

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**MARILIA FELICIANO GOULART PEREIRA**

**CITOCININAS PARA AUMENTO DO NÚMERO DE CÉLULAS EM MAÇÃS DA  
CULTIVAR MAXI GALA**

**LAGES**  
**2020**

**MARILIA FELICIANO GOULART PEREIRA**

**CITOCININAS PARA AUMENTO DO NÚMERO DE CÉLULAS EM MAÇÃS DA  
CULTIVAR MAXI GALA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal, do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof. Dra. Aike Anneliese Kretschmar.

Coorientador: Prof. Dr. Leo Rufato

**LAGES**

**2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Pereira, Marília Feliciano Goulart  
Citocininas para aumento do número de células em maçãs  
da cultivar Maxi Gala / Marília Feliciano Goulart Pereira. --  
2020.  
71 p.

Orientadora: Aike Anneliese Kretschmar  
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,  
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages,  
2020.

1. Divisão celular. 2. Tamanho de fruto. 3. Thidiazuron. 4.  
6-Benziladenina. I. Kretschmar, Aike Anneliese . II.  
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de  
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em  
Produção Vegetal. III. Título.

**MARILIA FELICIANO GOULART PEREIRA**

**CITOCININAS PARA AUMENTO DO NÚMERO DE CÉLULAS EM MAÇÃS DA  
CULTIVAR MAXI GALA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

**Banca Examinadora:**

**Orientador:**

---

Prof. Dra. Aike Anneliese Kretzschmar.  
UDESC/Lages-SC

**Membros:**

---

Dra. Poliana Francescatto  
Valent BioSciences

---

Dra. Francine Regianini Nerbass  
UDESC/Lages-SC

LAGES  
2020

Dedico esta dissertação aos meus pais, Domigos e Sara, que sempre me incentivaram e apoiaram para concluir esta etapa em minha vida profissional.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus e aos meus Guias espirituais pela vida e oportunidade de concluir esta importante etapa em minha vida profissional, por toda a força e graças recebidas.

Aos meus pais, Domingos e Sara, por todo o suporte e incentivo, pelos valores, ensinamentos, dedicação e paciência que sempre tiveram comigo, mesmo nos momentos difíceis, por todo amor e carinho de sempre. Aos meus irmãos Orestes, Julia e meu irmão de coração Yuri pelo carinho, apoio e incentivo.

A minha amiga Ana, por todo o apoio, conversas, aconselhamentos e principalmente pela sua amizade.

Aos meus orientadores, Professora Aike e Professor Leo pela confiança que depositaram em mim, aprendizado e principalmente por me permitirem fazer parte da família da Fruti. Agradeço também a professora Daiana por todo auxílio nas análises estatísticas deste trabalho.

A empresa Rasip Agro Silvipastoril por ter cedido a área experimental para a implantação deste experimento.

Agradeço aos professores Cristiano e Cassandro por todos os equipamentos cedidos que possibilitaram que eu realizasse o meu trabalho. A professora Polliana Rios, pelo apoio e por ter cedido o laboratório e os equipamentos que possibilitaram que as análises celulares do meu experimento fossem realizadas. A Mayra por toda ajuda e dicas que possibilitaram que eu realizasse e concluísse meu trabalho com sucesso. Ao Gentil, por toda disponibilidade em ajudar para que este trabalho fosse concluído.

Ao Alberto Ramos Luz por toda ajuda, apoio e ensinamentos passados durante o curso e durante o período de escrita. Ao colega e amigo Marllon, por toda força e ajuda no desenvolvimento deste trabalho e principalmente pela amizade.

A família da Fruti e todos os amigos que fiz nesta jornada da Pós-Graduação, que me ajudaram e fizeram estes dois anos serem muito bons. Em especial a Paola Welter, Juliana Welter, Juliana Lima, Viviane, Keli, Raissa, Guime, Guto e Deivid.

Agradeço ao Gustavo, o “Creuzo” pelo ombro amigo de sempre nas horas difíceis.

Ao mate de todo dia que me forneceu disposição e energia, ao meu violão que nos momentos de estresse me forneceu paz.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito”.

Chico Xavier.

## RESUMO

PEREIRA, Marília Feliciano Goulart. **Citocininas para aumento do número de células em maçãs da cultivar Maxi Gala**. 2020, 71p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. Centro de Ciências Agroveterinárias, CAV. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, SC.

As citocininas são hormônios vegetais responsáveis por regular vários processos fisiológicos nas plantas, incluindo a divisão celular. Aplicações exógenas de citocininas em frutos de macieira podem estimular a divisão celular e incrementar o tamanho final do fruto. Dessa forma, objetivou-se nesse trabalho avaliar diferentes protocolos de pulverizações de citocininas para aumentar o número de células em maçãs da cultivar Maxi Gala. O experimento foi realizado no município de Vacaria – RS nas safras dos anos de 2018/2019 e 2019/2020. O trabalho foi composto por sete protocolos de pulverizações de duas citocininas sintéticas, o Thidiazuron (TDZ) e a 6-Benziladenina (6-BA). Os protocolos foram baseados na fenologia das plantas, nos estádios: A; E2; F-F2; J (8-12 mm); J (15-20mm), de forma combinada e isolada. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições. Foi mensurado a quantidade de células, tamanho e os espaços intercelulares dos frutos em todos os tratamentos. Nos dois anos foram avaliadas as seguintes variáveis: retorno de florada, produtividade ( $\text{Ton ha}^{-1}$ ); massa fresca média dos frutos (g); tamanho dos frutos (cm); Coloração de fundo da epiderme ( $h^\circ$ ), firmeza de polpa (N), sólidos solúveis e a firmeza de polpa dos frutos após 30 dias de armazenamento. O TDZ quando aplicado nos estágios E2 e F-F2 influencia na divisão celular, proporcionando nos frutos uma maior quantidade de células e em menor tamanho, porém reduz a produtividade. No segundo ano de avaliação, nos protocolos com o TDZ na superação de dormência verificou-se redução no florescimento da safra seguinte. A 6-BA tem influência na divisão celular dos frutos, porém em menor intensidade quando comparada ao TDZ, e aumenta o tamanho das células, além disso, garante produtividades mais constantes.

**Palavras-chave:** Divisão celular, tamanho de fruto, Thidiazuron, 6-Benziladenina



## ABSTRACT

PEREIRA, Marília Feliciano Goulart. **Cytokinins to increase the number of cells in apples of the Maxi Gala cultivar**. 2020, 71p. Dissertation (Msc in Plant Production). University of the State of Santa Catarina, UDESC. Center for Agroveterinary Sciences, CAV. Graduate Program in Plant Production, Lages, SC.

Cytokinins are plant hormones responsible for regulating various physiological processes in plants, including cell division. Exogenous applications of cytokinins in apple fruits can stimulate cell division and increase the final size of the fruit. The objective of this study was to evaluate different protocols for spraying cytokinins to increase the number of cells in apples of the 'Maxi Gala' cultivar. The experiment was carried out in the municipality of Vacaria - RS in the harvests of the years 2018/2019 and 2019/2020. The experiment consisted of seven spray protocols of two synthetic cytokinins, Thidiazuron (TDZ) and 6-Benzyladenine (6-BA). The protocols were based on the phenology of the plants, according to the phenological scale, (stages: A; E2; F-F2; J (8-12 mm); J (15-20mm)), in a combined and isolated way. The experimental design was in randomized blocks, with eight treatments and four replications. The number of cells, the cell size and the intercellular spaces of the fruits were measured in all treatments. In the two years, the following variables were evaluated: flowering return, productivity ( $\text{Ton ha}^{-1}$ ); average fresh weight of fruits (g); fruit size (cm); Background coloration of the epidermis ( $h^\circ$ ), firmness of pulp (N), soluble solids and firmness of fruit pulp after 30 days of storage. TDZ when applied in stages E2 and F-F2 influences cell division, providing the fruits with a greater number of cells and in a smaller size, but reduces productivity. In the second year of evaluation, in the protocols with TDZ in overcoming dormancy, there was a reduction in the flowering of the following crop. 6-BA has an influence on the cellular division of the fruits, however, in lesser intensity when compared to TDZ, and increases the size of the cells and guarantees more constant productivity.

**Key words:** Cell division, fruit size, Thidiazuron, 6-Benzyladenine

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estádios Fenológicos da macieira segundo Petri et al., 2012.....	32
Figura 2 - Comparativo entre a estrutura celular dos frutos de maçã do T2 (A) com a testemunha (B), safra 2018/2019.....	41
Figura 3 – Efeito de “enrosetamento” causado pelo Thidiazuron nas plantas na superação de dormência. Safra 2019/2020 .....	51
Figura 4 - <i>Burrknots</i> formados em ramos de macieiras submetidas aos protocolos dos T1, T6 e T7.....	52
Figura 5 - Comparativo entre a estrutura celular dos frutos de maçã do T2 (A) com a testemunha (B), safra 2019/2020.....	54
Figura 6 - Plantas em estágio de brotação de gemas (E2) dos T1 e T2 no ciclo produtivo 2019-2020.....	68
Figura 7 - Plantas em estágio de brotação de gemas (E2) dos T3 e T4 no ciclo produtivo 2019-2020.....	69
Figura 8 - Plantas em estágio de brotação de gemas (E2) dos T5 e T6 no ciclo produtivo 2019-2020.....	70
Figura 9 - Plantas em estágio de brotação de gemas (E2) dos T7 e Testemunha no ciclo produtivo 2019-2020.....	71

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Análise dos componentes principais para as variáveis celulares analisadas dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2018/2019.....	42
Gráfico 2 - Análise dos componentes principais para as variáveis analisadas de produtividade e atributos de pós-colheita dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2018/2019.....	45
Gráfico 3 - Percentuais de redução da firmeza do fruto no momento da colheita e após 30 dias de armazenamento dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidas a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2018/2019.....	47
Gráfico 4 - Retorno de floração dos três ciclos produtivos (2018/2019; 2019/2020; 2020/2021), das macieiras 'Maxi Gala', submetidas a diferentes protocolos de pulverização de citocininas.....	50
Gráfico 5 - Análise dos componentes principais para as variáveis celulares analisadas dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2019/2020.....	54
Gráfico 6 - Análise dos componentes principais para as variáveis analisadas de produtividade e dos atributos de pós-colheita dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2019/2020.....	55
Gráfico 7 - Percentuais de redução da firmeza do fruto no momento da colheita e após 30 dias de armazenamento dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2019/2020.....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos protocolos de pulverização utilizado em macieiras da cultivar 'Maxi Gala' de citocininas para incremento na quantidade de células dos frutos, safra 2018/2019 e 2019/2020.....	33
Tabela 2 - Quantidade, tamanho celular ( $\mu\text{m}^2$ ) e espaço intercelular ( $\mu\text{m}^2$ ) dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2018/2019.....	40
Tabela 3 - Variáveis de produtividade ( $\text{Ton ha}^{-1}$ ) e de qualidade físico-químicas dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2018/2019.....	43
Tabela 4 - Quantidade, tamanho celular ( $\mu\text{m}^2$ ) e espaço intercelular ( $\mu\text{m}^2$ ) dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2019/2020.....	53
Tabela 5 - Variáveis de produtividade ( $\text{Ton ha}^{-1}$ ) e de qualidade físico-químicas dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2019/2020.....	56
Tabela 6 – Variáveis de peso, altura e comprimento dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2018/2019 e 2019/2020.....	67

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
3.1	CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DA MACIEIRA.....	18
3.2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA .....	18
3.3	CULTIVAR GALA .....	20
3.4	DESENVOLVIMENTO FLORAL .....	21
3.5	DESENVOLVIMENTO DO FRUTO .....	22
3.6	INCREMENTO NO TAMANHO DE FRUTOS UTILIZANDO FITORREGULADORES.....	25
3.7	THIDIAZURON .....	28
3.8	BENZILADENINA (BA).....	30
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
5.1	SAFRA 2018/2019.....	39
5.2	SAFRA 2019/2020.....	48
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>
<b>8</b>	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Durante o ano de 2018 a maçã ficou classificada como a terceira fruta mais comercializada nas Centrais de Abastecimento (Ceasas) do Brasil (Brazilian Apple Yearbook, 2019), sua produção está concentrada de forma mais intensa na região Sul do país, o qual representa 98% da produção nacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção total do país no ano de 2018 foi de 1,19 milhões de toneladas, em uma área colhida de 33.029 hectares.

O mercado da fruta *in natura* é altamente competitivo e exigente e para ser comercializada a maçã é classificada em calibres e categorias, de acordo com a Instrução Normativa Nº 5, de 9 de fevereiro de 2006, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O calibre está relacionado a quantidade de frutos necessários para que seus pesos somados atinjam 18 quilos. Os parâmetros de aparência para a classificação dos frutos em categorias são a intensidade da coloração vermelha na epiderme, frequência e tamanho de danos visíveis na superfície dos frutos. Baseado nesses parâmetros, os frutos são enquadrados nos seguintes índices: Extra, Categoria 1, 2 e 3, cada um com diferentes graus de tolerância a defeitos, as que não se enquadram em nenhuma categoria são comercializadas para a indústria (ARGENTA; MARTIN, 2018).

A produção de frutos de maior tamanho é um dos fatores mais importantes a considerar do ponto de vista comercial (PETRI et al., 2016). Existem vários fatores que influenciam diretamente no tamanho final do fruto, sendo estes categorizados como fatores genéticos, culturais e ambientais (HIRST, 2019), com exceção dos fatores de origem genética os demais terão maior ou menor influência dependendo da fase de desenvolvimento na qual o fruto se encontra.

O fruto cresce inicialmente por divisão celular, etapa que inicia a partir da fertilização até quatro ou cinco semanas após a floração e então o crescimento para o restante da temporada ocorre apenas por expansão celular, este aumento em tamanho das células proporciona o aumento de tamanho dos frutos (LAKSO; GOFFINET, 2013).

O tamanho e peso do fruto são atributos que irão afetar diretamente na lucratividade do agricultor e existem práticas de manejo que possibilitam incrementar essas características, dentre elas, o raleio de flores e de frutos, o qual diminui a

concorrência por carboidratos e possibilita que os frutos restantes apresentem maior calibre (PETRI et al., 2017).

Além do raleio é possível incrementar o calibre dos frutos através do uso de reguladores de crescimento. Sabe-se que há dois eventos decisivos no aumento do tamanho dos frutos, a divisão celular e alongação celular (CAMILO, 2006). As auxinas em conjunto com as citocininas promovem a divisão e a diferenciação celular, esses hormônios regulam o ciclo de divisão celular controlando a atividade de enzimas específicas. As giberelinas estimulam o alongamento celular e atuam na expressão de genes essenciais no processo de divisão celular (FAGAN et al., 2015).

Um bom tamanho de fruto requer muitas células (LAKSO; GOFFINET, 2013), como essa quantidade é determinada nas primeiras semanas após o florescimento, pode-se atuar diretamente nessa fase através da aplicação exógena de reguladores de crescimento, em especial as citocininas. O uso de reguladores de crescimento com ação de citocinina apresenta eficiência no aumento da frutificação efetiva de macieira e na formação de frutos mais alongados (PETRI et al., 2001; PETRI et al., 2008).

A benziladenina (BA) (6-benzil-adenina), comercializada com o nome comercial MaxCel® com 2% de BA possui como efeito a abscisão de frutos e de flores, aumento da formação de gemas floríferas, induz a formação de ramos e proporciona aumento no tamanho dos frutos através de seu efeito raleante e por ser um composto pertencente ao grupo das citocininas (PETRI, 2013). Quando aplicada após floração pode aumentar o tamanho dos frutos de tangerina (FERRER et al., 2017). Greene (2005), afirma que a 6-Benziladenina pode aumentar o tamanho dos frutos mesmo na ausência de raleio. Roper (2005) afirma que a 6-Benziladenina auxilia no desenvolvimento do tamanho do fruto.

O Thidiazurom (TDZ) (N-fenil-N1,2,3-tidiazol-5-ureia) é uma fenilureia com atividade semelhante a citocinina. Proporciona aumento na frutificação efetiva, pode atrasar o desenvolvimento da coloração vermelha e a maturação dos frutos, possui efeito raleante e de indução da brotação. Quando utilizado em baixas concentrações estimula o crescimento dos frutos (PETRI et al., 2016), no momento do florescimento pode proporcionar aumento da frutificação efetiva em macieiras (AMARANTE et al., 2002).

Em mercados altamente exigentes, o tamanho e peso dos frutos são critérios essenciais, que controlam valores e impactam diretamente no lucro final que o agricultor irá ter. O uso de fitoreguladores se mostra como uma excelente ferramenta,

tecnologia fundamental para a “Fruticultura Moderna” que visa além da produção de elevada quantidade de frutos com sistemas de baixa mão de obra, onde a maior parte da produção tenha o máximo de qualidade e garanta boa rentabilidade.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Aumentar a quantidade de células em frutos de macieira da cultivar Maxi Gala através da aplicação de citocininas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar os efeitos dos protocolos de pulverizações das citocininas, 6-Benziladenina e Thidiazuron sobre a quantidade e tamanho de células de maçãs 'Maxi Gala', e seus efeitos secundários.

Identificar o protocolo de pulverização dos fitorreguladores que proporcione maior tamanho dos frutos da cultivar Maxi Gala através do aumento do número de células.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DA MACIEIRA

Pertencente à ordem das Rosales, família Rosaceae, subfamília Pomoideae, gênero *Malus* e espécie *Malus domestica* Borkhausen, a macieira é uma espécie frutífera lenhosa, decídua, típica de clima temperado, porém com alta capacidade de adaptação a diferentes climas, desde os trópicos até altas altitudes (IUCHI, 2006).

#### 3.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Em termos de produção mundial, a macieira é uma das culturas frutíferas mais importantes (CORNILLE, 2015). Durante a safra do ano agrícola 2018/2019 a China foi o principal produtor mundial de maçã, nesse período sua produção totalizou cerca de 31 milhões de toneladas, a União Europeia ficou em segundo lugar com um pouco mais de 14 milhões de toneladas (SHAHBANDEH, 2019).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018), o Brasil possui o total de 33 mil hectares de área colhida de maçã e anualmente produz cerca de 1,2 milhões de toneladas, com produtividade média de 36,2 Ton ha<sup>-1</sup>. De acordo com a FAOSTAT (2017), o país ocupa o 11º lugar entre os maiores produtores mundiais de maçã. A produção do país está concentrada na região Sul, sendo os principais estados produtores; Santa Catarina com uma produção durante a safra do ano agrícola 2017/2018 de 575.759 toneladas, seguida pelo Rio Grande do Sul com 490.541 toneladas e o estado do Paraná com uma produção de 27.815 toneladas (Anuário Brasileiro da Maçã, 2019). Durante o primeiro trimestre do ano de 2020 as exportações da fruta cresceram 56% em comparação ao ano anterior (ABRAFRUTAS, 2020).

Atualmente a produção do país está alicerçada em apenas duas cultivares, sendo elas a cultivar Gala, cultivar Fuji e seus respectivos clones. Uma pesquisa realizada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) relata que a produção brasileira de maçãs dos últimos cinco anos teve a contribuição das cultivares do grupo Gala em 56%, Fuji em 39% e 6% de outras (Anuário Brasileiro da Maçã, 2019).

O volume colhido de maçã recuou quase 20% na safra do ano agrícola 2019/2020, totalizou 939 mil toneladas. Diversos fatores climáticos afetaram a

produção de frutas, dentre estes fatores a ocorrência do inverno ameno, chuvas durante a primavera e o grande déficit hídrico no verão do ano passado. Essas condições climáticas impactaram em uma menor quantidade de fruto colhido e de menor tamanho (CEPEA, 2020).

Para a comercialização da maçã *in natura* é necessário que haja padronização e classificação do produto. A apresentação da maçã e sua embalagem é normatizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), devido ao fato de que a maçã apresenta variações em sua forma, tamanho e coloração o que pode causar dificuldades ao consumidor no momento da compra. A uniformização do produto se torna um ponto de referência que possibilita a comparação do mesmo com os padrões estabelecidos (PETRI et al., 2006).

A classificação da maçã em calibre e categorias é responsável por grandes diferenças no rendimento para o agricultor e para o embalador. Os preços são estabelecidos de acordo com a combinação do calibre e categoria do fruto. As categorias superiores atingem maiores valores comerciais do que as inferiores e os produtos fora de categoria apresentam os menores valores. As empresas podem classificar as maçãs de forma mais rigorosa do que a legislação estabelece, atualmente essa classificação é realizada nos packing houses das empresas (ARGENTA; MARTIN, 2018).

As diferenças nos preços estão relacionadas às distintas qualidades da fruta (LIMA et al., 2016). A exigência do consumidor está associada à boa aparência do produto, tamanho e uniformidade. Dessa forma, como citado anteriormente os frutos classificados em categorias superiores possuem maior remuneração, porém, quanto a classificação por calibre, a preferência do consumidor é por frutos graúdos, em detrimento dos miúdos (SIMIONI, 2000; LIMA et al., 2016).

Os frutos de baixo calibre possuem difícil comercialização e consequentemente menor valor agregado, algumas empresas começaram a aderir como estratégia de venda a segmentação por idade, para agregar valor ao produto, destinando as frutas de menor tamanho para o público infantil, como por exemplo as “Maçãs Turma da Mônica”, “Maçãs Looney Tunes” e “Maçãs Senninha” (NASCIMENTO, 2014).

Segundo informações do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA – USP) durante o ciclo produtivo 2018/2019 houve maior oferta de frutos de calibres e categorias superiores, que são os mais valorizados e rentáveis ao agricultor. O valor médio da caixa de 18 Kg no ano de 2020 para a região de São Joaquim da

maçã Gala graúda, classificada na Categoria 1 ficou em torno de R\$ 95,00 e o valor da caixa de 18 Kg da maçã Gala miúda classificada na Categoria 1 ficou em torno de R\$66,80 (CEPEA, 2020).

A produtividade da cultura no País está apresentando um crescimento significativo, porém, há uma relação inversa entre a quantidade produzida e alguns parâmetros de qualidade. Frequentemente, diminuir a produtividade significa produzir frutas maiores, mais coloridas, ou seja, aumentar a produção de frutos com melhor aceitação pelo consumidor e consequentemente amplificar o alcance do agricultor em melhores preços pela fruta classificada em calibres superiores (FIORAVANÇO; LAZZAROTTO, 2012).

A produção de maçã possui grande potencial de crescimento devido ao consumidor estar voltado cada vez mais ao consumo de produtos que aumentem o bem-estar e que auxiliem em uma vida mais saudável (GUIMARÃES E OSHITA, 2019).

### 3.3 CULTIVAR GALA

Proveniente do cruzamento das cultivares 'Kidd's Orange Red' X 'Golden Delicious', realizado em 1934 pelo melhorista J. H. Kidd na Nova Zelândia. O plantio comercial teve início durante o ano de 1965 na Nova Zelândia (CAMILO; DENARDI, 2006). A Gala é considerada uma cultivar importante na Nova Zelândia, Brasil, Argentina, Chile, Austrália, China, Estados Unidos e Europa (especialmente na França) e durante a última década foi plantada extensivamente nos dois hemisférios (HAMPSON; KEMP, 2003).

A planta possui porte semi-vigoroso, ramos bem distribuídos e abertos com bastante folhas. Emite grande quantidade de órgãos de frutificação e geralmente apresenta grande quantidade de flores, sendo uma cultivar que pouco alterna e frutifica precocemente, porém possui desuniformidade na maturação dos frutos, requerendo vários repasses durante a colheita, onerando os custos com a produção. Os frutos são de tamanho médio a pequeno, tendendo a pequenos quando o raleio não é realizado de forma correta, apresentam uma coloração vermelho-rajada sobre fundo amarelo, lisa e brilhante (CAMILO; DENARDI, 2006).

Foram introduzidos clones desta cultivar a partir da década de 1980, estes com melhor coloração e que possibilitaram viabilizar a exportação e atender as exigências

do mercado externo, como a Royal Gala, Imperial Gala, Maxi Gala e Brookfield (PETRI et al., 2011). O clone 'Maxi Gala' teve origem a partir de uma mutação espontânea do clone 'Imperial Gala' na Empresa Rasip Agropastoril S.A. Seus frutos possuem a cor da epiderme vermelha, com estrias pronunciadas sobre o fundo amarelo, formato oblongo-cônico, muito uniforme e possuem tamanho médio. A 'Maxi Gala' pode ser colhida com menor número de passadas e um pouco antes que os demais clones, desde que apresente índices de maturação suficientes para a colheita (FIORAVANÇO et al., 2010).

### 3.4 DESENVOLVIMENTO FLORAL

A macieira é composta por gemas vegetativas, ou seja, que produzem somente folhas, gemas produtivas ou gemas mistas, que produzem folhas e flores. As gemas estão inseridas em diferentes estruturas de frutificação, que de forma resumida são classificados em brindilas e esporões. As brindilas são ramos longos, desenvolvidos durante o ano anterior e apresentam uma gema em sua extremidade e gemas axilares nas inserções das folhas. Formados por gemas de dois ou mais anos os esporões são ramos encurtados (PETRI E LEITE, 2006; FRANCESCOTTO, 2014).

Segundo Francescotto (2017), cronologicamente na macieira há processos do desenvolvimento floral que podem ser descritos, sendo eles: a Indução floral, iniciação floral (transformação histológica), diferenciação floral (transformação morfológica) e antese (florescimento). O entendimento desses processos é de fundamental importância quando se busca aplicar práticas de manejo visando o aumento da produção.

A indução floral está relacionada aos eventos que sinalizam à planta a alteração do seu programa de desenvolvimento (VAZ et al., 2004), é considerada como o processo de transição do meristema vegetativo para a fase reprodutiva. É durante esse período que o meristema apical recebe sinais "florais" e os genes responsáveis pelo desenvolvimento floral são ativados (KOTODA; MASATO, 2005). A maior parte da indução floral ocorre no início do verão podendo se estender até o início do outono (DENNIS, 2003).

Em diversas espécies o estímulo indutor é resultado tanto de fatores exógenos, como a temperatura, disponibilidade hídrica, fotoperíodo, como de fatores endógenos, sendo eles os ritmos circadianos, fatores hormonais e nutricionais (TAIZ; ZEIGER,

2017). Algumas práticas culturais como tipo e época de poda, raleio, sistemas de condução da planta, fertilização e tratamentos químicos têm sido identificados como moduladores na indução e diferenciação floral (FRANCESCATTO, 2017).

Como consequência da indução floral o meristema se reestrutura para produzir um primórdio floral, este evento é denominado iniciação floral (VAZ et al., 2004; FRANCESCATTO, 2017). A iniciação começa quando o meristema apical se torna arredondado (DENNIS, 2003), durante esses períodos ocorre uma série de mudanças histológicas, intensa atividade mitótica. A diferenciação floral é caracterizada por mudanças na morfologia das gemas da macieira (VAZ et al., 2004; CAMILO; PEREIRA, 2006; FRANCESCATTO, 2017).

O processo de formação de flores na macieira se inicia na primavera, e continua até a primavera do próximo ciclo, o desenvolvimento dos frutos coincide em tempo com a formação das flores do ciclo seguinte. A carga excessiva de frutos tem efeito inibitório na indução floral, pelo fato de que as giberelinas (GA) presentes nas sementes desses frutos possuem uma ação antagônica à formação de gemas florais (CAMILO; PEREIRA, 2006; FRANCESCATTO, 2017; PETRI et al., 2017).

Segundo Bangerth (2006), as auxinas, giberelinas e citocininas são responsáveis pelo controle hormonal entre a inibição e indução floral. Podendo influenciar tanto de forma isolada como combinada com as auxinas, as giberelinas são responsáveis pela inibição floral nas frutíferas e as citocininas responsáveis pela indução floral.

### 3.5 DESENVOLVIMENTO DO FRUTO

Toda a energia necessária para o desenvolvimento prefloração e florescimento é sustentado pelas reservas de carboidratos da macieira, após, durante o desenvolvimento dos frutos é sustentado pela fotossíntese atual das folhas (LAKSO; GOFFINET, 2013). A temperatura durante o outono e a quantidade de frio acumulado durante o período de inverno são fatores fundamentais para a qualidade das flores formadas (FRANCESCATTO, 2014). Durante o estágio de florescimento é definido a frutificação efetiva da macieira e sua produtividade (PETRI et al., 2017).

É durante o período de floração o momento em que a planta necessita usar de suas reservas acumuladas. O desenvolvimento vegetativo e reprodutivo competem

entre si pelos carboidratos, perdas energéticas durante o período de polinização e alta divisão celular podem afetar a frutificação efetiva (ZUANAZZI, 2018).

Cada fruto produzido é uma consequência do processo evolutivo da flor. Com a polinização e fecundação o desenvolvimento da semente e a reprodução sexual acontecem. A frutificação pode ocorrer sem a fertilização, frutos podem se desenvolver sem a produção de sementes, esse processo é denominado de partenocarpia (PETRI, 2006).

Segundo Francescatto (2014) as etapas de crescimento e maturação dos frutos possuem papel fundamental no tamanho final que o fruto irá ter. A primeira etapa de desenvolvimento do fruto é caracterizada pela intensa divisão celular e alta atividade metabólica que fica evidente pela alta taxa respiratória do fruto (IUCHI, 2006). O fruto cresce inicialmente por divisão celular exponencial, ou seja, as células se dividem para produzir duas vezes mais células, depois se dividem novamente para produzir quatro vezes mais e depois oito vezes mais, e assim por diante. Um bom tamanho de fruto requer muitas células, e a quantidade de células que o fruto irá ter é determinado nas primeiras semanas de divisão celular (LAKSO; GOFFINET, 2013).

Após as quatro primeiras semanas aproximadamente, a divisão celular é cessada e finalmente o crescimento do fruto ocorre essencialmente pela expansão das células (LAKSO; GOFFINET, 2013), com exceção das células da epiderme, onde a divisão celular continua (HAMPSON; KEMP, 2003). Segundo Iuchi (2006), durante esse período é notável a queda do peso específico do fruto, indicando aumento nos espaços intercelulares. Embora a expansão celular contribua com grande parte do volume do fruto, a fase de divisão celular é crítica para aumentar o tamanho final do fruto (LAKSO; GOFFINET, 2013; HAMPSON; KEMP, 2003).

O terceiro estágio de desenvolvimento do fruto é a maturação. Caracterizado pelo início da oxidação de ácidos orgânicos, pela hidrólise de amido e polissacarídeos, modificação da coloração da epiderme, com a redução da clorofila e síntese de antocianinas e carotenoides. O amadurecimento está relacionado à síntese de etileno, ele induz a uma série de modificações no fruto, característicos dos processos de maturação e senescência do fruto (IUCHI, 2006).

Segundo Sander (2019), para atingir o objetivo da produção de frutos de maior calibre, deve-se considerar os fatores que influenciam esse parâmetro. São vários fatores que influenciam no tamanho do fruto produzido, podendo ser eles de origem genética, como a cultivar, porta-enxerto, ambientais, como a temperatura,

disponibilidade hídrica, luz solar e culturais como a carga frutal, nutrição da planta, posição do fruto na planta, polinização, quantidade de sementes no fruto (DENNIS, 2003; FIORAVANÇO, 2010).

A ocorrência de temperaturas mais altas no início da primavera estimulam o desenvolvimento do fruto. Frutos com maior tamanho serão produzidos quando se tem temperaturas mais altas do que frutos produzidos em anos com muita chuva e período nublado (DENNIS, 2003). A radiação solar é importante para o desenvolvimento dos frutos, plantas que estão em condições de ambiente sombreado podem apresentar um alto crescimento vegetativo e um menor tamanho de frutos (HAWERROTH et al., 2017; MUPAMBI et al., 2018).

A carga de frutos por planta é um dos fatores que mais pode influenciar no tamanho dos frutos produzidos, logo, a redução da carga das plantas, o raleio, permite que os frutos se desenvolvam em tamanho e quanto mais cedo este manejo for realizado, maior será o sucesso no aumento do tamanho do fruto (HIRST, 2019). A quantidade de frutos que permanecem em uma planta afeta diretamente a produção, já o tamanho e a qualidade dos frutos colhidos determinam em grande parte o valor da colheita (ROBINSON et al., 2016).

O tamanho de uma maçã também é determinado pela quantidade de células, o tamanho de cada uma e o espaço entre elas. Algumas maçãs atingem seu tamanho maior por ter um número maior de células e outras por ter células de tamanho maior (HIRST, 2019). Sendo assim, o tamanho do fruto é coordenado pela multiplicação e expansão das células durante o seu desenvolvimento (SANDER, 2019).

Por diversas razões práticas é necessário saber o progresso do crescimento dos frutos em tempo real nas condições do pomar, compreender o seu desenvolvimento auxilia no uso de fertilizantes, na necessidade de poda, no uso de reguladores de crescimento, raleio de frutos e previsão do tamanho dos frutos (ATAY et al., 2010). Para que o agricultor atinja o objetivo de produzir frutos maiores e aumentar a sua lucratividade ele deve considerar todos os fatores que afetam no tamanho da fruta e a importância de cada fator, conseguindo assim, eficiência no manejo produtivo.



### 3.6 INCREMENTO NO TAMANHO DE FRUTOS UTILIZANDO FITORREGULADORES

Atualmente, alguns atributos são indispensáveis na produção de maçãs, como o tamanho e a qualidade dos frutos, porém, a qualidade não é um atributo único bem definido, mas sim, um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto, que o diferenciam e têm significância na determinação do grau de aceitação do mesmo para o consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Desta forma, buscar a melhoria nestes atributos qualitativos e o aumento da produção de frutos são imprescindíveis para o aumento da lucratividade na cultura da macieira, o uso dos reguladores de crescimento na produção se constitui em uma alternativa a ser explorada (PETRI; PASA, 2018).

Os fitormônios ou hormônios vegetais são compostos orgânicos de ocorrência natural, que em baixas concentrações regulam os processos fisiológicos das plantas, são mensageiros químicos que em baixas quantidades e em um local específico induzem respostas em outros locais na planta (FAGAN et al., 2015). Os hormônios vegetais são essenciais para o crescimento, desenvolvimento e defesa das plantas. (TAIZ E ZEIGER, 2017).

O termo ‘hormônio’ está restrito as substâncias que ocorrem naturalmente na planta e o termo ‘reguladores de crescimento’ é usado para aqueles compostos com estruturas químicas similares aos hormônios, porém, produzidos sinteticamente e que quando aplicados na planta irão interagir com os hormônios fazendo com que haja respostas na planta (CAMILO, 2006).

As principais classes hormonais encontradas nas plantas estão divididas em promotores e inibidores de desenvolvimento. Os promotores de desenvolvimento são; as auxinas, giberelinas e citocininas, e os inibidores são; o etileno e o ácido abscísico. Além disso, existem outros compostos que recentemente foram considerados hormônios vegetais, sendo eles os brassinosteróides, salicatos, jasmonatos, poliaminas, hormônios peptídeos e estrigolactonas (FAGAN et al., 2015).

O contínuo acréscimo nos custos produtivos de maçã requer que o produtor aumente a eficiência técnica na condução dos pomares, a fim de obter aumento na produtividade com qualidade e eficiência produtiva (PETRI et al., 2016). Diversos fitorreguladores foram registrados para a cultura da macieira e com variadas finalidades, dentre elas podemos citar, substâncias para a produção de mudas,

indução de brotação, raleio químico, aumento da frutificação efetiva, floração, crescimento dos frutos, controle de queda dos frutos na pré-colheita, retardo da maturação e prolongamento da conservação dos frutos (PETRI; PASA, 2018; PETRI et al., 2016).

Muitos sinais ambientais e endógenos podem desencadear respostas vegetais altamente diversificadas (TAIZ; ZEIGER, 2017). As concentrações hormonais variam de acordo com o estágio fisiológico das plantas e segundo a estação do ano, como por exemplo durante o inverno as concentrações de citocininas, auxinas e giberelinas são baixas, e então na primavera as concentrações destes compostos chegam a níveis máximos (CAMILO, 2006). As influências dos reguladores de crescimento na produção de frutas são numerosas e nem sempre é o efeito de um único regulador de crescimento, mas sim, resultado do efeito da interação de diferentes hormônios (FAGAN et al., 2015).

A efetividade da pulverização está relacionada a vários fatores como a temperatura e umidade relativa do ar no momento da pulverização, cultivar, vigor, idade da planta, além da dosagem utilizada do produto (PAIM et al., 2017). Segundo Roper (2005), assim que esses produtos são pulverizados e em contato com as folhas e frutos eles começam a ser absorvidos pelas células das plantas, e então, a partir do contato com o “dispositivo bioquímico” da planta eles atuam imitando a ocorrência natural dos hormônios ou inibindo a atuação dos mesmos nas plantas.

Segundo Fagan et al. (2015), há autores que não separam o modo de ação dos hormônios vegetais e os seus diversos efeitos fisiológicos, porém são aspectos diferentes. O modo de ação dos hormônios vegetais seria a forma com que atuam a nível celular, promovendo ou inibindo a síntese de proteínas, enzimas, ou outras substâncias, ou controlando atividades de enzimas específicas. A ação ou o controle dessas substâncias e dessas atividades enzimáticas serão responsáveis pelas respostas das plantas aos diferentes hormônios vegetais e essas respostas são denominadas de efeitos fisiológicos.

Os reguladores de crescimento agem influenciando os sistemas hormonais e enzimáticos da planta, razão pela qual pequenas quantidades de reguladores de crescimento podem originar grandes respostas (CAMILO, 2006). Substâncias reguladoras de crescimento que contenham auxinas, citocininas e giberelinas podem influenciar no tamanho final dos frutos devido ao aumento da divisão e alongação celular (PETRI; PASA, 2018).

As auxinas promovem o alongamento celular através do aumento da extensibilidade da parede celular, além disso, as auxinas junto com as citocininas promovem a divisão e a diferenciação celular (FAGAN et al., 2015). A auxina encontrada com maior frequência em frutíferas é o Ácido Indol Acético (AIA). É produzida principalmente nos locais de crescimento ativo como os meristemas, gemas axilares, folhas jovens e embriões (CAMILO, 2006).

As giberelinas estimulam a atividade do meristema intercalar e este o alongamento celular, modificando a extensibilidade da parede celular. O ácido giberélico também estimula a divisão celular (Fagan et al., 2015). As giberelinas são sintetizadas com maior intensidade nos pontos onde a divisão celular é mais intensa, como o ápice dos ramos em crescimento, o ápice das raízes novas, folhas jovens e sementes (Petri et al., 2016). A nível comercial, as giberelinas têm sido usadas para melhorar o tamanho dos frutos e prevenir o russeting (ROPER, 2005). Na fruticultura, o uso de inibidores da síntese de giberelina possuem como objetivo inibir o crescimento de ramos, uniformizar e acelerar o florescimento (FAGAN et al., 2015). A desvantagem dessa substância é seu efeito sobre a indução floral na macieira, podendo levar a alternância de produção (CAMILO, 2006).

As citocininas são derivadas da purina e adenina, acredita-se que sejam produzidas nas raízes e em frutos jovens (Roper, 2005). É translocada via xilema e sua movimentação se dá das raízes para as folhas e extremidades dos ramos em crescimento (PETRI et al., 2016). Possuem efeitos em diversos processos fisiológicos e de desenvolvimento das plantas, atuam na divisão e diferenciação celular, retardam o amadurecimento e a senescência de folhas e frutos, regulam a dominância apical, a formação e a atividade dos meristemas apicais, o desenvolvimento gametofítico e promovem a mobilização de nutrientes (CAMILO 2006; TAIZ; ZEIGER, 2017).

A utilização de auxinas, giberelinas e citocininas como promotores de crescimento em plantas no meio agrícola tem se tornado comum, o uso tem proporcionado vários efeitos positivos, como o aumento da produtividade das culturas com alto valor comercial (FAGAN et al., 2015). Segundo Sander (2019), também pode ser feita combinação no uso dos reguladores de crescimento, não necessariamente na mesma pulverização, esta combinação pode ser realizada em diferentes estádios fenológicos da planta, por exemplo, um regulador é aplicado em plena floração e o outro durante a queda de pétalas.

Há vários trabalhos que foram realizados visando o desenvolvimento dos frutos através do uso de fitorreguladores e que mostram a eficiência deles. As Giberelinas, segundo Camilo (2006), em especial a GA<sub>4+7</sub> quando aplicadas na concentração de 5 a 25 ppm durante o início da queda de pétalas podem aumentar a relação comprimento/diâmetro do fruto, e conseqüentemente, seu tamanho. O GA<sub>(4+7)</sub> + Benziladenina, comercializado como Promalin®, quando aplicado na floração aumenta a relação comprimento/diâmetro dos frutos e reduz o russetting (PETRI et al., 2016).

O Clorfenuron (CPPU) possui ação de citocinina, com efeito no tamanho de frutos, em destaque uva e quivi. Possui atuação mais localizada nos tecidos aplicados e pouco movimento dentro dos tecidos (PETRI et al., 2016). Em Israel foram testados os efeitos desta citocinina sintética em Peras ‘Spadona’ e ‘Costia’ no tamanho de fruto. No crescimento do fruto, o efeito já era evidente nos dois primeiros meses após a aplicação, que foi duas semanas após a plena floração, quando os frutos atingiram 35 a 40 mm de diâmetro (FLAISHMAN et al., 2001).

### 3.7 THIDIAZURON

O Thidiazuron (N-fenil-N' -1,2,3-tiadzol-5-ilurea) (TDZ) foi registrado em 1976 por Scbering A G em Berlim, na Alemanha, como um desfoliante para a cultura do algodão, é uma fenilureia com ação de citocinina. O TDZ pode estimular a síntese ou reduzir o metabolismo de degradação de citocininas naturais no tecido da planta. Foi provado que o TDZ, ao contrário dos fitormônios tradicionais, apresentou várias respostas regenerativas em muitas plantas de diferentes espécies. Uma série de eventos fisiológicos e bioquímicos são induzidos ou intensificados nas células pelo TDZ, porém o seu modo de ação ainda é desconhecido (GUO et al., 2011).

Em locais onde há insuficiência de frio no inverno a produção de frutíferas decíduas é limitada, a deficiência de frio no inverno faz com que as gemas brotem mais tardiamente, que a floração seja pobre e irregular, diminui a frutificação e faz com que haja frutos de baixa qualidade e menores. Uma estratégia de gerenciamento com o objetivo de reduzir estes problemas com a insuficiência de frio é o uso de “compensadores de frio”. Em países como a África do Sul e México, o TDZ têm sido muito utilizado como estimulante de brotação, promotor e uniformizador de floração, em plantas como a macieira, pessegueiro, ameixeira, nogueira, videira e amoreira (SHEARD et al., 2009; PARRA et al., 2020).

O Thidiazuron em combinação com o óleo mineral apresenta forte efeito na brotação das gemas axilares de maçãs 'Gala' e 'Golden Delicious', além disso, em ramos envelhecidos na planta, as pulverizações com o TDZ têm se mostrado positivas para a brotação destes ramos desprovidos de brotação (Petri et al., 2006). De Martin et al. (2016), avaliaram o efeito de diferentes concentrações de TDZ combinado ao óleo mineral ou nitrato de cálcio na indução de brotação e produção de frutos de maçãs 'Daiane' e concluíram que o TDZ nas doses de 125 e 250 mg L<sup>-1</sup> em conjunto com o óleo mineral em uma concentração de 3,5% é viável na quebra de dormência pois proporcionou uma brotação de gemas similar e até superior ao tratamento padrão (Cianamida Hidrogenada 0,7% + Óleo Mineral 3,5%).

É fato reconhecido que a frutificação efetiva pode ser aumentada através do uso de certos reguladores de crescimento, os melhores resultados estão sendo obtidos com o uso de TDZ no estágio de balão, em concentrações de 10 a 20 g ha<sup>-1</sup> (50% de ingrediente ativo) (CAMILO, 2006).

Vieira et al. (2016), avaliaram durante dois ciclos produtivos o efeito de diferentes concentrações crescentes de TDZ sobre a frutificação efetiva, produção e possíveis alterações nas características dos frutos de macieira da cultivar 'Daiane' e tiveram a conclusão de que a pulverização do Thidiazuron aumenta a produção por planta em aplicações a partir de 10 ppm, com o aumento da fixação de frutos e consequentemente aumentando a produção. Fagundes et al. (2017) também testaram concentrações de TDZ em dois estádios fenológicos diferentes e verificaram a eficiência dele no incremento da produtividade e da frutificação em macieiras.

Segundo Camilo (2006), para o Thidiazuron ter efeito no tamanho e no formato dos frutos ele deve ser aplicado durante o período de plena floração até o de queda de pétalas e desde que seja aplicado em baixas concentrações. Ainda segundo Camilo (2006), as melhores concentrações são de 5 a 10 ppm, ou 10 a 20 g do produto comercial (concentração de 50% de ingrediente ativo) por hectare, as dosagens maiores podem causar deformação no fruto pelo excessivo crescimento na região do cálice.

Pasa et al. (2017) avaliaram os efeitos das pulverizações de TDZ e AVG em pereiras 'Hosui' 'Packham's' e 'Triumph' e observaram que as doses de TDZ de 20 a 60 mg L<sup>-1</sup> aumentaram a frutificação efetiva, consequentemente a produção nessas cultivares além de incrementar no tamanho dos frutos de 'Hosui' sem que os mesmos fossem prejudicados nos seus atributos de qualidade.

Segundo Petri et al. (2016), o Thidiazuron apresenta um elevado efeito biológico e seu efeito pode ser até 100 vezes maior do que o efeito da Benziladenina, ou seja, ele pode ser eficaz em baixas concentrações o que torna o seu uso de menor custo quando comparado ao uso dos demais fitorreguladores.

### 3.8 BENZILADENINA (BA)

A Benziladenina (BA) (6-benzil-adenina) é um regulador de crescimento vegetal do grupo das citocininas que induz a divisão celular. No Brasil é comercializada com o nome comercial de MaxCel®, com 2% de BA pela Sumitomo (PETRI et al., 2016). Apresenta grande potencial de uso no raleio químico de frutos em diversas cultivares de macieiras (MAAS, 2006; ROBINSON, 2004).

Segundo Bubán (2000), a 6-Benziladenina pode ser considerada um composto endógeno que oferece muito pouco risco ao meio ambiente, e o principal uso em frutíferas é para aumentar o potencial de cultivo devido ao fato de atuar no raleio dos frutos, consequentemente resultando em frutos de maior calibre. O efeito de sua pulverização é melhor quando aplicado em temperaturas quentes e ascendentes nos dois dias seguintes a aplicação (CAMILO; PEREIRA, 2006).

Segundo Roper (2005), a 6-Benziladenina é um material de raleio que aumenta o tamanho do fruto além do esperado. O tamanho do fruto é aumentado pela 6-Benziladenina em partes pela redução da carga de frutos, ou seja, pela diminuição da competição entre eles e por estimular a divisão celular dos frutos, por ser um composto do grupo das citocininas (PETRI et al., 2013), esse aumento é atribuído principalmente por um estímulo direto nas células do córtex da fruta durante o período da divisão celular (BYERS, 2003).

Em um estudo conduzido por Greene (1993) foi demonstrado que a 6-Benziladenina não reduziu a quantidade de frutos por cacho floral, mas aumentou em 35% o peso deles quando em comparação aos frutos sem tratamento. Além disso, a firmeza de polpa dos frutos aumentou e este incremento está relacionado com o aumento do número de células no fruto. Em trabalhos conduzidos nos Estados Unidos e no Chile a utilização do MaxCel® têm se mostrado eficaz na indução de ramos laterais em mudas de macieira (ROBINSON et al., 2014).

Ferrer et al. (2017), testaram o aumento no tamanho final dos frutos de Tangerina pela aplicação de 6-Benziladenina nas flores, e segundo eles, quando a 6-

Benziladenina é aplicada imediatamente após a floração o desenvolvimento inicial dos frutos tende a aumentar, pois coincide com o comportamento das citocininas endógenas do fruto.

Brogio e Silva (2017) avaliaram o efeito de fitorreguladores em um pomar de abacateiro (*Persea americana* Mill.) no desenvolvimento vegetativo, produção, eficiência e alternância produtiva, tamanho e formato de frutos e qualidade de pós-colheita de abacateiros 'Hass' não irrigados e verificaram que a citocinina 6-benziladenina reduziu significativamente a alternância produtiva do abacateiro e aumentou significativamente o tamanho dos frutos quando em comparação aos demais tratamentos.

Stern et al. (2003) testaram quatro pulverizações de quatro doses de 6-benziladenina e mais um tratamento controle em peras, e observaram que houve incremento na produção de frutos com calibre maior. Uber (2018) estudou as aplicações sequenciais de Thidiazuron e 6-Benziladenina em frutos da cultivar 'Gala' e ao avaliar o número de células observou que os frutos provenientes das plantas tratadas com as duas citocininas apresentaram maiores valores e se diferiram estatisticamente do tratamento controle.

Para realizar o raleio a 6-Benziladenina é utilizada na concentração de 50 a 150 mg L<sup>-1</sup>, as concentrações mais altas são utilizadas para as cultivares de mais difícil raleio como a cultivar Fuji (PETRI et al., 2016). Segundo Robinson (2013), em cargas de colheita muito altas o rendimento é alto, porém o tamanho do fruto e o valor da colheita são baixos. Reduzindo a carga de colheita a níveis mais moderados o rendimento será menor, mas os frutos serão maiores e mais valorizados. É interessante atingir um ponto de equilíbrio entre o rendimento de colheita e o tamanho do fruto produzido para que seja maximizado o valor da colheita (ROBINSON et al., 2016).

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Vacaria, no Rio Grande do Sul, em um pomar comercial, em altitude média de 930 metros, durante dois ciclos produtivos, 2018/2019 e 2019/2020. O pomar foi implantado no ano de 2008, com espaçamento de 4,5 metros entre filas por 1,25 metro entre plantas. Foram utilizadas macieiras da cultivar 'Maxi Gala' enxertadas sobre o porta-enxerto M.9.

O clima no município de Vacaria é do tipo Cfb: temperado úmido com verões amenos. A temperatura média durante o ano de 2018 foi de 15,7°C, com a média das mínimas de 11°C e das máximas de 21,8°C (EMBRAPA, 2018).

O solo da região de Vacaria é predominantemente Latossolo Bruno Distrófico típico. Esses solos são caracterizados por serem profundos, bem drenados, possuem altos teores de argila, acentuada acidez e baixa reserva de nutrientes para as plantas, possuem como mineralogia predominante de caulinita, óxidos de ferro e alumínio e com alto teor de matéria orgânica (STRECK et al., 2002; EMBRAPA, 2006).

O experimento foi composto por sete protocolos de pulverizações de fitorreguladores diferentes e o tratamento testemunha (ausência de pulverização). As aplicações foram baseadas na fenologia da planta, de acordo com a escala fenológica de Petri et al. (2012) (Figura 1), além da fenologia das plantas, os protocolos de pulverizações variaram em doses e em combinações dos fitorreguladores.

Figura 1 – Estádios fenológicos da macieira segundo Petri et al., 2012.

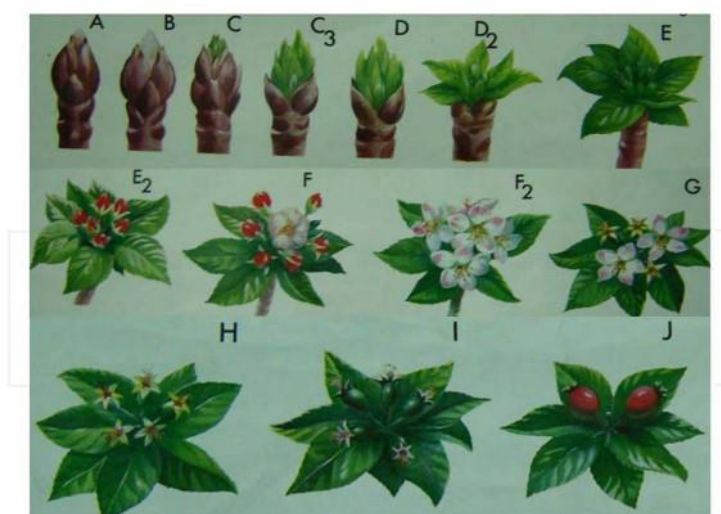


Fig. 4. Apple phenological stages: A (dormant bud); B (silver tip); C-C3 (green tip); D-D2 (bud burst); E (green leaf); E2 (pink); F-F2 (full bloom); G (beginning of petal fall); H (completely petal fall); I (fruit set); and J (fruit development).

Fonte: Elaborado por Petri et al., 2012.



Foram utilizadas baixas doses de duas citocininas sintéticas, sendo elas o Thidiazuron (TDZ) com uma concentração de 50% de ingrediente ativo e como fonte de 6-Benziladenina (BA) foi utilizado o produto comercial MaxCel® (2,0% de ingrediente ativo). Nas pulverizações realizadas no estágio fenológico A para a indução da brotação foi utilizado Óleo Mineral (Tabela 1). No momento das pulverizações, com exceção as do estágio A, foi adicionado no tanque o espalhante adesivo não iônico siliconado (Break Thru®). Os fitorreguladores foram aplicados com um pulverizador costal elétrico com pressão e vazão constante, o volume de calda utilizado para as pulverizações foi o suficiente para garantir o molhamento de todo o dossel das plantas até o ponto de escorrimento.

Os tratamentos foram constituídos de diferentes protocolos de pulverizações para aumentar a quantidade de células dos frutos e consequentemente o tamanho das maçãs. Não foi realizado mistura dos dois produtos em tanque, apenas as aplicações dos mesmos em momentos distintos dos estádios fenológicos da planta conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos protocolos de pulverização utilizado em macieiras da cultivar 'Maxi Gala' de citocininas para incremento na quantidade de células dos frutos, safra 2018/2019 e 2019/2020. Vacaria, 2020.

Tratamentos	Pulverizações				
	1 A	2 E2	3 F - F2	4 J (8-12mm)	5 J(15-20mm)
T1	0,3g(TDZ).L <sup>-1</sup>	0,02g(TDZ).L <sup>-1</sup>	0,02g(TDZ).L <sup>-1</sup>	-	-
T2	-	0,02g(TDZ).L <sup>-1</sup>	0,02g(TDZ).L <sup>-1</sup>	-	-
T3	-	0,5ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>	0,5ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>	-	-
T4	-	0,5ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>	0,5ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>	0,5 ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>	0,5 ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>
T5	-	-	-	0,5 ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>	0,5 ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>
T6	0,6(TDZ).L <sup>-1</sup>	0,5ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>	0,5 ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>	-	-
T7	0,6g(TDZ).L <sup>-1</sup>	0,5ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>	0,5ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>	0,5 m(MaxCel).L <sup>-1</sup>	0,5 ml(MaxCel).L <sup>-1</sup>
T8	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pela Autora, 2020.

Uma semana após a última pulverização do protocolo, com os frutos de aproximadamente 20 mm, foram coletadas amostras para a análise das estruturas celulares. Foram coletados somente os frutos da parte mediana da planta, oriundos da flor rainha e independentemente de serem frutos oriundos de brindilas ou esporões.

No momento da coleta, os frutos foram armazenados em sacolas plásticas, com restrição de oxigênio e armazenados em caixa de isopor para evitar excessiva respiração, desidratação, e uma possível degradação dos tecidos celulares.

Em laboratório, com o auxílio de uma balança de precisão foram mensuradas as massas frescas dos frutos, e com um paquímetro digital medido o diâmetro equatorial e altura. Para realizar as análises de microscopia foram adaptados protocolos de fixação, os quais permitiram visualizar as estruturas celulares dos frutos e assim quantificá-las e dimensioná-las. De maneira geral, inicialmente os frutos foram fixados em solução conservante, desidratados em série etílica e emblocados em historesina.

A primeira fase de preparo da amostra para a análise celular foi o processo de fixação. Utilizou-se nesta etapa como fixador o Formol Ácido Acético Glacial e Álcool (FAA<sub>70%</sub>), seguindo uma fórmula adaptada de Johansen (1940), preparado com 50 mL de Formaldeído (37%), 50mL de Etanol (70%) e 900mL de ácido acético glacial. Este processo consistiu em deixar o material o mais semelhante dele quando vivo, as substâncias utilizadas interromperam o metabolismo celular e preservaram as células. Os fixadores retardaram os efeitos *post mortem* dos tecidos e forneceram maior resistência aos tecidos para suportar as demais etapas.

Foram retiradas fatias medianas dos frutos e colocadas em um Becker com solução de FAA<sub>70%</sub>, cobrindo três vezes o volume da amostra. Para ajudar na infiltração do fixador na amostra foi necessário que este processo fosse feito com o auxílio de uma bomba à vácuo. O material foi colocado em um dessecador vedado com vaselina e acoplado à uma bomba à vácuo durante um período de 48 horas, no qual foi mantido em uma pressão negativa de -600 mmHg.

Após as 48 horas do processo de fixação, os frutos foram retirados e submetidos ao processo de desidratação. A desidratação consistiu em remover a água dos tecidos fixados e endurecidos para que a matriz conseguisse penetrar nas células. Para isto, o material passou sucessivamente por soluções cada vez mais concentradas de álcool etílico (50, 60, 70, 80, 90 e 95%) pelo período de 1 hora e 30 minutos em cada solução, em ambiente à vácuo. As amostras foram mantidas em álcool 70% até o momento da próxima fase.

O processo de pré-infiltração objetivou substituir gradualmente o álcool que estava no tecido do material pelo solvente, para que a matriz escolhida fosse solúvel e infiltrar-se no interior da célula. As amostras foram incluídas em historesina (2-

hydroxyetil methacrylate). O preparo da solução seguiu a indicação do fabricante da Histoiresina (Leica Biosystems®):

**Solução de Infiltração:** Foi misturado com o auxílio de um agitador magnético 50 mL de Histoiresina (2-hydroxyetil methacrylate) + 0,5 g de ativador (dibenzoyl peroxide) até a dissolução total.

Para o processo de pré-infiltração, foi preparado a solução de pré-infiltração, em que foi misturado na proporção de 1:1 a solução de infiltração com álcool etílico (95%). Nesse processo a amostra ficou imersa por um período de 24 horas na câmara de vácuo.

Após o período de 24 horas do procedimento de pré-infiltração, a solução foi drenada e devidamente descartada e então iniciou-se o processo de infiltração. O processo de infiltração se deu pela imersão das amostras na solução de infiltração durante o período de 7 dias à vácuo, quando o processo se completou, a amostra ficou ligeiramente translúcida e afundou na solução. Dado o processo completo de infiltração, a solução foi drenada e acondicionada para a confecção da solução de pré-infiltração. Assim que a solução foi drenada as amostras foram acomodadas e devidamente identificadas em histomoldes (moldes de polietileno Leica Histomold® para inclusão em resina plástica).

Para a fase de emblocamento das amostras foi necessário o preparo da solução de inclusão, onde foi misturado 15 mL de solução de infiltração + 1 mL de Hardener (Catalizador), esta solução foi misturada e utilizada imediatamente após o seu preparo. Após as amostras estarem devidamente acomodadas nos moldes de polietileno foi preenchido o restante com a solução de inclusão, envolvendo a mesma em histoiresina. Até a polimerização da solução foi tomado os devidos cuidados para que as amostras não flutuassem e não saíssem da posição desejada. Os moldes foram acomodados em bandejas e colocados para secar em estufa de circulação de ar forçado à 35°C, por 48 horas.

Com as amostras devidamente incluídas em histoiresina e secas iniciou-se o preparo para os cortes histológicos. Os blocos com as amostras incluídas foram retirados dos histomoldes e fixados em um pequeno bloco de madeira com uma cola instantânea. Com o material devidamente seco e fixado no bloco de madeira iniciou-se os cortes histológicos.

Para a realização dos cortes histológicos foi utilizado um micrótomo deslizante da Leica do modelo SM2010 R. A amostra foi encaixada e fixada em um suporte

acoplado ao micrótomo, parecido com um torno de bancada, a navalha ajustada no equipamento e então, os cortes histológicos foram iniciados. Inicialmente foram realizados os cortes de desbaste, com uma lâmina já utilizada, até que fosse alcançado uma parte homogênea do bloco com as estruturas celulares e então somente para o corte final foi utilizado uma navalha nova, a fim de obter uma maior qualidade no corte. Os cortes foram feitos na espessura de 8 µm.

Foi colocado água destilada na superfície das lâminas histológicas e as lâminas acondicionadas em um agitador magnético com aquecimento (35-40°C), o corte foi acondicionado em cima da água na lâmina, que morna, fez com que o material se esticasse, adicionado uma gota de Fucsina Básica sobre o tecido pelo tempo aproximado a 30 segundos, após, o corte foi lavado, retirado o excesso de umidade com o devido cuidado para que o corte não fosse danificado ou dobrasse. O aquecimento foi novamente ligado em temperaturas amenas para terminar a secagem do corte. Com o tecido corado e esticado foi depositado uma pequena quantidade de Verniz Vitral incolor, da marca Acrilex® e fixada uma lamínula em cima do corte. Cada lâmina foi devidamente identificada após a sua confecção.

As imagens dos cortes histológicos foram obtidas através de um microscópio automatizado da Leica Microsystems®, processadas e analisadas através da plataforma de software para microscópio Leica Application Suite (LAS) versão 4.8.0. As análises celulares se deram de forma manual através das imagens capturadas das lâminas. A área analisada da imagem foi de 1311 x 983 µm. A partir da imagem as células foram quantificadas, e mensurado o comprimento longitudinal e transversal de cada uma. Foi calculado a média de comprimentos longitudinais, transversais e quantidade de células. Então, foi mensurado a área das células através da área da elipse, que se deu por:  $A = \pi \times R_1 \times R_2$  e então, com a área obtida através das médias de comprimento foi multiplicado pela média da quantidade do número de células e subtraído pela área da imagem analisada (1311 x 983 µm = 1288713 µm). A diferença entre a área ocupada pelas células pela do espaço analisado representou o espaço vazio entre as células do corte.

Foram avaliadas além das análises celulares, as seguintes variáveis: Retorno de florada, produtividade (Ton ha<sup>-1</sup>); massa fresca média dos frutos (g); Coloração da epiderme (*h*°) firmeza de polpa (N), sólidos solúveis (°Brix). Os frutos foram acondicionados em refrigeração pelo período de 30 dias e depois avaliado a Firmeza de polpa (N).

Para a avaliação do retorno de florada, foram marcados dois ramos representativos por planta, nas quatro centrais da repetição e contabilizado o total de gemas vegetativas e floríferas.

Durante a colheita de cada tratamento foi contado o total de frutos das plantas, tirado uma amostra de 40 frutos, 20 frutos para análise imediata das características físico-química dos frutos e os 20 restantes para a mesma análise com 30 dias de armazenamento em atmosfera refrigerada a 3°C.

A produtividade foi estimada através da densidade de plantio do pomar. Os frutos foram contados e sua massa média obtida, a partir desses valores foi obtido a produção média por planta e então, multiplicado pelo número total de plantas por hectare foi possível obter uma estimativa da produtividade de cada tratamento em toneladas por hectare (Ton ha<sup>-1</sup>).

Foram pesados vinte frutos e mensurado o diâmetro e a altura média em uma calha de madeira em forma de “L” graduada em centímetros, os frutos foram colocados lado a lado na calha, o valor total obtido foi dividido pelo valor total de frutos, obtendo assim o valor do diâmetro e altura unitários dos frutos em centímetros.

A coloração da epiderme dos frutos foi avaliada em termos de valores de ângulo ‘hue’ ( $h^\circ$ ) através do auxílio de um colorímetro modelo Minolta modelo CR 400.

A firmeza de polpa foi determinada na região equatorial dos frutos, em que previamente com um “*peeler*” foi retirado uma camada superficial da epiderme para expor o fruto em dois lados opostos, e então com um texturômetro equipado com uma ponteira de 11 mm de diâmetro foi obtido os valores de firmeza de polpa (N).

Os sólidos solúveis (°Brix) foram determinados por refratometria, foi utilizado o suco extraído de fatias transversais retiradas da região equatorial das maçãs e triturado em uma centrífuga elétrica.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições compostas por oito tratamentos. Em cada repetição foram selecionadas quatro plantas que conferiram uma unidade experimental onde todas foram utilizadas para todas as avaliações durante as safras de 2018/2019 e 2019/2020, cada tratamento contava com um espaço de bordadura de aproximadamente cinco plantas antes e depois a fim de evitar deriva dos produtos e mistura entre os tratamentos.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk ( $\alpha=0,05\%$ ) para verificar a aderência à distribuição normal e por teste de homogeneidade das variâncias Bartlett. Posteriormente as médias dos tratamentos foram comparadas pelo

teste de Scott-Knott ( $\alpha=0,05\%$ ) através do software R. Para as análises multivariadas foi realizada a análise dos componentes principais, utilizando matriz de correlação através do software Minitab.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 SAFRA 2018/2019

Os tratamentos T1 e T2 destacaram-se em virtude da alta quantidade de células, de pequeno tamanho e com menor espaço intercelular em comparação aos demais tratamentos (Tabela 2). O T2 destacou-se do T1, por apresentar maior quantidade de células e consequentemente espaço menor entre elas. Ambos tiveram efeito do mesmo produto, o TDZ, a diferença se deu no T1, o qual recebeu uma aplicação para indução de brotação. Para incrementar o número de células e diminuir o espaço entre elas o TDZ é mais efetivo se for usado apenas nos estágios de botão rosado (E2) e em plena floração (F-F2).

Vieira et al. (2015), verificaram o efeito evidenciado na divisão celular do TDZ em bagas de uva cultivar Niágara Rosada, apenas quando aplicado aos quatro dias antes da antese e seis dias após o florescimento. A redução na quantidade celular do T1 em comparação ao T2 pode estar relacionada à aplicação para a indução de brotação. Segundo Guo et al. (2011), o TDZ induz uma série de efeitos fisiológicos e químicos nas plantas, pode modificar os reguladores endógenos de crescimento nas plantas e assim, direta ou indiretamente produzir reações nas células ou tecidos necessários para a sua divisão ou regeneração. O efeito da alta divisão celular e a consequente supressão da dormência no T1 pode ter influenciado uma competição por fotoassimilados entre as folhas e flores na planta, e assim, uma possível limitação na divisão celular inicial das flores.

O T5 apresentou comportamento distinto aos T1 e T2, assim, observou-se uma menor quantidade de células, de maior tamanho e espaço entre elas; para a estrutura celular dos frutos, este tratamento não foi efetivo, indicando que a aplicação de 6-BA, somente com os frutos medindo 8-12 e 15-20 mm não é efetivo para o incremento em estrutura celular dos frutos. O comportamento celular do T7 foi similar ao do T5 em relação ao grande espaço entre as células e o tamanho de células do T7 foi menor em relação ao T5 (Tabela 2).

A pulverização mais tardia do protocolo do T5 e a menor quantidade de células comprova o fato de que; quanto mais tardiamente realizar a aplicação de 6-BA, menores serão os efeitos sobre a divisão celular, podendo ser maiores os efeitos no tamanho da célula. Além disso, o excesso de estímulos exógenos aparentemente prejudica a multiplicação celular, conforme verificado no protocolo do T7.

Tabela 2 - Quantidade, tamanho celular ( $\mu\text{m}^2$ ) e espaço intercelular ( $\mu\text{m}^2$ ) dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2018/2019. Vacaria – RS, 2020.

Tratamentos	Quantidade de células (Área: $1288713 \mu\text{m}^2$ ) <sup>-1</sup>	Tamanho celular ( $\mu\text{m}^2$ )	Espaço intercelular ( $\mu\text{m}^2$ )
T1 TDZ	336 b	2441 c	467699 b
T2 TDZ	344 a	2470 c	438417 c
T3 6-BA	300 c	3003 a	385322 d
T4 6-BA	289 d	2809 b	476049 b
T5 6-BA	284 e	3057 a	528227 a
T6 TDZ/6-BA	290 d	2754 b	487745 b
T7 TDZ/6-BA	297 c	2506 c	544365 a
Testemunha	290 d	2720 b	499791 b
C.V.%	1,22	2,27	4,46
Média Geral	299	2720	478452

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

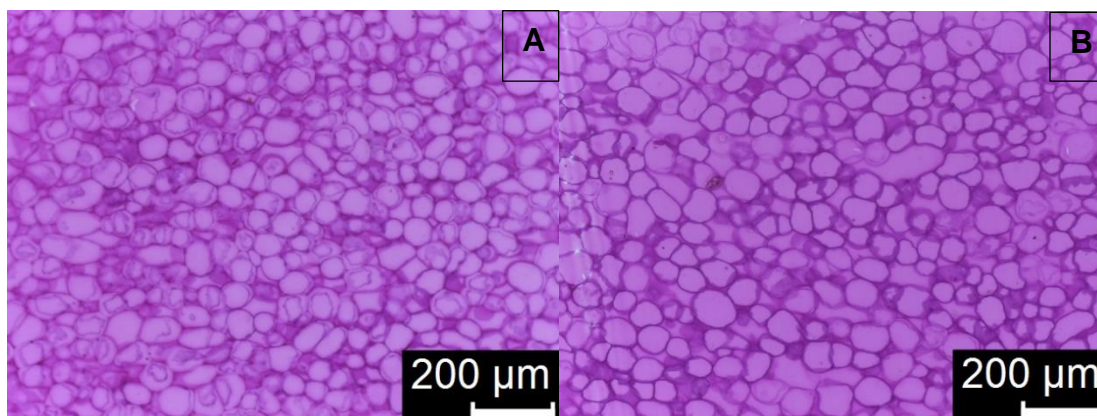
Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem e entre si pelo teste de Scott-Knott ( $\alpha=0,05\%$ ).

O T3 reportou distinção em relação aos demais tratamentos, observou-se o menor espaço entre as células, ocasionado pelo maior tamanho celular (Tabela 2). Os estádios fenológicos durante as pulverizações foram os mesmos que os do T2, no entanto, para este tratamento foi utilizado a 6-BA. Mesmo apresentado células maiores, e em menor quantidade quando comparado ao T2, no T3 verificou-se menor espaço entre elas, fazendo-se necessária a avaliação dos dois tratamentos nas variáveis que reflitam em aspectos qualitativos dos frutos.

Os T4, T6 e testemunha apresentaram menores quantidades de células em relação aos demais tratamentos. Segundo a análise dos componentes principais para as variáveis celulares analisadas apresentada no Gráfico 1, o T4 teve propensão ao maior tamanho de célula e a testemunha ao maior espaço celular. O T6 em relação à testemunha teve menor espaço intercelular e em relação ao T4 teve menor tamanho de células. Ainda assim, os T4 e T6 se igualaram à testemunha. A Figura 1 demonstra um comparativo entre a estrutura celular do T2, tratamento com maior número de células, de menor tamanho e com menor espaço entre células, com a estrutura celular da Testemunha.



Figura 2 – Comparativo entre a estrutura celular dos frutos de maçã do T2 (A) com a Testemunha (B). safra 2018/2019. Vacaria, 2020.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

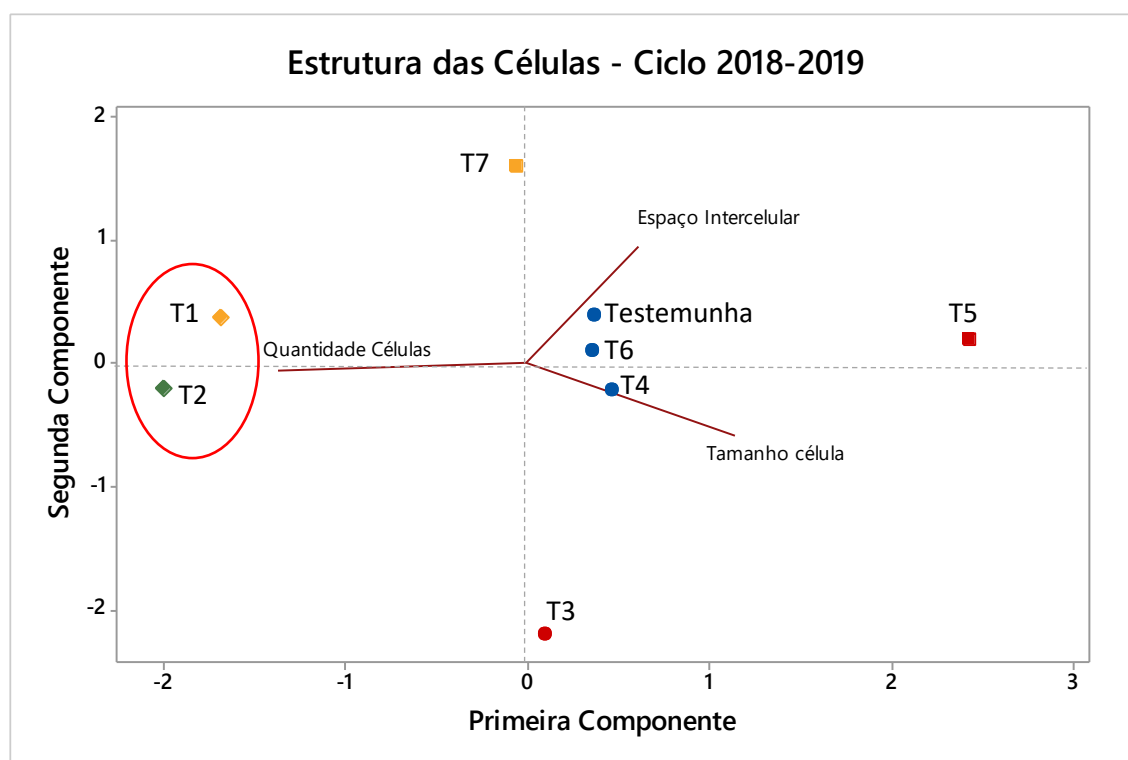
Com relação ao comportamento dos produtos nos diferentes protocolos de pulverização, observou-se que; os protocolos com a presença da 6-BA atuaram no tamanho das células; à medida que a quantidade de células aumentou nestes tratamentos, na ordem de T5, T4 e T3 (Tabela 2) o espaço entre as elas reduziu. No entanto, o espaço de entre as células não diminuiu somente pelo aumento da quantidade das mesmas, mas, principalmente pelo seu tamanho, que se manteve maior em comparação aos demais tratamentos (Gráfico 1). Segundo Petri et al. (2016) quando as aplicações são realizadas no momento da floração ou em frutos com até 10 mm de diâmetro tendem a ser mais eficientes, esta afirmação corrobora com os dados celulares obtidos no primeiro ano de estudo para T1 e T2, que se destacaram pelos menores espaços intercelulares em relação aos demais tratamentos. Pode-se afirmar que, quanto mais tarde for realizado a aplicação de citocininas, independentemente de ser o TDZ ou a 6-BA, menores serão as respostas e que o excesso de aplicações interfere negativamente na divisão celular.

A 6-BA influenciou na divisão celular, porém não na mesma intensidade que o TDZ. As citocininas induzem o crescimento de órgãos pela divisão e alongação celular, está relacionada à abertura dos canais de cálcio da membrana plasmática, promovendo o aumento da concentração de cálcio no citoplasma da célula, o qual é utilizado na síntese de pectatos de cálcio na parede celular, promovendo a expansão celular (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Nos protocolos (Tabela 1) onde foi utilizado o TDZ para indução da brotação ( $0,6 \text{ g.L}^{-1}$ ) associado à 6-BA nos demais estádios fenológicos, observou-se redução

no tamanho celular, como os T6 (6-BA: E2; F-F2) e T7 (6-BA: E2; F-F2; J: 8-12mm; J: 15-20mm), a quantidade de células se manteve baixa e consequentemente os espaços entre elas foram maiores (Tabela 2). Nos tratamentos onde foi utilizado somente o TDZ (T1 e T2) a quantidade de células foi superior aos demais tratamentos. O protocolo do T6 foi semelhante ao do T1 (Tabela 1), no entanto, a quantidade de células do T1 (336,25) foi superior em aproximadamente 156% aos do T6 (290,75), reforçando que o TDZ possui elevado efeito na divisão celular.

Gráfico 1 - Análise dos componentes principais para as variáveis celulares analisadas em frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2018/2019. Vacaria – RS, 2020.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Em relação aos atributos de pós-colheita, T2 e T1 que apresentaram pequeno tamanho de células e espaço intercelular, e grande quantidade de células em relação aos demais tratamentos, diferiram principalmente em relação à firmeza de polpa e produtividade (Tabela 3). Os frutos do T2 apresentaram maior firmeza de polpa no momento da colheita, resultado esperado, já que apresentaram maior quantidade de células e menor espaço entre elas.

A elevada firmeza de polpa verificada no T2 (Tabela 3) pode em partes ser atribuída aos principais efeitos fisiológicos das citocininas; que são a manutenção da integridade das membranas, o retardo no processo de senescência e devido à grande quantidade de células nos frutos. A anatomia celular, pressão de turgescência e composição da parede celular determinam a textura dos tecidos vivos, sendo assim, a firmeza de polpa também está associada a estrutura das paredes celulares e com a manutenção da sua integridade (ARGENTA, 2006).

Tabela 3 - Variáveis de produtividade (Ton ha<sup>-1</sup>) e de qualidade físico-químicas dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2018/2019. Vacaria – RS, 2020.

Tratamentos	Produtividade (Ton ha <sup>-1</sup> )	SS (°Brix)	L*	C*	°H	FP (N)	FP 30d (N)
<b>T1 TDZ</b>	85 a	10,2 a	53 b	36 a	37 c	87 b	85 b
<b>T2 TDZ</b>	54 d	9,3 b	52 b	36 b	36 d	94 a	92 a
<b>T3 6-BA</b>	85 a	9,8 b	55 a	35 c	41 a	87 b	84 b
<b>T4 6-BA</b>	53 d	9,3 b	55 a	35 c	40 b	84 c	80 c
<b>T5 6-BA</b>	52 d	9,6 b	52 b	36 b	36 d	89 b	80 c
<b>T6 TDZ/6-BA</b>	64 c	9,8 b	53 b	36 a	37 c	87 b	80 c
<b>T7 TDZ/6-BA</b>	41 e	9,9 b	52 b	37 a	36 d	84 c	81 c
<b>Testemunha</b>	70 b	10,8 a	55 a	37 a	41 a	83 c	77 d
<b>C.V.%</b>	9,8	5,1	1,11	1,13	1,70	2,08	1,78
<b>Média Geral</b>	69	9,8	54	36	38	87	82

SS: Sólidos Solúveis, L\*: Luminosidade, C\*: Croma, °H: °Hue, FP: Firmeza de polpa, FP: Firmeza de polpa após os 30 dias de armazenamento.

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem e entre si pelo teste de Scott-Knott ( $\alpha=0,05\%$ ).

Em relação ao T1, o T2 apresentou drástica redução na produtividade, uma diferença de 31 Ton ha<sup>-1</sup>, e menor valor de sólidos solúveis (Tabela 3), ou seja, os frutos no momento da colheita estavam um pouco menos maduros que os do T1.

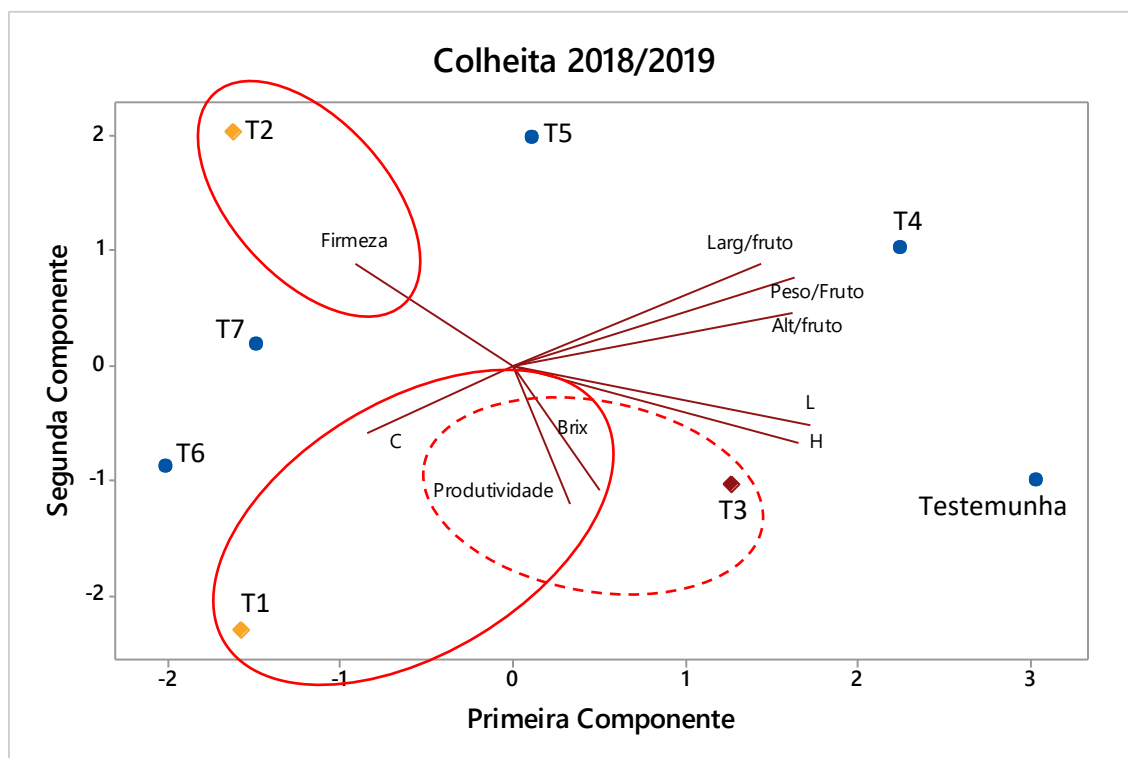
Assim, verifica-se que o produto TDZ proporciona maior quantidade de células, induzindo maior divisão celular, tanto com as duas aplicações nos estágios de botão rosado (E2) e plena floração (F-F2), quanto com três aplicações (superação de dormência).

Para os tratamentos que o TDZ foi aplicado no momento da superação de dormência garantiu-se maior produtividade. A diferença produtiva entre os T1 e T2 pode estar relacionada à aplicação para superação de dormência. Conforme Guo et al. (2011), o TDZ possui efeitos semelhantes aos das auxinas e citocininas e induz reações nas células e tecidos, a pulverização para indução da brotação pode ter influenciado em uma floração mais uniforme e com melhores condições celulares para o desenvolvimento do fruto, com isso houve maior frutificação efetiva. Além disso, segundo Petri et al. (2017), um dos principais mecanismos propostos para explicar a ação dos produtos químicos no raleio é a intensa competição pelos assimilados, que faz com que haja uma redução na suplementação de fotossintetizados ou aumento na taxa de respiração, que ocasiona um déficit de carboidratos e estimula a abscisão das flores/frutos mais fracos, assim, a redução da produtividade verificada no T2 pode estar relacionada a um possível efeito raleante do TDZ nas flores. A redução da demanda de carboidratos, ocasionada pelo raleio e consequente redução da competição entre os frutos restantes beneficiou a divisão celular dos frutos do T2.

O T3 também reportou alta produtividade, semelhante ao T1 (gráfico 2). Em relação ao T1, o T3 não apresentou diferença significativa em firmeza de polpa no momento da colheita. Cabe ressaltar que o T3 apresentou menor espaço entre as células, porém, não em função da quantidade e sim, do tamanho das células, que foi significativamente maior que o tamanho das células dos demais tratamentos.

Gráfico 2: Análise dos componentes principais para as variáveis analisadas de produtividade e dos atributos de pós-colheita dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2018/2019.

Vacaria – RS, 2020.



A característica de células grandes foi identificada em todos os tratamentos em que foi utilizado somente a 6-BA. O maior tamanho de células consequente do efeito da 6-BA pode estar atrelado ao efeito fisiológico dos dois produtos nas plantas. Dependente da dosagem utilizada, a 6-BA, teve um menor efeito fisiológico do que o TDZ nas plantas dos tratamentos, induziu a divisão das células, porém em menor intensidade. A 6-BA condicionou para que as paredes celulares pudessem se desenvolver em tamanho.

A coloração da epiderme da maçã de maneira geral é formada pela concentração de três pigmentos, estas concentrações mudam com o desenvolvimento do fruto. Sendo eles, as clorofilas, os carotenoides e as antocianinas. Na medida em que o fruto amadurece, as clorofilas são degradadas e os carotenoides aumentam, nesse mesmo tempo, as antocianinas são sintetizadas. A coloração das maçãs dependerá do teor de antocianinas na epiderme (FENILI, 2018). A síntese de antocianinas também está relacionada à maturação do fruto.

Os valores verificados para o *°hue* (0°= vermelho; 90°= amarelo; 180°= verde) na cor dos frutos, está relacionado à coloração da epiderme, quanto maiores os valores do *°hue* mais próxima do amarelo e quanto menor mais se aproxima do vermelho (BORGUINI; SILVA, 2005). A luminosidade ( $L^*$ ) é a escala que varia do preto (0) ao branco (100), este valor permite detectar as tonalidades de vermelho (valores baixos correspondem a coloração vermelho-escura e valores altos à vermelho-clara), e a saturação ( $C^*$ ), quanto maior é este valor e mais intensa é a cor (AMARANTE et al., 2008).

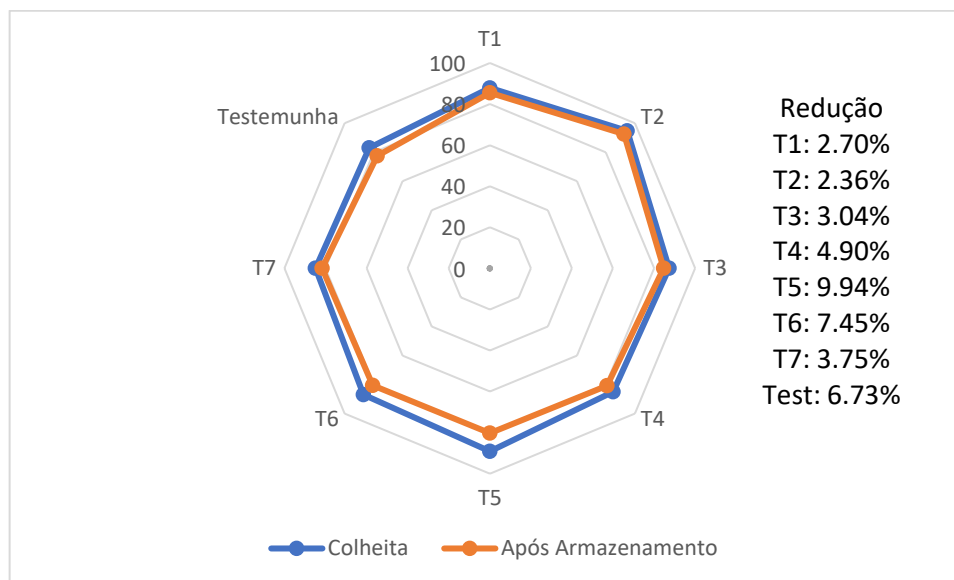
Fagundes (2015) relata que o TDZ tem efeito negativo sobre a coloração vermelha que recobre a epiderme dos frutos. No entanto, os valores obtidos para  $h^\circ$  nos T1 e T2 foram similares aos demais tratamentos, tendendo à menores. Embora possa ter alguma relação entre estas variáveis, não foi verificada esta relação neste trabalho. Segundo Petri et al. (2001) e Camilo (2006), o uso de TDZ retarda a maturação dos frutos. O T1 e a testemunha apresentaram semelhança em relação aos sólidos solúveis, estes teores aumentam de acordo com a maturação do fruto. Através dos resultados obtidos para as variáveis de coloração e sólidos solúveis, o produto pareceu não ter influenciado significativamente nestes atributos.

O T3 apresentou semelhança em relação aos atributos de firmeza de polpa ao T1, mesmo apresentando células maiores e em menor quantidade, ressaltando que os dois tratamentos se apresentaram superiores dos demais em relação a estrutura celular, nos atributos qualitativos dos frutos e principalmente em produtividade.

Com exceção do T2, todos os tratamentos se destacaram pela alta redução da porcentagem de firmeza de polpa após o período de armazenamento (Gráfico 3), indicando que a maior quantidade de células mantém por mais tempo a firmeza dos frutos. O T2 destacou-se pela maior firmeza no momento da colheita e manteve-se constante após o armazenamento. Maçãs grandes compostas por uma numerosa quantidade de células e de menor tamanho podem ser capazes de manter uma qualidade equivalente ou superior em armazenamento em comparação a maçãs cujo tamanho é resultado apenas do aumento no tamanho das células (WISMER et al., 1995). As taxas de redução na firmeza de polpa das maçãs durante o armazenamento também são influenciadas pelo tamanho e anatomia das células e estrutura da parede celular (JOHNSTON et al., 2001).

Gráfico 3 - Percentuais de redução da firmeza do fruto no momento da colheita e após 30 dias de armazenamento dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2018/2019.

Vacaria – RS, 2020.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Os T5 e T6 na colheita foram semelhantes em firmeza de polpa aos tratamentos T1 e T3, porém após o armazenamento este valor reduziu significativamente (Gráfico 3). Após o período de armazenamento os atributos de firmeza de polpa dos T1 e T3 tiveram uma baixa redução, demonstrando que a estrutura celular dos frutos garantiu que na condição de armazenamento a textura deles se mantivesse.

Os T1 e T3 não apresentaram diferenças significativas nos atributos de firmeza após o armazenamento (Tabela 3), no entanto, verificou-se que em percentual o T3 reduziu mais a sua firmeza em relação a colheita do que o tratamento 1 (Gráfico 3). Identificou-se que, à medida que a quantidade de células diminuiu, o percentual de redução de firmeza aumentou. Comprovou-se este valor através da análise de regressão linear entre a quantidade de células e percentual de redução de firmeza após o armazenamento ( $R^2=76\%$ ).

De maneira geral, para os tratamentos com similar espaço entre as células, observou-se que, quanto menor a quantidade de células, maior a redução de firmeza após o armazenamento; esse resultado está possivelmente atrelado ao fato de que nos tratamentos com menor quantidade de células, porém, com igual espaço entre elas, e com células maiores, o processo de desidratação das células maiores afeta de

forma mais rápida a redução da firmeza do fruto, do que a desidratação das células menores, confirmando o que foi citado anteriormente, a numerosa quantidade de células de menor tamanho pode ser capaz de manter os atributos qualitativos dos frutos por um tempo maior que frutos com células maiores independentemente do espaço entre elas.

Para os tratamentos nos quais os frutos apresentaram células maiores, há a necessidade de avaliar a quantidade de células. O T3 com o protocolo de duas aplicações de 6-BA foi eficiente neste equilíbrio, verificou-se pequeno espaço entre as células, similar as do T1, com mesma produtividade e similares condições de firmeza após o período de armazenamento.

## 5.2 SAFRA 2019/2020

Considerando os três tratamentos superiores do primeiro ciclo de análise, o T2 permaneceu com maior número de células em comparação aos demais tratamentos, observou-se ainda que este tratamento manteve o comportamento semelhante ao primeiro ciclo, com maior quantidade de células pequenas, e menores espaços entre elas, apesar desta variável pelo teste da ANOVA ter dado insignificativa (Tabela 4).

O T3 manteve como característica menor quantidade de células em relação ao T2 no entanto, o espaço menor entre as células se deu em função do maior tamanho das células. Com os resultados da quantidade de células do T2 e T3 torna-se possível afirmar que; independentemente das variações entre os ciclos produtivos, quanto mais cedo for realizado os estímulos à divisão celular, de preferência nos estágios E2 e F-F2, maiores serão os efeitos na divisão celular dos frutos.

Observou-se redução significativa na quantidade de células do T1 em relação ao T2, e conseqüentemente maior espaço entre as células do T1, diferente da condição do primeiro ciclo (Tabela 4). Nos T1 e T2, foi utilizado o mesmo produto, o TDZ, o protocolo diferiu-se na pulverização, em que o T1 recebeu uma aplicação a mais na superação de dormência.

No segundo ano de avaliação verificou-se o efeito de “enrosetamento” (Figura 3) das folhas causado pelo efeito do TDZ nas plantas dos protocolos em que o produto foi utilizado para a indução da brotação, sendo eles o T1, T6 e T7. Alguns autores abordam sobre os efeitos do TDZ no retorno do florescimento em macieiras, o retorno é afetado pela concentração do produto, época de aplicação e cultivar. A redução no

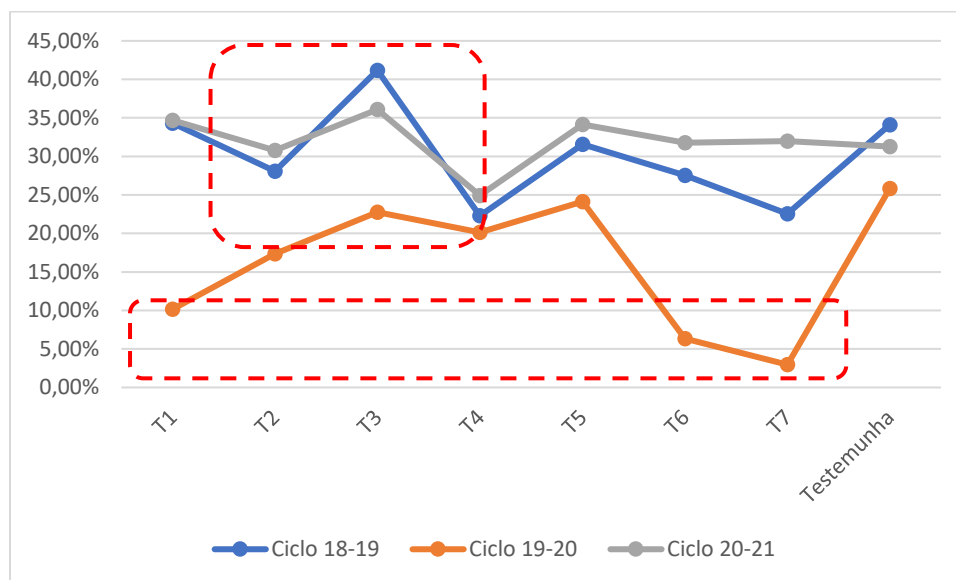


retorno de florescimento pode ser causa do efeito direto do produto na formação dos botões florais (GREENE, 1995), a aplicação de superação de dormência do ciclo anterior do TDZ pode ter coincidido com a indução das flores do presente ciclo. A análise de retorno de florada dos três ciclos sequenciais evidencia a alternância no retorno de florada, principalmente dos tratamentos que tiveram aplicação do TDZ na superação da dormência (gráfico 4).

De acordo com o gráfico 4, os tratamentos que tiveram somente a influência da 6-BA (T3 e T4) mantiveram-se na condição de mais estáveis em relação ao retorno de florada em comparação aos demais, apesar de alguma redução na quantidade de flor no segundo ciclo de avaliação, justificada pela alta produção no primeiro ano, houve alternância. Esse resultado corrobora com a hipótese de que a aplicação de TDZ pode ocasionar efeito sobre a indução floral, e com a hipótese de que esta influência pode variar de acordo com a dosagem utilizada do produto e principalmente com as épocas de aplicação.

As maiores dosagens utilizadas do TDZ para a indução de brotação foram nos T6 e T7 ( $0,6 \text{ g L}^{-1}$ ) e de acordo com o gráfico 4 para o ciclo produtivo de 2019-2020 foram os tratamentos em que ocorreram as mais severas diminuições no retorno das flores. Este comportamento negativo ocorreu também no T1 durante o mesmo ciclo produtivo, porém de forma mais amena, a dosagem utilizada no protocolo foi de  $0,3 \text{ g L}^{-1}$ .

Gráfico 4 - Retorno de floração dos três ciclos produtivos (2018/2019; 2019/2020; 2020/2021), das macieiras 'Maxi Gala', submetidas a diferentes protocolos de pulverização de citocininas. Vacaria – RS, 2020.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

As influências das aplicações no retorno de florada também podem estar relacionadas as dosagens mais altas para a superação de dormência terem influenciado os frutos a se desenvolverem mais no primeiro ciclo produtivo causando um esgotamento nas reservas das plantas. Além disso, o TDZ influencia direta ou indiretamente no desenvolvimento vegetativo da planta, o crescimento de novos ramos também pode ter afetado a formação das flores do ciclo seguinte (AMARANTE et al., 2002).

Figura 3 – Efeito de “enrosetamento” causado pelo Thidiazuron nas plantas após a superação de dormência. Safra 2019/2020. Vacaria – RS, 2020.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Observou-se neste ciclo produtivo a formação de *Burrknots* em ramos novos das plantas dos T1, T6 e T7 (Figura 4), tratamentos que receberam a maior dosagem de TDZ. A literatura define o *Burrknot* como uma saliência no caule das plantas semelhante a um ‘nódulo’ constituído por tecidos radiculares que se formam acima do solo, no entanto, não se desenvolvem como raízes. A ocorrência é influenciada pelas condições ambientais, podem causar definhamento nas plantas quando aumentam de tamanho e se unem, pois obstruem os vasos condutores das plantas e consequentemente prejudicam o crescimento e a produção dos frutos (BRANCHER et al., 2018). Os *Burrknots* aumentam a susceptibilidade das plantas à ação de insetos, como por exemplo o pulgão lanígero, fungos como a *Neonectria ditissima*, *Erwinia amylovora*, *Phytophthora* spp., dentre outros.

Está sendo proposto que o TDZ atua através da atividade da citocinina tipo a adenina ou através de estímulos das citocininas endógenas ou ligando-se nos receptores das citocininas. No entanto, não se sabe a diversidade das respostas fisiológicas nas diferentes espécies. Além disso, as respostas ao TDZ são dependentes das doses, do tempo de exposição e do ambiente (ERLAND et al., 2020).

Figura 4 - *Burrknots* formados em ramos novos das plantas de macieira submetidas aos protocolos dos Tratamentos 1, 6 e 7. Vacaria – RS, 2020.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Observou-se no primeiro ciclo de avaliação (2018-2019) uma redução na quantidade de células e no espaço entre elas, em relação ao primeiro ciclo dos T6 e T7 (Tabela 4). Esta redução destaca-se, em virtude de que ambos os tratamentos receberam a aplicação do TDZ na fase de superação de dormência, assim como o T1, tiveram um comportamento diferente na quantidade de células de um ano para o outro.

Segundo Zuanazzi (2018), durante o período de floração a planta necessita usar as suas reservas acumuladas, e nesse momento os desenvolvimentos vegetativo e reprodutivo competem entre si pelos carboidratos. O excesso de brotação de gemas vegetativas diminuiu nos T1, T6 e T7 o desenvolvimento reprodutivo. O T1 apresentou maior quantidade de células que os T6 e T7, evidenciando o fator da dose sobre os efeitos do produto na indução da brotação. Então, além dos efeitos de redução do florescimento que o TDZ causou, a alta variação nos resultados celulares entre os ciclos produtivos dos T6, T7 e T1 foi outra consequência do uso do produto.

Tabela 4 - Quantidade, tamanho celular ( $\mu\text{m}^2$ ) e espaço intercelular ( $\mu\text{m}^2$ ) dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2019/2020. Vacaria – RS, 2020.

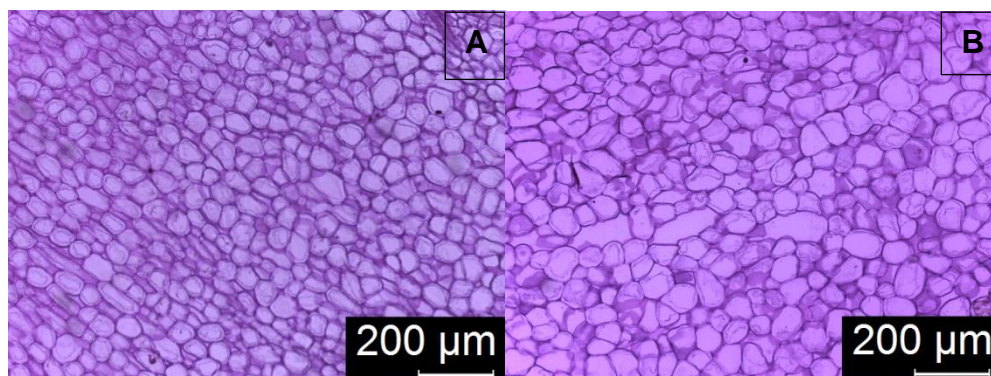
Tratamentos	Quantidade de células (Área: $1288713 \mu\text{m}^2$ ) <sup>-1</sup>	Tamanho celular ( $\mu\text{m}^2$ )	Espaço intercelular ( $\mu\text{m}^2$ )
<b>T1 TDZ</b>	295 b	2810 b	482258 a
<b>T2 TDZ</b>	379 a	2256 c	434536 a
<b>T3 6-BA</b>	306 b	2804 b	450556 a
<b>T4 6-BA</b>	274 c	3045 a	452811 a
<b>T5 6-BA</b>	263 d	3107 a	471955 a
<b>T6 TDZ/6-BA</b>	270 c	2997 a	482258 a
<b>T7 TDZ/6-BA</b>	275 c	2915 b	487414 a
<b>Testemunha</b>	257 d	3092 a	493956 a
<b>C.V.%</b>	3,13	5,15	9,32
<b>Média Geral</b>	290	2878	463904

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem e entre si pelo teste de Scott-Knott ( $\alpha=0,05\%$ ).

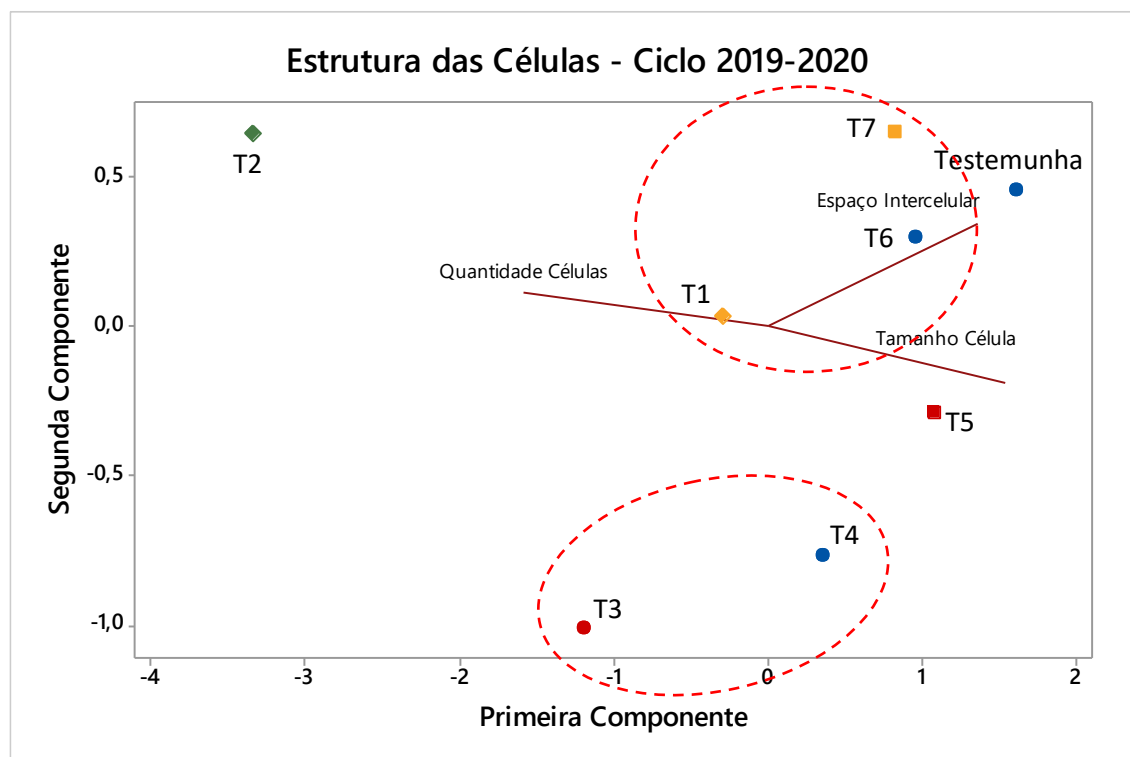
No segundo ano o T4 seguiu com a mesma tendência identificada no primeiro ciclo, observou-se células de tamanho maiores e menor espaço entre elas (gráfico 5). A distinção entre os T3 e T4 foi a quantidade de células, que foi superada pelo T3. Os resultados celulares obtidos no segundo ano para o T4 corroboram com a hipótese levantada no primeiro ciclo de avaliações, o excesso de pulverizações do protocolo anula o efeito dos produtos no estímulo da divisão celular dos frutos. A Figura 5 demonstra um comparativo entre a estrutura celular do T2, tratamento com maior número de células, de menor tamanho e com menor espaço entre células, com a estrutura celular da Testemunha.

Figura 5 - Comparativo entre a estrutura celular dos frutos de maçã do T2 (A) com a Testemunha (B), safra 2019/2020. Vacaria, 2020.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Gráfico 5 - Análise dos componentes principais para as variáveis celulares analisadas dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2019/2020. Vacaria – RS, 2020.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Através dos resultados obtidos na colheita, observou-se que os T3 e T4 segundo a ANOVA, foram mais produtivos (Tabela 5). Na análise dos componentes principais (Gráfico 6) eles foram posicionados de acordo com a sua produtividade, porém, em quadrantes diferentes, onde foram diferenciados principalmente pelas

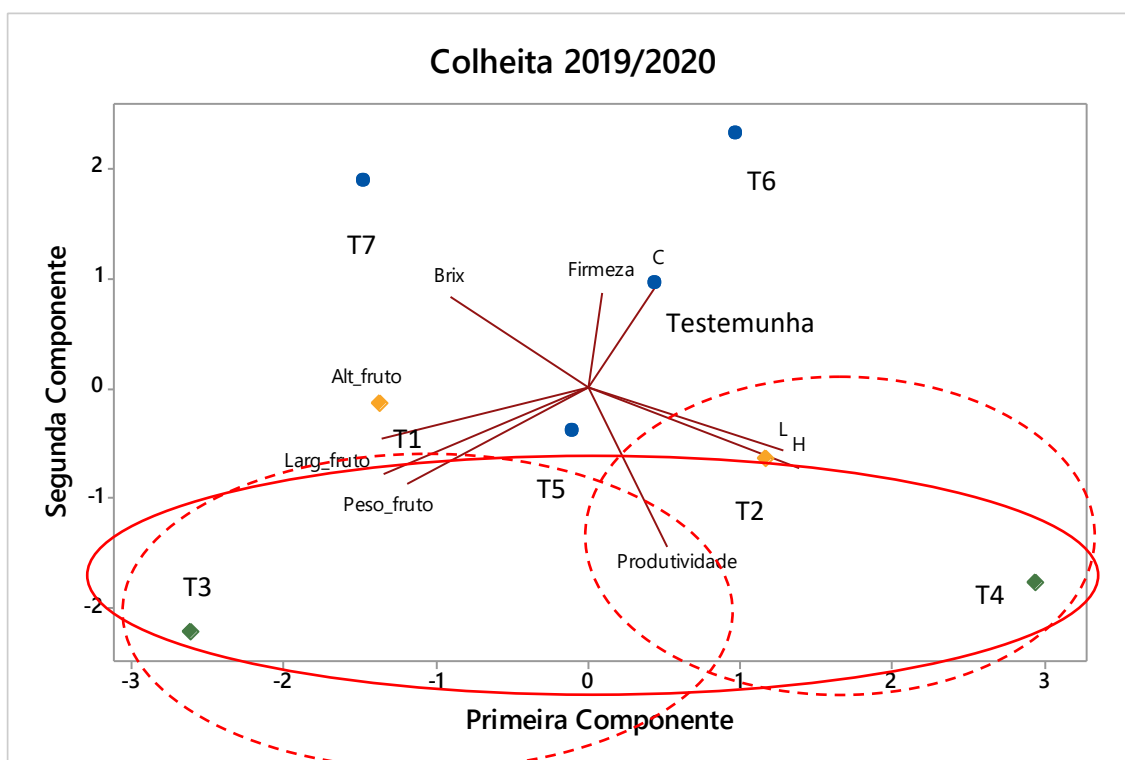


variáveis correspondentes ao tamanho do fruto, sendo elas a largura, altura e o peso, verificou-se no T3 frutos de maior tamanho (Consultar Apêndice – Tabela 6).

Ambos (T3 e T4) tiveram em seu protocolo apenas a 6-BA. No momento da colheita, a firmeza de polpa dos dois se equiparou, houve a diferença de apenas 1 N entre os dois tratamentos, além disso, a estrutura celular se mostrou semelhante, como citado anteriormente, no entanto a quantidade de células do T3 foi maior que o T4, apesar de insignificativa a análise pela ANOVA, o T4 teve tendência à produzir frutos menores que o T3 (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Análise dos componentes principais para as variáveis analisadas de produtividade e dos atributos de pós-colheita dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2019/2020.

Vacaria – RS, 2020.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Conforme o concluído em relação aos dados celulares dos frutos dos T3 e T4 com relação ao tamanho dos frutos no momento da colheita, pode-se indicar que com apenas duas pulverizações já é possível obter as características necessárias em tamanho de fruto e produtivas a partir da segunda pulverização a produção se manteve constante, porém o tamanho final dos frutos teve tendência a diminuir. Além disso, com relação as variáveis de quantidade de células e tamanho final dos frutos é

possível afirmar que quanto mais cedo forem iniciados os estímulos para incrementar a quantidade de células, melhores são os efeitos.

Tabela 5 - Variáveis de produtividade (Ton ha<sup>-1</sup>) e de qualidade físico-químicas dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2019/2020. Vacaria – RS, 2020.

Tratamentos	Produtividade (Ton ha <sup>-1</sup> )	SS (°Brix)	L*	C*	°H	FP (N)	FP 30d (N)
<b>T1 TDZ</b>	35 c	9,82 a	59 b	34 a	65 b	101 a	87 b
<b>T2 TDZ</b>	38 b	9,45 a	58 b	33 a	65 b	96 b	92 a
<b>T3 6-BA</b>	43 a	9,85 a	57 c	33 a	62 c	86 g	83 c
<b>T4 6-BA</b>	45 a	9,6 a	62 a	34 a	78 a	87 f	77 d
<b>T5 6-BA</b>	40 b	9,72 a	56 c	33 a	62 c	88 f	81 c
<b>T6 TDZ/6-BA</b>	34 c	9,95 a	58 b	35 a	65 b	90 e	81 c
<b>T7 TDZ/6-BA</b>	30 d	9,82 a	55 d	34 a	57 d	91 d	84 c
<b>Testemunha</b>	35 c	9,85 a	58 b	34 a	65 b	93 c	84 c
<b>C.V.%</b>	6,48	2,49	1,60	1,92	1,38	1,16	1,78
<b>Média Geral</b>	38	9,75	58	34	65	91	84

SS: Sólidos Solúveis, L\*: Luminosidade, C\*: Croma, °H: °Hue, FP: Firmeza de polpa, FP: Firmeza de polpa após os 30 dias de armazenamento.

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem e entre si pelo teste de Scott-Knott ( $\alpha=0,05\%$ ).

Em relação aos atributos de colheita dos T1 e T2 houve comportamento semelhante aos T3 e T4, no entanto, com menor produtividade. O T1 apresentou tendência a frutos maiores (gráfico 6). O T2 no ano anterior já havia se caracterizado pela menor produtividade que o T3, diferença de 31 Toneladas em relação ao T2, entretanto, o T1 no primeiro ano havia apresentando produtividade semelhante ao T3 e no segundo ano isso não ocorreu. No segundo ano avaliativo houve queda de 8 Toneladas na produção do T1 em relação à do T2. Com isso, pode-se reforçar a hipótese levantada na análise da estrutura celular, de que o uso do TDZ na superação da dormência, não traz resultados constantes tanto para as variáveis celulares como para as produtivas.

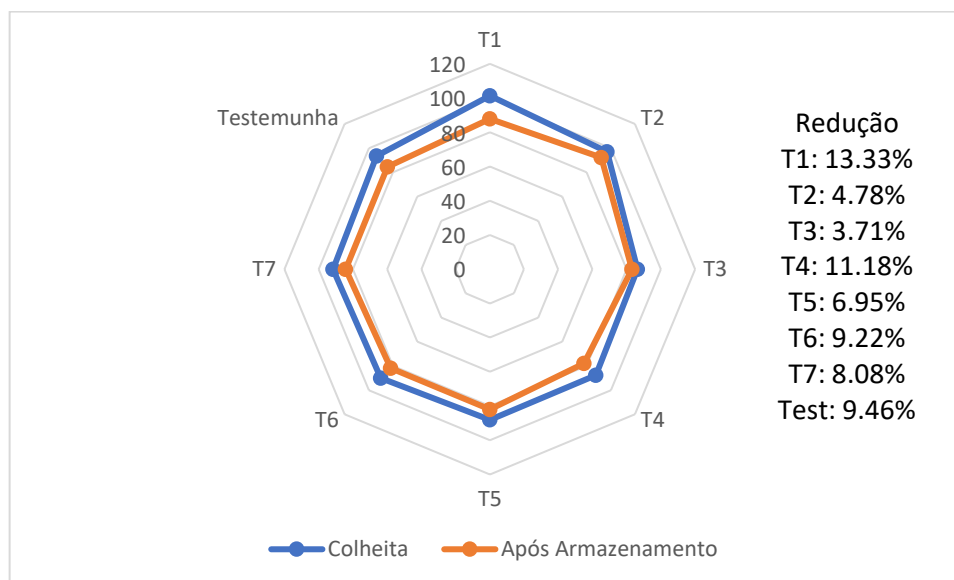
Em relação ao efeito negativo do TDZ coloração vermelha da epiderme dos frutos, os valores obtidos para h° no segundo ano de avaliação, embora altos, os valores T1 e T2 foram iguais à testemunha (Tabela 5), levando a conclusão de que



mesmo que possa ter alguma relação entre estas variáveis, não foi verificada esta relação neste trabalho. Em relação aos teores de sólidos solúveis, não houve diferença entre os tratamentos, aparentemente, os produtos não influenciaram significativamente nestes atributos.

O único tratamento que se manteve constante entre os anos de análise, em relação ao percentual de redução de firmeza de polpa, de acordo com o gráfico 7 foi o T3, o qual também foi constante em estrutura celular e produtividade. Houve diminuição da produtividade do T3 em relação ao ano, porém, esta redução ter relação com a alternância do que com o produto utilizado. Com esse resultado, reforça-se a hipótese de que; menor quantidade de células, porém com maior tamanho, também acarreta menor espaço entre as células e pode oferecer boas condições de resistência ao armazenamento nos atributos de firmeza de polpa na pós colheita dos frutos.

Gráfico 7 - Percentuais de redução da firmeza do fruto no momento da colheita e após 30 dias de armazenamento dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2019/2020. Vacaria – RS, 2020.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

A maior quantidade de células proporcionadas pelo TDZ seria interessante se a produtividade também se mantivesse alta e se o comportamento ao longo do tempo se mostrasse constante, diferente do que foi observado. Ao avaliar os percentuais de redução de firmeza após o armazenamento nos dois ciclos é possível verificar um significativo aumento nos percentuais dos tratamentos 1 e 4 (Gráfico 7).

O aumento de redução de firmeza de polpa no T1 é explicado pela redução na quantidade de células no mesmo tratamento de um ano para o outro, em torno de 12,08%. A redução na quantidade de células dos demais tratamentos que incluíam o TDZ no estágio de superação de dormência também acarretou aumento do percentual de redução de firmeza, porém em menor intensidade do que o T1.

Como citado anteriormente, dos tratamentos que continham apenas 6-BA em seu protocolo (T3, T4 e T5), apenas o T4 teve redução na quantidade de células, e consequentemente aumentou o percentual de redução de firmeza. A hipótese levantada é a de que; o excesso de pulverizações do produto pode acabar prejudicando o seu efeito. Apesar de manter o tamanho das células, o aumento de pulverizações acaba reduzindo a quantidade, e o espaço entre as células, interferindo negativamente no tempo de armazenagem dos frutos.

## 6 CONCLUSÕES

O Thidiazuron quando utilizado para auxiliar na indução da brotação das plantas ocasiona redução na produtividade do ano seguinte, através do efeito na redução da quantidade de flores do próximo ciclo produtivo.

O Thidiazuron quando aplicado nos estágios de botão rosado (E2) e em plena floração (F-F2) induz maior divisão celular nos frutos, proporcionando maior quantidade de células de menor tamanho e consequentemente, aumenta a resistência da textura da polpa do fruto ao período de armazenamento.

O maior número de células e menores espaços intercelulares ocorrem quando aplicados nos estágios de botão rosado (E2) e em plena floração (F-F2) independente da citocinina utilizada.

A 6-Benziladenina forma células de maior tamanho. No entanto, grandes quantidades de aplicações reduzem a divisão celular e aumentam o espaço entre as células.

A aplicação de 6-Benziladenina, nos estágios de botão rosado (E2) e em plena floração (F-F2), aumenta o tamanho das células, em quantidade suficiente para reduzir os espaços intercelulares. Aumento na resistência da textura do fruto ao período de armazenamento em relação à testemunha. E proporciona constantes e elevadas produtividades entre os ciclos produtivos.

## 7 REFERÊNCIAS

ABRAFRUTAS - Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e derivados. **Estatística de exportação de frutas no primeiro trimestre de 2020**. Disponível em <<https://abrafrutas.org/2020/04/23/estatistica-de-exportacoes-de-frutas-no-tres-trimestres-de-2020/>> Acesso em abril 2020.

AMARANTE, C. V. T.; ERNANI, P. R.; BLUM, L. E. B.; AND MEGGUER, C. A. **Thidiazuron effects on shoot growth return bloom, fruit set and nutrition of apples**. Pesquisa Agropecuária Brasileira v.37, p.1365-1371, 2002.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; ZANARDI, O. D.; ALVES, E. O. **Quantificação de clorofilas em folhas de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ com métodos ópticos não destrutivos**. Revista Brasileira de Fruticultura. Vol. 30 n. 3. Jaboticabal. 2008.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DA MAÇÃ (BRAZILIAN APPLE YEARBOOK)** / Benno Bernardo Kist... [et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 56 p. 2019.

Anuário 2019/2020 – **Retrospectiva 2019 e Perspectiva 2020**. HORTIFRUT Brasil – CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. ESALQ/USP 2019. Disponível em<<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-2019-2020-retrospectiva-2019-perspectivas-2020-dos-hf-s.aspx>> Acessado em abril de 2020.

ARGENTA, L. C.; MARTIN, M. S. de. **Manejo das Frutas na Colheita e após a Colheita**. In: EPAGRI; Sistema de produção para a cultura da macieira em Santa Catarina. Epagri Sistema de produção n. 50, p. 65-78, 2018.

Atay, E., L. Pirlak and A. N. Atay, 2010. **Determination of fruit growth in some apple varieties**. Tarim Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences, 16: 1-8.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 05, de 09 de fevereiro de 2006. **[Diário Oficial da União]**, Brasília, DF, 2006.

BRANCHER, T. L.; HAWERROTH, M. C.; KVITSCHAL, M. V.; HAWERROTH, F. J.; COUTO, M. **Escala para avaliação da ocorrência de Burrknots em macieira**. Revista Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.31, n.2, p.63-67. 2018

BROGIO, B. A. **Uso de fitorreguladores em pomar de abacateiro (Persea americana Mill.) ‘Hass’ cultivado em condições de sequeiro**. 76p. 2017. Dissertação de mestrado – Universidade de São Paulo, USP. 2017.

Buban T. 2000. **The use of benzyladenine in orchard fruit growing: a mini review**. Plant Growth Regulation 32: 381 –390.

Byers, R. E. 2003. Flower and Fruit thinning and vegetative: fruit balance. p. 409- 436. In: D.C. Ferree and I.J. Warrington (eds.), **Apples botany production and uses**. CABI Publishing, Wallingford, UK.

CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: Descrição e comportamento no sul do Brasil. In: **A cultura da macieira**. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO (Org.) Florianópolis, 2006, 746 páginas.

CAMILO, P. A., PEREIRA, J. A. Raleio de frutos. In: **A cultura da macieira**. EPAGRI. Florianópolis, 2006. P. 419-462.

CEPEA – **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**. ESALQ/USP. Banco de dados (preços médios dos hortifrutícolas. Disponível em <[https://www.hfbrasil.org.br/br/banco-de-dados-precos-medios-dos-hortifruticolas.aspx?produto=10&regiao%5B%5D=92&periodicidade=anual&ano\\_inicial=2020&ano\\_final=2020#](https://www.hfbrasil.org.br/br/banco-de-dados-precos-medios-dos-hortifruticolas.aspx?produto=10&regiao%5B%5D=92&periodicidade=anual&ano_inicial=2020&ano_final=2020#)> Acesso em abril 2020.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CORNILLE, A.; FEURTEY, A.; GÉLIN, U.; ROPARS, J.; MISVANDERBRUGGE, K.; GLADIEUX, P.; GIRAUD, T. **Anthropogenic and natural drivers of gene flow in a temperate wild fruit tree: a basis for conservation and breeding programs in apples. Evolutionary applications**, Orsay, France. v. 8, n. 4, p. 373-384, 2015.

DENNIS, J. F. G. Flowering, pollination and fruit set and development. In: **Apples, botany, production and uses**. FERREE, D. C.; WARRINGTON, I. J. Wallingford, VK, 2003. p. 156 – 166.

DE MARTIN, M. S.; PETRI, J. L.; FENILI, C. L.; GABARDO, G. C. **Quebra da dormência de macieiras ‘Daiane’ pelo uso do tidiazurom**. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v. 16, n. 2, p. 81-87, 2017. DOI: 10.5965/223811711622017081.

EMBRAPA. **Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura da Maçã**. Brasília: EMBRAPA/SEDE. 81p. 2006.

EMBRAPA UVA E VINHO. **Boletim meteorológico Vacaria, 2018**. Disponível em >[https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/dados-meteorologicos/vacaria?p\\_p\\_id=101\\_INSTANCE\\_tCP65NY3GITd&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_pos=3&p\\_p\\_col\\_count=7](https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/dados-meteorologicos/vacaria?p_p_id=101_INSTANCE_tCP65NY3GITd&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=3&p_p_col_count=7)> Acesso em maio 2020.

ELAND, L. A. E.; GIEBELHAUS, R. T.; VICTOR, J. M. R.; MURCH, S. J.; SAXENA, P. K. **The morphoregulatory role of Thidiazuron: Metabolomics-Guided hypothesis generation for mechanisms of activity**, MDPI – Journal biomolecules, Canada, doi.org/10.3390/biom10091253, 2020.

FAGAN, E. B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; JÚNIOR, A. C.; NETO, D. D. **Fisiologia vegetal: reguladores vegetais**. [S. l: s.n.], 2015.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statical Databases**. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em abril, 2020.

Flaishman MA, Shargal A, Stern RA. 2001. **The synthetic cytokinin CPPU increases fruit size and yield of 'Spadona' and 'Costia' pear (*Pyrus communis* L.)**. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 76, 145–149.

Ferrer, C., Martiz, J., Saa, S. & Cautín, R. 2017 **Increase in final fruit size of tangor (*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) cv W. Murcott by application of benzyladenine to flowers** *Scientia Hort.* 223 38 43.

FENILI, C. L. **Alternativas para incrementar a coloração vermelha da epiderme em maçãs**. 2018. Dissertação de mestrado – Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, 2018.

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

FIORAVANÇO, J. C.; LAZZAROTTO, J. J. **A cultura da macieira no Brasil: reflexões sobre produção, mercado e fatores determinantes da competitividade futura**. Informações Econômicas, São Paulo, v.42, n.4, 2012.

FRANCESCOTTO, P. **Indução floral da macieira: Uso de reguladores de crescimento**. ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, XV, 2017, Fraiburgo, SC. Anais. Caçador: Epagri, vol 1 (palestras), 2017. 124p.

FRANCESCOTTO, P. **Development of the reproductive structures of the apple tree (*Malus domestica* Borkh.) Under different climatic conditions: from bud formation to fruit harvesting**. (Thesis doctorate) - Federal University of Santa Catarina, Center for Agrarian Sciences, Post-Graduate Program in Plant Genetic Resources, Florianópolis, 2014.

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

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

GUIMARÃES, N. A.; OSHITA, M. G. B. Revista Conbrad: **Uma análise sobre a evolução da cadeia produtiva de maçã no município de São Joaquim Santa Catarina**, v. 4, n. 03 p. 01 a 22 - 2019.

GUO, B., et al. **Thidiazuron: A multi-dimensional plant growth regulator**. African Journal of Biotechnology, v,10, n.45, 2011.

Robinson, T. L., Lakso, A. N., Greene, D., Reginato, G., & Rufato, A. D. (2016). **Managing fruit abscission in apple part 1**. In J.N. Wunsche & T.J. Tranbarger (Eds.), XXIX international horticultural congress on horticulture: Sustaining lives, livelihoods and landscapes, Vols. 1119. Acta Horticulturae. Int Soc Horticultural Science, Leuven 1 (pp. 1–13). doi:10.17660/ActaHortic.2016.1119.1

Robinson, T., Hoying, S., Miranda Sazo, M., and Rufato, A. (2014). **Precision crop load management: Part 2**. NY Fruit Quarterly 22 (1), 9–13.

Robinson, T. L. **Precision crop load management**. In: **Eastern Apple Summit on Precision Orchard Management**, ed., p.20–21. 2013.

ROBINSON, T. L.; LAKSO, A. N. **Between Year and Within Year Variation in Chemical Fruit Thinning Efficacy of Apple during Cool Springs**. Acta Horticulturae, v. 636, p. 283-294, 2004. DOI: 10.17660/ActaHortic.2004.636.34

SANDER, G. F. **Aumento da Frutificação Efetiva em Macieira com Fitorreguladores**. 120p. 2019. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 2019.

STEFFENS, C.A.; GUARIENTI, A.J.W.; STORCK, L.; BRACKMANN, A. **Maturação da maçã 'Gala' com a aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina e ethephon**. Ciência Rural, v. 36, n. 2, p. 434-440, 2006.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande de Sul**. Porto Alegre: EMATER/UFRGS, 126p. 2002.

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.

HAWERROTH, F. J. **Uso de fitorreguladores para controle do desenvolvimento vegetativo e aumento da frutificação em macieira e pereira**. 158p. 2010. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

HIRST P. **How Apple Fruit Size Is Determined and Affected**. 2019. Disponível em <<https://apples.extension.org/how-apple-fruit-size-is-determined-and-affected/#:~:text=An%20apple's%20size%20is%20determined,has%20about%2050%20million%20cells.&text=Genetics%20can%20affect%20both%20cell%20number%20and%20cell%20size.>>. Acesso em abril de 2020.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção Agrícola – Lavoura Permanente (2019). Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/0>>. Acesso em Abril de 2020.

LAKSO, A. N; GOFFINET, M. C. **Apple Fruit Growth**. New York fruit Quarterly, v.21, n.1, p.11-14, 2013. Disponível em: <<http://www.hort.cornell.edu/expo/proceedings/2014/Tree%20Fruit/Apple%20Fruit%20Growth%20Lakso.pdf>>

LIMA, J. R. F. de; ARAUJO, J. L. P.; LOPES, P. R. C.; ARAÚJO JÚNIOR, J. N. de; PEREIRA, A. F. C. **Análise do comportamento dos preços da maçã comercializada em Juazeiro, BA e em São Paulo, SP**. Embrapa Semiárido, 2016.

KOTODA, N.; MASATO, W. **MdTFL1, a TFL1-like gene of apple, retards the transition from the vegetative to reproductive phase in transgenic Arabidopsis.** Plant Science, v. 168, n. 1, p. 95-104, 2005.

MAAS, F. **Thinning ‘Elstar’ Apple with Benzyladenine.** Acta Horticulturae, v. 727, p. 415-422, 2006.

Mupambi, G., Anthony, B. M., Layne, D. R., Musacchi, S., Serra, S., Schmidt, T., et al. (2018). **The influence of protective netting on tree physiology and fruit quality of apple: A review.** Scientia Horticulturae, 236, 60e72. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.014>.

NASCIMENTO, F. N., **Os hortifrutis e as crianças.** HORTIFRUT Brasil – CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. ESALQ/USP 2014. Disponível em< <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/os-hortifrutis-e-as-criancas.aspx>> Acesso em maio 2020.

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

PAIM, L. S.; MAUTA, D. S.; MACEDO, C. K. B.; MAGRIN, F. P.; COSER, G. M. A. G.; OLIVEIRA, L. V.; HAWERROTH, F. J. **Parâmetros físico-químicos de diferentes caldas formuladas com reguladores de crescimento utilizados na cultura da macieira.** 14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa, Congrega – Urcamp, 2017.

PARRA, J. M. S.; CORDOVA, M. A. F.; CHÁVEZ, E. S.; LEAL, R. P.; RAMÍREZ, F. J. P. **Compensadores de frío en manzano ‘Golden Glory’: desarrollo y producción.** Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, v. 11 número 1 01 de enero - 14 de febrero, 2020.

Pasa, M. S.; Silva, C. P. D.; Carra, B.; Brighenti, A. F.; Souza, A. L. K. D.; Petri, J. L. **Thidiazuron (TDZ) increases fruit set and yield of ‘Hosui’ and ‘Packham’s Triumph’ pear trees.** An. Acad. Bras. Ciênc. 2017, 89, 3103–3110.

PETRI, J. L.; SCHUCK, E.; LEITE, G. B.; **Efeito do Thidiazuron na Frutificação de Fruteiras de Clima Temperado.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 23, n. 3, p. 513-517, dezembro. Jaboticabal, SP 2001.

PETRI, J. L., LEITE, G. B., BASSO, C. **Chemical thinning of ‘Fuji’ apples growing in a mild winter climate.** Acta Horticulturae, v. 727, n.2, p. 429–436. 2006.

PETRI, L. J., PLLADINI, A. L., POLA, C. A. Dormência e indução da brotação da macieira. In: **A cultura da macieira.** EPAGRI. Florianópolis, 2006. P. 261-298.

PETRI, J. L., LEITE, G. B. **Macieira.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 857-1166, 2008.

PETRI, J. L. et al. **Avanços na cultura da macieira no Brasil.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 33, n. especial 1, p.048-056, 2011.



Petri, J. L., Hawerorth, F. J., Leite, G. B., Couto, M., Francescato, P. 2012. **Apple phenology in subtropical climate conditions**. In: Zhang, ed. Phenology and climate change. InTech , doi: 10.5772/34301.

PETRI, J. L., HAWERROTH, F. J., LEITE, G. B.; COUTO, M. **Raleio químico em macieiras ‘Fuji Suprema’ e ‘Lisgala’**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 35, n.1, p. 170-182, 2013.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; SEZERINO, A. A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2016, 141p.

PETRI, J. L.; PASA, M. **Uso de fitorreguladores: Importância na qualidade dos frutos e produtividade dos pomares de macieira**. 13º Seminário NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 2018, São Joaquim, SC. Resumo das palestras. Caçador: Epagri, vol 1, 2018. 151p.

PETRI, J. L.; SEZERINO, A. A.; PASA, M. S.; HAWERROTH, F. J. **Raleio de frutos na cultura da macieira**. Florianópolis, SC: Epagri, 2017. 61p. (Epagri. Boletim Técnico, 179).

ROPER, T. R. **Plant growth regulator use in apples**. University of Wisconsin-System Board of Regents and University of Wisconsin Extension, Cooperative extension. Disponível em : <http://learningstore.uwex.edu/Assets/pdfs/A3524.pdf>. Acesso em abril 2020.

SHAHBANDEH, M. **Global Leading apple producing countries in 2019/2020**. Disponível em < <https://www.statista.com/statistics/279555/global-top-apple-producing-countries/#statisticContainer> > Acesso em maio 2020.

Sheard, A. G., Johnson, S. D., Cook, N. C., (2009) **Effect of timing and concentration of rest breaking agents on budburst in ‘Bing’ sweet cherry under conditions of inadequate winter chilling in South Africa**. S Afr J Plant Soil 26(2):73–79.

STERN, R. A., SHARGAL, A. and FLAISHMAN, M. A. (2003a). **Thidiazuron increases fruit size of ‘Spadona’ and ‘Coscia’ pear (*Pyrus communis* L.)**. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 78, 51–55.

SIMIONI, F. J. **Cadeia agroindustrial da maçã: competitividade e reestruturação diante do novo ambiente econômico**. Dissertação Mestrado em Economia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

UBER, S. C. **Aspectos Fitotécnicos na indução de brotação e desenvolvimento de frutos em macieiras**. 153p. 2018. Dissertação de mestrado – Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. 2017.

VAZ, A. P. A.; SANTOS, H. P.; ZAIDAN, L. B. P. Floração. In: **Fisiologia Vegetal – Gilberto Barbante Kerbauy**. Editora Guanabara Koogan S. A. São Paulo. 2004. 470p.

VIEIRA, V. L. S.; PETRI, J. L.; GABARDO, G. C.; ESPERANÇA, A. F.; SEZERINO, A.; SCHVEITZER, B. **Efeito de Thidiazuron na frutificação da macieira ‘Daiane’ em condições adversas a polinização**. Revista Eletrônica Científica da UERGS, Porto Alegre, v.2, n.3, p.241–24, 2016.

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 for Horticultural Science. 120(5):802-807. 1995.

ZUANAZZI, J. V. S. **Desafios e Avanços na produção em pomares de alta densidade**. – 13º Seminário NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 2018, São Joaquim, SC. Resumo das palestras. Caçador: Epagri, vol 1, 2018. 151p.

## 8 APÊNDICE

Tabela 6 – Variáveis de peso, altura e comprimento por unidade dos frutos de macieiras 'Maxi Gala', submetidos a diferentes protocolos de pulverização de citocininas, safra 2018/2019 e 2019/2020. Vacaria – RS, 2020.

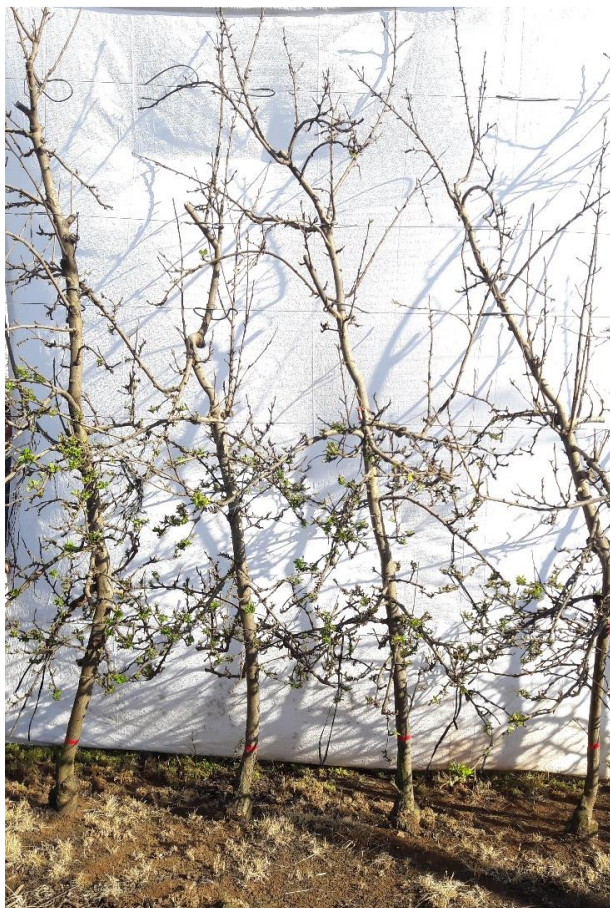
Tratamentos	Peso (gramas) (18/19)	Altura (Centímetros) (18/19)	Comprimento (Centímetros) (18/19)	Peso (gramas) (19/20)	Altura (Centímetros) (19/20)	Comprimento (Centímetros) (19/20)
<b>T1 TDZ</b>	119 a	6,10 a	5,98 a	101 a	5,55 a	5,76 a
<b>T2 TDZ</b>	127 a	6,12 a	6,22 a	94 b	5,33 a	5,66 a
<b>T3 6-BA</b>	127 a	6,25 a	6,13 a	103 a	5,66 a	5,76 a
<b>T4 6-BA</b>	134 a	6,45 a	6,25 a	94 b	5,46 a	5,56 a
<b>T5 6-BA</b>	134 a	6,51 a	6,18 a	93 b	5,46 a	5,61 a
<b>T6 TDZ/6-BA</b>	119 a	6,12 a	5,96 a	92 b	5,43 a	5,53 a
<b>T7 TDZ/6-BA</b>	123 a	6,30 a	6,10 a	94 b	5,53 a	5,62 a
<b>Testemunha</b>	137 a	6,58 a	6,26 a	92 b	5,48 a	5,58 a
<b>C.V.%</b>	9,50	4,18	3,49	6,29	3,12	2,50
<b>Média Geral</b>	127	6,30	6,13	96	5,49	5,63

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

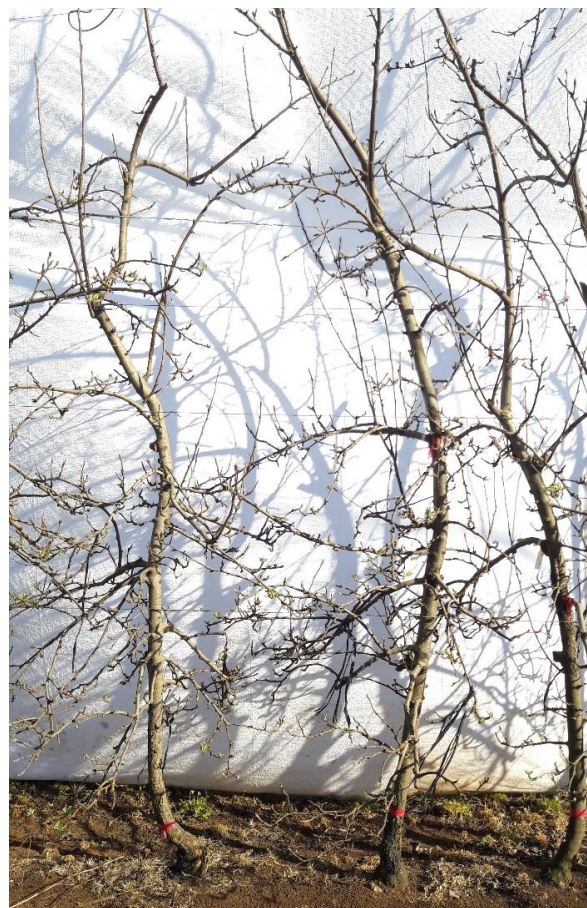
Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem e entre si pelo teste de Scott-Knott ( $\alpha=0,05\%$ ).

Figura 6 – Plantas em estágio de brotação de gemas (E2) dos T1 e T2 no ciclo produtivo 2019-2020.

TRATAMENTO 1



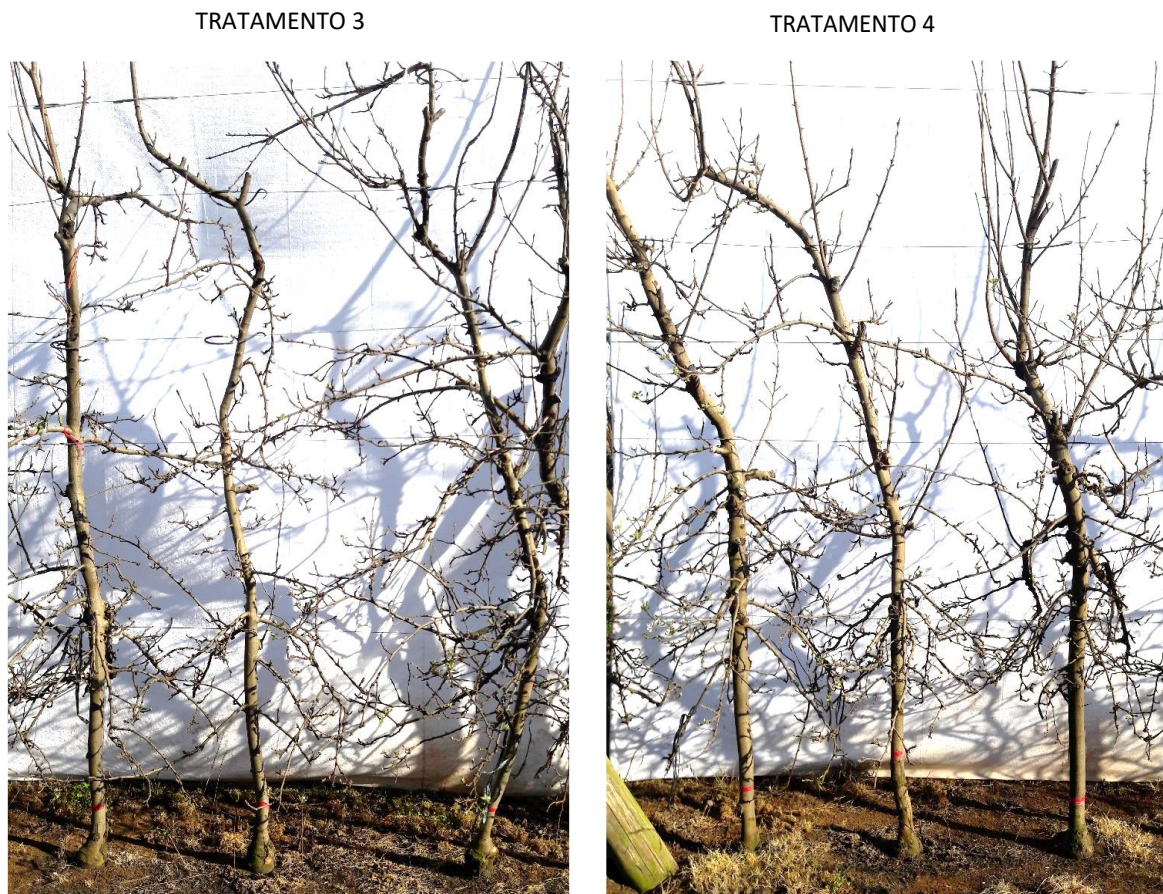
TRATAMENTO 2



Fonte: Elaborada pela autora (2020).



Figura 7 - Plantas em estágio de brotação de gemas (E2) dos T3 e T4 no ciclo produtivo 2019-2020.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Figura 8 - Plantas em estágio de brotação de gemas (E2) dos T5 e T6 no ciclo produtivo 2019-2020.

TRATAMENTO 5



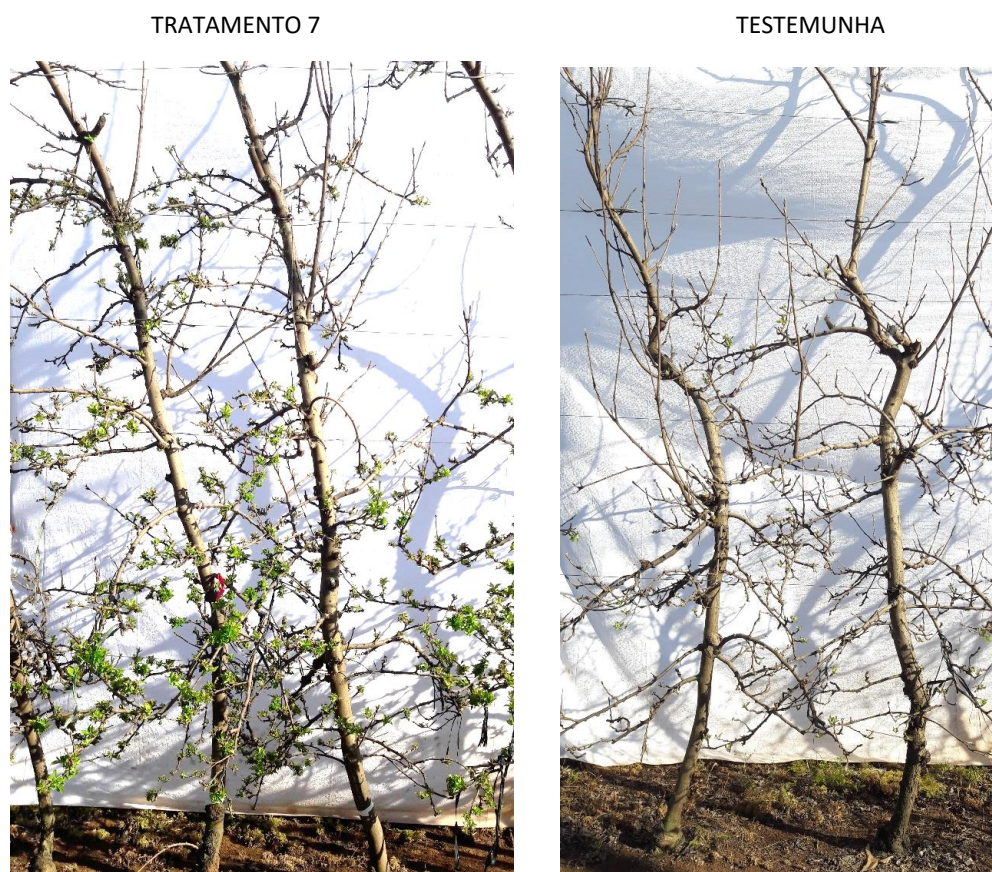
TRATAMENTO 6



Fonte: Elaborada pela autora (2020).



Figura 9 - Plantas em estágio de brotação de gemas (E2) dos T7 e Testemunha no ciclo produtivo 2019-2020.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).