA 9 mg L⁻¹

T₅ – PCa 110mg L⁻¹ + GA₄₊₇ 9 mg L⁻¹ + BA 9 mg L⁻¹

T₆ – PCa 220 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ 9 mg L⁻¹ + BA 9 mg L⁻¹

T₇ – PCa 55 mg L⁻¹ + TDZ 10 mg L⁻¹

T₈ – PCa 110mg L⁻¹ + TDZ 10 mg L⁻¹

T₉ – PCa 220mg L⁻¹ + TDZ 10mg L⁻¹

T₁₀ – TDZ 10mg L⁻¹

T₁₁ – GA₄₊₇ 9 mg L⁻¹ + BA 9 mg L⁻¹

Como fonte de prohexadione de cálcio (PCa) foi utilizado o produto comercial Viviful® com 27,5% de PCa; como fonte de Thidiazuron (TDZ) foi utilizado o TDZ técnico (50% de TDZ) e como fonte de GA₄₊₇ + BA foi utilizado o produto comercial Promalin®, com 1,8% de GA₄₊₇ e 1,8% de BA. Os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal motorizado com bico tipo 4D, utilizando-se um volume de calda equivalente a 1.000 L ha⁻¹. A colheita da safra 2009/2010 foi realizada no dia 25/02/2010 e da safra 2010/2011 foi realizada no dia 10/02/2011. Os frutos foram colhidos em ponto de mesa e não para armazenagem.

Foram analisadas as seguintes variáveis:

a) Frutificação efetiva: relação entre o número de frutos em 100 cachos florais, avaliados em um ramo por planta previamente marcado. Essa variável foi avaliada somente no ciclo 2009/2010;

b) Número de frutos por planta: contagem do número total de frutos por planta por ocasião da colheita;

c) Massa média dos frutos: obtida pela divisão da massa total de frutos colhidos por planta pelo número de frutos;

d) Número médio de sementes: avaliado em uma amostra de 20 frutos por parcela;

e) Comprimento médio dos frutos, medido com paquímetro digital em uma amostra de 20 frutos por parcela;

f) Diâmetro médio dos frutos, medido com paquímetro digital em uma amostra de 20 frutos por parcela;

g) Relação comprimento/diâmetro dos frutos (C/D), obtida pela divisão do comprimento pelo diâmetro;

h) Coloração vermelha da epiderme dos frutos os frutos foram agrupados de acordo com a porcentagem de coloração vermelha na superfície da epiderme em três classes: porcentagem de frutos com coloração vermelha recobrindo menos de 50% da superfície do fruto; porcentagem de frutos com coloração vermelha recobrindo 50% a 80% da superfície do fruto; e porcentagem de frutos com coloração vermelha recobrindo mais de 80% da superfície do fruto. Foram avaliados 100 frutos por planta e nas parcelas que não tinham 100 frutos foram analisados todos os frutos da planta, para fazer a comparação foram escolhidos 3 frutos um para cada classificação, após foi feita a comparação visual destes com o restante dos frutos escolhidos para análise;

i) Firmeza de polpa, foram analisados cinco frutos por parcela, expressa em lb cm⁻², foi quantificada em duas extremidades opostas da superfície do fruto, na porção equatorial dos frutos, utilizando penetrômetro eletrônico com ponteira de 11 mm (Güss);

j) Sólido solúveis totais (SST), foram analisados cinco frutos por parcela expressos em grau brix, foi determinado com o uso de refratômetro com compensação automática de temperatura (Atago);

l) Índice de degradação do amido, foram analisados cinco frutos por parcela onde a secção equatorial de cinco frutos foi imersa durante 30 a 60 segundos em uma solução de iodo metálico mais iodeto de potássio e por meio da análise visual, o índice de degradação do amido foi estimado utilizando escala proposta por Bender e Ebert (1985), com valores de 1 e 9, onde 1 e 9 representam mínima e máxima degradação de amido, respectivamente.

A homogeneidade de variância dos dados obtidos para cada variável foram verificados pelo teste de Bartlett. Para atender as pressuposições da análise de variância, foi efetuado a transformação raiz ($x+0,5$) para a variável frutificação efetiva. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância, cujas variáveis significativas ($p<0,05$) tiveram as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. O software utilizado foi o programa estatístico Statistical Analysis System (SAS, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para frutificação efetiva nenhum tratamento diferiu da testemunha, apenas o tratamento com PCa 220 mg L⁻¹+ TDZ (T₉) e TDZ isolado (T₁₀) foram superiores a aplicação de GA₄₊₇ + BA isolados (T₁₁) (Tabela 1). Segundo Souza et al. (2012) a aplicação de PCa 15 dias após plena floração teve um aumento de produtividade em pereiras c.v. William's, porém no trabalho de Basak (2007), não houve diferença estatística para frutificação efetiva. No trabalho realizado por Petri et al. (2010) a aplicação de PCa + TDZ aumentou a frutificação efetiva e o número de frutos por planta da cultivar Royal Gala mas também não diferiu do tratamento com TDZ. Este resultado pode ser explicado pelo efeito que o PCa tem de inibir a síntese de giberelinas e com isso reduz o crescimento das plantas, destinando mais assimilados para as estruturas florais.

Tabela 1 Frutificação efetiva em macieiras 'Imperial Gala' tratadas com os reguladores vegetais prohexadione de cálcio (PCa), thidiazuron (TDZ), Promalin® (GA₄₊₇ + BA) e suas misturas na floração no ciclo 2009/2010. Fraiburgo – SC

Tratamentos	Frutificação efetiva %	
	09/10	
T ₀ – Testemunha	12,2ab	
T ₁ – PCa 55 mg L ⁻¹	55,1ab	
T ₂ – PCa 110 mg L ⁻¹	10,2ab	
T ₃ – PCa 220 mg L ⁻¹	21,5ab	
T ₄ – PCa 55 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	13,5ab	
T ₅ – PCa 110 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	15,4ab	
T ₆ – PCa 220 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	14,4ab	
T ₇ – PCa 55 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	72,5ab	
T ₈ – PCa 110 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	26,4ab	
T ₉ – PCa 220 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	106,3a	
T ₁₀ – TDZ 10 mg L ⁻¹	78,2a	
T ₁₁ – GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	2,6b	
Média	35,7	
CV%	70,13	

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Para massa de frutos por planta houve interação entre tratamentos e safras, na safra de 2009/2010 observou-se que todas as misturas de PCa com GA₄₊₇ + BA (T₄, T₅, T₆), TDZ isolado (T₁₀) e GA₄₊₇ + BA isolado (T₁₁) foram inferiores ao tratamento de PCa 55 mg L⁻¹ + TDZ (T₇), embora não observou-se diferença estatística aos demais tratamentos com PCa + TDZ (T₈ e T₉) e PCa isolados (T₁, T₂, T₃), mas foi quem apresentou maior valor de massa de frutos de planta, produzindo 68% a mais em relação a testemunha. Na segunda safra (2010/2011), as misturas de PCa + TDZ (T₆, T₇, T₈) apresentaram os maiores valores para massa de frutos por planta (Tabela 2). Na comparação entre as safras houve diferenças estatísticas para a maioria dos tratamentos, onde observou-se que a safra 2009/2010 foi superior a safra 2010/2011, sabendo-se que no ano de 2010/2011 ocorreram temperaturas mais baixas durante o período de floração, a polinizadora floresceu antes que a cultivar Imperial gala e a floração ocorreu mais concentrada e rápida, todos esses fatores podem ter afetado o trabalho das abelhas para polinização e possível perdas de produção (Figuras 1).

Analisando o número de frutos por planta observou-se que houve interação entre os tratamentos e entre as safras (Tabela 2). Na safra 2009-2010 o tratamento PCa 55 mg L⁻¹ + TDZ 10 mg L⁻¹ (T₇) foi superior aos tratamentos PCa 55 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA (T₄), PCa 110 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA (T₅) e GA₄₊₇ + BA isolada (T₁₁). Na safra 2010/2011 a mistura de PCa 220 mg L⁻¹ + TDZ (T₉) foi superior a todos os tratamentos exceto, aos demais tratamentos de PCa + TDZ (T₇ e T₈) (Figura 4). Também observou-se que os resultados da safra 2009/2010 foram superiores a safra 2010/2011, para a maioria dos tratamentos (Tabela 2). Em trabalho de Mello (2008) embora o rendimento da macieira 'Eva' não tenha apresentado diferenças estatísticas significativas, as plantas que receberam aplicações de prohexadione cálcio apresentaram tendência a maior número de frutos por planta quando comparados as testemunhas o que poderia ser explicado através da redução do dossel da copa em função das aplicações de PCa como regulador de crescimento vegetativo, podendo ter levado, dentre outros fatores, à melhor distribuição dos fotoassimilados na planta. Os tratamentos que receberam duas aplicações do regulador apresentaram maior número de frutos totais por planta em relação aos tratamentos que receberam uma única aplicação.

Tabela 2 Massa de frutos por planta e número de frutos por planta, em macieiras ‘Imperial Gala’ tratadas com os reguladores vegetais prohexadione de cálcio (PCa), thidiazuron (TDZ), Promalin® (GA₄₊₇ + BA) e suas misturas na floração nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011. Fraiburgo – SC

Tratamentos	Massa de frutos por planta (kg)		Nº de frutos por planta	
	09/10	10/11	09/10	10/11
T ₀ – Testemunha	27,2abcA	8,6bcB	205,2abcA	64,5bB
T ₁ – PCa 55 mg L ⁻¹	34,8abA	6,2cB	282,7abA	43,0bB
T ₂ – PCa 110 mg L ⁻¹	31,6abcA	7,0cB	249,7abcA	48,7bB
T ₃ – PCa 220 mg L ⁻¹	36,6abA	5,2cB	291,2abA	35,2bB
T ₄ – PCa 55 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	18,1bcA	11,9bcA	135,5bcA	75,0bA
T ₅ – PCa 110 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	13,9bcA	10,2bcA	106,3bcA	63,7bA
T ₆ – PCa 220 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	21,4bcA	8,8bcB	188,7abcA	60,8bB
T ₇ – PCa 55 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	45,7aA	19,7abB	349,2aA	142,2abB
T ₈ – PCa 110 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	35,0abA	19,2abB	289,5abA	131,8abB
T ₉ – PCa 220 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	23,0abcA	29,6aA	184,7abcA	232,8aA
T ₁₀ – TDZ 10 mg L ⁻¹	20,4bcA	14,9bcA	163,8abcA	98,8bA
T ₁₁ – GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	9,3cA	8,8cA	75,7cA	55,3bA
Média	26,4	12,3	210,2	88,0
CV%	50,76		55,54	

Médias seguidas de mesma letra minúscula para tratamentos e médias seguidas de letra maiúscula para safras não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).



Fonte: Sheila R. Dal'Sant, safra 2010-2011.

Figura 3 Aspectos das macieiras cv. 'Imperial Gala' tratadas com: (A) Testemunha, (B) TDZ, (C) GA_{4+7} + BA, (D) TDZ + PCa, (E) TDZ + PCa, (F) PCa + GA_{4+7} + BA.

Para massa média dos frutos não houve interação significativa entre as safras e os tratamentos, porém a safra 2010/2011 a massa dos frutos foi superior aos da safra 2009/2010. Os tratamentos não diferiram da testemunha, apenas os tratamentos PCa 220 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA (T₆) e PCa 220 mg L⁻¹ + TDZ (T₉) foram inferiores aos tratamentos PCa 55 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA (T₄), PCa 110 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA (T₅), TDZ isolado (T₁₀) e GA₄₊₇ + BA isolada (T₁₁) (Tabela 3).

Tabela 3 Massa média dos frutos e número de sementes por fruto em macieiras ‘Imperial Gala’ tratadas com os reguladores vegetais prohexadione de cálcio (PCa), thidiazuron (TDZ), Promalin® (GA₄₊₇ + BA) e suas misturas na floração nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011. Fraiburgo – SC.

Tratamentos	Massa média dos frutos (g)	Número médio de sementes
T ₀ – Testemunha	134,4 ab	4,4 a
T ₁ – PCa 55 mg L ⁻¹	133,9 ab	4,0 a
T ₂ – PCa 110 mg L ⁻¹	137,6 ab	3,7 abc
T ₃ – PCa 220 mg L ⁻¹	135,5 ab	3,7 abc
T ₄ – PCa 55 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	145,4 a	2,7 bcd
T ₅ – PCa 110 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	145,1 a	2,8 bcd
T ₆ – PCa 220 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	130,7 b	2,8 bcd
T ₇ – PCa 55 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	139,1 ab	2,8 bcd
T ₈ – PCa 110 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	134,1 ab	2,8 bcd
T ₉ – PCa 220 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	127,7 b	2,6 cd
T ₁₀ – TDZ 10 mg L ⁻¹	142,8 a	2,5 d
T ₁₁ – GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	140,9 a	2,8 bcd
Safra 09/10	127,1 B	4,0 A
Safra 10/11	147,3 A	2,2 B
CV%	9,90	25,50

Médias seguidas de mesma letra minúscula para tratamentos e médias seguidas de letra maiúscula para safras não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Quanto ao número médio de sementes por frutos, não foi observado interação entre tratamentos e safras e houve diferença estatística entre tratamentos. Na média das duas safras

constatou-se que os tratamentos testemunha (T_0) e PCa 55 mg L⁻¹ (T_1) apresentaram as maiores médias de número de sementes/fruto, não diferindo estatisticamente apenas dos tratamentos PCa 110 mg L⁻¹ (T_2) e PCa 220 mg L⁻¹ (T_3). Verificou-se na safra 2009/2010 uma maior formação de sementes/fruto do que a safra 2010/2011 (Tabela 3). Pode-se atribuir isso a uma melhor coincidência na floração entre a cultivar e suas polinizadoras.

Para as variáveis comprimento médio dos frutos e diâmetro médio dos frutos não observou-se interação entre os tratamentos e nem entre as safras e também não houve diferença estatística entre tratamentos, apenas em relação as safras. Na safra 2010/2011 os resultados foram superiores a safra 2009/2010 para ambas as variáveis (Tabela 4).

Para variável comprimento em relação ao diâmetro dos frutos não observou-se interação entre tratamentos e nem entre safras. Na média entre das duas safras o tratamento PCa 110 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA (T_5) foi superior aos tratamentos TDZ isolado (T_{10}) e PCa 55 mg L⁻¹ isolado (T_1) e a testemunha (T_0) quanto a relação comprimento/diâmetro dos frutos, não diferindo dos demais tratamentos (Tabela 4). Resultados de relação comprimento/diâmetro dos frutos menores que 1 indicam que os frutos apresentam formato achatado e resultados mais próximos de 1 os frutos apresentam formato mais redondo, Kretschmar et al. (2007) em testes com TDZ, aplicado no final de plena floração em macieiras 'Fuji', observaram redução da relação comprimento/diâmetro de frutos resultando em frutos mais achatados, enquanto Dabul e Ayub (2005) não observaram alteração na relação do comprimento/diâmetro em maçãs 'Gala'. Tais resultados não confirmam resultados obtidos por (PETRI, 2003) em que aplicações de TDZ proporcionaram aumento significativo na relação comprimento/diâmetro dos frutos.

Tabela 4 Comprimento médio dos frutos, diâmetro médio dos frutos e relação comprimento / diâmetro dos frutos em macieiras ‘Imperial Gala’ tratadas com os reguladores vegetais prohexadione de cálcio (PCa), thidiazuron (TDZ), Promalin® (GA₄₊₇ + BA) e suas misturas na floração nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011. Fraiburgo – SC

Tratamentos	Comprimento médio dos frutos (cm)	Diâmetro médio dos frutos (cm)	Comprimento/diâmetro dos frutos
T ₀ – Testemunha	64,3 ^{ns}	66,2 ^{ns}	0,97b
T ₁ – PCa 55 mg L ⁻¹	64,6	65,9	0,98b
T ₂ – PCa 110 mg L ⁻¹	66,0	66,8	0,99ab
T ₃ – PCa 220 mg L ⁻¹	64,9	66,0	0,98b
T ₄ – PCa 55 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	66,9	66,7	1,00ab
T ₅ – PCa 110 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	67,3	66,4	1,05a
T ₆ – PCa 220 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	66,2	66,0	1,00ab
T ₇ – PCa 55 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	67,0	66,9	1,00ab
T ₈ – PCa 110 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	65,8	68,7	0,99ab
T ₉ – PCa 220 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	64,9	65,9	0,99ab
T ₁₀ – TDZ 10 mg L ⁻¹	65,7	66,8	0,98b
T ₁₁ – GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	65,7	65,3	1,01ab
Safra 09/10	63,4B	65,0B	0,98B
Safra 10/11	68,1A	67,9A	1,02A
CV%	3,41	4,65	4,48

Médias seguidas de mesma letra minúscula para tratamentos e médias seguidas de letra maiúscula para safras não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$). ns – não significativo a 5% de probabilidade.

Para as variáveis de coloração da epiderme (Tabela 5), não houve interação significativa entre as safras e os tratamentos.

Na Figura 5 pode-se observar algumas diferenças de coloração entre os tratamentos, na qual os tratamentos com GA₄₊₇ + BA na mistura com PCa (T₄, T₅, T₆) observou-se uma porcentagem de superfície vermelha de epiderme nos frutos mais próximo do desejável do que os tratamentos de PCa + TDZ (T₇, T₈, T₉) e TDZ isolado (T₁₀).



Fonte: Sheila R. Dal'Sant, safra 2010-2011.

Figura 4 Aspectos dos frutos de maçã cv. 'Imperial Gala' tratados com: (A) PCa 55 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA, (B) PCa 110 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA, (C) TDZ + PCa 220 mg L⁻¹, (D) GA₄₊₇ + BA.

Com relação a porcentagem de frutos com superfície vermelha da epiderme inferior a 50%, os tratamentos PCa 110 mg L⁻¹ + TDZ (T₈) e PCa 220 mg L⁻¹ + TDZ (T₉) foram superiores aos demais, mas não diferiram do PCa 55 mg L⁻¹ + TDZ (T₇) e TDZ isolado (T₁₀). Observou-se que todos os tratamentos com TDZ (T₇, T₈, T₉, T₁₀) apresentaram as maiores porcentagens de frutos com superfície vermelha inferior a 50%, ou seja, com menor coloração vermelha na epiderme (Tabela 5).

Os frutos com superfície vermelha de epiderme entre 50% e 80%, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, somente a safra 2009/2010 teve uma porcentagem maior dessa classificação de coloração que a safra 2010/2011 (Tabela 4).

Com superfície vermelha de epiderme superior a 80%, não observou-se diferença estatística entre os tratamentos nas duas safras apenas na média entre as duas safras os tratamentos GA₄₊₇ + BA isolado (T₁₁), a testemunha (T₀) e os tratamentos de PCa isolados (T₁, T₂, T₃) e os tratamentos de PCa + GA₄₊₇ + BA (T₄, T₅, T₆) foram superiores a todos os tratamentos com PCa + TDZ (T₇, T₈, T₉) e TDZ isolado (T₁₀) (Figura 4). A coloração vermelha de epiderme ficou maior nos frutos tratados com PCa isolados (T₁, T₂, T₃) resultado

também observado por Mello, (2011) e na mistura com GA₄₊₇ + BA (T₄, T₅, T₆) e com GA₄₊₇ + BA isolado (T₁₁). Resultados obtidos por Petri (2006) confirmam que GA₄₊₇ + BA, aplicado na florada diminuiu a porcentagem de russeting dos frutos e melhorou a coloração da cultivar ‘Royal Gala’. Com relação às duas safras observou-se que essa classificação de coloração foi maior na safra 2010/2011.

Tabela 5 Porcentagem de frutos com coloração vermelha de epiderme inferior a 50%, entre 50% e 80% e superior a 80% em macieiras ‘Imperial Gala’ tratadas com os reguladores vegetais prohexadione de cálcio (PCa), thidiazuron (TDZ), Promalin® (GA₄₊₇ + BA) e suas misturas na floração nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011. Fraiburgo – SC

Tratamentos	Porcentagem de frutos com coloração vermelha da epiderme		
	Inferior à 50%	Entre 50% e 80%	Superior à 80%
T ₀ – Testemunha	11,1c	46,1a	42,8a
T ₁ – PCa 55 mg L ⁻¹	19,0bc	50,9a	30,2abc
T ₂ – PCa 110 mg L ⁻¹	18,8bc	52,9a	28,7abc
T ₃ – PCa 220 mg L ⁻¹	19,7bc	43,5a	36,9ab
T ₄ – PCa 55 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	17,4bc	45,7a	37,0ab
T ₅ – PCa 110 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	13,9c	52,6a	33,6ab
T ₆ – PCa 220 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	20,3bc	52,8a	27,8abcd
T ₇ – PCa 55 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	34,0ab	45,0a	21,1bcd
T ₈ – PCa 110 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	42,0a	44,3a	13,8cd
T ₉ – PCa 220 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	45,7a	43,5a	10,9d
T ₁₀ – TDZ 10 mg L ⁻¹	33,0ab	47,5a	19,6bcd
T ₁₁ – GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	20,0bc	40,4a	39,7a
Safra 09/10	24,1	51,2A	25,0B
Safra 10/11	25,0	43,0B	32,0A
CV%	49,71	26,75	45,7

Médias seguidas de mesma letra minúscula para tratamentos e médias seguidas de letra maiúscula para safras não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Para a variável firmeza de polpa (Tabela 6), não houve interação significativa entre as safras e os tratamentos. Na média das duas safras o tratamento PCa 220 mg L⁻¹ + TDZ (T₉) foi superior aos tratamentos testemunha, PCa isolados e em mistura com GA₄₊₇ + BA (T₀, T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ e T₆) não diferindo dos demais tratamentos. Comparando as duas safras, não houve diferença significativa entre elas, Hawerroth e Petri (2011) em pêra asiática não obtiveram diferenças entre os tratamentos para esta variável. Dados de Nachtigall (2004) demonstram que os melhores valores para firmeza de polpa quando se deseja armazenar os frutos da c.v ‘Gala’ por um período mais longo são de 17 a 19 N, esses valores foram obtidos nos tratamentos de PCa na mistura com TDZ (T₇, T₈, T₉), TDZ isolado (T₁₀) e GA₄₊₇ + BA isolado (T₁₁).

Para variável sólidos solúveis totais (Tabela 6), houve interação entre tratamentos e entre safras, na safra 2009/2010 o tratamento com PCa 110 mg L⁻¹ + TDZ (T₈) foi inferior aos tratamentos testemunha (T₀), PCa 55 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA (T₄), PCa 110 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA (T₅), TDZ isolado (T₁₀) e GA₄₊₇ + BA isolado (T₁₁). Já na safra 2010/2011 o tratamento que apresentou resultado inferior aos demais tratamentos foi PCa 220 mg L⁻¹ + TDZ (T₉), não diferindo do tratamento PCa 55 mg L⁻¹ + TDZ (T₇). Comparando as duas safras, não observou-se diferença estatística para as médias e nem entre as safras, este corrobora com o obtido por Hawerroth e Petri (2011) que misturas de PCa com TDZ, PCa com GA₄₊₇ + BA, TDZ isolado e GA₄₊₇ + BA isolado, foram inferiores a testemunha e não diferiram entre os demais tratamentos em pêra asiática “Shinseiki”. Sabendo-se que os valores de sólidos solúveis desejáveis segundo Nachtigall (2004), são valores maiores que 11 °brix, podemos dizer que os dados obtidos no experimento foram todos superiores a esse valor, pois os frutos foram colhidos em ponto de consumo e não em ponto de armazenamento.

Para variável do índice de degradação do amido (Tabela 6), houve interação entre os tratamentos e as safras, observou-se que na safra 2009/2010 os tratamentos testemunha (T₀), as concentrações de PCa isolado (T₁, T₂, T₃) e PCa 55 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA (T₄) foram superiores a GA₄₊₇ + BA isolado (T₁₁) e não diferiram dos demais tratamentos. Na safra 2010/2011 os tratamentos de PCa 55 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA (T₄) e PCa 220 mg L⁻¹ + GA₄₊₇ + BA (T₆) foram superiores ao PCa 55 mg L⁻¹ + TDZ (T₇) e PCa 220 mg L⁻¹ + TDZ (T₉) e não diferiram dos demais tratamentos.

Os menores valores observados para o índice de degradação do amido foram os tratamentos com TDZ embora não tenham sido colhidos no ponto de armazenagem e sim para consumo imediato. Para determinar o tempo de armazenagem dos frutos usa-se a tabela

(BENDER e EBERT, 1985), onde 1 e 9 representam mínima e máxima degradação de amido, respectivamente e que quanto menor o valor maior será o tempo de armazenagem dos frutos.

Consta em dados de Nachtigall (2004) que os melhores índices de degradação de amido para cultivar Gala são entre 2,0 a 3,0, quando se deseja armazenar a fruta por períodos mais longos entorno de 3 a 4 meses, sabendo-se que nesse experimento os frutos foram colhidos em ponto de consumo, então obteve-se valores superiores a esses índices em todos os tratamentos.

Tabela 6 Firmeza de polpa, sólidos solúveis e índice de degradação de iodo amido em macieiras 'Imperial Gala' tratadas com os reguladores vegetais prohexadione de cálcio (PCa), thidiazuron (TDZ), Promalin® (GA₄₊₇ + BA) e suas misturas na floração nos ciclos 2009/2010 e 2010/2011. Fraiburgo – SC.

Tratamentos	Firmeza de polpa (lb cm ⁻²)	Sólidos solúveis (°brix)		Índice Iodo amido	
		média	09/10	10/11	09/10
T ₀ – Testemunha	14,7c	12,7aA	13,1abA	8,3aA	6,4abA
T ₁ – PCa 55 mg L ⁻¹	14,7c	11,8abB	13,4aA	8,3aA	7,1abA
T ₂ – PCa 110 mg L ⁻¹	15,2c	12,0abB	13,1abA	8,3aA	6,9abA
T ₃ – PCa 220 mg L ⁻¹	15,4c	12,3abB	13,3abA	8,4aA	6,6abB
T ₄ – PCa 55 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	15,0c	12,7aB	13,1abA	7,9aA	8,3aA
T ₅ – PCa 110 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	16,1bc	12,7aA	12,8abA	7,7abA	6,1abcA
T ₆ – PCa 220 mg L ⁻¹ + GA ₄₊₇ 9 mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	15,3c	12,2abA	12,6abA	7,6abA	7,7aA
T ₇ – PCa 55 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	17,2ab	12,0abA	12,3bcA	7,6abA	4,5bcB
T ₈ – PCa 110 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	17,6ab	11,2bB	12,5abA	7,2abA	5,8abcA
T ₉ – PCa 220 mg L ⁻¹ + TDZ 10 mg L ⁻¹	18,3a	12,1abA	11,4cA	7,4abA	3,5cB
T ₁₀ – TDZ 10 mg L ⁻¹	17,8ab	12,6aA	12,5abA	6,8abA	5,6abcA
T ₁₁ – GA ₄₊₇ 9mg L ⁻¹ + BA 9 mg L ⁻¹	17,2ab	12,9aA	13,2abA	5,8bA	6,1abcA
Média	16,2	12,3	12,8	7,6	6,2
CV%	8,14	4,65		18,1	

Médias seguidas de mesma letra minúscula para tratamentos e médias seguidas de letra maiúscula para safras não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

5 CONCLUSÕES

A frutificação efetiva não foi influenciada pelos tratamentos quando aplicados na plena floração.

O PCa não reduz o efeito raleante do ácido giberélico + benziladenina (GA_{4+7} + BA), quando aplicados conjuntamente na plena floração.

O PCa não afeta o número de sementes formadas, já o thidiazuron (TDZ) e GA_{4+7} + BA reduzem o número de sementes, mas não altera o formato dos frutos.

Safras com deficiência de polinização, o uso de PCa 220 mg L^{-1} + TDZ 10 mg L^{-1} na plena floração melhora a fixação dos frutos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos dados verificou-se que seria necessário estudar uma nova metodologia para avaliar a frutificação efetiva, pois mesmo ocorrendo uma diferença expressiva entre os tratamentos, não houve diferença significativa e o coeficiente de variação foi muito alto. Sugere-se então para novos experimentos analisar mais safras contínuas e fazer cada tratamento em grupos de plantas.

Com base nos dados obtidos de produção, prosseguir com novos experimentos para confirmação se com menor crescimento vegetativo, ocasionado pelo uso do PCa melhora a demanda de carboidratos assimilados pelos órgãos de frutificação revertendo em maior produção planta, também considerar época e parcelamento de aplicação.

Dar continuidade após os dados obtidos no presente trabalho referente coloração vermelha de epiderme quanto a mistura do PCa com Promalin®, que teve uma tendência a melhorar a coloração dos frutos, e também de que a mistura de PCa com TDZ diminui o efeito de retardar a maturação dos frutos em cultivares com menor desenvolvimento de coloração vermelha de epiderme .

Ao analisar os dados verificou-se que pode ser eliminado o tratamento PCA na dose 110 mg L^{-1} isolado e nas misturas com TDZ e GA_{4+7} + BA quando consideradas aplicações conjuntas na plena floração, pois para maioria das variáveis não diferiu seu resultado da dose de PCa 55 mg L^{-1} e suas misturas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE JUNIOR, C. S.; DENARDI, F.; DANTAS, A. C. M.; NODARI, R. O. Número de anteras por flor, grão de pólen por antera e capacidade germinativa do grão de pólen de diferentes cultivares de macieiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1250-1254, 2010.

ASÍN, L.; DALMAU, R.; BONANY, J.; PAGES, J. M.; VILARDELL, P. Effect of proexadione-Ca on growth regulation, yield, fruit set and return bloom in 'Blanquilla' and 'Conference', the two main cultivars in Spain. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 671, p. 525-532, 2005.

BRACKMANN, A.; ARGENTA, L.; MAZARO, S.; Concentrações de O₂ e CO₂ na qualidade de maçãs (*malus domestica* bork) cv. gala, armazenadas a 0,5° E 2,5°C. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 2, n. 1, p. 51-56, 1996.

BASAK, A.; The Effect of prohexadione-Ca on shoot growth and cropping of young apple trees of Jonagold cv. **Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Ogrodn**, Poznan, v. 41, n. 383, p. 261-268, 2007.

BASAK, A.; RADEMACHER, W. Growth regulation of pome and stone fruit trees by use of proexadione-Ca. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 514, p. 41-51, 2000.

BENDER, R. J.; EBERT, A. **Determinação do ponto de colheita de cultivares de macieira: teste iodo-amido**. Florianópolis: Empasc, 1985.

BERNARDI, J.; DENARDI, F.; HOFFMANN, A. Cultivares e porta-enxertos. In: **MAÇÃ produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e vinho; Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da política Agrícola. **Panorama da maleicultura no Brasil**. Brasília, 2011. (Informativo 53).

BURAC, M.; BUYUKYLMAZ, M. Effect of promalin on fruit shade and quality of starring delicious apple cultivars. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 463, p. 365-369, 1997.

CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: descrição e comportamento no sul do Brasil. In: **A CULTURA da macieira**. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 113-168.

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

CLINE, J. A.; EMBREE, C. G.; HEBB, J.; NICHOLS, D. S. Performance of prohexadione-calcium on shoot growth and fruit quality of apple - Effect of spray surfactants. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 88, n.1, p. 165-174, 2008.

COSTA, G.; SPINELLI, F.; SABATINI, E.; RADEMACHER, W. Incidence of scab *Venturia inaequalis*) in apple as affected by different plant bioregulators. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 653, p. 133-137, 2004.

COMPANHIA INTEGRADA DO DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA (CIDASC). **Dados meteorológicos**. Fraiburgo, 2013.

CURRY, E. A.; GREENE, D. W. CPPU influence fruit quality, fruit set, return bloom, and preharvest drop of apple. **HortScience**, Alexandria, v. 28, p. 115-119, 1993.

DABUL, A. N. G.; AYUB, R. A. Efeito da aplicação de promalin em frutos de maçã (*Malus domestica*) cv. Gala. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 301, p. 351-356, 2005.

DAYATILAKE, G. A.; WÜNSCHE, J. N.; WOOD, P.; MCARTNEY, S.; MANKTELOW, D.; LO, P.; GURNSEY, S.; TUSTIN, D. S. The use of prohexadione-Ca for improved crop management. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 694, p. 315-319, 2005.

DECKERS, T.; SCHOOF, H. Growth reduction and flower bud quality on pear trees. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 636, p. 249-258, 2004.

DENNIS JUNIOR, F. G. Fruit set. In: The fruit physiology: growth e development. Yakima: Good Fruit Grower, 1996.

EBERT, A.; PETRI, J. L.; BENDER, R. J.; BRAGA, H. J. First experiences with chill units models in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 184, p. 89-96, 1986.

ECCHER, T. Russetting of Golden Delicious apples as related to endogenous and exogenous gibberellins. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 80, p. 381-385, 1978.

ELFVING, D. C.; CLINE, R. A. Cytokinin and ethephon effect crop load, shoot growth, and nutrient concentration of 'Empire' apple trees. **HortScience**, Alexandria, v. 28, p. 1011-1014, 1993.

EVANS, R. R.; EVANS, J. R.; RADEMACHER, B. H.; KAPPEL, F. Prohexadione calcium for suppression of vegetative growth in eastern apples. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 451, p. 663-666, 1997.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Data bases**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 02/02/2013.

FLECKINGER, J. Les stades végétatifs des arbres fruitiers en rapport avec les traitements. In: CONGRÈS pomologique de France. Paris: Imprimerie B. Arnaud, 1947.

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

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

GREENE, D. W. Tree growth management and fruit quality of apple trees treated with Prohexadione-Calcium (BAS-125). **HortScience**, Alexandria, v. 34, p. 1209-1212, 1999.

GREENHALGH, W. J.; GODLEY, G. L.; MENZIES, R. Studies of fruit shape in apples: response to gillerellin and cytokinin sprays. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Collingwood, v. 17, p. 505-509, 1977.

HAWERROTH, F. J. **Uso de fitorreguladores para controle do desenvolvimento vegetativo e aumento da frutificação em macieira e pereira**. 154 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Fruticultura de Clima Temperado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L. **Controle do desenvolvimento vegetativo em macieira e pereira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. (Documentos, n.147).

IUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: A cultura da Macieira. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 59.

JINDAL, K. K.; PAL, S.; CHAUHAN, P. S.; MANKOTIA, M. S. Effect of promalin and mixtalol on fruit growth, yield efficiency and quality of "Starking Delicious" apple. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 636, p. 533-536, 2004.

KEEVER, G. J.; FOSTER, W. J. O.; WEST, M. S. Increasing "Bradford" pear crotch angles and lateral shoot counts with Benzyladenine and Promalin sprays. **Horticultural Science**, Budapest, v. 28, p. 678, 1993.

KRETZSCHMAR, A. A.; MARONDIN, G. A. B.; DUARTE, V.; SANHUEZA, R. M. V.; GUERRA, D. S. 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.

LEITE, G. B.; PETRI, J. L.; BASSO, C. Promalin effect on 'Imperial Gala' and 'Fuji' apple trees fructification. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 727, p. 269-277, 2006.

LEITE, G. B.; PETRI, J. L.; COUTO, M.; HAWERROTH, F. J. Increasing apple fruit set on "Condessa" using growth regulators. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 884, p. 537-544, 2010.

LOONEY, N. E. Role of endogenous plant growth substances in regulating fruit tree growth and development. In: THE FRUIT physiology: growth e development. Madison: Good Fruit Grower, 1996. p. 31-40.

MEDJDOUB, R.; VAL, J.; BLANCO, A. Prohexadione-Ca inhibits vegetative growth of 'Smoother Golden Delicious' apple trees. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 101, p. 243-253, 2004.

MEINTJES, J. J.; STASSEN, P.; THERON, K. J. The effects of different rates of Prohexadione-calcium and girdling on shoot growth and fruit quality when applied to different pear cultivars. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 671, p. 539-546, 2005.

MELLO, G. M. S. Uso de reguladores de crescimento como alternativa tecnológica na cultura da macieira 'Eva'. 67f. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011.

MILLER, S. S. Effect of Promalin on the physical characteristics of "Delicious" apple grown in two geographic locations. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 104, p. 857-860, 1979.

MILLER, S. S. Prohexadione-calcium controls vegetative shoot growth in apple. **Journal of Tree Fruit Production**, New York, v. 31, n. 1, p. 11-28, 2002.

NACHTIGALL, G. R. **Maçã: produção**. Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 2004. (Informações tecnológicas, 171).

OWENS, C. L.; STOVER, E. Vegetative growth and flowering of young apple trees in response to prohexadione-calcium. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 7, p. 1194-1196, 1999.

PETRI, J. L.; ARGENTA, L. C.; SUZUKI, A. Efeito do Thidiazuron no tamanho e desenvolvimento das frutas da macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 14, n. 2, p. 127-134, 1992.

PETRI, J. L.; SCHUK, E.; LEITE, G. B. Efeito do thidiazuron (TDZ) na frutificação de fruteiras de clima temperado **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 513-517, 2001.

PETRI, J. L. Fatores edafoclimáticos. In: A CULTURA da macieira. Florianópolis: Epagri, 2002a. p. 105-112.

PETRI, J. L. Formação de flores, polinização e fertilização. In: A CULTURA da macieira. Florianópolis: Epagri, 2002b. p. 229-260.

PETRI, J. L. Efeito do uso de Promalina na cultura da macieira. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO (ENFRUTE), 6., 2003, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: Epagri, 2003. v. 1, p. 197-202.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B. Fenologia de espécies silvestres de macieira como polinizadoras das cultivares Gala e Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 868-874, 2008.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; HAWERROTH, F. J. Effect of growth regulators on 'Gala' apple fructification. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 884, p. 531-536, 2010.

PRIVÉ, J. P.; CLINE, J.; FAVA, A. Influence of prohexadione calcium (Apogee®) on shoot growth of non-bearing mature apple trees in two different growing regions. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 86, n. 1, p. 227-233, 2006.

PRIVÉ, J. P.; ELFVING, D. C.; PROCTOR, J. T. A. Paclobutrazol, gibberellin and cytokinin effects on growth, development, and histology of apple pedicel and fruits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114. p. 273-278, 1989.

PRIVÉ, J. P.; FAVA, E.; CLINE, J. E.; BYL, M. Preliminary results on the efficacy of apple trees fruit with the growth retardant prohexadione-calcium (Apogee) in the Eastern Canada. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 636, p. 137-144, 2004.

QUEZADA, R. A. P.; DÍAZ, M. E. D. Efecto de GA₄₊₇ + BA sobre algunas variables de calidad del fruto de manzano cv. Starkrimson. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Montecillo, v. 19, p. 52-63, 1996.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberelin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 51, p. 501-531, 2000.

RADEMACHER, W.; KOBER, R. Efficient use of prohexadione-Ca in pome fruits. **European Journal of Horticultural Science**, Stuttgart, v. 68, p. 101-107, 2003.

RADEMACHER, W.; SPINELLI, F.; COSTA G. Prohexadione-Ca: modes of action of a multifunctional plant bioregulator for fruit trees. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 727, p. 97-106, 2006.

RADEMACHER, W. Prohexadione-Ca – A new plant bioregulator for use in apple production. In: ENCONTRO SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 11., 2009, Fraiburgo. **Anais: palestras...** Caçador: Epagri, 2009. v. 1, p. 1-10.

ROSSI, A.; RUFATO, L.; GIACOBBO, C. L.; GOMES, F. C. The Use of Promalin® on one-year old apple trees (cv. Catarina). **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 636, p. 145-149, 2004.

SANHUEZA, R. M. V.; PORTAS, J. F. S.; FREIRE, J. M. **Manejo da macieira no sistema de produção integrada de frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006.

SAS. **Statistical Analysis System**: Realease 9.1.3, (software). Cary: Sas Institute, 2008.

SHARMA, S.; REHALIA, A. S.; SHARMA, S. D. Vegetative growth restriction in pome and stone fruits: a review. **Agricultural Reviews**, New Delhi, v. 30, n. 1, p. 13-23, 2009.

SUGAR, D.; ELFING, D.C.; MIELKE, E. A. Effects of prohexadione-calcium (Apogee™) on blossoming, production and fruit quality in pear. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 596, p. 757-760, 2002.

STEMBRIDGE, G. E. Effects growth regulators on the size and shape of fruits. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 34, n. 1, p. 400-435, 1973.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TAYLOR, D. R.; KNIGHT, J. N. Russeting and cracking of apple fruit and their control with plant growth regulators. **Acta Horticulture**, Leuven, n. 179, p. 819-820, 1986.

UNRATH, C. R. Prohexadione-Ca: a promising chemical for controlling vegetative growth of apples. **HortScience**, Alexandria, v. 34, p. 1197-1200, 1999.

VALENT Biosciences. Disponível em: <<http://www.valentbiosciences.com>>. Acesso em: 22/02/2013.

VILARDELL, P.; CARBO, J.; BONANY, J.; GUANTER, G.; SOCIAS, R. Aplicaciones foliares de prohexadione-Ca para reducir el crecimiento vegetativo de árboles de manzano y de peral. In: JORNADAS DE EXPERIMENTACIÓN EN FRUTICULTURA, 4., 2000. **Anais....** Zaragoza, 2000. p. 217-223.

WEBSTER, A. D. TROMP, J.; WEBSTER, A. D.; WERTHEIM, S. J. Shootgrowth. In: FUNDAMENTALS of temperature zone tree fruit production. Leiden: Backhuys, 2005. p. 120-135.

WEIBRANTS, N.; MILLER, P. Promalin improves the shape of Delicious apple in Victoria. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Collingwood, v. 21, p. 623-630, 1981.

WEIRTHEIM, S. J.; WEBSTER, A. D. Manipulation of growth and development by plant bioregulators. In: FUNDAMENTALS of temperate zone tree fruit production. Leiden: Backhuys, 2005. p. 267-294.

WEIRTHEIM, S. J.; SCHMIDT, H. Flowering, pollination and fruit set. In: FUNDAMENTALS of temperate zone tree fruit production. Leiden: Backhuys, 2005. p. 216-239.

WESTWOOD, M. N.; BLANEY, L. T. Non-climatic factors effecting the shape of apple fruits. **Nature**, London, v. 200, n. 4908, p. 802-803, 1963.

YAMAGUCHI, M.; HAJI, T.; MIYAKE, M.; YAEGAKI, H. Varietal difference in cell division and enlargement periods during peach (*Prunus persica* Batsch) fruit development. **Journal of Japanese Society for Horticultural Science**, v. 71, p. 155-163, 2002.

ANEXO

Anexo 1 Análise de variância para as variáveis relacionadas a frutificação e produção de macieiras mediante a aplicação dos reguladores vegetais Thidiazuron, prohexadione de cálcio, promalin®, no pleno florescimento de macieiras 'Imperial Gala' durante os ciclos 2009-/2010 e 2010/2011. Fraiburgo - SC.

Variável	Fonte de Variação					
	Ano (A)	Tratamento (T)	T x A	Bloco	Erro	CV (%)
Frutificação efetiva ¹	-	34,55**	-	4,50ns	10,80	70,13
Comprimento médio dos frutos (CMF)	782,37*	11,29ns	8,86ns	2,32ns	5,03	3,41
Diâmetro médio dos frutos (DMF)	295,81**	8,71ns	7,36ns	13,51ns	9,55	4,65
Número de sementes por fruto (NMS)	118,27**	4,93**	0,85ns	0,000064ns	0,64	25,50
Comprimento/diâmetro dos frutos	0,025**	0,052**	0,0030ns	0,0023ns	0,0020	4,48
Massa média dos frutos	14692,07**	370,93**	274,49ns	11,02ns	184,54	9,90
Massa de frutos por planta	6956,48**	537,81**	448,71**	283,50ns	97,59	50,76
Número de frutos por planta	537411,17**	34293,25**	27522,76**	9328,34ns	6856,09	55,54
Cor 1	33,73 ns	1509,96**	217,18ns	146,61ns	148,81	49,71
Cor 2	2395,29**	214,24ns	137,79ns	510,38ns	158,71	26,75
Cor 3	1753,52**	1265,82**	186,96ns	1285,82**	169,76	45,77
Firmeza de polpa	0,65ns	20,88**	1,24ns	1,19ns	1,73	8,14
Sólidos solúveis totais	9,92**	2,11**	1,20**	0,12ns	0,34	4,65
Índice de Iodo_Amido	71,40**	8,80**	4,90**	0,47ns	1,57	18,10

ns – não significativo pelo teste F; *, ** - significativo a 1 e a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

¹ Transformação raiz (x+0,5).