

JULIANA FÁTIMA WELTER

SISTEMAS DE CONDUÇÃO E PRÉ-FORMAÇÃO DE MUDAS DE MACIEIRA

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

Orientador: Prof. Dr. Leo Rufato

**Lages, Santa Catarina
2019**

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

Welter, Juliana Fátima
SISTEMAS DE CONDUÇÃO E PRÉ-FORMAÇÃO DE
MUDAS DE MACIEIRA / Juliana Fátima Welter. -- 2019.
99 p.

Orientador: Leo Rufato
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages,
2019.

1. Malus domestica. 2. Porta-enxertos. 3. Sistemas de
condução. 4. Indução de brotação lateral. I. Rufato, Leo. II.
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal. III. Título.

JULIANA FÁTIMA WELTER

SISTEMAS DE CONDUÇÃO E PRÉ-FORMAÇÃO DE MUDAS DE MACIEIRA

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

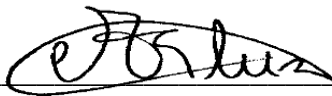
Banca examinadora:

Orientador:



Professor Dr. Leo Rufato
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membros:



Dr. Alberto Ramos Luz
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC



Dr. Alberto Fontanella Brighenti
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Lages, 16 de julho de 2019

Dedico esta dissertação aos meus pais, que sempre me incentivaram e me deram suporte para concluir essa etapa. Pelo exemplo de luta, união e caráter.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade e por me permitir concluir mais essa etapa.

Aos meus familiares em especial aos meus pais Waldir e Lurdes Welter que são o meu porto seguro, que sempre deram bons exemplos de caráter, de amor e de luta e que nunca mediram forças para me dar suporte nesta etapa da minha vida. Aos meus irmãos Marisete Welter e Leocir Welter e a minha cunhada Delsi Welter que sempre foram o meu exemplo e me incentivaram nesta caminhada. Ao meu noivo William Woitexen, que sempre esteve do meu lado me apoiando e dando suporte em todas as dificuldades.

Ao professor Leo Rufato, por me abrir as portas e depositar confiança neste trabalho realizado, me permitindo um grande aprendizado.

A CAPES pela concessão de bolsa de estudo, a Universidade do Estado de Santa Catarina e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal-CAV/UEDESC pela contribuição na minha formação profissional com um ensino de qualidade.

A empresa Rasip Agro silvipastoril e ao Viveiros Catarinense por ceder os espaços para a realização dos experimentos, parcerias estas que fazem com que trabalhos como este tenham o sucesso esperado.

Aos integrantes do grupo de fruticultura do CAV, pelo comprometimento, aprendizado, auxílio nas atividades e pela amizade.

Aos amigos de longa data, que apesar da distância me acompanham nesta caminhada.

Aos amigos que fiz em Lages, em especial a Marília Pereira, Juliana Lima e Paola Welter, pelos momentos de descontração e suporte familiar para os momentos difíceis.

“Tudo aquilo que o homem ignora não existe para ele. Por isso o universo de cada um se resume ao tamanho do seu saber”.

Albert Einstein

RESUMO

WELTER, J. F. **Sistemas de condução e pré-formação de mudas de macieira.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Centro de Ciências Agroveterinárias, CAV. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. 99 p, Lages, SC, 2019.

A qualidade da muda é fundamental para o sucesso de um novo empreendimento na fruticultura, devido ao elevado investimento na implantação dos pomares e o alto custo de produção, requerendo o uso de tecnologias de produção que viabilizem o empreendimento. Alternativas para otimizar as combinações entre porta-enxertos, variedades copa e diferentes sistemas de condução, assim como uso de mudas pré-formadas tornam-se interessante para acelerar o retorno financeiro de novos pomares. O presente estudo objetivou avaliar combinações de diferentes porta-enxertos com dois sistemas de condução em um estudo, e no outro estudo, avaliar dois diferentes tipos de pré-formação de mudas com o uso de reguladores de crescimento indutores de ramificação. O experimento 1 foi realizado em uma unidade experimental na região de Campos de Cima da Serra em condição de replantio. O delineamento foi em blocos ao acaso composto de um fatorial 2x2, com Tall spindle e Bi-axis como sistema de condução e M.9 e G.213 como porta-enxertos nas cultivares copa Fuji Suprema e Maxi-Gala, contendo seis repetições com dez plantas por parcela, avaliados nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19. Foram avaliadas variáveis para determinação de vigor das plantas, assim como características produtivas e análises pós colheita dos frutos. O estudo 2 foi realizado em viveiro comercial na região de Rio Rufino. O delineamento foi em blocos ao acaso composto de um fatorial 3x3, com Maxcel[®], Promalin[®] e Controle como reguladores de crescimento e G.213, G.202 e Marubakaido com filtro de 30 cm (MB/M9) como porta-enxertos nas cultivares copa Maxi-Gala e Fuji Suprema, contendo quatro repetições de cinco plantas por parcela no ciclo 2017/18. Foram avaliadas variáveis para determinação de vigor das plantas, assim como características produtivas. No experimento 1, após os três ciclos de avaliação, pode-se observar que o Bi-axis e o G.213 determinaram maior vigor as plantas. A maior produtividade foi observada no sistema Tall spindle assim como no porta-enxerto G.213 para o espaçamento utilizado. O sistema de condução Bi-axis e o G.213 promoveram frutos mais vermelhos. No experimento 2, os reguladores de crescimento foram eficientes e induziram a formação de um grande número de ramos especialmente o regulador de crescimento BA no porta-enxerto G.202. Os porta-enxertos MB/M9 e G.202 obtiveram plantas mais vigorosas frente ao G.213. O porta-enxerto G.213 induziu maiores produtividades, mostrando maior precocidade produtiva. Entre os dois tipos de mudas, as mudas esporonadas apresentam desenvolvimento e desempenho produtivo semelhante às mudas pré-formadas.

Palavras-chave: *Malus domestica*, porta-enxertos, sistemas de condução, indução de brotação lateral.

ABSTRACT

WELTER, J. F. **Training Systems and feathered nursery trees in apple.** Dissertation (Master in Plant Production). Agroveterinary Sciences Center, CAV. University of the State of Santa Catarina, UDESC. 99 p, Lages, SC, 2019.

The quality of the tree seedlings is fundamental to the success of a new enterprise in fruit growing, due to the high investment in the orchards implantation and the high cost of production, requiring the use of production technologies that make the enterprise viable. Alternatives to optimize the combination between rootstocks, canopy varieties and different training systems, as well as use of feathered nursery trees become interesting to accelerate the financial return of new orchards. The present study aimed to evaluate combinations of different rootstocks with two training systems in one study, and in the other study, to evaluate two different types of feathered nursery trees with the use of branching inducing growth regulators. The first study was carried out in Campos de Cima da Serra region in replanting condition. The design was a randomized block with a 2x2 factorial, with Tall spindle and Bi-axis as a training system and M.9 and G.213 as rootstocks in the Fuji Suprema and Maxi-Gala cultivars, containing six replicates with ten plants per plot, evaluated in 2016/17, 2017/18 and 2018/19 cycles. Variables were evaluated to determine the vigor of the plants, as well productive characteristics and post harvest analysis of the fruits. The second study was carried out in a commercial nursery in Rio Rufino region. The design was a randomized block with a 3x3 factorial, with Maxcel®, Promalin® and Control as growth regulators and G.213, G.202 and Marubakaido with 30 cm to M.9 filter (MB/M9) as rootstocks in Maxi-Gala and Fuji supreme cultivars, containing four replicates of five plants per plot in 2017/18 cycle. Variables were evaluated to determine plant vigor, as well as productive characteristics. In experiment 1, after three evaluation cycles, we can observe that the Bi-axis and G.213 determined the plants to be more vigorous. The highest productivity was observed in Tall spindle system as well as in the G.213 rootstock for the spacing used. The Bi-axis training system and G.213 promoted more red fruits. In experiment 2, growth regulators were efficient and induced the formation of a large number of branches, especially the BA growth regulator in rootstock G.202. The MB/M9 and G.202 rootstocks showed more vigorous plants compared to G.213. The G.213 rootstock induced higher yields, showing higher productive precocity. Among the two types of feathered nursery trees the stubbed trees exhibit similar development and productive performance to the feathered trees.

Key words: *Malus domestica*, rootstocks, training systems, lateral branching nursery

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Diferentes pré formação de mudas: pré-formada (esquerda) e esporonada (direita).67
- Figura 2 - Aplicação de reguladores de crescimento no ponto de crescimento das mudas.....68
- Figura 3 - Manejo da poda em ramos pré-formados quando pelo menos 1 ramo com 20 cm de comprimento.69
- Figura 4 -Análise dos componentes principais (PCA) para as variáveis avaliadas no estudo com a cultivar Maxi-Gala, ciclo 2018/19.79
- Figura 5 - Análise de componentes principais para as variáveis avaliadas no estudo com a cultivar Fuji Suprema, ciclo 2018/19.88

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Demonstração esquematizada dos pomares experimentais com suas características de implantação.....41
- Tabela 2 - Parâmetros vegetativos da macieira cultivar Maxi-Gala enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17 e 2017/18 no município de Vacaria/RS.....45
- Tabela 3 - Comportamento vegetativo da macieira cultivar Maxi-Gala enxertada em M.9 e G.213 conduzida em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.....46
- Tabela 4 - Variáveis produtivas da macieira cultivar Maxi-Gala enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.....47
- Tabela 5 - Parâmetros produtivos da macieira cultivar Maxi-Gala enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.....48
- Tabela 6 - Qualidade físico-química de maçãs cultivar Maxi-Gala oriundas de plantas enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.....50
- Tabela 7 - Variáveis de qualidade físico-química da macieira cultivar Maxi-Gala enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.....51
- Tabela 8 - Parâmetros vegetativos da macieira cultivar Fuji Suprema enxertada em M.9 e G.213, conduzida em Tall spindle e Bi-axis, nos ciclos 2016/17 e 2017/18 no município de Vacaria/RS.....53
- Tabela 9 - Variáveis vegetativas da macieira cultivar Fuji Suprema enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.....55
- Tabela 10 - Parâmetros produtivos da macieira cultivar Fuji Suprema enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.....56
- Tabela 11 - Variáveis produtivas da macieira cultivar Fuji Suprema enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis no ciclo 2017/18 no município de Vacaria/RS.....57
- Tabela 12 - Variáveis de qualidade físico-química da macieira cultivar Fuji Suprema enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.....59

| | |
|--|----|
| Tabela 13 - Parâmetros de qualidade físico-química da macieira cultivar Fuji Suprema enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS..... | 61 |
| Tabela 14- Demonstração esquematizada do experimento de pré-formação de mudas..... | 68 |
| Tabela 15 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas e reprodutivas em mudas pré-formadas na cultivar Maxi-Gala em diferentes porta-enxertos..... | 73 |
| Tabela 16 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas em mudas esporonadas na cultivar Maxi-Gala em diferentes porta-enxertos..... | 75 |
| Tabela 17 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas em mudas pré-formadas na cultivar gala em diferentes porta-enxertos..... | 76 |
| Tabela 18 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas e reprodutivas em mudas esporonadas na cultivar gala em diferentes porta-enxertos..... | 77 |
| Tabela 19 - Correlação de Pearson entre as variáveis avaliadas no estudo com a cultivar Maxi-Gala, ciclo 2018/19..... | 78 |
| Tabela 20 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas e reprodutivas em mudas pré-formadas na cultivar Fuji Suprema em diferentes porta-enxertos..... | 81 |
| Tabela 21 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas em mudas esporonadas na cultivar Fuji Suprema em diferentes porta-enxertos..... | 82 |
| Tabela 22 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas em mudas pré-formadas na cultivar Fuji Suprema em diferentes porta-enxertos..... | 84 |
| Tabela 23 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas e reprodutivas em mudas esporonadas na cultivar Fuji Suprema em diferentes porta-enxertos..... | 85 |
| Tabela 24 - Correlação de Pearson entre as variáveis avaliadas no estudo com a cultivar Fuji Suprema, ciclo 2018/19..... | 86 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO GERAL..... | 21 |
| 1.1 | OBJETIVOS | 22 |
| 1.1.1 | Objetivo geral | 22 |
| 1.1.2 | Objetivos específicos..... | 22 |
| 1.2 | HIPÓTESES..... | 23 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 25 |
| 2.1 | BOTÂNICA E MORFOLOGIA DA MACIEIRA..... | 25 |
| 2.2 | A CULTURA DA MACIEIRA..... | 25 |
| 2.3 | CULTIVAR GALA..... | 26 |
| 2.4 | CULTIVAR FUJI..... | 27 |
| 2.5 | PORTA-ENXERTOS | 28 |
| 2.6 | DENSIDADE DE PLANTIO | 31 |
| 2.7 | SISTEMAS DE CONDUÇÃO | 32 |
| 2.8 | PRODUÇÃO DE MUDAS DE MACIEIRA | 33 |
| 3 | CAPITULO I: SISTEMAS DE CONDUÇÃO PARA MACIEIRAS EM DIFERENTES PORTA-ENXERTOS..... | 37 |
| 3.1 | RESUMO | 37 |
| 3.2 | ABSTRACT | 38 |
| 3.3 | INTRODUÇÃO | 39 |
| 3.4 | MATERIAIS E MÉTODOS | 40 |
| 3.5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 44 |
| 3.5.1 | Cultivar Maxi-Gala..... | 44 |
| 3.5.2 | Cultivar Fuji Suprema..... | 52 |
| 3.6 | CONCLUSÃO | 62 |
| 4 | CAPITULO II: PRÉ-FORMAÇÃO DE MUDAS DE MACIEIRA..... | 63 |
| 4.1 | RESUMO | 63 |
| 4.2 | ABSTRACT | 64 |
| 4.3 | INTRODUÇÃO | 65 |
| 4.4 | MATERIAIS E MÉTODOS | 66 |
| 4.5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 71 |
| 4.5.1 | Cultivar Maxi-Gala..... | 71 |

| | | |
|----------|----------------------------------|-----------|
| 4.5.2 | Cultivar Fuji Suprema..... | 80 |
| 4.6 | CONCLUSÃO | 88 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 89 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 91 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

Na cultura da macieira houve um aumento constante na densidade de plantio de pomares nos últimos 50 anos, saindo de 35 plantas por hectare para, em alguns casos, mais de 2.500 (ROBINSON et al., 2007). Nos anos de 1960, estudos sobre a interceptação e otimização da luz no dossel das plantas desempenharam um papel crítico no desenvolvimento de novos sistemas de condução. Cain (1970) introduziu a ideia de que a interceptação de luz deveria ser considerada durante a vida do pomar (ROBINSON, 2011), estudos levaram ao princípio de que a produtividade de pomares adultos, independentemente da densidade de plantio ou do sistema de poda, está relacionada à interceptação total da luz (JACKSON, 1980; PALMER, 1989).

Com isso, houveram mudanças ao longo dos anos, migrando de um líder central desenvolvido por Heinicke (1975), que em muitos casos, quando adultas as plantas desenvolviam ramos muito vigorosos que sombreavam as partes mais baixas das plantas, reduzindo floração e frutificação, (ROBINSON et al., 2007) para sistemas em derivações do líder central ou ainda outros formatos de copa como em forma de V (ROBINSON, 2000), que em estudo de (ROBINSON & LAKSO, 1991) capturou mais de 70% da luz disponível e teve rendimentos muito altos. Um exemplo disto é o sistema Bi-axis, uma planta formada por dois eixos desenvolvidos paralelos dentro da fileira de plantas, criando uma parede de copa plana, os ramos laterais são mais curtos, proporcionando melhor penetração da luz da copa aparente e melhorando a exposição à luz dos frutos (DORIGONI et al., 2011).

A densidade de plantio e o rendimento acumulado ao longo da vida de um pomar seguem a lei de retornos decrescentes, as quais aumentos adicionais na densidade de plantas produzem um aumento cada vez menor no rendimento (ROBINSON et al., 2007), tornando importante a adequação da densidade ideal de plantas aliadas a sistemas de condução mais eficientes na captação da luz pela copa.

Outra tendência significativa durante o final da década de 1980 e 1990 foi a maior ênfase no uso de plantas vindas de viveiro com ramos laterais as quais foram sendo aprimoradas ao longo dos anos (ROBINSON et al., 2007). O uso de mudas pré-formadas de alta qualidade, são um fator crucial por apresentar ramos que antecipam a produção, (DENARDI, 2006), com altas produtividades já nos primeiros anos de plantio possibilitando ao agricultor um antecipado retorno de capital, visto o alto custo

de implantação destes pomares em alta densidade de plantio (ROBINSON et al., 2007).

Nestes sistemas modernos de condução de pomares com a formação de plantas de porte compacto, é recomendado a utilização de cultivares de macieira com precocidade de produção, sobre porta-enxertos de vigor anão a semianão eficientes (KATSURAYAMA, 2016).

Diante disto, torna-se interessante o estudo destas tendências mundiais no Brasil, visto que o sistema de condução mais utilizado é o Líder central (PEREIRA e PETRI, 2006) e dentre os porta-enxertos, o anão M.9, em virtude do forte controle sobre o porte da planta, pela precocidade de produção, pela alta produtividade e boa qualidade dos frutos (DENARDI & SPENGLER, 2001), no entanto, com alguns problemas para pomares de alta densidade (RUSSO et al., 2007). Além disso, a implantação de pomares brasileiros é realizada basicamente com uso de mudas em 'vara lisa', o que torna interessante o estudo com pré-formação de mudas, as quais permitam alta produtividade inicial, garantindo um retorno de investimento antecipado, tornando o sistema produtivo brasileiro mais eficiente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Identificar o sistema de condução e o método de pré-formação de mudas de macieiras com combinação de porta-enxertos mais eficiente para as cultivares Fuji Suprema e Maxi-Gala.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar o sistema de condução com melhor desempenho vegetativo e produtivo com alta qualidade de frutos.
- Avaliar o porta-enxerto com melhor desenvolvimento vegetativo e capacidade produtiva com frutos de alta qualidade
- Identificar o tipo de pré-formação que promove melhor qualidade de muda e maior precocidade de produção.
- Avaliar o melhor regulador de crescimento na pré-formação de mudas.

-Determinar o porta-enxerto com melhor qualidade de mudas e maior precocidade produtiva.

1.2 HIPÓTESES

-O sistema de condução Bi-axis proporciona elevada produtividade e qualidade dos frutos.

-O porta-enxerto G.213 permite elevado desempenho vegetativo e produtivo com alta qualidade de frutos.

-A muda do tipo esporonada apresenta alta qualidade e possibilita boa precocidade de produção.

-Os reguladores de crescimento BA e BA+GA₄₊₇ são eficientes na formação de mudas de alta qualidade.

-O porta-enxerto G.213 induz uma muda pré-formada de alta qualidade com maior precocidade produtiva do que o G.202 e MB/M9.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BOTÂNICA E MORFOLOGIA DA MACIEIRA

A macieira pertence à família Rosaceae, abrangendo aproximadamente 100 gêneros e mais de 2.000 espécies em todo o mundo, subfamília Pomoideae gênero *Malus* e espécie *Malus domestica Borkhausen*. Morfologicamente a macieira é uma espécie frutífera lenhosa, decídua, temperada, com ampla capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas, se desenvolvendo desde os trópicos até locais de altas altitudes (IUCHI, 2006).

2.2 A CULTURA DA MACIEIRA

A macieira é considerada uma das plantas frutíferas mais antigas do mundo e comercialmente a mais importante de clima temperado (JANICK, 2005). Existem mais de 7.000 variedades conhecidas, no entanto, apenas 40 possuem importância econômica (BLEICHER, 2006).

Os maiores produtores de macieira do mundo atualmente são China e Estados Unidos. Em 2017, a produtividade da China foi de aproximadamente 41 milhões de toneladas em 2 milhões de hectares cultivados, os Estados Unidos obtiveram 5 milhões de toneladas em 130 mil hectares (FAOSTAT, 2017).

No Brasil, o cultivo de macieira com caráter comercial, foi introduzido no início da década de 70, caracterizada por plantios em pequenas áreas, que juntas não chegavam a mais de 100 hectares (PETRI et al., 2011). Após este período houve um grande avanço no panorama de produção brasileira, vindo a se tornar autossustentável e exportador, contando hoje com uma área em torno de 33,5 mil hectares e uma produção de 1,2 milhões de toneladas (IBGE, 2017). Em 2017 o Brasil ocupava o 11º lugar entre os maiores produtores de maçãs do mundo (FAOSTAT, 2017).

De acordo com o Anuário Brasileiro de Fruticultura (2018), a safra de 2017 teve por característica uma grande produção de frutos de tamanho pequeno, caindo especialmente no gosto de asiáticos, que já são o principal mercado consumidor da maçã brasileira exportada. Bangladesh foi o principal importador da maçã nacional, com 34% do total exportado pelo Brasil em 2017 que obteve um incremento de 80%

no volume total em comparação ao ano anterior. Em contrapartida, as importações em 2017 reduziram quase 50% em comparação ao ano seguinte. Conforme o Anuário Brasileiro da Maçã (2018), em 2018 a produtividade foi de aproximadamente 1,1 milhões de toneladas também com predominância de frutas pequenas como no ano anterior destinado principalmente a Bangladesh e a países europeus. As importações continuaram com redução, com decréscimo de 40% em comparação com iguais intervalos anteriores.

O Sul do Brasil é responsável por praticamente toda a produção nacional, com destaque para Santa Catarina e Rio Grande do Sul que juntos produziram um milhão de toneladas, correspondendo a mais de 90% de toda a produção nacional de maçãs no ano de 2016 (IBGE, 2017). De acordo com o Anuário Brasileiro da Maçã (2018), em Santa Catarina, as regiões de São Joaquim e Fraiburgo possuem os maiores plantios no estado que variam de porte entre as regiões, enquanto no Rio Grande do Sul ocorrem de forma extensiva nos Campos de Cima da Serra, em Vacaria, bem como em espaços menores da região de Caxias do Sul.

Desde o início da produção comercial de maçãs no país, na década de 60 até os dias atuais, o consumo brasileiro atingiu um aumento considerável, saindo de um consumo *per capita* de aproximadamente dois quilogramas (AGAPOMI, 2014), para um consumo de 4,2 quilogramas por habitante (11,6 g/dia) sendo os principais consumidores a região Sul, com média de consumo de 19,4 gramas por dia por habitante e a região Centro Oeste, com 13,3 gramas segundo o último levantamento de Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizado em 2018/19 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2011).

Ademais da importância comercial da cultura da macieira no sul do Brasil, ela carrega um importante papel social, pois é responsável por 100 mil empregos e possui 3.450 produtores (PETRI et al, 2011). No Rio Grande do Sul existem aproximadamente 560 pomicultores, totalizando uma área cultivada de 14.808 hectares (AGAPOMI, 2014). Já o estado de Santa Catarina conta com 2.497 pomicultores distribuídos em 17.853 hectares (MAPA, 2013).

2.3 CULTIVAR GALA

A cultivar Gala é originária do cruzamento das cultivares 'Kidd's Orange Red' x 'Golden Delicious' realizado na Nova Zelândia. Em 1962 a cultivar foi nomeada como

'Gala' e disponibilizada para plantio comercial, que foi iniciado em 1965 na Nova Zelândia (CAMILO & DENARDI, 2006).

As plantas são de porte semi vigoroso com boa distribuição de ramos com quantidades satisfatórias de folhas. São adaptadas a condições de elevada altitude no Sul do Brasil, e necessitam de quebra de dormência em regiões de inferiores a 1.300m de altitude. Apresenta uma floração precoce em regiões mais frias e tem como principal problema a desuniformidade de produção. Os frutos são de coloração vermelho rajado, lisa e brilhante, sendo de grande atratividade ao consumidor (CAMILO & DENARDI, 2006).

Ao longo dos anos foram surgindo diferentes mutações somáticas da cultivar com diferenciações da epiderme, algumas com incremento da intensidade da coloração vermelha, outras com epiderme de coloração vermelha uniforme, ou ainda com a epiderme vermelha recoberta por estrias, sendo estas últimas mais apreciadas pelo mercado interno (FIORAVANÇO, 2010).

O clone 'Maxi-Gala' surgiu de uma mutação espontânea da 'Imperial Gala' na Empresa Rasip Agrosilvipastoril no município de Vacaria em 1998, é classificada de médio vigor com floradas abundantes e ciclo produtivo de aproximadamente 120 dias quando enxertados em M.9 e Marubakaido com interenxerto de M.9 (FIORAVANÇO, et al., 2010). Apresenta coloração da epiderme vermelha com estrias pronunciadas recobrendo grande parte dos frutos (ANESE et al., 2011), o que permitiu abertura de exportações deste clone atendidas as exigências de mercado externo (PETRI et al., 2011). Além disto, apresenta alta qualidade organoléptica com grande aceitação de mercado nacional que tem estimulado o uso deste clone em novos pomares (ANESE et al., 2011).

2.4 CULTIVAR FUJI

A cultivar Fuji é originária de um cruzamento entre as cultivares 'Ralls Janet' e 'Delicious' realizado no Japão (CAMILO & DENARDI, 2006). Em 1963 foi quando a cultivar recebeu a denominação de 'Fuji', como forma de homenagem a cidade de Fujisaki, onde ela foi criada (YOSHIDA et al., 1998).

As plantas são caracterizadas como vigorosas, muito produtivas, no entanto menos precoces produtivamente em comparação a 'Gala'. Assim como a 'Gala', a 'Fuji' é adaptada às condições de altitude elevada, mas mais exigentes em frio

hibernal. Apresenta floração precoce em regiões de altitude que coincidem com a da cultivar Gala mas a maturação dos frutos é mais tardia. Os frutos apresentam epiderme fina de coloração rosa-pálida e estriada (CAMILO & DENARDI, 2006).

Existem diversas seleções de 'Fuji' obtidas através de mutações somáticas, que em sua maioria ocorreram espontaneamente (CONTRERAS, 1990), estas apresentam características diferenciadas em termos de adaptação às diferentes condições climáticas, época de colheita e qualidade dos frutos, como a coloração da epiderme (HAMPSON & KEMP, 2003). Atualmente os clones de maior importância no estado do Rio Grande do Sul são a 'Fuji Suprema' a 'Fuji Select' e a 'Fuji Mishima' (FIORAVANÇO, 2010)

A 'Fuji Suprema' é originária de uma mutação somática espontânea ocorrida em um pomar comercial da cidade de Curitiba, SC (PETRI et al., 1997). A sua distinção quanto a 'Fuji Standard' está na coloração da epiderme, na qual é caracterizado por um vermelho sólido que recobre mais de 80% da epiderme dos frutos e, como consequência, são mais valorizados, com aumento de percentagem de frutos extra (CAMILO & DENARDI, 2006). Esta característica permitiu a viabilização de exportações de 'Fuji Suprema', atendendo as exigências de mercado externo (PETRI et al., 2011).

Devido ao fruto apresentar a coloração vermelha da epiderme antes do ponto de maturação, análises laboratoriais de sólidos solúveis, firmeza de polpa e degradação de amido são necessárias para determinar o ponto ideal de colheita (CAMILO & DENARDI, 2006).

2.5 PORTA-ENXERTOS

No início de 1900, a maioria dos pomares comerciais de macieira utilizavam porta-enxertos de '*seedling*' que tinham grande volume de copa em forma globular que permitiam que o gado pastasse sob as árvores. A maioria dos pomares nesta época eram plantados a uma baixa densidade, com 70 a 100 plantas por hectare (ROBINSON, 2003).

Em 1920, Ronald Hatton da East Malling Research Station no Reino Unido coletou clones de porta-enxertos anões de toda a Europa, catalogou e criou a série Malling de porta-enxertos de macieira, estimulando o plantio comercial de porta-enxertos anões (WALKER, 1980). Pesquisas sobre porta-enxertos de macieira

mostraram que os porta-enxertos não só apresentam efeito na redução de tamanho das plantas como tem um grande efeito na precocidade produtiva, com altas produtividades, além de melhorar o tamanho dos frutos, a tolerância a doenças e a estresses abióticos. Desde então, houve uma migração para plantios comerciais de macieira em densidades cada vez mais elevadas, e o porta-enxerto M.9 se tornou o mais utilizado no mundo (ROBINSON et al., 2011).

O porta-enxerto M.9 por ser classificado como anão, tem poder ananizante sobre a cultivar copa, reduzindo o porte das plantas (SILVA et al., 2005), isso ocorre devido ao sistema radicular desorganizado que promove um transporte ineficiente de hormônios e nutrientes para a cultivar copa, consequentemente reduzindo o vigor (HOOIJDONK et al., 2011)

É considerado um dos porta-enxertos de maior precocidade produtiva (ROBINSON, 2011) com altas produtividades e bom tamanho de fruto (HUFFMAN, 2012), no entanto, possui sistema radicular pouco desenvolvido, apresentando dificuldades no enraizamento (DENARDI, 2006) tem baixa adaptabilidade a solos rasos e ácidos e é sensível as doenças de replantio (BONETI, et al. 2001). Além disto, é suscetível ao fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*), ao pulgão lanígero (*Eriosoma lanigerum*) e a galha da coroa (*Agrobacterium tumefaciens*), mas é resistente à podridão de colo (*Phytophthora cactorum*) (NORELLI et al., 2003).

Para superar as limitações da série Malling, estudos foram realizados em todo o mundo e, dentre estes estudos, os novos porta-enxertos da série Geneva® desenvolvidos pela Universidade de Cornell nos Estados Unidos, apresentam na sua grande maioria resistência à podridão do colo (*Phytophthora spp.*), ao pulgão lanígero (*Eriosoma lanígera*) e ao fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*), além disso, possuem precocidade, produtividade e qualidade dos frutos equivalentes às do M.9 e maior facilidade de propagação que o mesmo. Assim como, são boas opções para áreas de replantio, tendo em vista o fato de serem tolerantes às 'doenças de replantio', as quais vêm se tornando um problema sério em muitas áreas produtoras de macieira. Portanto é possível que esses porta-enxertos venham a substituir os da série Malling dentro de alguns anos (ROBINSON, 2011).

No Brasil, os porta-enxertos mais utilizados são o anão M.9, o semi vigoroso Marubakaido com interenxerto de M.9 e o vigoroso Marubakaido (PETRI & LEITE, 2008).

O porta-enxerto Marubakaido (*Malus prunifolia* Borkh), popularmente conhecido como 'Maruba', possui origem japonesa, é considerado um porta-enxerto muito vigoroso com excelente desenvolvimento radicular (KVITSCHAL et al., 2015). É considerado um porta-enxerto rústico, apresentando excelente adaptabilidade às condições de solos de baixa fertilidade, longos períodos de estiagem (ZANOL et al., 1996) e a condições de replantio (DENARDI, 2006). Além disso mostra resistência à algumas doenças de grande importância econômica para a cultura da macieira, como à podridão do colo (*Phytophthora cactorum*) e ao pulgão-lanífero (*Eriosoma lanigerum*) (KVITSCHAL et al., 2015), no entanto, apresenta susceptibilidade a podridão radicular ocasionada por *Rosellinia necatrix* e a algumas viroses (DENARDI, 2006).

A combinação deste porta-enxerto com um interenxerto (filtro) de M.9 permite o maior adensamento de pomares, devido a redução do porte das plantas (PASA et al., 2016). A consequência desta combinação são a formação de galhas no sistema radicular, um número elevado de rebrotes no colo das plantas e a presença de pulgão lanífero e de "burrknots" no filtro de M.9 (DENARDI et al., 2013).

Em 1987 a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) introduziu 45 porta-enxertos da série Geneva[®], com o objetivo de avaliar a adaptação desses materiais às condições edafoclimáticas brasileiras e após 27 anos de pesquisa, seis deles ('G 202', 'G 210', 'G 213', 'G 757', 'G 814' e 'G 896') foram indicados para plantio comercial no Brasil (DENARDI et al., 2015) sendo que alguns deles já são vistos em pomares comerciais, como, por exemplo, o 'G.213' e o 'G.202' .

O 'G.213' é um híbrido interespecífico de *Malus domestica* e *Malus Robusta* gerado de um cruzamento entre os parentais Ottawa e Robusta em 1975. É um porta-enxerto classificado como anão, com vigor semelhante ao M.9 (FAZIO et al., 2017). O 'G.202' é um híbrido interespecífico de *Malus domestica* e *Malus Robusta* gerado em um cruzamento entre os parentais 'M.27' e Robusta em 1975. É um porta-enxerto semi anão com vigor comparável ao 'M.26', é resistente ao fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*) e ao oídio (*Oidium farinosum*), tolerante as doenças de replantio e imune ao pulgão lanífero (*Eriosoma lanigerum*) (CUMMINS et al., 2006).

2.6 DENSIDADE DE PLANTIO

Os primeiros plantios comerciais de macieira eram desenhados em sistemas de baixas densidades, não ultrapassando 100 plantas por hectare nos anos 1900, isto por que os porta-enxertos eram originados de '*seedling*', conferindo elevado vigor às plantas (ROBINSON, 2003).

Com a introdução de porta-enxertos anões, a altura das plantas foi reduzida de 6-8 para 4-5 metros e a densidade foi aumentada de 70-100 para 250-350 plantas por hectare. Nas décadas de 1950/60, foram desenvolvidos pomares utilizando porta-enxertos semi-anões em densidades de 300 a 500 plantas por hectare. Estes, obtiveram produção mais precoce induzida pelos porta-enxertos semi-anões, manejo facilitado devido ao menor porte das plantas e maior produtividade do pomar. No início dos anos 1970, os pomares que utilizavam o porta-enxerto M.9 (anão) foram implantados em densidades de 1.000 a 2.000 plantas por hectare (ROBINSON et al., 2011). Hoje, as densidades de plantio dos pomares de macieira modernos variam de 1.000 a 6.000 plantas por hectare, com alguns sistemas de condução usando densidades de até 10.000 plantas por hectare (ROBINSON, 2003).

No Brasil, ocorreu uma grande mudança de paradigma quanto a produção de maçãs. Inicialmente os plantios eram conduzidos em sistema de taça, utilizando moldes de outros países produtores com densidades de 550 a 800 plantas por hectare. A partir do uso de material genético livre de vírus, porta-enxertos ananizantes, interenxertos e sistemas de condução em líder central, foi possível a transição para um plantio em alta densidade com 1.500 a 3.500 plantas por hectare (PETRI et al., 2011).

A densidade ideal em um pomar comercial de macieiras é uma importante ferramenta, pois nos primeiros anos da vida de um pomar, a interceptação luminosa pelo dossel é baixa, limitando o rendimento potencial. Por este motivo, torna-se importante o desenvolvimento de um bom dossel o mais rápido possível (ROBINSON et al., 2011), que pode ser obtida pelo incremento no número de plantas, para que juntas resultem em maior produtividade logo nos primeiros anos (LEHNERT, 2012).

Um pomar implantado em alta densidade preza pela obtenção de grande interceptação e distribuição de luz em toda a copa, frutificação precoce, facilidade no manejo e boa fitossanidade. Nestes casos, a utilização de mudas pré-formadas de boa qualidade, são um ponto chave por apresentar ramos que antecipam a produção,

no entanto, estes tipos de cultivos necessitam de sistemas de sustentação e tutoramento para as plantas devido ao uso de porta-enxertos anões, assim como um bom manejo de adubação, dos tratamentos fitossanitários e manejos com poda e raleio (DENARDI, 2006).

2.7 SISTEMAS DE CONDUÇÃO

O sistema de condução influencia na arquitetura e no espaço ocupado pela planta, na capacidade de interceptação luminosa suficiente para o funcionamento foliar e na qualidade dos frutos produzidos (STEPHAN, 2012).

O manejo da poda e o arqueamento de plantas estão diretamente relacionados aos sistemas de condução, pois a manutenção do equilíbrio vegeto-produtivo é essencial para o sucesso da cultura. Além disso, simplifica os tratamentos culturais necessários e uniformiza a interceptação luminosa na copa das plantas (PEREIRA & PETRI, 2006). Geralmente, as regiões da copa em que são afetadas pelo sombreamento respondem com frutos de menor tamanho, pouco coloridos e reduzem o retorno de florada formando esporões de frutificação fracos (ROBINSON, 2011).

Existem muitas formas de condução da macieira, no entanto, a maioria delas utilizam variações de líder central em pomares em todo o mundo, dentre eles Líder central livre, Vertical axis, Slender spindle, Super spindle, Slenderpyramid, Solaxe, Tatura trellis, V-spindle HYTEC, etc. Cada sistema de condução foi desenvolvido com o objetivo de otimizar a mão de obra, acarretando em melhores condições de trabalho em locais específicos com climas diferenciados (BARRIT, 2000).

O sistema de condução mais utilizado no sul do Brasil é o líder central. Este apresenta a formação de um eixo central na qual crescem todos os demais ramos. Os princípios deste sistema são a não fixação de ramos vigorosos na parte superior da planta e a melhora da passagem luminosa (PEREIRA & PETRI, 2006). O formato da copa piramidal ou em forma de árvore de natal melhora a passagem luminosa em toda a copa, favorecendo a chegada de luz principalmente nos ramos mais baixos (INGELS et al., 2002).

O Tall spindle, um sistema de condução em líder central, foi desenvolvido para alcançar produções precoces em plantios com altas densidades, assim como facilitar os manejos a serem feitos a partir do solo, atenuando a necessidade de uso de escadas devido a redução na altura das plantas produzidas (ROBINSON et al., 2007).

Além destes sistemas de condução em líder central, outros sistemas foram desenvolvidos ao redor do mundo, como o Bi-axis. Este sistema é ideal para o aumento da densidade de plantio, pois o objetivo é dividir o vigor em duas hastes principais. As mudas podem ser pré-formadas com dois eixos, na qual consiste no rebaixamento de uma muda e duas reenxertias localizadas uma de cada lado em relação ao tronco principal. Na Itália foram realizados testes com o Bi-axis objetivando a formação de um sistema de muro frutal. (MUSACCHI, 2008).

Inicialmente, o principal objetivo do uso de uma planta em duplo eixo na década de 1980 era de alcançar as vantagens do Super Spindle, como: alto rendimento inicial, boa exposição dos frutos a luminosidade e simplificação dos tratos culturais, como poda, arqueamento e colheita. Além disso, que não tivessem as desvantagens do Super spindle, como altos gastos de capital e vigor excessivo em áreas de solos férteis (DORIGONI & MUSACCHI, 2011).

Assim, o Bi-axis transforma os pontos fracos em um ativo positivo. Outra vantagem importante é que este sistema de condução é mais adequado à mecanização no raleio de flores e nos manejos de poda (DORIGONI et al., 2008) e possibilita a pré-formação das mudas em viveiro (MUSACCHI, 2008).

2.8 PRODUÇÃO DE MUDAS DE MACIEIRA

Antes de 1970, quase todas as plantas produzidas em viveiro era as chamadas 'vara lisa', ou seja, sem a presença de ramos laterais. Estas depois de plantadas necessitavam de vários anos para o desenvolvimento de uma estrutura de ramos fortes para suportar grandes produtividades (SAZO & ROBINSON, 2011). A baixa ou nula formação de ramos laterais em macieira ocorre devido a maior concentração de auxinas presentes na gema apical, que atuam como um dreno de nutrientes e citocininas para esta região, além disso, auxilia na manutenção de altos níveis de ácido abscísico nas gemas laterais. Essa combinação entre baixos níveis de citocinina e altos níveis de ácido abscísico nas gemas laterais inibem o desenvolvimento das mesmas (TAIZ & ZEIGER, 2002). Este processo é denominado de dominância apical.

A introdução de pomares de macieira em alta densidade nas últimas décadas acarretou em uma considerável melhoria na precocidade, no rendimento cumulativo e na qualidade dos frutos. No entanto, a medida que a densidade é aumentada, o benefício adicional no rendimento é diminuído com cada planta adicional (ROBINSON,

2008; ROBINSON et al., 2007b). Desta forma, a produção de frutos deve começar o mais cedo possível (BEKTA & ERSOY, 2010) com a obtenção de altos rendimentos iniciais para pagar o investimento do pomar (SAZO & ROBINSON, 2011). Para este fim, muitos países passaram a adotar o plantio de mudas de macieiras pré-formadas. O uso de plantas altamente ramificadas permite um rendimento significativo logo nos primeiros anos após o plantio, o que é imprescindível para adiantar o retorno de investimento dos gastos pelo aumento do número de plantas e custos de implantação (ROBINSON & STILES, 1995).

A qualidade das mudas tem um grande impacto na produção inicial e rentabilidade dos sistemas de alta densidade. Atualmente, os viveiristas de várias partes do mundo são demandados a produzirem mudas altamente ramificadas, com ramos laterais curtos, bem posicionados e com grande angulação. Isso exigiu que os viveiros melhorassem seu manejo para induzir a ramificação lateral. (SAZO & ROBINSON, 2011).

Cessar a dominância apical com interrupção ou alteração do movimento hormonal para as gemas laterais leva ao aumento do número de ramos laterais assim como uma melhor distribuição espacial das mesmas ao longo da haste principal (JACYNA & PUCHALA, 2004).

Tradicionalmente, os viveiristas conseguiram isso por meio da remoção de folhas pouco desenvolvidas do ápice da haste principal, denominado “leaf pinching”, resultando em uma redução transitória do conteúdo de auxina na haste principal, permitindo que gemas laterais se desenvolvessem em ramos (LEE et al., 2005; SHARMA & SINGH, 2018; SAZO & ROBINSON, 2011; GASTOL et al., 2012). No entanto, a maioria das cultivares de macieira exigem mais que uma retirada de folhas para manter baixo o conteúdo de auxina, pois tem uma taxa de crescimento em altura elevada. Esta prática aumenta consideravelmente os custos em um viveiro e deve ser realizado em um curto período de tempo (SAZO & ROBINSON, 2011). Outros métodos físicos podem ser utilizados para interferir no movimento hormonal e favorecer o desenvolvimento de ramos laterais como o “Scoring”, que é um corte circunferencial realizado com uma faca na haste principal e o “notching” que é um corte com remoção de uma parte do floema acima das gemas (COOK & STRYDOM, 2000; NIU et al., 1998).

No entanto, todos esses métodos físicos são considerados menos eficazes do que a aplicação de produtos químicos (GASTOL & PONIEDZIALEK, 2003). Esses

produtos normalmente são compostos por citocininas como 6-benziladenina (6-BA) combinada ou não com giberelinas (GA)(normalmente com GA₄₊₇)(WERTHEIM & ESTABROOKS,1994) As citocininas promovem o desenvolvimento da parte aérea através do aumento da divisão celular (BUBAN, 2000). A benziladenina (BA) sozinha ou combinada com as giberelinas supera a dominância apical estimulando o desenvolvimento de brotações laterais (JAUMIEN et al., 1993).

A eficiência do uso de produtos químicos na emissão de brotações laterais em viveiro já foi documentada por diversos estudos (BALDINI et al., 1973; GRAF, 1980; HIBBITT & HARDISTY, 1979; KIM et al., 1984) a nível internacional e recentemente no Brasil (ORLANDI, 2017; RUFATO et al., 2019). Além disso, aplicações sequenciais têm induzido um maior número de ramos em comparação a aplicações simultâneas (BEKTA & ERSOY, 2010) assim como com doses mais elevadas (GASTOL & PONIEDZIALEK 2003; GASTOL et al., 2012).

3 CAPITULO I: SISTEMAS DE CONDUÇÃO PARA MACIEIRAS EM DIFERENTES PORTA-ENXERTOS

3.1 RESUMO

O elevado investimento na implantação dos pomares e o alto custo de produção requerem uso de tecnologias de produção que viabilizem o empreendimento. Alternativas vem sendo buscadas através de combinações entre porta-enxertos e variedades copa, aliados a diferentes sistemas de condução, além disso, torna-se importante a validação de estudos em condições de replantio, visto a crescente limitação de áreas novas para plantio de pomares comerciais de macieira. O presente estudo objetivou avaliar o comportamento de combinações de porta-enxertos submetidos a dois sistemas de condução. Os estudos foram realizados em uma unidade experimentais na região de Campos de Cima da Serra em condição de replantio. O delineamento foi em blocos ao acaso composto de um fatorial 2x2, com Tall spindle e Bi-axis como sistema de condução e M.9 e G.213 como porta-enxertos nas cultivares copa Fuji Suprema e Maxi-Gala, contendo seis repetições com dez plantas por parcela, avaliados nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19. Foram avaliadas variáveis para determinação de vigor das plantas, assim como características produtivas e análises pós colheita dos frutos. Após os três ciclos de avaliação pode-se observar que o G.213 determinou maior vigor as plantas para ambas as cultivares assim como o Bi-axis na cultivar Maxi-Gala, na 'Fuji Suprema' não houve diferença entre os sistemas de condução. A maior produtividade foi observada no sistema Tall spindle assim como no porta-enxerto G.213 em ambas as cultivares para o espaçamento utilizado. Não foram observadas diferenças nas variáveis massa média de frutos, diâmetro de frutos, firmeza de polpa e sólidos solúveis para a cultivar Fuji Suprema. O sistema de condução Bi-axis promoveu frutos mais vermelhos para ambas as cultivares assim como no porta-enxerto G.213 na cultivar Maxi-Gala.

Palavras-chave: *Malus domestica*, M.9, G.213, Tall Spindle, Bi-axis

3.2 ABSTRACT

The high investment in orchards implantation and the high cost of production require the use of production technologies that make the enterprise viable. Alternatives have been searched through combinations of rootstocks and canopy varieties, allied to different training systems, beyond that, it is important to validate studies in replanting conditions, considering the increasing limitation of new areas for planting commercial orchards of apple trees. The present study aimed to evaluate the behavior of combinations of rootstocks submitted to two training systems. The studies were carried out in Campos de Cima da Serra region in replanting condition. The design was a randomized block design with a 2x2 factorial, with Tall spindle and Bi-axis as a training system and M.9 and G.213 as rootstocks in Fuji Suprema and Maxi-Gala cultivars, containing six replicates with ten plants per plot, evaluated in 2016/17, 2017/18 and 2018/19 cycles. Variables were evaluated to determine the vigor of the plants, as well as productive characteristics and post harvest analysis of the fruits. After the three cycles of evaluation we can observe that G.213 determined the plants vigor for both cultivars as well as the Bi-axis in the cultivar Maxi-Gala, in 'Fuji Suprema' there was no difference between the conduction systems. The higher productivity was observed in Tall spindle system as well as in the G.213 rootstock in both cultivars for the spacing used. No differences were observed in the variables fruit mass, fruit diameter, pulp firmness and soluble solids for the cultivar Fuji Suprema. The Bi-axis conduction system promoted redder fruits for both cultivars as well as in the G.213 rootstock in Maxi-Gala cultivar.

Key words: *Malus domestica*, M.9, G.213, Tall Spindle, Bi-axis

3.3 INTRODUÇÃO

As regiões pomícolas mundiais passaram por grandes mudanças ao longo dos anos, incluindo o Brasil. A partir do uso de plantas livres de vírus, com moderado a baixo vigor através do uso de interenxertos e porta-enxertos ananizantes, assim como, sistemas de condução mais eficientes, nas regiões pomícolas brasileiras, foi possível a transição de plantios em baixa densidade para altas densidades de plantio (PETRI et al., 2011).

Em sistemas de alta densidade de plantio a otimização de combinações entre cultivares, porta-enxertos e sistemas de condução são essenciais para a obtenção de sistemas altamente produtivos com elevada qualidade de frutos produzidos (HAWERROTH et al., 2012).

No Brasil, o cultivo da macieira é realizado em sistemas de plantio de média a alta densidade de plantas (KATSURAYAMA, 2016). Os porta-enxertos mais utilizados nas regiões produtoras de maçã no Brasil são combinações entre o Marubakaido e o interenxerto de M.9 (Maruba/M.9) e Marubakaido (Maruba) em regiões de altitude, caracterizados por solos rasos e pedregosos (DENARDI et al., 2015) e o porta-enxerto M.9 em regiões planas com solos profundos.

O porta-enxerto mais utilizado em plantios de alta densidade no Sul do Brasil é o M.9, pois apresenta alta precocidade produtiva, alta produtividade e boa qualidade dos frutos (DENARDI & SPENGLER, 2001), no entanto, apresenta fraco desenvolvimento radicular, dificultando o enraizamento (DENARDI, 2006) tem baixa adaptabilidade a solos rasos e ácidos e é sensível as doenças de replantio (BONETI, et al., 2001). Além disto, é suscetível ao fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*), ao pulgão lanígero (*Eriosoma lanigerum*) e a galha da coroa (*Agrobacterium tumefaciens*) (NORELLI et al., 2003).

Em 1987 foram introduzidas no Brasil diversos porta-enxertos da série Geneva[®], com o objetivo de avaliar a adaptação desses materiais às condições edafoclimáticas brasileiras (DENARDI et al., 2015). A maioria destes porta-enxertos apresentam resistência simultaneamente ao frio, à podridão do colo, ao pulgão lanígero e ao fogo bacteriano (FAZIO et al., 2015), além de possuir alta eficiência produtiva com precocidade de produção e altas produtividades (JOHNSON et al., 2001), com frutos de qualidade equiparável às do M.9 (BERNARDI et al., 2008). Apesar de haver indicação de alguns porta-enxertos desta série para o plantio em

pomares comerciais no Brasil, poucas são as informações disponíveis sobre estes porta-enxertos.

Além da utilização de porta-enxertos que confirmam às cultivares copa diferentes comportamentos vegetativos e produtivos, a utilização de diferentes sistemas de condução pode gerar uma série de benefícios. O sistema de condução influencia na arquitetura e no espaço ocupado pela planta, na capacidade de interceptação luminosa suficiente para o funcionamento foliar e na qualidade dos frutos produzidos (STEPHAN, 2012). Geralmente, as regiões da copa em que são afetadas pelo sombreamento respondem com frutos de menor tamanho, pouco coloridos e reduzem o retorno de florada formando esporões de frutificação fracos (ROBINSON, 2011). Outras vantagens atreladas aos sistemas de condução são a simplificação e a aceleração das práticas culturais, como a poda, além disso a facilitação no uso de mecanização (DORIGONI et al., 2011), reduzindo a mão-de-obra necessária para realização dos tratamentos culturais.

A carência de mão-de-obra e a busca por frutos de elevada qualidade são as principais dificuldades no processo de produção nacional de maçãs. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar dois diferentes sistemas de condução com dois porta-enxertos ananizantes na precocidade produtiva e qualidade de frutos produzidos.

3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar comercial localizados no município de Vacaria – RS, com altitude média de 930 metros nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19. Os pomares receberam todos os tratamentos culturais padronizados pela empresa.

O clima do município de Vacaria, conforme a classificação de Köppen é do tipo Cfb: temperado úmido, com temperatura média anual de 15,5°C, média das mínimas de 10,2°C e média das máximas de 22,3°C. A precipitação pluvial média anual é de 1.412 mm, em 98 dias de chuva. A média de umidade relativa do ar é de 79 % e o somatório médio de horas de frio inferior a 7,2 °C (HF), de maio a setembro é de 558 horas (MATZENAUER et al. 2005). O número médio de unidades de frio (UF), pelo método da Carolina do Norte Modificado, é de 1.561 UF. A radiação solar global média é de 15,7 MJ²dia⁻¹ (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989).

A caracterização do solo na região de Vacaria é predominantemente Latossolo Bruno Distrófico Típico. São solos profundos, bem drenados, com altos teores de argila, com acentuada acidez e baixa reserva de nutrientes para as plantas, além de mineralogia predominante de caulinita, óxidos de ferro e alumínio, com alto teor de matéria orgânica (STRECK et al., 2002; EMBRAPA, 2006).

O pomar foi implantado em julho de 2014, com mudas de haste única, produzidas pela própria empresa. Após o plantio todas as mudas foram rebaixadas e no Bi-axis foi feito duas enxertias, para a formação das duas hastes principais. O pomar foi tutorado com postes e dois fios de arame liso, sendo cada planta prendida neste fio com uma presilha do mesmo material. O pomar foi delineado conforme a cultivar, porta-enxerto e sistema de condução utilizados, sendo que as densidades de plantio variaram em função dos mesmos (Tabela 1).

O trabalho foi dividido em dois experimentos, elencados abaixo. Cada um foi formado com a combinação entre cultivar, porta-enxerto e sistema de condução. Sendo utilizadas seis repetições para cada combinação, com 10 plantas por parcela.

Tabela 1 - Demonstração esquematizada dos pomares experimentais com suas características de implantação.

| Cultivar copa | Sistemas de condução | Porta-enxertos | Espaçamento (m) | | Densidade plantas/ha ⁻¹ |
|---------------|----------------------|----------------|-----------------|--------------|------------------------------------|
| | | | Entre plantas | Entre linhas | |
| Maxi-Gala | Tall spindle | M.9 | 0,7 | 4,0 | 3.571 |
| | | G.213 | 0,7 | 4,0 | 3.571 |
| | Bi-axis | M.9 | 1,4 | 4,0 | 1.785 |
| | | G.213 | 1,4 | 4,0 | 1.785 |
| Fuji Suprema | Tall spindle | M.9 | 0,9 | 4,0 | 2.777 |
| | | G.213 | 0,9 | 4,0 | 2.777 |
| | Bi-axis | M.9 | 1,8 | 4,0 | 1.388 |
| | | G.213 | 1,8 | 4,0 | 1.388 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Nos ciclos 2015/2016 durante o inverno (Julho de 2015), realizou-se o arqueamento dos ramos laterais, naturalmente originados a partir de gemas laterais, para que as plantas fossem caracterizadas em cada sistema de condução. Os ramos foram arqueados com a utilização de fitilho em diferentes angulações em relação ao líder central. O mesmo procedimento de arqueamento foi realizado no ciclo 2016/2017

(Julho de 2016), sendo que todos os ramos que ainda não estavam arqueados receberam o procedimento de arqueamento realizado no ano anterior, com as mesmas angulações. Em ambos os ciclos, foi realizada poda mínima, apenas retirando ramos que estavam competindo com o líder central, geralmente localizados na parte superior da planta, com diâmetro de 2/3 ou mais em relação ao líder central.

A partir do inverno de 2016 (ciclo 2016/17) foram iniciadas as avaliações no experimento. As variáveis analisadas foram: altura de planta; volume de copa; área de seção transversal do tronco da cv. copa; número de ramos; frutificação efetiva; produção de frutos por planta; produtividade estimada; eficiência produtiva; massa média de frutos; diâmetro médio dos frutos; intensidade de cor vermelha dos frutos; firmeza de polpa e teor de sólidos solúveis.

A altura das plantas foi mensurada com o auxílio de uma régua topográfica graduada, quantificando a altura da planta a partir do ponto de enxertia até a extremidade do líder central e a medida expressa em metros (m).

Para o cálculo do volume de copa foram realizadas medidas com uma régua topográfica graduada, no período dormente das plantas. Foi medido a largura, o comprimento e altura da planta. A altura foi medida a partir dos ramos mais baixos inseridos no tronco. Contendo as três medidas, foi multiplicado estes entre si e resultaram em um valor de volume de copa, expresso em metros cúbicos (m³).

A área de seção transversal do tronco (ASTT) da cultivar copa foi obtida utilizando a fórmula da área de uma circunferência (πr^2) onde r é o raio, sendo obtido a partir da metade do diâmetro médio do tronco. Este foi medido 10 cm acima do ponto de enxertia, em dois sentidos, com uma fita métrica e os dados expressos em centímetros quadrados (cm²).

O número de ramos por planta (un planta⁻¹) foi obtido através da contagem de todos os ramos maiores que cinco centímetros oriundos do líder, desde o ponto de enxertia até o ramo lateral no ponto mais alto da planta. Para o sistema de condução Bi-axis foi mensurada as duas hastes.

Para avaliar a frutificação efetiva, no momento da queda de pétalas marcaram-se dois ramos representativos por planta, nas seis plantas centrais da repetição, nestes ramos contou-se o número total de inflorescência. Dois meses depois, foram contados o número total de frutos nestes ramos marcados. Com isto, e através da fórmula: Frutificação efetiva (%) = (Nº médio de frutos *100) / (Nº médio de inflorescências * 5) foram obtidos os resultados em porcentagem (%).

Os frutos foram colhidos individualmente em cada planta, contando-se o número de frutos e pesando-os em uma balança digital, para a obtenção da produção de frutos por planta (kg.planta).

A produtividade estimada, obtida em toneladas por hectare (Ton ha⁻¹) foi determinada conforme a densidade de plantio para cada experimento. Multiplicou-se a massa média por planta pelo número de plantas por hectare para cada sistema de condução.

A eficiência produtiva foi calculada através da relação entre a produção média de cada planta dividida pela área de seção transversal do tronco (cm²) e o resultado expresso em quilogramas por centímetro quadrado (kg cm⁻²).

De cada parcela foi coletada aleatoriamente uma amostra de 20 frutos por repetição para avaliações em laboratório.

Para peso médio de frutos foi feita a pesagem de 20 frutos por repetição em uma balança de bancada e o valor obtido foi dividido pelo número de frutos, sendo o resultado expresso em gramas (g).

O diâmetro médio dos frutos foi determinado em uma calha de madeira em forma de “L”, graduada em cm, utilizando-se 20 frutos por repetição dispostos lado a lado. O valor obtido foi dividido pelo número de frutos, obtendo-se o diâmetro médio unitário em centímetros (cm).

A Intensidade de cor vermelha foi obtida através de um colorímetro digital de bancada. Foi realizada uma leitura por fruto na região de maior intensidade da coloração vermelha, avaliando 20 frutos por repetição, obtendo os resultados em ângulo hue (°hue).

A firmeza de polpa foi determinada com o auxílio de um texturômetro digital, com uma ponteira de 11mm em 10 frutos por repetição. Foi retirado com um “*peeler*” a camada superficial da epiderme na zona equatorial dos dois lados dos frutos, e avaliada a firmeza em newton (N).

De dez frutos foi extraído o suco e com o auxílio de um refratômetro digital foi quantificado o teor de sólidos solúveis (SS) obtendo resultados em °Brix.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em um fatorial 2x2 (dois sistemas de condução: Tall Spindle e Bi-axis, e dois porta-enxertos: G.213 e M.9) nas cultivares Maxi-Gala e Fuji Suprema, contendo seis repetições e dez plantas por parcela.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk ($\alpha=0,05$) para verificar a aderência à distribuição normal, os valores que não apresentaram normalidade foram transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$, onde x é a média obtida de cada variável. Posteriormente as médias foram submetidas à análise de variância e, quando observadas diferenças ao nível de 5% de probabilidade de erro tipo α , o teste Tukey ($\alpha=0,05$) foi utilizado para separação das médias.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Cultivar Maxi-Gala

Para a variável altura total de plantas (AT), verificou-se apenas nos anos iniciais (ciclos 2016/17 e 2017/18) interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos. Em 2016/17 e 2018/19 a maior altura foi verificada nas plantas conduzidas no sistema Tall spindle enxertadas em M.9, no entanto, sem diferença com o porta-enxerto G.213 (Tabelas 2 e 3). Em 2017/18 a maior altura foi observada novamente em Tall spindle com o M.9 (Tabela 2).

Na variável área de secção transversal do tronco (ASTT), foi observada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos nos dois primeiros ciclos, em 2018/19, esta interação não ocorreu. Em todos os ciclos de avaliação, a maior ASTT foi verificada em plantas conduzidas no sistema Bi-axis e enxertadas em G.213 (Tabelas 2 e 3).

Para volume de copa (VC) somente no ciclo 2017/18 houve interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos, em 2016/17 e 2018/19 essa interação não foi verificada. Em 2016/17, o maior volume de copa foi observado em plantas conduzidas no sistema Tall spindle e enxertadas em G.213 (Tabela 3). Nos dois últimos anos de avaliação, o volume de copa continuou superior para plantas enxertadas em G.213, neste caso, no sistema de condução Bi-axis (Tabelas 2 e 3).

A altura de plantas, o volume de copa e a área de secção transversal de tronco são variáveis importantes na determinação do vigor das plantas de um pomar. As plantas conduzidas em sistema Bi-axis apresentaram menor altura de plantas mas valores superiores para volume de copa e área de secção transversal de tronco, podendo inferir a promoção de maior vigor de plantas, no entanto, o sistema de

condução Bi-axis tem por característica a divisão de vigor de copa (MUSACCHI, 2008) e, portanto, a maior área de secção transversal de tronco e a menor altura neste caso é provavelmente em consequência de apresentar duas hastes de crescimento ao contrário de uma haste, como é verificada no sistema Tall spindle, aliando a isto, a condição de replantio em que o pomar está sujeito, pois plantas de macieiras submetidas às condições de replantio promovem, dentre outros fatores, redução do crescimento vegetativo, culminando em menor altura (HENFREY et al., 2015). Esta também pode ser a explicação para os valores superiores de volume de copa, visto que a avaliação foi feita por planta e não por haste. Contrário ao presente estudo, DORIGONI et al. (2011) avaliando dois locais distintos de plantio com a cultivar Fuji, observaram crescimento em altura muito semelhante entre os sistemas de condução Bi-axis e Slender spindle, em contrapartida, também verificaram maior área de secção transversal de tronco em plantas conduzidas em Bi-axis.

Tabela 2 - Parâmetros vegetativos da macieira cultivar Maxi-Gala enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17 e 2017/18 no município de Vacaria/RS.

| Sistemas de condução | Porta-enxertos | | | | | |
|----------------------|---------------------|-------|-------------------------|--------|----------------------|-------|
| | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 |
| | ----- 2016/17 ----- | | | | | |
| | AT (m) | | ASTT (cm ²) | | | |
| Tall spindle | 2,1aA | 2,0aA | 4,4aB | 6,0bA | | |
| Bi-axis | 1,5bB | 1,8bA | 4,2aB | 6,9aA | | |
| C.V (%) | 7,5 | | 7,4 | | | |
| | ----- 2017/18 ----- | | | | | |
| | AT (m) | | ASTT (cm ²) | | VC (m ³) | |
| Tall spindle | 2,7aA | 2,3aB | 6,5aB | 9,5bA | 1,9aB | 3,0bA |
| Bi-axis | 1,9bB | 2,2aA | 7,5aB | 12,3aA | 2,0aB | 4,3aA |
| C.V (%) | 8,2 | | 10,9 | | 20,7 | |

AT: altura total de plantas, ASTT: área de secção transversal do tronco, VC: volume de copa.

* Letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Plantas enxertadas em G.213 obtiveram valores superiores para as variáveis ASTT e VC. Embora ambos os porta-enxertos M.9 e G.213 sejam classificados como anões, as plantas enxertadas em G.213 apresentaram maior vigor, desta forma, a condição de replantio pode ter favorecido o desenvolvimento das plantas do G.213,

visto o comprovado desempenho dos materiais da série Geneva® nestas condições, assim como a susceptibilidade dos materiais da série Malling, em que se enquadra o porta-enxerto M.9 (KVIKLYS et al., 2015).

Para número de ramos (NR) não foi verificada interação significativa para nenhum dos ciclos de avaliação. Nos três anos de estudo, o maior número de ramos foi observado em plantas conduzidas em Bi-axis e enxertadas em G.213 (Tabela 3). Esses resultados vão de encontro aos observados por DORIGONI et al., (2011) na cultivar Fuji. Além disso, outro estudo mostrou que muitos porta-enxertos da série Geneva®, induzem à copa melhor brotação que o porta-enxerto M.9, culminando na formação de plantas com maior número de ramos (FAZIO & ROBINSON, 2008), a qual, neste estudo, pode ser explicado devido maior concentração endógena de citocininas no G.213 (MACEDO, 2018), alterando o balanço hormonal da copa, favorecendo o desenvolvimento de gemas laterais.

Tabela 3 - Comportamento vegetativo da macieira cultivar Maxi-Gala enxertada em M.9 e G.213 conduzida em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.

| | VC (m ³) | NR (planta ⁻¹) | NR (planta ⁻¹) | AT (m) | VC (m ³) | ASTT (cm ²) | NR (planta ⁻¹) |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | 2016/17 | | 2017/18 | ----- | 2018/19 | | ----- |
| Sistemas de condução | | | | | | | |
| Tall spindle | 2,0a | 9,8b | 16,1b | 2,8a | 4,2b | 11,2b | 17,1b |
| Bi-axis | 1,0b | 13,7a | 26,0a | 2,3b | 5,0a | 15,0a | 25,4a |
| Porta-enxertos | | | | | | | |
| M.9 | 1,0b | 8,0b | 18,8b | 2,6 ^{ns} | 3,9b | 11,8b | 19,2b |
| G.213 | 2,0a | 15,6a | 23,4a | 2,6 | 5,3a | 14,4a | 23,4a |
| C.V (%) | 14,0 | 11,2 | 10,4 | 6,8 | 15,5 | 9,9 | 14,8 |

VC: volume de copa, NR: número de ramos, AT: altura total de plantas, ASTT: área de secção transversal do tronco.

* Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Para frutificação efetiva (FE) não foi observada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxerto nos dois ciclos avaliados, em 2016/17 essa variável não foi mensurada. Em ambos os anos de avaliação, a frutificação efetiva foi superior em plantas conduzidas no sistema Tall spindle e enxertadas em M.9 (Tabela 4). A maior frutificação efetiva em plantas enxertadas em M.9 não refletiu em maiores produtividades, isso também foi observado por MACEDO (2018) na cultivar Gala

avaliando diferentes porta-enxertos em área nova, no entanto, neste mesmo estudo, em área de replantio os porta-enxertos não diferiram entre si. SANDER (2015) também observou maior frutificação efetiva no sistema Tall spindle avaliando diferentes sistemas de condução.

Na variável produção de frutos (P) foi observada interação significativa entre os sistemas de condução e porta-enxertos para todos os ciclos de avaliação. No primeiro e no último ano, a maior produção de frutos foi observada em plantas conduzidas em Tall spindle e enxertadas em G.213 (Tabela 5). Em 2017/18, plantas sobre o G.213 induziram maior produção de frutos, neste caso conduzidas em Bi-axis.

Para variável produtividade estimada (PE), houve interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos nos ciclos 2016/17 e 2018/19, no ciclo 2017/18 esta interação não foi observada. Em todos os anos de estudo, a maior produtividade estimada foi obtida em plantas conduzidas em Tall spindle e enxertadas em G.213 (Tabelas 4 e 5), com produtividade superior de 17 e 13 toneladas por hectare no primeiro e no último ano de avaliação respectivamente. Em 2017/18 houve uma diferença na produtividade entre os sistemas de condução, correspondendo a 14 toneladas por hectare, no entanto, esta diferença foi ainda maior entre os porta-enxertos, com uma produtividade superior em 19 toneladas para o G.213.

Tabela 4 - Variáveis produtivas da macieira cultivar Maxi-Gala enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.

| | FE (%) | PE (ton ha ⁻¹) | EP (Kg cm ²) | FE (%) |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|
| | ----- 2017/18 ----- | | | 2018/19 |
| Sistemas de condução | | | | |
| Tall spindle | 35,1a | 37,2a | 1,2 ^{ns} | 18,3a |
| Bi-axis | 31,4b | 23,0b | 1,3 | 11,3b |
| Porta-enxertos | | | | |
| M.9 | 35,2a | 20,7b | 1,1b | 19,0a |
| G.213 | 31,2b | 39,5a | 1,4a | 10,6b |
| C.V (%) | 7,8 | 14,5 | 10,5 | 17,3 |

FE:frutificação efetiva, PE: produtividade estimada, EP: eficiência produtiva.

* Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Para eficiência produtiva (EP) foi verificada a interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos nos ciclos 2016/17 e 2018/19. Esta

interação não foi observada em 2017/18. A maior eficiência produtiva nos três anos foi verificada em plantas conduzidas no sistema Tall spindle e enxertadas em G.213 (Tabelas 4 e 5).

ROBINSON et al. (2011), ao longo de sete anos de avaliação, também observaram maior produtividade no sistema Tall spindle em comparação a diferentes sistemas de condução nas cultivares McIntosh e Honeycrisp. MUSACCHI (2008) observou maior produção por planta assim como eficiência produtiva em plantas conduzidas em Bi-axis em comparação aos sistemas de condução Tall spindle em cultivares de pereira, as quais no presente estudo foi observado no ciclo 2017/18 para a produção de frutos em plantas conduzidas em G.213, e, sobre o M.9, as plantas obtiveram produção de frutos semelhantes para ambos os sistemas de condução.

Tabela 5 - Parâmetros produtivos da macieira cultivar Maxi-Gala enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.

| Sistemas de condução | Porta-enxertos | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------|-------|----------------------------|--------|--------------------------|-------|------------------------------|---------|
| | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 |
| | ----- 2016/17 ----- | | | | ---- 2017/18 ---- | | | |
| | P (Kg planta ⁻¹) | | PE (ton ha ⁻¹) | | EP (Kg cm ²) | | P (Kg planta ⁻¹) | |
| Tall spindle | 1,5aB | 5,6aA | 5,5aB | 20,0aA | 0,4aB | 0,9aA | 7,5aB | 13,37bA |
| Bi-axis | 1,8aB | 4,3bA | 3,2bB | 7,7bA | 0,4aB | 0,6bA | 8,28aB | 17,47aA |
| C.V (%) | 8,1 | | 8,7 | | 17,9 | | 13,9 | |
| | ----- 2018/19 ----- | | | | | | | |
| | P (Kg planta ⁻¹) | | PE (ton ha ⁻¹) | | EP (Kg cm ²) | | | |
| Tall spindle | 5,8aB | 9,5aA | 20,7aB | 34,1aA | 0,5aB | 0,8aA | | |
| Bi-axis | 5,7aA | 6,6bA | 10,2bA | 11,8bA | 0,4aA | 0,4bA | | |
| C.V (%) | 6,9 | | 7,8 | | 6,0 | | | |

P: produção de frutos, PE: produtividade estimada, EP: eficiência produtiva.

* Letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

A maior produção de frutos, produtividade e eficiência produtiva encontradas em plantas enxertadas em G.213 vão de encontro aos observados por DENARDI et al. (2015) avaliando ambos os porta-enxertos em área nova. A maior produtividade é uma característica dos porta-enxertos da série Geneva[®] quando comparados aos

porta-enxertos ananizantes e semiananizantes mundialmente utilizados, como M.9, M.26 e M.27 (FAZIO et al., 2013). O maior ângulo de inserção dos ramos, está relacionado à maior formação de gemas floríferas em macieiras (ZHANG et al., 2015), os porta-enxertos da série Geneva[®] são conhecidos por conferirem maior ângulo de abertura dos ramos laterais nas cultivares-copa (FAZIO & ROBINSON, 2008), isto pode ter sido um dos fatores do melhor desempenho produtivo do G.213. Além disso, plantas de macieiras submetidas às condições de replantio promovem, dentre outros fatores redução no rendimento (MAZZOLA & MANICI, 2012), possivelmente isto pode ter auxiliado na redução do rendimento no porta-enxerto M.9.

Na variável massa média de frutos (MF) foi observada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos somente no ciclo 2018/19, nos dois anos anteriores esta interação não foi verificada. Nos dois primeiros anos de avaliação não houve diferença significativa na massa de frutos tanto entre os sistemas de condução, quanto entre os porta-enxertos (Tabela 7). Em 2018/19, diferentemente dos anos anteriores, a maior massa de frutos foi verificada em plantas conduzidas no sistema Tall spindle enxertadas em G.213 (Tabela 6). D'ABROSCA et al. (2017) também observou menor massa de frutos no sistema Bi-axis avaliando nove diferentes sistemas de condução.

Apesar disto, nos dois primeiros anos não houveram diferenças entre os sistemas de condução assim como entre os porta-enxertos, corroborando com os resultados encontrados por PASA et al. (2017) para alguns porta-enxertos da série Geneva[®] e, quando diferenças foram observadas, estas não pareceram ter sido decorrente das diferenças no número de frutos, pois os porta-enxertos que induziram maior massa média de fruto também apresentaram o maior número de frutos, assim como no presente estudo nas plantas conduzidas em sistema Tall spindle sobre o G.213, em que a diferença de produção de 3,7 kg por planta ou produtividade de 13 toneladas por hectare (Tabela 5), superior em 61% ao segundo tratamento mais produtivo, não pode ser explicada somente pela diferença na massa dos frutos, mas sim pela maior quantidade. As citocininas que fazem com que os ramos tenham ângulos mais abertos, também favorecem a indução floral, pode aumentar a divisão celular do fruto, favorecendo o crescimento e ganho de massa, as quais podem justificar o aumento de massa de frutos no G.213, mesmo com maior produção.

Tabela 6 - Qualidade físico-química de maçãs cultivar Maxi-Gala oriundas de plantas enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.

| Sistemas de condução | Porta-enxertos | | | | | |
|----------------------|---------------------|---------|---------------------|--------|--------|--------|
| | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 |
| | ----- 2016/17 ----- | | ----- 2017/18 ----- | | | |
| | IV (°hue) | | IV (° hue) | | FP(N) | |
| Tall spindle | 44,0aA | 48,7bB | 43,6bB | 37,4aA | 75,8aA | 71,1bA |
| Bi-axis | 54,1bB | 38,4aA | 38,2aB | 41,4bB | 77,4aB | 82,3aA |
| C.V (%) | 5,6 | | 7,3 | | 6,1 | |
| | ----- 2018/19 ----- | | | | | |
| | MF (g) | | IV (° hue) | | FP (N) | |
| Tall spindle | 144,9aB | 167,1aA | 39,9aA | 39,1bA | 85,7aA | 76,4bB |
| Bi-axis | 148,4aB | 158,8bA | 41,9bB | 34,9aA | 85,4aA | 84,7aA |
| C.V (%) | 2,4 | | 2,4 | | 4,4 | |

IV: intensidade de vermelho, FP: firmeza de polpa, MF: massa de frutos

* Letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Para diâmetro médio de frutos (DF) não foi observada interação significativa para nenhum dos três ciclos avaliados. Nos três anos de avaliação não foi verificada diferença entre os sistemas de condução, já para os porta-enxertos, houve uma variação ao longo dos ciclos (Tabela 7). Diferentemente deste estudo, MACEDO, (2018) não observou diferença entre o G.213 e o M.9 em experimentos de cinco e dois anos de estudo com diferentes porta-enxertos em condições de área nova e de replantio, de forma que condições climáticas podem ter influenciado nas diferenças encontradas.

Para a variável intensidade da cor vermelho, houve interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos nos três ciclos de avaliação. A intensidade da coloração vermelha representada por h° (hue), é interpretada de forma que quanto maior o ângulo de cor (h°) obtido, mais próxima do amarelo e quanto menor o ângulo, mais ela se aproxima do vermelho (BORGUINI & SILVA, 2005), com base nisto, em 2016/17 e 2018/19 a maior intensidade de vermelho foi observada nos frutos das plantas conduzidas em Bi-axis e enxertadas em G.213 (Tabela 6). Em 2017/18 a intensidade de vermelho dos frutos também foi superior em plantas sobre o G.213, neste caso no sistema Tall spindle.

Os valores superiores observados no sistema de condução Bi-axis em dois anos de avaliação corroboram com os encontrados por DORIGONI et al. (2011), as quais verificaram maior coloração dos frutos das plantas conduzidas em Bi-axis em

comparação ao Slender spindle, principalmente três a quatro anos após o plantio, onde as diferenças de qualidade entre os dois sistemas de condução tornaram-se evidentes à medida que as plantas de Slender spindle desenvolviam grandes e sombreadas camadas de ramos que produziam frutos de baixa qualidade na parte inferior. Os sistemas de condução influenciam as características de qualidade dos frutos devido a mudanças no microclima no interior do dossel, o que pode resultar em maior coloração da película em sistemas de condução com melhores intercepções de luz (GULLO et al., 2014). Embora o Bi-axis tenha o favorecimento da passagem luminosa devido a característica de divisão da copa em duas hastes principais, em 2017/18 não foi o sistema que proporcionou maior intensidade de cor vermelha nos frutos. Isso pode ter ocorrido devido as plantas em sistema Tall Spindle serem jovens e não terem atingido o seu máximo desenvolvimento vegetativo a ponto de causar forte sombreamento, juntamente com a característica de remoção de 2 a 3 ramos inteiros todos os anos neste sistema de condução, permitindo melhor distribuição de luz pela copa (ROBINSON et al., 2008).

Tabela 7 - Variáveis de qualidade físico-química da macieira cultivar Maxi-Gala enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.

| | MF (g) | DF (mm) | FP (N) | SS (°Brix) | MF (g) | DF (mm) | SS (°Brix) | DF (mm) | SS (°Brix) |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| | ----- 2016/17 ----- | | | | ----- 2017/18 ----- | | | 2018/19 | |
| Sistemas de condução | | | | | | | | | |
| Tall spindle | 180,1 ^{ns} | 72,5 ^{ns} | 71,8 ^{ns} | 12,5 ^{ns} | 127,2 ^{ns} | 65,5 ^{ns} | 11,7 ^{ns} | 66,2 ^{ns} | 11,7b |
| Bi-axis | 178,9 | 72,7 | 73,1 | 12,9 | 123,6 | 64,8 | 11,7 | 66,9 | 12,3a |
| Porta-enxertos | | | | | | | | | |
| M.9 | 179,8 ^{ns} | 73,3a | 72,4 ^{ns} | 12,5 ^{ns} | 126,5 ^{ns} | 65,2 ^{ns} | 11,4 ^{ns} | 65,0b | 11,8b |
| G.213 | 179,1 | 71,9b | 72,4 | 12,9 | 124,3 | 65,2 | 12,0 | 68,1a | 12,2a |
| C.V (%) | 2,2 | 1,7 | 2,6 | 4,9 | 5,7 | 2,9 | 6,5 | 1,7 | 2,4 |

MF: massa de frutos, DF: diâmetro de frutos, FP: firmeza de polpa, SS: sólidos solúveis

* Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Na variável firmeza de polpa foi observada a interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos para os ciclos 2017/18 e 2018/19, somente no primeiro ciclo esta interação não foi verificada. No primeiro ano, não foi observada diferença entre os sistemas de condução assim como entre os porta-enxertos (Tabela 7). Em 2017/18 a maior firmeza foi verificada em frutos de plantas conduzidas em

sistema Bi-axis enxertadas em G.213 (Tabela 6). No último ano de avaliação, a maior firmeza foi observada em M.9 e Tall spindle, no entanto, sem diferença com o Bi-axis.

Nos sólidos solúveis (SS) não foi observada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos em nenhum dos ciclos avaliados. Nos dois primeiros anos de estudo não foi verificada diferença nos teores de sólidos solúveis dos frutos para ambos os sistemas de condução assim como para os porta-enxertos (Tabela 7). Em 2018/19 o maior teor foi obtido nos frutos das plantas conduzidas em Bi-axis enxertadas em G.213.

Os valores superiores para sólidos solúveis em plantas conduzidas em Bi-axis no último ciclo de avaliação corroboram com D'ABROSCA et al. (2017), as quais observaram que vários sistemas de condução influenciaram significativamente os teores de sólidos solúveis na colheita, com valores superiores em plantas conduzidas no sistema Bi-axis na cultivar Annurca. Estudo anterior avaliando o efeito da intensidade luminosa nos sistemas de condução Slender spindle e Bi-axis, não verificou diferenças na firmeza de polpa, mas observou diferenças nos sólidos solúveis quando os frutos se encontravam na parte mais apical em comparação a basal das plantas, mas não observou diferença entre os frutos da parte mais externa e mais interna posicionados horizontalmente na copa (DALLABETTA et al., 2015). A menor concentração de sólidos solúveis encontradas em plantas conduzidas em sistema Tall spindle no último ano de avaliação pode ter ocorrido devido a menor exposição dos frutos a luz, em função do maior sombreamento, as quais pode ser conferido pela maior altura de plantas neste sistema de condução (Tabela 3).

3.5.2 Cultivar Fuji Suprema

Para a variável área de secção transversal de tronco (ASTT) foi observada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos nos ciclos 2016/17 e 2017/18, no último ano de avaliação esta interação não foi verificada. No ciclo 2016/17 a maior área de secção transversal foi obtida em plantas conduzidas no sistema Tall spindle enxertadas em G.213 (Tabela 8). Em 2017/18 valores superiores foram encontrados novamente em G.213, porém, sem diferença entre os sistemas de condução. No último ciclo não foi observada diferença tanto entre os sistemas de condução quanto entre os porta-enxertos (Tabela 9).

Tabela 8 - Parâmetros vegetativos da macieira cultivar Fuji Suprema enxertada em M.9 e G.213, conduzida em Tall spindle e Bi-axis, nos ciclos 2016/17 e 2017/18 no município de Vacaria/RS.

| Sistemas de condução | Porta-enxertos | | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------|----------------------|-------|-------------------------|--------|
| | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 |
| | 2016/17 | | 2017/18 | | | |
| | ASTT (cm ²) | | VC (m ³) | | ASTT (cm ²) | |
| Tall spindle | 5,2aB | 8,0aA | 2,4bB | 3,6aA | 9,0bB | 12,5aA |
| Bi-axis | 5,5aB | 6,7bA | 3,4aA | 3,3aA | 11,0aA | 11,6aA |
| C.V (%) | 12,7 | | 23,0 | | 13,3 | |

ASTT: área de secção transversal do tronco, VC: volume de copa.

* Letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora.

No volume de copa (VC) foi observada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos somente no segundo ciclo de avaliação, em 2016/17 e 2018/19 esta interação não ocorreu. No primeiro ano de avaliação o maior volume de copa foi verificado em plantas conduzidas em Tall spindle e enxertadas em G.213 (Tabela 9). Em 2017/18 plantas enxertadas em G.213 determinaram maior volume de copa, sem diferença entre os sistemas de condução (Tabela 8). No último ciclo de avaliação os valores foram superiores em Bi-axis sem diferença entre os porta-enxertos (Tabela 9).

Na altura total de plantas (AT) não foi verificada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos para nenhum dos ciclos avaliados. Para todos os ciclos de avaliação, as plantas mais altas foram as conduzidas em Tall spindle, entre os porta-enxertos não foi verificada diferença (Tabela 9).

O tempo necessário para atingir a altura total desejada das plantas varia notavelmente com as condições do solo e do clima, apesar disto, diferentemente deste estudo, DORIGONI, et al. (2011) observaram altura de plantas semelhantes em um mesmo ambiente no Slender spindle e Bi-axis. Outros estudos também não observaram diferenças comparando diferentes sistemas de condução (JUNG & CHOIB, 2010; SANDER et al., 2019). Assim como na área de secção transversal de tronco, a diferença no volume de copa é superada pelo sistema Bi-axis a partir do segundo ano de avaliação, mostrando que em um primeiro momento, o Tall spindle promoveu um maior vigor inicial às plantas que foi superada a partir do segundo ano

de estudo, explicada possivelmente pela característica de desenvolvimento do Bi-axis em duas hastes, as quais incrementa a ASTT, assim como o volume de copa, as quais foi determinado por planta e não por haste. Além disso, a obtenção de menor altura de planta pode ser devido ao maior gasto energético na formação de duas hastes principais aliado a redução de crescimento favorecido pela condição de replantio (HENFREY et al., 2015).

Dentre os porta-enxertos o maior vigor inicial das plantas foi determinado pelo G.213, verificado pelos maiores valores de ASTT e VC nos dois primeiros ciclos. Embora ambos sejam classificados como anões, plantas enxertadas em M.9 tiveram desenvolvimento vegetativo comprometido frente ao G.213 em condição de replantio, corroborando com o estudo de AUVIL et al. (2011), que avaliando diferentes áreas em condições de replantio com tratamentos de fumigação, observaram que plantas sobre os porta-enxertos Geneva® continham uma diferença de crescimento significativa e melhorada em locais com e sem o tratamento de fumigação em comparação a outros porta-enxertos.

Para a variável número de ramos (NR) não foi verificada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos para nenhum dos ciclos de avaliação. Em todos os anos de estudo, o maior número de ramos foi observado em plantas conduzidas em Bi-axis (Tabela 9) e em plantas enxertadas em G.213. Os resultados encontrados corroboram aos descritos por DORIGONI et al. (2011), em que as plantas conduzidas em Bi-axis determinaram hábito de crescimento significativamente diferente em todos os locais de teste, constando maior ramificação lateral comparado à um sistema de eixo único, no caso o Slender spindle. Isto ocorre devido a quebra da dominância apical em dois eixos principais e não somente um, as quais promove uma redução em altura, mas confere maior brotação de gemas laterais (JACYNA & PUCHALA, 2004).

O maior número de ramos encontrado em plantas enxertadas no G.213 vai de encontro ao estudo de DENARDI et al. (2013), as quais observaram que muitos porta-enxertos da série Geneva®, induzem à copa melhor brotação que o porta-enxerto M.9, culminando na formação de plantas com maior número de ramos. Isso pode ser explicado devido maior concentração endógena de citocininas no G.213 (MACEDO, 2018), alterando o balanço hormonal da copa, favorecendo o desenvolvimento de gemas laterais.

Tabela 9 - Variáveis vegetativas da macieira cultivar Fuji Suprema enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.

| | AT (m) | VC (m ³) | NR (planta ⁻¹) | AT (m) | NR (planta ⁻¹) | AT (m) | VC (m ³) | ASTT (cm ⁻²) | NR (planta ⁻¹) |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Sistemas de condução | ----- 2016/17 ----- | | | ---- 2017/18 ---- | | ----- 2018/19 ----- | | | |
| | Sistemas de condução | | | | | | | | |
| Tall spindle | 2,1a | 2,2a | 12,4b | 2,5a | 18,4b | 2,8a | 4,2b | 18,5 ^{ns} | 17,7b |
| Bi-axis | 1,5b | 1,1b | 16,2a | 2,0b | 30,4a | 2,4b | 4,9a | 19,1 | 27,2a |
| | Porta-enxertos | | | | | | | | |
| M.9 | 1,8 ^{ns} | 1,3b | 11,4b | 2,3 ^{ns} | 22,0b | 2,7 ^{ns} | 4,8 ^{ns} | 18,4 ^{ns} | 21,3 ^{ns} |
| G.213 | 1,8 | 2,0a | 17,3a | 2,2 | 26,8a | 2,5 | 4,2 | 19,2 | 23,5 |
| C.V (%) | 2,4 | 13,5 | 8,8 | 14,0 | 14,7 | 8,5 | 17,5 | 9,6 | 6,6 |

AT: altura total de plantas, VC: volume de copa, NR: número de ramos, ASTT: área de secção transversal do tronco.

* Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Na frutificação efetiva (FE) foi observada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos apenas no último ciclo, em 2017/18 esta interação não foi verificada. No ciclo 2016/17 esta variável não foi avaliada. Em 2017/18 a maior frutificação efetiva foi observada em plantas conduzidas em Bi-axis (Tabela 11), não havendo diferença entre os porta-enxertos. Em 2018/19 diferentemente do ciclo anterior, foi observado maior frutificação efetiva nas plantas conduzidas em Tall spindle enxertadas em M.9 (Tabela 10). Os resultados obtidos em 2018/19 corroboram aos observados por SANDER (2015), que também encontrou maior frutificação efetiva no sistema Tall spindle avaliando diferentes sistemas de condução. MACEDO (2018) também não verificou diferenças entre os porta-enxertos em local de replantio com a cultivar Gala, assim como observou maior frutificação efetiva em M.9 em área nova que também não se converteu em maior produtividade no ano correspondente, possivelmente pelo menor número de flores presentes nas plantas enxertadas em M.9 em comparação ao G.213.

Para BLASCO et al. (1982) a capacidade de florescer e manter os frutos na planta está correlacionado ao vigor que os porta-enxertos conferem a cultivar copa, sendo que os que promovem menor vigor à copa, proporcionam melhores frutificações efetivas, o que não foi observado em nosso estudo, em que valores inferiores de VC

e ASTT não culminaram em maior frutificação efetiva, que pode ser devido a ambos porta-enxertos serem de porte anão.

Tabela 10 - Parâmetros produtivos da macieira cultivar Fuji Suprema enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.

| Sistemas de condução | Porta-enxertos | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------|--------|------------------------------|--------|----------------------------|---------|------------------------------|--------|--------------------------|-------|
| | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 | M.9 | G.213 |
| | 2016/17 | | | | | 2017/18 | | | | |
| | P (Kg planta ⁻¹) | | PE (ton ha ⁻¹) | | EP (Kg cm ²) | | P (Kg planta ⁻¹) | | EP (Kg cm ²) | |
| Tall spindle | 1,6aB | 7,8aA | 4,6aB | 21,6aA | 0,3aB | 1,0aA | 5,7aA | 7,3bA | 0,6aA | 0,6bA |
| Bi-axis | 0,3bB | 2,9bA | 0,4bB | 4,1bA | 0,0bB | 0,4bA | 5,2aB | 11,0aA | 0,5aB | 0,8aA |
| C.V (%) | 7 | | 7,2 | | 3,6 | | 16,5 | | 20,6 | |
| | 2018/19 | | | | | | | | | |
| | FE (%) | | P (Kg planta ⁻¹) | | PE (ton ha ⁻¹) | | EP (Kg cm ²) | | | |
| Tall spindle | 31,4aA | 24,1aB | 5,0bB | 12,7aA | 13,9aB | 35,2aA | 0,2bB | 0,6aA | | |
| Bi-axis | 19,8bB | 23,2aA | 9,8aB | 10,1aB | 13,6aA | 14,1bA | 0,5aA | 0,6aA | | |
| C.V (%) | 7,9 | | 25,19 | | 12,8 | | 19,2 | | | |

P: produção de frutos, FE: frutificação efetiva, PE: produtividade estimada, EP: eficiência produtiva.

* Letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Na produção de frutos (P) foi observada interação significava entre os sistemas de condução e porta-enxertos para todos os ciclos de avaliação. Em 2016/17 a maior produção de frutos foi observada em plantas conduzidas no sistema Tall spindle e enxertadas em G.213 (Tabela 10). No segundo ano, as plantas enxertadas em G.213 novamente induziram maior média de produção de frutos, neste caso no sistema Bi-axis. No último ano de avaliação a média foi superior para as plantas conduzidas em Tall spindle sem diferir do Bi-axis e, novamente sobre o G.213.

Para produtividade estimada (PE) houve interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos nos ciclos 2016/17 e 2018/19, em 2017/18 não foi observada interação. Para todos os anos de avaliação, as plantas conduzidas em Tall spindle e enxertadas em G.213 apresentaram maior produtividade estimada

(Tabelas 10 e 11), com produtividade superior de 17 e 21 toneladas por hectare no primeiro e no último ano de avaliação. Em 2017/18 houve uma menor diferença na produtividade entre os sistemas de condução e porta-enxertos, em torno de sete e seis toneladas por hectare inferior nas plantas em Bi-axis e sobre M.9 respectivamente.

Na variável eficiência produtiva (EP) foi verificada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos para os três ciclos de avaliação. Em 2016/17 a maior eficiência produtiva foi observada nas plantas conduzidas em Tall spindle enxertadas em G.213 (Tabela 10). Em 2017/18, o G.213 também apresentou maior eficiência produtiva nas plantas conduzidas em Bi-axis, diferentemente do ciclo anterior. No último ano de avaliação não foi verificada diferença entre os tratamentos.

Tabela 11 - Variáveis produtivas da macieira cultivar Fuji Suprema enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis no ciclo 2017/18 no município de Vacaria/RS.

| | FE (%) | PE (ton ha ⁻¹) |
|-----------------------------|--------------------|-------------------------------|
| ----- 2017/18 ----- | | |
| Sistemas de condução | | |
| Tall spindle | 32,1b | 18,0a |
| Bi-axis | 41,5a | 11,3b |
| Porta-enxertos | | |
| M.9 | 35,8 ^{ns} | 11,5b |
| G.213 | 37,8 | 17,7a |
| C.V (%) | 9,3 | 14,0 |

FE: frutificação efetiva, PE: produtividade estimada.

* Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

MUSACCHI, (2008) também observou maior produção por planta em sistema de condução Bi-axis em pereiras da cultivar Abbé Fétel, assim como, maior eficiência produtiva nos sistemas mais produtivos. A inferioridade de produtividade estimada encontrada no sistema Bi-axis pode ser explicada pelo espaçamento utilizado no presente estudo, as quais confere menor densidade de plantio, correspondendo a metade do número de plantas conduzidas em Tall spindle. As maiores produtividades encontradas nas plantas enxertadas em G.213 corroboram com o estudo de RUSSO et al. (2007) as quais indicaram que vários novos porta-enxertos superam a produtividade de 'M.9'. Um dos motivos pela maior produtividade de plantas

enxertadas em G.213 pode ser devido aos porta-enxertos da série Geneva® induzirem maior ângulo de abertura dos ramos laterais nas cultivares-copa, que está relacionado a maior formação de gemas floríferas (FAZIO & ROBINSON, 2008), podendo culminar em maior produtividade. Outro motivo pode ter sido pelo melhor desenvolvimento das plantas, como pode ser observado pelos valores superiores de ASTT e VC (Tabelas 8 e 9), suportando maiores produtividades, visto da melhor capacidade de desenvolvimento desta série em condições de replantio.

Na massa média de frutos (MF), não foi observada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos em nenhum dos ciclos avaliados. No ciclo 2016/17 a maior massa foi obtida em frutos de plantas conduzidas em Tall spindle e enxertadas em G.213 (Tabela 12). Nos dois últimos ciclos não houve diferença na massa de frutos para ambos os sistemas de condução assim como para os porta-enxertos avaliados. A maior massa de frutos encontradas em plantas conduzidas em Tall spindle no primeiro ano de avaliação corroboram com os resultados de MUSACCHI, (2008) que encontrou valores inferiores para plantas conduzidas em Bi-axis. JUNG & CHOI, (2010), também observaram influência do sistema de condução na massa de frutos.

Os resultados encontrados para os dois últimos ciclos corroboram aos obtidos por DORIGONI & MICHELI, (2014) em que não observaram diferenças na massa de frutos avaliando diferentes sistemas de condução. Outros trabalhos descrevem que não há diferença na massa de frutos por efeito do porta-enxerto ao longo dos anos para as cultivares Golden Delicious, Gala e Honeycrisp (RUSSO et al., 2007), Imperial gala e Fuji Mishima (PASA et al., 2016).

A diferença na massa de frutos no primeiro ano de estudo provavelmente não decorreu da diferença no número de frutos. PASA et al. (2017) observaram que os porta-enxertos que induziram maior massa média de frutos também apresentaram o maior número de frutos, como provavelmente ocorreu neste estudo no sistema Tall spindle com G.213, em que a diferença de produção de 5 kg.planta ou produtividade de 17 toneladas por hectare (Tabela 10) superior ao segundo tratamento mais produtivo, não pode ser explicada somente pela diferença na massa dos frutos, mas sim pela maior quantidade. A maior massa de frutos observada em plantas enxertadas em G.213 pode ser devido a maior concentração endógena em citocininas neste porta-enxerto, as quais, pode aumentar a divisão celular do fruto, favorecendo o crescimento e ganho de massa mesmo com maior produção.

Tabela 12 - Variáveis de qualidade físico-química da macieira cultivar Fuji Suprema enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2016/17, 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.

| | ----- 2016/17 ----- | | | ----- 2017/18 ----- | | | ----- 2018/19 ----- | | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------|
| | MF | DF | SS | MF | DF | SS | MF | DF | SS |
| | (g) | (mm) | (°Brix) | (g) | (mm) | (°Brix) | (g) | (mm) | (°Brix) |
| Sistemas de condução | | | | | | | | | |
| Tall spindle | 176,0a | 77,3a | 65,6 ^{ns} | 137,5 ^{ns} | 70,9 ^{ns} | 77,2 ^{ns} | 154,1 ^{ns} | 71,0 ^{ns} | 34,9b |
| Bi-axis | 163,4b | 74,3b | 64,9 | 141 | 69,8 | 75,9 | 157,7 | 70 | 32,9a |
| Porta-enxertos | | | | | | | | | |
| M.9 | 161,6b | 74,5 ^{ns} | 66,4 ^{ns} | 138,5 ^{ns} | 70,5 ^{ns} | 77,6 ^{ns} | 155,7 ^{ns} | 70,7 ^{ns} | 32,2a |
| G.213 | 177,8a | 77,1 | 64,1 | 140 | 70,3 | 75,5 | 156,1 | 70,2 | 35,6b |
| C.V (%) | 7,5 | 4,2 | 7,5 | 7,1 | 1,3 | 9,5 | 3,1 | 2,1 | 4,6 |

MF: massa de frutos, DF: diâmetro de frutos, IV: intensidade de vermelho, FP: firmeza de polpa

* Letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Para a variável diâmetro médio de frutos (DF), não foi verificada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos para os três ciclos avaliados. Em 2016/17 o maior diâmetro foi verificado em frutos de plantas conduzidas em Tall spindle, sem diferença entre os porta-enxertos (Tabela 12). Nos dois últimos ciclos não foi observada diferença estatística para esta variável entre os sistemas de condução, assim como entre os porta-enxertos. Outros estudos também não observaram diferença de tamanho de frutos entre diferentes sistemas de condução (SANDER et al., 2019) e porta-enxertos (LORDAN et al., 2018).

Na intensidade de cor vermelho (IV) foi observada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos somente no ciclo 2017/18, no último ano de avaliação esta interação não foi verificada. No ciclo 2016/17 esta variável não foi mensurada. Em 2017/18 a maior intensidade de vermelho foi observada nos frutos das plantas conduzidas em Bi-axis enxertadas em G.213 (Tabela 13), no entanto sem diferença com M.9. Em 2018/19 plantas conduzidas em Bi-axis e plantas enxertadas em M.9 promoveram maior intensidade de vermelho (Tabela 12).

A cor da casca da maçã depende dos pigmentos clorofilas, carotenóides e das antocianinas (JACKSON, 2003), a intensidade da coloração vermelha e da síntese de antocianinas (pigmentos responsáveis pela coloração vermelha) são reguladas por fatores internos e ambientais, sendo que a intensidade da luz recebida pela casca da fruta desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da cor (GONZÁLEZ-TALICE e al., 2013). Portanto, a maior intensidade de vermelho nos frutos das plantas conduzidas em sistema Bi-axis, pode ser explicada pela melhor distribuição de luz na copa devido a divisão em duas hastes principais, principalmente para cultivares copa mais vigorosas, como é o caso da 'Fuji' em comparação a 'Gala'. Os valores superiores nas plantas enxertadas em M.9 também podem ter ocorrido devido a melhor distribuição de luz, devido ao menor desenvolvimento vegetativo deste porta-enxerto em condição de replantio. Esses resultados vão de encontro aos de JAKOPIC et al. (2009), as quais verificaram maior coloração vermelha em maçãs 'Fuji' na posição mais externa da copa, na parte mais interna, onde havia alta interceptação luminosa pelas folhas e ramos, a película dos frutos apresentava coloração mais verde.

Tabela 13 - Parâmetros de qualidade físico-química da macieira cultivar Fuji Suprema enxertadas em M.9 e G.213 conduzidas em Tall spindle e Bi-axis nos ciclos 2017/18 e 2018/19 no município de Vacaria/RS.

| Sistemas de condução | Porta-enxertos | | | |
|----------------------|---------------------|--------|---------------------|--------|
| | M.9 | | G.213 | |
| | ----- 2017/18 ----- | | ----- 2018/19 ----- | |
| | IV (° hue) | | FP (N) | |
| Tall spindle | 31,6aA | 35,3bB | 76,6aA | 69,4bB |
| Bi-axis | 31,3aA | 30,3aA | 72,5aB | 79,7aA |
| C.V (%) | 2,9 | | 3,6 | |

IV: intensidade de vermelho, FP: firmeza de polpa

* Letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Na firmeza de polpa (FP) houve interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxertos somente no último ciclo de avaliação, em 2016/17 e 2017/18 esta interação não foi verificada. Para os dois primeiros ciclos de avaliação não foi observada diferença na firmeza de polpa para ambos os sistemas de condução e porta-enxertos (Tabela 12). Em 2018/19 a maior firmeza de polpa foi obtida em frutos de plantas conduzidas em Bi-axis enxertadas em G.213 (Tabela 13).

Nos teores de sólidos solúveis (SS) não foi verificada interação significativa entre os sistemas de condução e os porta-enxerto para nenhum dos ciclos avaliados. Em 2016/17 não foi observada diferença para esta variável em ambos os sistemas de condução mas foi superior para plantas enxertadas em G.213 (Tabela 12). Nos dois últimos ciclos não foi verificada diferença tanto para os sistemas de condução, quanto aos porta-enxertos.

D'ABROSCA et al. (2017) observaram que vários sistemas de condução influenciaram significativamente a firmeza e os teores de sólidos solúveis na colheita. Em contrapartida, outros estudos não observaram diferença tanto na firmeza quanto nos sólidos solúveis avaliando diferentes sistemas de condução (SANDER et al., 2019) e porta-enxertos (MACEDO, 2018) suportando os resultados encontrados no presente estudo em que os sistemas de condução e os porta-enxertos não influenciaram nos resultados para estas variáveis em pelo menos dois dos três anos de avaliação.

3.6 CONCLUSÃO

- O sistema de condução Bi-axis é mais vigoroso na cultivar Maxi-Gala, assim como o porta-enxerto G.213 para ambas as cultivares em condição de replantio;
- A utilização de G.213 como porta-enxerto para macieiras Maxi-Gala e Fuji Suprema proporciona maior ramificação lateral e maior produtividade do que o M.9.
- Macieiras Maxi-Gala e Fuji suprema apresenta maior produtividade nos primeiros anos em Tall spindle do que quando conduzidas em Bi-axis para o espaçamento utilizado;
- A coloração dos frutos é melhor no Bi-axis para ambas cultivares, porém as demais variáveis referentes a qualidade não é alterada em relação ao sistema de condução na Maxi-Gala;
- Frutos mais vermelhos foram observados com o porta-enxerto G.213 na cultivar Maxi-Gala.

4 CAPITULO II: PRÉ-FORMAÇÃO DE MUDAS DE MACIEIRA

4.1 RESUMO

A utilização de mudas pré-formadas vem crescendo em todo o mundo ao longo dos anos, devido a capacidade de antecipar a vida produtiva de um pomar, com produtividades significativas logo nos primeiros anos após o plantio. No entanto, existem certas dificuldades com o manejo destas mudas no transporte, armazenamento e plantio devido ao elevado comprimento de alguns ramos, as quais podem ser reduzidas com a pré-formação de mudas diferenciadas, com ramos curtos e padronizados, como esporões. O presente estudo objetivou avaliar dois diferentes tipos de pré-formação de mudas, sendo elas a pré-formada e a esporonada, com o uso de reguladores de crescimento indutores de ramificação em diferentes porta-enxertos. O estudo foi realizado em viveiro comercial na região de Rio Rufino. O delineamento foi em blocos ao acaso composto de um fatorial 3x3, com Maxcel®, Promalin® e Controle como reguladores de crescimento e G.213, G.202 e Marubakaido com filtro de 30 cm (MB/M9) como porta-enxertos nas cultivares copa Maxi-Gala e Fuji Suprema, contendo quatro repetições de cinco plantas por parcela no ciclo 2017/18. Foram avaliadas variáveis para determinação de vigor das plantas, assim como características produtivas. De forma geral, os reguladores de crescimento foram eficientes e induziram a formação de um grande número de ramos especialmente o regulador de crescimento BA no porta-enxerto G.202. Os porta-enxertos MB/M9 e G.202 determinaram plantas mais vigorosas frente ao G.213. O porta-enxerto G.213 induziu maiores produtividades, caracterizando maior precocidade produtiva. As mudas esporonadas apresentam desempenho produtivo semelhante às pré-formadas possibilitando a indicação desta nova tecnologia.

Palavras-chave: porta-enxertos, reguladores de crescimento, mudas pré-formadas.

4.2 ABSTRACT

The use of feathered apple nursery trees has been growing around the world over the years due to the ability to anticipate the productive life of an orchard with significant productivity in the first few years after planting. However, there are some difficulties with the management of these plants in transport, storage and planting due to the high length of some branches, which can be reduced with the preforming of differentiated plants, with short and standardized branches, like spurs. The present study aimed to evaluate two different types of plants, being the feathered trees and stubbed trees, with the use of branching-inducing growth regulators in different rootstocks. The study was carried out in a commercial nursery in Rio Rufino region. The design was in a randomized block with a factorial 3x3, with Maxcel[®], Promalin[®] and Control as growth regulators and G.213, G.202 and Marubakaido with 30 cm filter (MB/M9) as rootstocks in the canopy cultivars Maxi-Gala and Fuji Suprema, containing four replicates of five plants per plot in 2017/18 cycle. Variables were evaluated to determine plant vigor, as well as productive characteristics. The growth regulators were efficient and induced the formation of a large number of branches, especially the BA growth regulator in rootstock G.202. The MB/M9 and G.202 rootstocks determined more vigorous plants than G.213. The G.213 rootstock induced higher yields, characterizing higher productive precocity. The stubbed trees exhibit similar development and productive performance to the feathered trees, making possible the indication of this new technology.

Key words: rootstocks, growth regulators, branching induction

4.3 INTRODUÇÃO

Os modernos sistemas de alta densidade em pomares de macieira exigem com que as plantas obtenham um grande número de ramos uniformes ao longo da haste principal (MCARTNEY & OBERMILLER, 2015) e, portanto, o sucesso do pomar depende em grande parte da qualidade do material de plantio. Além das exigências por qualidade de cor dos frutos e alta produtividade de novas cultivares, a demanda por plantas pré-formadas vem aumentando ao longo dos anos (SHARMA et al., 2018).

Segundo HAHN et al. (2018), atualmente há dois tipos de mudas disponíveis para a comercialização, sendo elas, as mudas de haste única ou vara lisa e as pré-formadas. Na muda de vara lisa, normalmente não se desenvolvem ramos laterais em viveiro ou são em um número muito reduzido, e nas pré-formadas, as plantas saem do viveiro com pelo menos cinco ramos laterais ou esporões (BEKTA & ERSOY, 2010).

A brotação de ramos laterais pode ser aumentada em viveiro através da superação da dominância apical. O fenômeno da dominância apical é controlado pela interação entre hormônios de crescimento endógenos, especialmente auxinas e giberelinas. Alguns métodos físicos são utilizados para superar a dominância apical, com a remoção da fonte de auxina; redução do transporte de auxinas ou alteração do equilíbrio nutricional entre as folhas e as gemas laterais. No entanto, são considerados menos eficazes do que a aplicação de produtos químicos (GASTOL & PONIEDZIALEK 2003).

A utilização de reguladores de crescimento na emissão de ramos laterais tem sido considerado o método mais eficiente (SAZO & ROBINSON, 2011) comprovado por diversos estudos (ELFVING & VISSER, 2006; SAZO & ROBINSON, 2011). O regulador de crescimento mais utilizado é o Promalin[®], uma mistura de quantidades iguais de benziladenina (BA) e giberelinas (GA) 4 e 7 (GA₄₊₇) (WERTHEIM & ESTABROOKS, 1994), no entanto, outros trabalhos também mostram a eficácia da benziladenina (BA) sozinha na emissão de ramos laterais (EDGERTON 1983; BASAK et al., 1993; HROTKO et al., 1998) em que pode ser citado o regulador de crescimento Maxcel[®].

De acordo com ROBINSON et al. (2015), as mudas ideais devem ter pelo menos 1,7 metros de altura, raízes saudáveis, de seis a dez ramos com comprimento de 12 a 25 cm de comprimento. No entanto, ramos com comprimento acima de 20 cm

dificultam o arranquio, transporte, armazenamento e plantio, sendo preferível a obtenção de mudas com ramos mais curtos e padronizados (esporonadas), as quais facilitam o manejo, podem reduzir danos nos ramos e demandam menos espaço na acomodação em transporte e armazenamento. Portanto, objetivou-se neste estudo a obtenção de um protocolo de pré-formação de mudas esporonadas, e avaliação do desempenho das mudas esporonadas e pré-formadas com o uso dos reguladores de crescimento BA e BA + GA₄₊₇.

4.4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro comercial Viveiros Catarinense no ciclo 2017/18, localizado no município de Rio Rufino-SC. O viveiro encontra-se a uma altitude média de 833 m acima do nível do mar, sob as coordenadas 49° 43' 28" W e 27° 53' 43" S. O clima é classificado como Cfb de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média anual variando de 13,8 a 15,8°C, com variação das temperaturas máximas entre 19,4 a 22,3°C e as mínimas entre 9,2 a 10,8°C. A precipitação pluviométrica total anual pode variar entre 1.360 a 1.600 mm, com média de 123 a 140 dias de chuva anual. A região apresenta umidade relativa entre 80 a 83%, um acúmulo em horas de frio (temperatura igual ou abaixo de 7,2°C) de 642 a 847 horas por ano e insolação total anual de 1.824 a 2.083 horas (EPAGRI,1999).

Os solos apresentam, em geral, horizonte A proeminente e húmico, e são um tanto rasos pertencendo às classes dos Litólicos e dos Cambissolos (EMBRAPA, 2004).

O experimento foi dividido em dois tipos de formação de mudas, sendo elas a muda pré-formada (ramos longos) sem intervenção nos ramos pré-formados, e a muda esporonada (ramos curtos padronizados – '*stubbed plants*') com intervenção através de poda nos ramos pré-formados, limitando o comprimento em até 20 cm (Figura 1). No trabalho foram avaliados os reguladores de crescimento Maxcel® e Promalin® nos porta-enxertos G.202, G.213 e Marubakaido/M9 de 30 cm nas cultivares Maxi-Gala e Fuji Suprema, como demonstrado na tabela 14.

As cultivares copa Maxi-Gala e Fuji Suprema são oriundas do matrizeiro do próprio viveiro, estas estão enxertadas sobre o CAT16 e são submetidas a tratamentos fúngicos semanais e adubação nitrogenada duas vezes ao ano até a chegada do inverno onde é feita a retirada dos ramos para a enxertia. As mudas dos

porta-enxertos são oriundas da empresa Agromillora com um padrão de 3 a 5 mm de diâmetro de caule e são plantadas a campo em um espaçamento de 30 cm entre plantas e 90 cm entre linhas. A enxertia é realizada quando as mudas dos porta-enxertos atingem diâmetro acima de 5 cm, pelo método de garfagem nos meses de julho/agosto.

Figura 1- Diferentes pré- formação de mudas: pré-formada (esquerda) e esporonada (direita).



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

No início da brotação das mudas é iniciado o manejo de adubação, feito a base de nitrogênio (nitrato e uréia) com periodicidade semanal até a muda atingir um padrão comercial de 1,70 m de altura.

As aplicações iniciaram quando as mudas apresentavam 50-60 cm de altura, medido a partir do ponto de enxertia, sendo realizadas com intervalo de 14 dias entre as aplicações, e finalizaram quando a muda começou a apresentar redução de crescimento para a entrada em dormência, totalizando 9 aplicações dos reguladores de crescimento. As doses dos reguladores de crescimento (900 ppm para Promalin® e 1000 ppm para Maxcel®) foram determinadas através dos resultados de um estudo anterior (ORLANDI, 2017).

Tabela 14 - Demonstração esquematizada do experimento de pré-formação de mudas.

| Produto comercial* | Ingrediente ativo | Cultivares | Porta-enxertos | Tipos de muda |
|--|--------------------------------------|--------------|----------------|---------------|
| Promalin® 900ppm | GA ₄₊₇ + Benziladenina | Maxi-Gala | G.202 | Esporonada |
| | | Fuji Suprema | G.213 MB/M9 | Pré formada |
| Maxcel® 1000 ppm | Benziladenina | Maxi-Gala | G.202 | Esporonada |
| | | Fuji Suprema | G.213 MB/M9 | Pré-formada |
| Viviful® 0,30 g L ⁻¹ do p.c | Proexadiona Cálcica | Maxi-Gala | G.202 | Esporonada |
| | | Fuji Suprema | G.213 MB/M9 | |

* ppm: parte por milhão.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Os reguladores de crescimento foram aplicados com um pulverizador de CO₂ com pressão e vazão constante, através de um bico com aspensão no formato cone cheio direcionando um único “spray” localizado no ponto de crescimento apical de cada muda (Figura 2).

Figura 2 - Aplicação de reguladores de crescimento no ponto de crescimento das mudas.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

O manejo da poda nas mudas esporonadas foi iniciado quando um dos ramos pré formados atingiu 20 cm de comprimento, de forma que este foi reduzido para 10 cm, assim como os demais ramos foram reduzidos pela metade desde que acima de 5 cm de comprimento, seguindo esta metodologia ao longo das aplicações (Figura 3). Nestes tratamentos também foi realizada aplicações do produto comercial Viviful® (proexadiona cálcica) em uma concentração de 30% do recomendado para a macieira, ou 0,30 gramas do produto comercial por litro (g L^{-1}), direcionado nos ramos em que foi realizada a poda, como forma de controle de crescimento, portanto, antes de passar o efeito do produto foi realizada nova aplicação, sendo que o período de carência do produto é de aproximadamente 28 dias.

Figura 3 - Manejo da poda em ramos pré-formados quando pelo menos 1 ramo com 20 cm de comprimento.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

O arranquio das mudas foi realizado no dia 07 de agosto de 2018 e submetidos a câmara fria com temperatura de 3°C , com duas irrigações diárias. As mudas permaneceram durante 35 dias em câmara fria até o plantio, acumulando 840 horas de frio. Dez dias após o plantio foi realizada a aplicação do produto comercial Dormex® (Cianamida hidrogenada) a 1,5% com 3,5% de óleo mineral para uniformizar a brotação. O plantio foi realizado em um delineamento em blocos ao acaso, com três repetições de 3 plantas por parcela, no espaçamento de 3,5 x 0,8 m na 'Maxi-Gala' (3571 plantas por hectare) e 3,5 x 1,0 m (2857 plantas por hectare) na 'Fuji Suprema'

As variáveis analisadas foram: Altura final das mudas; ângulo de ramos; comprimento de ramos; diâmetro de ramos; diâmetro do tronco; número de ramos; volume de raízes; frutificação efetiva e produtividade estimada.

A altura final das mudas foi mensurada com o auxílio de uma régua topográfica graduada, avaliando a partir do ponto de enxertia até a extremidade do líder central e a medida expressa em metros (m).

O ângulo dos ramos foi obtido com o auxílio de um transferidor, medindo de zero a cento e oitenta graus em todos os ramos das plantas. O transferidor foi posicionado na direção do tronco e a medida realizada do 0° (na parte superior do tronco) para baixo até onde se encontrava o ramo, tendo assim o valor do ângulo do ramo em graus (°), de acordo metodologia adaptada de FAZIO & ROBINSON (2008).

O comprimento dos ramos foi avaliado com uma trena graduada em todos os ramos acima de 5 cm de comprimento e os valores expressos em centímetros (cm).

O diâmetro dos ramos foi obtido com um paquímetro digital mensurando o diâmetro entre a inserção do ramo pré-formado com o tronco principal, em todos os ramos, sendo expresso em milímetros (mm).

O diâmetro do tronco da cultivar copa foi obtida com um paquímetro digital Este foi medido 10 cm acima do ponto de enxertia, e os dados expressos em milímetros (mm).

O número de ramos foi contabilizado quando os mesmos apresentaram mais de 5 cm de comprimento avaliando a unidade por plantas (un planta⁻¹).

O volume de raízes foi avaliado com auxílio de um recipiente completo de água, sendo mensurado em proveta o líquido extravasado, e os dados foram obtidos em mililitros (ml).

A frutificação efetiva foi obtida pela contagem total de inflorescências e meses depois feita a contagem total de frutos por planta. Com isto, e através da fórmula: $\text{Frutificação efetiva (\%)} = (\text{N}^\circ \text{ médio de frutos} * 100) / (\text{N}^\circ \text{ médio de cachopas florais} * 5)$ chegou-se a porcentagem (%) de frutificação efetiva.

A produtividade estimada foi obtida conforme a densidade de plantio para cada experimento. Através da contagem de frutos, os mesmos tiveram massa média estimada de 100 g por fruto, destes valores, obteve-se a produção média por planta, que multiplicada pelo número de plantas por hectare foi possível estimar a produtividade para cada tratamento sendo os resultados obtidos em toneladas por hectare (ton ha⁻¹).

O delineamento experimental utilizado no viveiro foi o de blocos casualizados, em um fatorial 3x3, com Maxcel®, Promalin® e controle como reguladores de crescimento e G.213, G.202 e Marubakaido com filtro de 30 cm como porta-enxertos

contendo quatro repetições e cinco plantas por parcela, sendo avaliados dois tipos de pré formação de mudas, sendo elas pré-formadas e esporonadas nas cultivares Maxi-Gala e Fuji Suprema.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk ($\alpha=0,05$) para verificar a aderência à distribuição normal, os valores que não apresentaram normalidade foram transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$, onde x é a média obtida de cada variável. Posteriormente as médias foram submetidas à análise de variância e, quando observadas diferenças ao nível de 5% de probabilidade de erro tipo α , o teste Tukey ($\alpha=0,05$) foi utilizado para separação das médias. Posteriormente foi analisado as correlações existentes entre as variáveis avaliadas através do coeficiente de correlação de Pearson ($p < 0,05$) e o grau de correlação foi avaliado de acordo com proposta por DEVORE (2006), além disso, os dados foram submetidos à análise multivariada pelo teste dos componentes principais (PCA) objetivando verificar a maior afinidade entre as variáveis e os tratamentos, para tal análise, foi utilizado o programa estatístico FITOPAC versão 2.1 (SHEPHERD, 2011).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 Cultivar Maxi-Gala

Para as mudas pré-formadas houve interação significativa entre reguladores de crescimento e porta-enxertos pra as variáveis número de ramos (NR), comprimento de ramos (CR), diâmetro de ramos (DR), ângulo de ramos (AR), volume de raízes (VR), frutificação efetiva (FE) e produtividade estimada (PE) (Tabela 15). Para as variáveis altura total de plantas (AT) e diâmetro de tronco (DT) não foi observada interação significativa (Tabela 17). Já para as mudas esporonadas houve interação significativa entre os fatores nas variáveis número de ramos (NR), frutificação efetiva (FE) e produtividade estimada (PE) (Tabela 18). Para as variáveis altura total de plantas (AT), comprimento de ramos (CR), diâmetro de ramos (DR), ângulo de ramos (AR), diâmetro de tronco (DT) e volume de raízes (VR) esta interação não ocorreu (Tabela 16).

Tanto nas mudas pré-formadas quanto nas esporonadas os reguladores de crescimento foram eficientes na indução de ramificação lateral em todos os porta-

enxertos, não havendo diferença entre os reguladores de crescimento, com exceção às plantas enxertadas em G.202 em que o maior número de ramos (NR) foi obtido com aplicações sequenciais de BA (Tabelas 15 e 18), além disso, nas esporonadas para ambos os reguladores de crescimento, o maior número de ramos foi observado nas plantas sobre o G.202 em comparação aos demais porta-enxertos (Tabela 18).

Vários estudos mostram a eficácia do uso dos reguladores de crescimento BA e BA+GA₄₊₇ na emissão de ramos laterais em 'Gala' (RUFATO et al., 2019), 'Red Boskoop' (WERTHEIM & ESTABROOKS, 1994), 'Cameo', 'Cripps Pink', 'Enterprise', 'Fuji', 'Ambrosia', 'Crimson Crisp', 'Gingergold' e 'Granny Smith' (LORDAN et al., 2018). A reduzida capacidade de emissão de ramos laterais pelas plantas controle observada no presente estudo corroboram com os resultados de GASTOL et al. (2012) com a cultivar Boskoop, neste mesmo estudo, não verificaram diferença entre os reguladores de crescimento na cultivar Mutsu. Maior número de ramos com o BA também foi observado por WERTHEIM & ESTABROOKS (1994) em comparação ao BA+GA₄₊₇ com oito pulverizações.

De acordo com FAZIO & ROBINSON (2008) normalmente há uma correlação positiva entre o vigor das plantas e o aumento no número de ramos, no entanto, este pode não ter sido o único motivo dos valores superiores encontrados nas plantas enxertadas em G.202, embora tenha sido superior às do G.213, pois não apresentou correlação com nenhuma das variáveis que determinam vigor às plantas (Tabela 19). Os mesmos autores relataram este comportamento em estudos com os porta-enxertos da série Geneva[®], em que muitos porta-enxertos semivigoros emitiam menos ramos que porta-enxertos anões, reforçando a ideia de que outros fatores podem estar atrelados a maior ou menos capacidade de emissão de ramos laterais.

Para as mudas pré-formadas o maior comprimento de ramos (CR) foi observado nas plantas controle para os porta-enxertos G.213 e MB/M9 (Tabela 15), nas plantas controle enxertadas em G.202 não houve emissão de ramos laterais. Além disso, para todos os porta-enxertos não foi verificada diferença entre os reguladores de crescimento. Nas mudas esporonadas não foi observada diferença no comprimento de ramos entre as plantas controle e com a aplicação do BA+GA₄₊₇ (Tabela 16), o menor comprimento foi verificado na aplicação de BA. Entre os porta-enxertos, não foi observada diferença. A redução no comprimento de ramos em comparação às plantas controle também foi observado por RUFATO et al. (2019), que pode ter ocorrido devido a competição entre os ramos pelos fotoassimilados (VOLZ et

al., 1994). Neste mesmo estudo, somente as plantas enxertadas em M.9 atingiram ramos de um padrão comercial em torno de 20 cm de comprimento nas mudas pré-formadas, as quais no presente estudo foi observado nas plantas sobre o G.213 para ambos os reguladores de crescimento, embora sem diferença com os demais porta-enxertos. O maior comprimento de ramos com BA+GA₄₊₇ nas mudas esporonadas corrobora aos resultados observados por GASTOL et al. (2012) na cultivar Boskoop. O GA₄₊₇ estimula o crescimento de ramos, o que pode aumentar a capacidade individual de competição entre eles (VOLZ et al., 1994) e, como consequência, promover o maior comprimento destes, podendo explicar os resultados encontrados.

Tabela 15 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas e reprodutivas em mudas pré-formadas na cultivar Maxi-Gala em diferentes porta-enxertos.

| Reguladores de crescimento | Porta-enxertos | | | | | |
|----------------------------|--|---------|---------|---------------------|--------|--------|
| | G.213 | G.202 | MB/M9 | G.213 | G.202 | MB/M9 |
| | ----- NR (planta ⁻¹) ----- | | | ----- CR (cm) ----- | | |
| BA | 16,8aB | 25,8aA | 13,0aC | 21,8bA | 30,3aA | 19,8bA |
| BA+GA ₄₊₇ | 15,0aA | 14,0bA | 11,6aB | 20,6bA | 22,4aA | 27,0bA |
| Controle | 1,7bA | 0,0cB | 2,1bA | 36,2aB | 0,0bC | 53,9aA |
| C.V | | 5,5 | | | 13,5 | |
| | ----- DR (mm) ----- | | | ----- AR (°) ----- | | |
| BA | 6,0aA | 4,8aB | 6,1aA | 49,2bB | 58,8aA | 58,1bA |
| BA+GA ₄₊₇ | 5,9aA | 5,1aA | 5,4aA | 46,0cB | 52,1bA | 56,1bA |
| Controle | 6,0aA | 0,0bB | 6,2aA | 52,8aB | 0,0cC | 65,1aA |
| C.V | | 4,1 | | | 6,7 | |
| | ----- VR (mL) ----- | | | ----- FE (%) ----- | | |
| BA | 140,7aB | 196,7aB | 314,3bA | 5,1aB | 22,5aA | 3,4aB |
| BA+GA ₄₊₇ | 94,7aB | 196,7aB | 423,3aA | 7,3aAB | 9,5bA | 3,6aB |
| Controle | 185,0aA | 206,7aA | 289,0bA | 1,6bA | 0,0cA | 0,0bA |
| C.V | | 22,2 | | | 18,8 | |
| | ----- PE (ton ha ⁻¹) ----- | | | | | |
| BA | 2,3aA | 1,1aB | 1,4bAB | | | |
| BA+GA ₄₊₇ | 2,7aB | 1,1aC | 4,1aA | | | |
| Controle | 0,5bA | 0,0bB | 0,0cB | | | |
| C.V | | 16,1 | | | | |

NR: número de ramos, CR: comprimento de ramos, DR: diâmetro de ramos, AR: ângulo de ramos, VR: volume de raízes, FE: frutificação efetiva, PE: produtividade estimada.

* Letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Na variável diâmetro de ramos (DR) em mudas pré-formadas não foi observada diferença entre as plantas com aplicação de reguladores de crescimento e as controle

(Tabela 15), no entanto, nas plantas com a aplicação de BA, as enxertadas em G.202 determinaram menor diâmetro de ramos. Nas mudas esporonadas o maior diâmetro de ramos foi obtido nas plantas controle, seguidas das plantas com aplicação de BA e BA+GA₄₊₇ (Tabela 16). Dentre os porta-enxertos, não houve diferenças entre o G.213 e o MB/M9, nas plantas enxertadas em G.202 foi observado o menor diâmetro de ramos. O menor diâmetro encontrado com a aplicação de BA também foi observado por MAGYAR & HROTKO (2005) em cerejas doces. O menor diâmetro obtido no G.202 tanto nas pré-formadas quanto nas esporonadas provavelmente ocorreu devido ao maior crescimento das plantas, conferido pela maior altura (Tabelas 16 e 17), as quais pode ser reforçada pela elevada correlação negativa ($r=-0,92$) encontrada entre as variáveis diâmetro de ramos e altura de plantas (Tabela 19). Atrelado a isto, o maior número de ramos emitido pelas plantas sobre este porta-enxerto (Tabelas 15 e 18) pode também estar relacionado à redução de vigor dos ramos, devido a maior divisão de fotoassimilados para o crescimento.

O maior ângulo de ramos (AR) nas mudas pré-formadas foi observado nas plantas controle (Tabela 15), além disso, para ambos os reguladores de crescimento as plantas enxertadas em G.213 determinaram menor angulação. Nas mudas esporonadas, não houve diferença entre as plantas com aplicação dos reguladores de crescimento e as controle (Tabela 16) e dentre os porta-enxertos, não houve diferença entre o MB/M9 e o G.202, no entanto, em plantas sobre o G.213 foi observada a menor angulação de ramos.

A menor angulação observada nas plantas enxertadas em G.213 no presente estudo corroboram com os resultados encontrados por RUFATO et al. (2019), as quais observaram que nas doses mais altas dos reguladores de crescimento BA e BA+GA₄₊₇ houve incremento no número de ramos, mas ao mesmo tempo redução na angulação dos mesmos nas plantas sobre G.213. Dominância apical mais forte pode levar ao maior ângulo de ramos basais (FERREE & SCHUPP, 2003), o que pode explicar a angulação mais aberta nas plantas controle em mudas pré-formadas.

Quando é promovida a aplicação de citocininas no meristema apical do líder central, é reduzida a dominância deste, e, nos ramos pré formados, apesar do incremento em citocininas, estas promovem um estímulo sinérgico na biossíntese de auxinas conjugadas no meristema apical destes ramos fazendo com que obtenham maior dominância apical e como consequência uma conformação dos ramos mais vertical, com redução do ângulo (BANGERTH et al., 2000). Isto pode ter ocorrido de

forma mais intensa nas plantas enxertadas em G.213, as quais induz maiores concentrações de citocininas endógenas (MACEDO, 2018) e que, somados ao incremento em citocininas exógenas, pode ter intensificado a redução na angulação, podendo explicar a menor abertura de ramos observada nestas plantas quando utilizada citocininas na formação de mudas. Diferentemente das mudas pré-formadas, nas esporonadas não houve diferença no ângulo de ramos entre os reguladores de crescimento e o controle, possivelmente influenciado pelo manejo da poda, que pode ter interferido no balanço hormonal dos ramos, já que eliminou-se o ápice dos ramos e folhas jovens, local de maior produção de auxinas e giberelinas, reduzindo a dominância apical dos mesmos.

Tabela 16 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas em mudas esporonadas na cultivar Maxi-Gala em diferentes porta-enxertos.

| | CR (cm) | DR (mm) | AR (°) | AT (m) | DT (mm) | VR (mL) |
|-----------------------------------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|
| Reguladores de crescimento | | | | | | |
| BA | 11,8b | 5,2b | 53,4ns | 1,5b | 14,5ns | 210,0ns |
| BA+GA ₄₊₇ | 14,0a | 4,8c | 52,7 | 1,8a | 15,1 | 249,7 |
| Controle | 15,6a | 5,8a | 56,8 | 1,6b | 14,5 | 230,7 |
| Porta-enxertos | | | | | | |
| G.213 | 13,7ns | 5,7a | 47,9b | 1,3c | 12,2c | 156,2b |
| G.202 | 14,9 | 4,8b | 57,6a | 1,9a | 15,2b | 240,4a |
| MB/M9 | 12,8 | 5,3a | 57,5a | 1,6b | 16,7a | 293,6a |
| C.V | 6,8 | 5,5 | 8,8 | 5,8 | 2,9 | 24,7 |

CR: comprimento de ramos, DR: diâmetro de ramos, AR: ângulo de ramos, AT: altura total de plantas, DT: diâmetro de tronco, VR: volume de raízes.

* Letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Nas mudas pré-formadas não foi observada diferença na altura total (AT) entre as plantas controle e com aplicação de BA+GA₄₊₇ (Tabela 17), em contrapartida, a menor altura foi obtida com a aplicação de BA e, dentre os porta-enxertos, a maior altura foi observada nas plantas enxertadas em G.202 seguida de MB/M9, as plantas sobre o G.213 conferiram a menor altura de plantas. Nas mudas esporonadas, a maior altura foi obtida com aplicação de BA+GA₄₊₇ (Tabela 16) e dentre os porta-enxertos, plantas enxertadas em G.202 obtiveram maior altura, seguida de MB/M9 e G.213, a qual obteve menor altura de plantas. A redução na altura de plantas promovida por BA no presente estudo também foi verificada em diversas cultivares de macieira (LORDAN et al., 2018; CAGLAR & ILGIN., 2009) e em pereiras (PALMER et al., 2011),

assim como, maior altura promovida por BA+GA₄₊₇ (JACYNA & BARNARD, 2008; LORDAN et al., 2018) em macieiras.

O vigor vegetativo no viveiro é geralmente inversamente correlacionado com o poder ananizante do porta-enxerto, portanto, um porta-enxerto anão produzirá, em geral, uma planta de menor tamanho do que um porta-enxerto semianão ou vigoroso (FAZIO & ROBINSON, 2008), como pode ser observado com o G.213 neste estudo, o qual induziu plantas com menor altura.

Para diâmetro de tronco (DT), tanto nas mudas pré-formadas quanto nas esporonadas, não foi observada diferença entre as plantas controle e os reguladores de crescimento (Tabelas 16 e 17) e dentre os porta-enxertos, o maior diâmetro de tronco foi obtido em plantas sobre o MB/M9 seguida do G.202 e G.213 respectivamente.

Tabela 17 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas em mudas pré-formadas na cultivar gala em diferentes porta-enxertos.

| | AT (m) | DT (mm) |
|-----------------------------------|--------|---------|
| Reguladores de crescimento | | |
| BA | 1,5b | 15,2ns |
| BA+GA ₄₊₇ | 1,7a | 15,2 |
| Controle | 1,7a | 15,3 |
| Porta-enxertos | | |
| G.213 | 1,3c | 13,8c |
| G.202 | 1,9a | 15,1b |
| MB/M9 | 1,6b | 16,7a |
| C.V | 5,4 | 5,8 |

AT: altura total de plantas, DT: diâmetro de tronco.

* Letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Nas mudas pré-formadas o maior volume de raízes (VR) foi observado no nas plantas enxertadas em MB/M9 para ambos os reguladores de crescimento, nas plantas controle não houve diferenças entre os porta-enxertos (Tabela 15). Nas esporonadas não houve diferença entre as plantas com aplicação de reguladores de crescimento e as controle (Tabela 16) e dentre os porta-enxertos, o volume foi superior nas plantas sobre o MB/M9 seguida do G.202 e G.213 respectivamente.

Os resultados observados para diâmetro de tronco condizem com os encontrados por ELFVING (1985) e KAPIAN & BARYLA (2006), as quais não observaram diferenças no diâmetro de tronco com ou sem aplicação dos reguladores

de crescimento. O maior volume de raízes foi encontrado nas plantas enxertadas em MB/M9 com aplicação de BA+GA₄₊₇, corroborando com os resultados descritos por RUFATO et al. (2019), inferindo que o uso de reguladores de crescimento teve influencia no volume de raízes entre os porta-enxertos nas mudas pré-formadas, devido a não diferenciação entre os porta-enxertos nas plantas controle, corroborando com o estudo de RICHARDS & ROWE (1977), as quais verificaram que a aplicação exógena de BA em pêssegos induz a formação de raízes e a expansão no solo.

Apesar da interenxertia do ananizante M.9, que permite a redução de vigor das plantas (PASA et al., 2016), as plantas enxertadas em MB/M9 ainda foram mais vigorosas, determinado pelo maior diâmetro de tronco, assim como maior volume de raízes. Isso ocorre devido ao Marubakaido ser um porta-enxerto muito vigoroso, que apresenta excelente desenvolvimento radicular (KVITSCHAL et al., 2015), culminando em maior diâmetro de tronco, que pode ser confirmado pela correlação positiva muito forte ($r=0,96$) encontrada entre estas variáveis (Tabela 19), de forma que incrementos em volume de raízes promovem acréscimo de diâmetro de tronco.

Para frutificação efetiva (FE), o uso de reguladores de crescimento é mais eficiente, tanto nas mudas pré-formadas quanto nas esporonadas. Nas pré-formadas as plantas enxertadas em G.202 com aplicação de BA foi superior (Tabela 15). Nas esporonadas, todos os porta-enxertos obtiveram maior frutificação efetiva com a aplicação de BA+GA₄₊₇ (Tabela 18).

Tabela 18 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas e reprodutivas em mudas esporonadas na cultivar gala em diferentes porta-enxertos.

| Reguladores de crescimento | Porta-enxertos | | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|----------------------------|-------|-------|
| | G.213 | G.202 | MB/M9 | G.213 | G.202 | MB/M9 | G.213 | G.202 | MB/M9 |
| | NR (planta ⁻¹) | | | FE (%) | | | PE (ton ha ⁻¹) | | |
| BA | 18,5aB | 29,7aA | 14,8aB | 7,1aA | 4,0bB | 2,7bB | 1,6bA | 0,5aB | 0,4bB |
| BA+GA ₄₊₇ | 17,3aB | 22,9bA | 18,1aB | 8,3aB | 11,7aA | 10,1aAB | 3,2aA | 1,1aB | 1,8aB |
| Controle | 1,0bB | 4,6cA | 1,0bB | 1,9bA | 0,0bcB | 2,6bA | 0,7cA | 0,0bB | 0,5bA |
| C.V | 8,2 | | | 10,3 | | | 19,0 | | |

NR: número de ramos, FE: frutificação efetiva, PE: produtividade estimada.

* Letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

A produtividade estimada (PE) foi superior com a aplicação dos reguladores de crescimento em comparação às plantas controle, tanto nas mudas pré-formadas quanto nas esporonadas. Nas pré-formadas a maior produtividade foi observada para as plantas enxertadas em MB/M9 com o BA+GA₄₊₇ a qual atingiu quatro toneladas por hectare (Tabela 15). Nas esporonadas, a maior produtividade estimada foi obtida com o BA+GA₄₊₇ em todos os porta-enxertos, com valores superiores nas plantas sobre o G.213, correspondendo a três toneladas por hectare (Tabela 18).

A maior frutificação efetiva e produtividade estimada com uso de reguladores de crescimento é explicada pela formação de ramos laterais que na frutificação efetiva é comprovada pela correlação positiva muito forte ($r= 0,92$) com a variável número de ramos. A associação do desenvolvimento de ramos laterais e as maiores produtividades já foram documentados por vários trabalhos anteriores (QUINLAN & PRESTON, 1978; VAN OOSTEN, 1978; WERTHEIM, 1981, ELFVING & VISSER, 2006). Além disso, o uso de porta-enxertos com poder ananizante deve melhorar ainda mais a produtividade precoce (ELFVING & VISSER, 2006), o que foi observado nas mudas esporonadas enxertadas no G.213.

Tabela 19 - Correlação de Pearson entre as variáveis avaliadas no estudo com a cultivar Maxi-Gala, ciclo 2018/19.

| Variáveis | A | NR | CR | AR | DR | DT | VR | F | P |
|-----------|---|-------|--------|--------|----------|--------|---------|---------|--------|
| A | - | 0.125 | -0.222 | -0.270 | -0.922** | 0.459 | 0.334 | 0.326 | -0.333 |
| NR | | - | -0.596 | 0.252 | -0.060 | -0.060 | -0.126 | 0.928** | 0.434 |
| CR | | | - | -0.098 | 0.214 | 0.287 | 0.249 | -0.476 | 0.054 |
| AR | | | | - | 0.543 | 0.550 | 0.671 | -0.011 | 0.247 |
| DR | | | | | - | -0.207 | -0.034 | -0.261 | 0.526 |
| DT | | | | | | - | 0.967** | -0.077 | -0.161 |
| VR | | | | | | | - | -0.176 | -0.076 |
| FE | | | | | | | | - | 0.501 |
| PE | | | | | | | | | - |

A: altura de plantas (m); NR: número de ramos (um planta⁻¹); CR: comprimento de ramos (cm); AR: ângulo de ramos (°); DR: diâmetro de ramos (°); DT: diâmetro de tronco; VR: volume de ramos (ml L⁻¹); FE: Frutificação efetiva (%); PE: produtividade estimada (ton ha⁻¹).

*Significativo (< 0,05%); ** altamente significativo (< 0,01%).

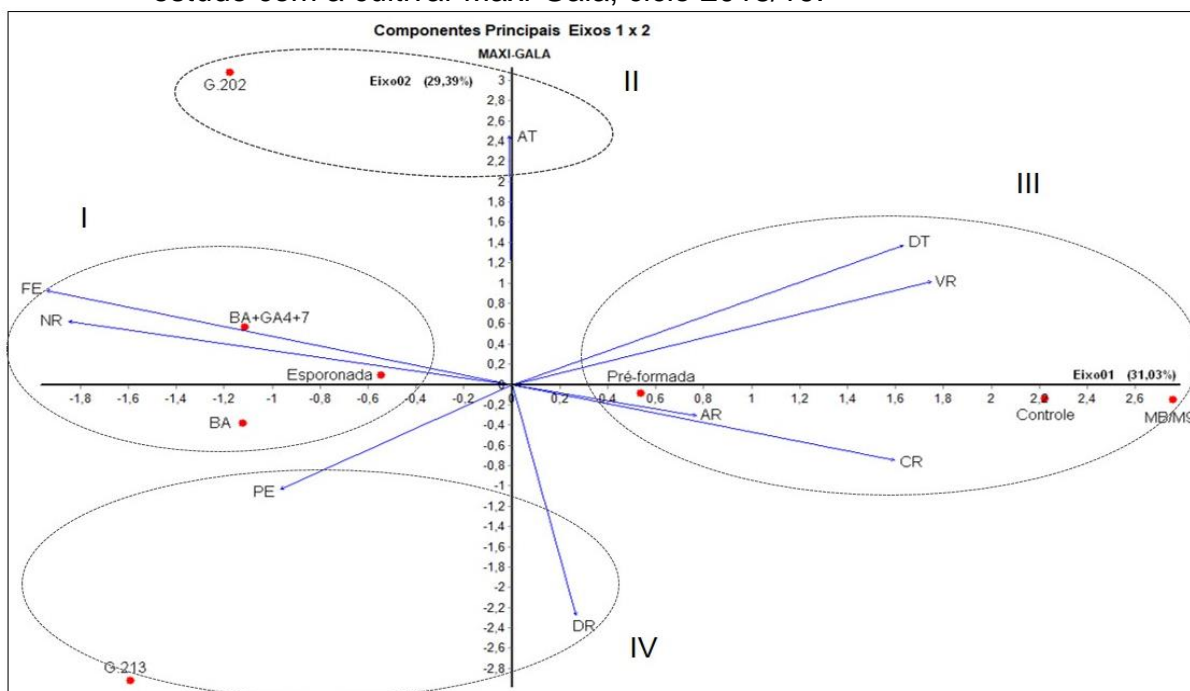
Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

O uso de BA é documentado por aumentar a formação de botões florais em macieira (MCLAUGHLIN & GREENE, 1991), apesar disto, no presente estudo, as maiores produtividades não foram determinadas por este tratamento, corroborando com os resultados observados por WERTHEIM & ESTABROOKS (1994), as quais sugere que o efeito negativo deste tratamento tenha ocorrido possivelmente devido

ao desenvolvimento de maior número de ramos laterais e que o nível de GA na planta foi acrescido pelas numerosas pontas de crescimento, se tornando prejudicial. O que pode ter ocorrido neste estudo principalmente nas mudas esporonadas.

Os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) realizados nas diferentes características explicaram 60,4% da variação no conjunto de dados (Figura 4). A contribuição do CP1 para a variação total foi de 31,0%, para este, foi possível a separação em dois grupos de tal forma que as mudas esporonadas e os dois reguladores de crescimento BA e BA+GA₄₊₇ possuem maior relação com as variáveis número de ramos (NR) e frutificação efetiva (FE), ou seja, houve uma equiparação entre os reguladores de crescimento na indução de ramos laterais, assim como na frutificação efetiva. Por outro lado, as mudas pré-formadas, as plantas controle e as plantas enxertadas em MB/M9 possuem maior relação com as variáveis indicativas de vigor volume de raízes (VR) e diâmetro de tronco (DT), assim como comprimento de ramos (CR) e ângulo de ramos (AR) podendo inferir que tratamentos que permitiram a manutenção de maior vigor as plantas proporcionaram incremento em comprimento de ramos, influenciando na maior abertura dos mesmos.

Figura 4 - Análise dos componentes principais (PCA) para as variáveis avaliadas no estudo com a cultivar Maxi-Gala, ciclo 2018/19.



A: altura de plantas (m); NR: número de ramos (un planta⁻¹); CR: comprimento de ramos (cm); AR: ângulo de ramos (°); DR: diâmetro de ramos (°); DT: diâmetro de tronco; VR: volume de ramos (ml L⁻¹); FE: Frutificação efetiva (%); PE: produtividade estimada (ton ha⁻¹).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

A contribuição do CP2 para a variação total foi de 29,3% e neste, também foi possível a separação em dois grupos principais as quais plantas sobre o G.202 se relacionaram com a variável altura total de plantas (AT), o que forçou o distanciamento das demais variáveis e, por outro lado, as plantas enxertadas em G.213 se relacionaram com as variáveis diâmetro de ramos (DR) e produtividade estimada (PE) suportando a ideia de maior precocidade produtiva dos porta-enxertos ananizantes frente aos semivigorosos e vigorosos.

4.5.2 Cultivar Fuji Suprema

Para as mudas pré-formadas houve interação significativa entre os reguladores de crescimento e porta-enxertos para as variáveis número de ramos (NR), comprimento de ramos (CR), ângulo de ramos (AR), volume de raízes (VR), frutificação efetiva (FE) e produtividade estimada (PE) (Tabela 20). Para as variáveis diâmetro de ramos (DR), altura total de plantas (AT) e diâmetro de tronco (DT) esta interação não foi observada (Tabela 22). Já para as mudas esporonadas houve interação significativa entre os fatores nas variáveis número de ramos (NR), ângulo de ramos (AR), altura total de plantas (AT), frutificação efetiva (FE) e produtividade estimada (PE) (Tabela 23). Para as variáveis comprimento de ramos (CR), diâmetro de ramos (DR), diâmetro de tronco (DT) e volume de raízes (VR) a interação não foi verificada (Tabela 21).

O uso de reguladores de crescimento foi eficiente na formação de ramificação lateral, tanto nas mudas pré-formadas quanto nas esporonadas e, na cultivar Fuji Suprema, diferentemente da cultivar Maxi-Gala, na média não houve formação de ramos nas plantas controle. Tanto nas mudas pré-formadas quanto nas esporonadas o maior número de ramos (NR) foi observado com o BA para todos os porta-enxertos (Tabelas 20 e 23), além disso, plantas enxertadas em G.202 induziram maior número de ramos em comparação aos demais porta-enxertos para ambos os reguladores de crescimento. Estes resultados corroboram com outros autores que também observaram maior formação de ramos com a aplicação de BA (VOLZ et al., 1994; WERTHEIM & ESTABROOKS, 1994; LORDAN et al., 2018). A ausência de ramificação nas plantas controle também foi observada por GASTOL et al. (2012) com a cultivar Mutsu, em que apenas 0,5% das plantas controle emitiram ramos laterais. Assim como VANDERZANDE et al. (2016), que não observaram a formação de ramos

laterais em 75% das plantas, avaliando 155 genótipos, uma condição já esperada, visto da alta dominância apical conferida em mudas de macieira.

De acordo com FAZIO & ROBINSON (2008) normalmente há uma correlação positiva entre o vigor das plantas com o incremento no número de ramos, o que poderia ser explicado neste estudo pela maior altura conferida nas plantas enxertadas em G.202 (Tabelas 22 e 23), a qual determina vigor inicial de plantas, no entanto, não se observou correlação entre a altura e número de ramos. Estes resultados vão de encontro aos observados por FAZIO & ROBINSON (2008) avaliando diversos porta-enxertos da série Geneva®, indicando que outros fatores estão relacionados a capacidade de indução de ramos laterais, além do vigor.

Tabela 20 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas e reprodutivas em mudas pré-formadas na cultivar Fuji Suprema em diferentes porta-enxertos.

| Reguladores de crescimento | Porta-enxertos | | | | | |
|----------------------------|--|--------|--------|--|---------|---------|
| | G.213 | G.202 | MB/M9 | G.213 | G.202 | MB/M9 |
| | ----- NR (planta ⁻¹) ----- | | | ----- CR (cm) ----- | | |
| BA | 26,2aAB | 28,6aA | 22,5aB | 16,5aC | 26,0aB | 34,2aA |
| BA+GA ₄₊₇ | 17,3bB | 23,5bA | 19,9aB | 22,1aB | 28,9aA | 31,2aA |
| Controle | 0,0cA | 0,0cA | 0,0bA | 0,0bA | 0,0bA | 0,0bA |
| C.V | | 6,5 | | | 8,1 | |
| | ----- AR (°) ----- | | | ----- VR (mL) ----- | | |
| BA | 53,9aB | 64,3aA | 57,1bB | 188,7abB | 207,5aB | 354,3aA |
| BA+GA ₄₊₇ | 54,3aB | 59,6bA | 62,8aA | 244,0aA | 228,3aA | 294,3aA |
| Controle | 0,0bA | 0,0cA | 0,0cA | 148,0bB | 255,0aA | 217,5bA |
| C.V | | 5,3 | | | 13,3 | |
| | ----- FE (%) ----- | | | ----- PE (ton ha ⁻¹) ----- | | |
| BA | 11,9bA | 4,3aB | 3,0bB | 4,2aA | 0,4abC | 1,4aB |
| BA+GA ₄₊₇ | 16,5aA | 5,8aB | 7,4aB | 3,7aA | 0,9aB | 1,0aB |
| Controle | 0,0bcA | 0,0bA | 0,0bcA | 0,0bA | 0,0bA | 0,0bA |
| C.V | | 10,7 | | | 12,6 | |

NR: número de ramos, CR: comprimento de ramos, AR: ângulo de ramos, VR: volume de raízes, FE: frutificação efetiva, PE: produtividade estimada.

* Letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Nas mudas pré-formadas não foi observada diferença no comprimento de ramos (CR) entre os reguladores de crescimento para todos os porta-enxertos (Tabela 20), além disso, plantas enxertadas em MB/M9 promoveram maior comprimento de

ramos em ambos os reguladores de crescimento. Nas mudas esporonadas, o maior comprimento de ramos foi observado com BA+GA₄₊₇ (Tabela 21) e dentre os porta-enxertos, o comprimento foi superior em plantas sobre o G.202, sem diferença com o MB/M9. A similaridade no comprimento de ramos entre os reguladores de crescimento suportam os resultados de GASTOL et al. (2012) na cultivar Mutsu. O maior comprimento de ramos com a aplicação de BA+GA₄₊₇ nas mudas esporonadas ocorreu possivelmente devido ao GA₄₊₇ estimular o crescimento dos ramos e aumentar a capacidade de competição com os demais (VOLZ et al., 1994).

Plantas mais vigorosas respondem com maior comprimento de ramos (VOLZ et al. 1994; VANDERZANDE et al., 2016), o que pode ser a explicação para o maior comprimento de ramos neste estudo já que MB/M9 e G.202 são porta-enxertos mais vigorosos (Tabelas 20 e 22). Além disso, uma correlação positiva foi observada entre as variáveis comprimento de ramos e número de ramos (Tabela 24), indicando que plantas que obtiveram maior capacidade de indução de brotação lateral culminaram em maior incremento no comprimento dos ramos formados, que pode também explicar os valores superiores para as plantas em ambos os porta-enxertos, as quais apresentam maior número de ramos em comparação as plantas enxertadas em G.213 (Tabelas 20 e 23).

Tabela 21 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas em mudas esporonadas na cultivar Fuji Suprema em diferentes porta-enxertos.

| | CR (cm) | DR (mm) | DT (mm) | VR (mL) |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Reguladores de crescimento | | | | |
| BA | 9,9b | 4,8a | 15,7ns | 205,9ns |
| BA+GA ₄₊₇ | 13,3a | 4,7a | 16,4 | 229,3 |
| Controle | 0,0c | 0,0b | 16,4 | 248,4 |
| Porta-enxertos | | | | |
| G.213 | 7,1b | 3,1ns | 14,8b | 126,8b |
| G.202 | 8,4a | 3,1 | 16,4a | 256,9a |
| MB/M9 | 7,7ab | 3,3 | 17,0a | 300,0a |
| C.V | 5,2 | 3,5 | 6,8 | 21,2 |

CR: comprimento de ramos, DR: diâmetro de ramos, DT: diâmetro de tronco, VR: volume de raízes.

* Letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

A variável ângulo de ramos (AR) apresentou uma grande variação nas mudas pré-formadas, sendo o maior ângulo observado com BA em plantas enxertadas no G.202 (Tabela 20), no entanto sem diferença com o G.213. Nas esporonadas, não foi observada diferença entre os reguladores de crescimento (Tabela 23) e, dentre os porta-enxertos, plantas sobre o G.202 determinaram maior ângulo de ramos em ambos os reguladores de crescimento.

A maior angulação de ramos observada com a aplicação de BA, corroboram com o estudo de LORDAN et al. (2017). O maior ângulo de ramos obtido em mudas enxertadas no G.202 pode ser devido ao maior vigor das plantas, como também foi observado por VOLZ et al. (1994) na cultivar Fiesta. Além disso, o ângulo de ramos apresentou correlação positiva muito forte com as variáveis número ($r=0.96$), comprimento ($r=0.89$) e diâmetro de ramos ($r=0.99$), de forma que as plantas que emitiram mais ramos, com maior comprimento e diâmetro, culminaram em maior abertura no angulação de ramos, as quais podem explicar os resultados superiores para as plantas sobre o G.202 e com aplicação de BA pelos valores superiores em número de ramos (Tabelas 20 e 23) e pelo maior comprimento de ramos determinado por este porta-enxerto (Tabelas 20 e 21) para ambos os tipos de mudas.

Para diâmetro de ramos (DR) não foi observada diferença entre os reguladores de crescimento assim como entre os porta-enxertos avaliados, tanto nas mudas pré-formadas quanto nas esporonadas (Tabelas 21 e 22).

Tanto nas mudas pré-formadas, quanto nas esporonadas a maior altura total de plantas (AT) foi observada com o BA+GA₄₊₇ e nas plantas controle (Tabelas 22 e 23) e dentre os porta-enxertos, plantas enxertadas em G.202 promoveram maior altura. Estudos anteriores não observaram diferenças na altura de plantas com o uso de reguladores de crescimento (ELFVING, 1985; GASTOI et al., 2012), em contrapartida, outros estudos verificaram redução na altura com o uso de BA e BA+GA₄₊₇, principalmente nas doses mais elevadas (DORIC et al. 2014; SAZO & ROBINSON, 2008). Neste estudo, verificou-se redução somente nas mudas tratadas com BA, as quais corroboram com os resultados de RUFATO et al. (2019), que verificaram redução mais pronunciada com o uso de BA em comparação à outros reguladores de crescimento, assim como, em estudo de JACYNA & BARNARD (2008) que observaram maior crescimento das plantas em diferentes híbridos de macieira com a aplicação de BA+GA₄₊₇. O uso destes reguladores de crescimento reduzem por um curto período o crescimento do líder central para a formação dos ramos laterais

(RUFATO et al., 2019) e, portanto, o maior efeito na redução da altura promovida pelo BA pode ser pelo fato deste tratamento ter promovido maior número de ramos laterais (Tabelas 20 e 23) em comparação ao BA+GA₄₊₇.

Tabela 22 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas em mudas pré-formadas na cultivar Fuji Suprema em diferentes porta-enxertos.

| | DR (mm) | AT (m) | DT (mm) |
|-----------------------------------|---------|--------|---------|
| Reguladores de crescimento | | | |
| BA | 5,2a | 1,6b | 16,2ns |
| BA+GA ₄₊₇ | 5,1a | 1,8a | 16,2 |
| Controle | 0,0b | 1,9a | 16,0 |
| Porta-enxertos | | | |
| G.213 | 3,6ns | 1,5c | 13,9c |
| G.202 | 3,3 | 2,0a | 16,7b |
| MB/M9 | 3,4 | 1,8b | 17,9a |
| C.V | 5,1 | 3,6 | 3,3 |

DR: diâmetro de ramos, AT: altura total de plantas, DT: diâmetro de tronco.

* Letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Para a variável diâmetro de tronco (DT), tanto nas mudas pré-formadas quanto nas esporonadas não foi observada diferença entre os reguladores de crescimento e o controle (Tabelas 21 e 22) e dentre os porta-enxertos plantas enxertadas em MB/M9 induziram maior diâmetro de tronco, sem diferença com o G.202 nas mudas esporonadas. O maior diâmetro de tronco obtido por plantas sobre o MB/M9 é devido ao alto vigor deste porta-enxerto mesmo que este esteja em combinação com um interenxerto ananizante (M.9), as quais promove a redução do porte das plantas (PASA et al., 2016), o que pode ser confirmado pela correlação positiva muito forte entre o diâmetro de tronco e o volume de raízes ($r=0.99$) (Tabela 24), pois o porta-enxerto Marubakaido apresenta um desenvolvimento radicular exuberante (KVITSCHAL et al., 2015), culminando em incremento no diâmetro de tronco.

O maior volume de raízes (VR) nas mudas pré-formadas foi observado nas plantas enxertadas em MB/M9 com o BA (Tabela 20), não diferindo do BA+GA₄₊₇. Nas esporonadas, não foi observada diferença entre os reguladores de crescimento e o controle e dentre os porta-enxertos, o maior volume de raízes foi conferida nas plantas enxertadas em MB/M9, sem diferença com o G.202 (Tabela 21).

O uso de reguladores de crescimento influenciou em certo nível o incremento no volume radicular das plantas nas mudas pré-formadas, suportando os resultados encontrados por RUFATO et al. (2019), assim como, por RICHARDS & ROWE (1977), em que a aplicação de BA induziu a formação e expansão de raízes de pessegueiros no solo. O maior volume verificado nas plantas sobre o MB/M9 é devido o alto vigor deste porta-enxerto, que apresenta vigoroso desenvolvimento radicular (KVITSCHAL et al., 2015).

Nas mudas pré-formadas a maior frutificação efetiva (FE) foi verificada em plantas com o uso de BA+GA₄₊₇ (Tabela 20) e, dentre os porta-enxertos, as plantas enxertadas em G.213 apresentaram maior frutificação efetiva em ambos os reguladores de crescimento. Nas esporonadas, a maior frutificação efetiva foi obtida com o BA+GA₄₊₇ em plantas sobre o porta-enxerto G.213 (Tabela 23).

Tabela 23 - Efeito da aplicação de reguladores de crescimento nas características vegetativas e reprodutivas em mudas esporonadas na cultivar Fuji Suprema em diferentes porta-enxertos.

| Reguladores de crescimento | Porta-enxertos | | | | | |
|----------------------------|--|--------|---------|--------------------|---------|--------|
| | G.213 | G.202 | MB/M9 | G.213 | G.202 | MB/M9 |
| | ----- NR (planta ⁻¹) ----- | | | ----- AR (°) ----- | | |
| BA | 28,0aB | 36,6aA | 25,3aB | 55,0aB | 64,8aA | 57,8bB |
| BA+GA ₄₊₇ | 19,6bB | 22,8bA | 21,5bAB | 53,5aB | 62,6aA | 62,4aA |
| Controle | 0,0cA | 0,0cA | 0,0cA | 0,0bA | 0,0bA | 0,0cA |
| C.V | | 4,8 | | | 6,3 | |
| | ----- AT (m) ----- | | | ----- FE (%) ----- | | |
| BA | 1,5bC | 2,1abA | 1,7bB | 15,2bA | 11,3aAB | 9,9aB |
| BA+GA ₄₊₇ | 1,7aC | 2,2aA | 1,9aB | 25,2aA | 0,0bC | 12,1aB |
| Controle | 1,7aB | 2,0bA | 1,9aA | 0,0cA | 0,0bA | 0,0bA |
| C.V | | 3,2 | | | 11,4 | |
| | ----- PE (ton ha ⁻¹) ----- | | | | | |
| BA | 3,0aA | 1,0aB | 1,3aB | | | |
| BA+GA ₄₊₇ | 4,1aA | 0,0bC | 2,0aB | | | |
| Controle | 0,0bA | 0,0bA | 0,0bA | | | |
| C.V | | 10,8 | | | | |

NR: número de ramos, AR: ângulo de ramos, AT; altura total de plantas, FE: frutificação efetiva, PE: produtividade estimada.

* Letras minúsculas distintas na coluna e letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Para produtividade estimada (PE), tanto nas mudas pré-formadas quanto nas esporonadas não foi observada diferenças entre os reguladores de crescimento (Tabelas 20 e 23). Em ambos os reguladores de crescimento, as plantas enxertadas no G.213 promoveram maiores produtividades, com valores aproximados de quatro toneladas por hectare com BA e três toneladas e meia para BA+GA₄₊₇ nas pré-formadas e, três e quatro toneladas por hectares nas esporonadas com BA e BA+GA₄₊₇ respectivamente.

O uso de reguladores de crescimento que promovem a quebra da dominância apical e formação de ramos laterais produzem maiores produtividades logo nos primeiros anos de plantio (AXFORD, 1977; PRESTON, 1968; ELFVING & VISSER, 2006) como pode ser observada neste estudo pelos valores superiores de frutificação efetiva e produtividade estimada com uso dos reguladores de crescimento em comparação ao controle. O uso de GA é documentado por reduzir a formação de gemas em macieira (UNRATH & WHITWORTH, 1991), em contrapartida, o BA promove um incremento na formação de botões florais (MCLAUGHLIN & GREENE, 1991), apesar disto, as plantas obtiveram desempenho semelhante para ambos os reguladores de crescimento, de forma que o BA do tratamento BA+GA₄₊₇, pode ter compensado o efeito inibitório das giberelinas presente neste tratamento. Além disso, o desenvolvimento de maior número de ramos nas plantas com aplicação de GA (Tabelas 20 e 23), pode ter acrescido o nível de GA nas plantas deste tratamento devido as numerosas pontas de crescimento, a ponto de se tornar prejudicial (WERTHEIM & ESTABROOKS,1994).

Tabela 24 - Correlação de Pearson entre as variáveis avaliadas no estudo com a cultivar Fuji Suprema, ciclo 2018/19.

| Variáveis | A | NR | CR | AR | DR | DT | VR | F | P |
|-----------|---|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|
| A | - | -0.149 | -0.067 | -0.103 | -0.218 | 0.647 | 0.579 | -0.553 | -0.743* |
| NR | | - | 0.805* | 0.961** | 0.954** | -0.027 | 0.039 | 0.695 | 0.607 |
| CR | | | - | 0.896** | 0.901** | 0.191 | 0.290 | 0.551 | 0.515 |
| AR | | | | - | 0.992** | 0.049 | 0.128 | 0.749* | 0.644 |
| DR | | | | | - | -0.023 | 0.064 | 0.794* | 0.718* |
| DT | | | | | | - | 0.992** | -0.476 | -0.593 |
| VR | | | | | | | - | -0.402 | -0.507 |
| F | | | | | | | | - | 0.959** |
| P | | | | | | | | | - |

A: altura de plantas (m); NR: número de ramos (um planta⁻¹); CR: comprimento de ramos (cm); AR: ângulo de ramos (°); DR: diâmetro de ramos (°); DT: diâmetro de tronco; VR: volume de ramos (ml L⁻¹); FE: Frutificação efetiva (%); PE: produtividade estimada (ton ha⁻¹).

*Significativo (< 0,05%); ** altamente significativo (< 0,01%).

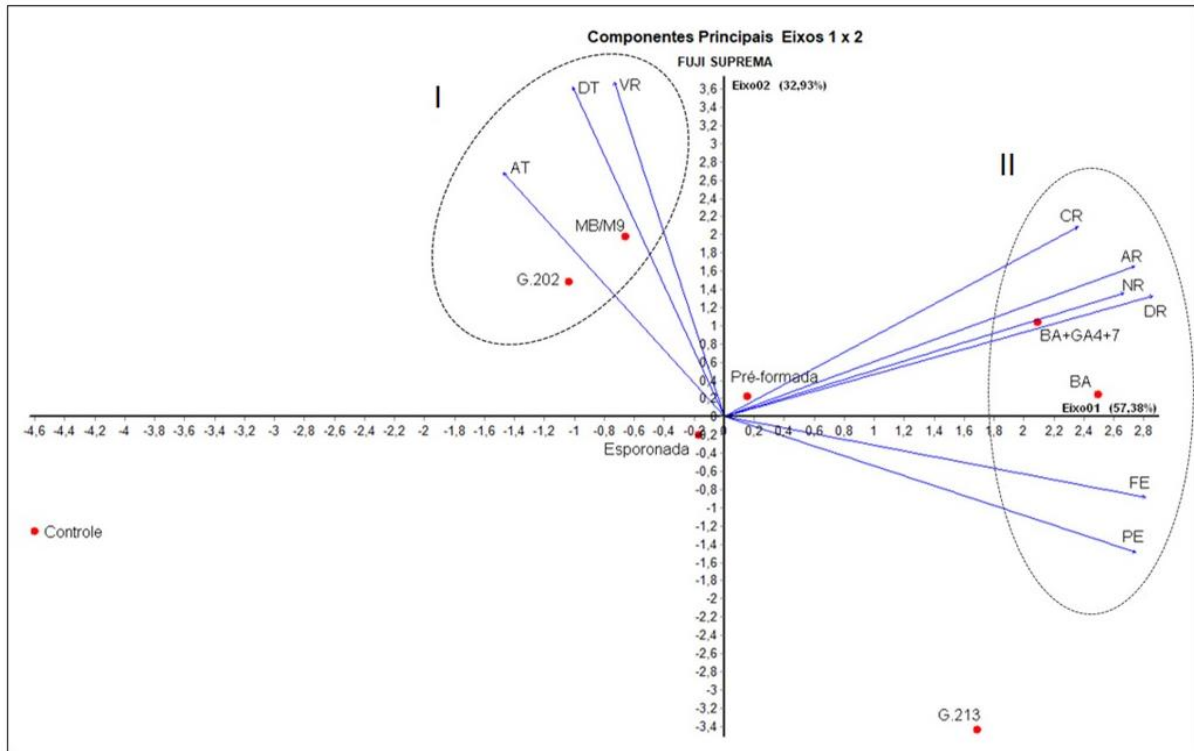
Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Observou-se uma correlação positiva elevada entre o diâmetro de ramos e a frutificação efetiva ($r= 0.79$) e a produtividade ($r=0.71$), no entanto, não foi verificada diferença no diâmetro de ramos entre os porta-enxertos para ambos os tipos de muda (Tabelas 21 e 22), reforçando que o uso de porta-enxertos com poder ananizante melhoram a produtividade precoce de pomares (ELFVING & VISSER, 2006), como pode ser observado com as plantas enxertadas em G.213 neste estudo.

Os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) realizados nas diferentes características explicaram 90,3% da variação no conjunto de dados (Figura 5). A contribuição do CP1 para a variação total foi de 57,3%, a qual obteve maior representação para as características avaliadas. Para este, foi possível observar que ambos os reguladores de crescimento BA e BA+GA₄₊₇ possuem maior relação com as variáveis comprimento de ramos (CR), ângulo de ramos (AR), número de ramos (NR), diâmetro de ramos (DR), frutificação efetiva (FE) e produtividade estimada (PE), além disso, as plantas controle se encontram em oposição a estas variáveis, confirmando a potencialidade da utilização de reguladores de crescimento na formação de mudas de alta qualidade com antecipada capacidade produtiva.

A contribuição do CP2 para a variação total foi de 32,9% e neste, as plantas enxertadas em MB/M9 e G.202 se relacionaram com as variáveis altura total de plantas (AT), diâmetro de tronco (DT) e volume de raízes (VR), em contrapartida, as plantas sobre o porta-enxerto G.213 se encontram em oposição a estas variáveis, de fato caracterizando o G.213 como um porta-enxerto menos vigoroso. Para os tipos de mudas, tanto as pré-formadas quanto as esporonadas não se relacionaram com nenhuma variável analisada, podendo inferir que ambas obtiveram desempenho semelhante para a cultivar Fuji Suprema.

Figura 5 - Análise de componentes principais para as variáveis avaliadas no estudo com a cultivar Fuji Suprema, ciclo 2018/19.



A: altura de plantas (m); NR: número de ramos (um planta⁻¹); CR: comprimento de ramos (cm); AR: ângulo de ramos (°); DR: diâmetro de ramos (°); DT: diâmetro de tronco; VR: volume de ramos (ml L⁻¹); FE: Frutificação efetiva (%); PE: produtividade estimada (ton ha⁻¹).

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

4.6 CONCLUSÃO

- Os reguladores de crescimento estimulam a formação de ramos laterais, com melhor eficiência da aplicação de BA isolada para formação de mudas pré-formadas e esporonadas em macieiras 'Maxi-Gala' e 'Fuji Suprema';
- A utilização de BA e BA+GA₄₊₇ proporcionam a formação de mudas de macieiras 'Maxi-Gala' e 'Fuji Suprema' de alta qualidade com antecipada capacidade produtiva;
- O MB/M9 e o G.202 induzem maior vigor em mudas de macieiras 'Maxi-Gala' e 'Fuji Suprema';
- O G.213 induz maiores produtividades;
- As mudas esporonadas tem produtividade semelhante às mudas pré-formadas e superiores às mudas de haste única.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A introdução de novos sistemas de condução, assim como a inserção de mudas pré-formadas são essenciais na redução de custos de implantação, como a exemplo do sistema Bi-axis, as quais há uma demanda inferior de mudas, como também a antecipação do retorno de capital investido com a melhora da precocidade de produção de pomares com uso de mudas pré-formadas.

A inferioridade de produtividade estimada observada no Bi-axis é devido possivelmente ao espaçamento em que o pomar está submetido, pois, nesta condição, a densidade de plantio neste sistema é reduzido pela metade do utilizado no sistema Tall spindle, as quais pode ser verificada principalmente para a cultivar Fuji Suprema em que no segundo ano apresentou produção de frutos superior e no terceiro ano se equiparou as plantas conduzidas em Tall spindle. Portanto, um aumento da densidade de plantio deste sistema de condução pode compensar estas perdas de produtividade estimada, no entanto, novos estudos devem ser realizados com diferentes espaçamentos para este sistema de condução para verificação desta suposição.

Aliado a esta condição, o manejo diferenciado exigido neste sistema é de extrema importância para o sucesso do pomar. Plantas conduzidas em Bi-axis tem por característica um maior número de ramos em vista de possuir duas hastes principais, no entanto, estes ramos são curtos e normalmente devem finalizar com gema diferenciada em flor. No presente estudo, as plantas obtiveram maior número de ramos em comparação ao Tall spindle, no entanto, alguns ramos eram mais longos, e por vezes grossos, afetando a finalização em gema de flor, o que pode ter prejudicado o desempenho produtivo das plantas submetidas a este sistema de condução em alguns ciclos, principalmente sobre o G.213 a qual induziu maior desenvolvimento vegetativo da copa. Portanto, o maior controle de contenção de crescimento dos ramos laterais neste sistema de condução, pode superar a produção de frutos de plantas enxertadas em Tall spindle, as quais foram inferiores para alguns ciclos. Este manejo pode ser realizado com o uso de reguladores de crescimento, dispensando o uso de mão de obra, que é escassa e cara.

Apesar disto, os frutos produzidos mostraram coloração vermelha mais intensa, reforçando a ideia de que há melhora na distribuição da luminosidade na copa deste sistema contribuindo para a melhora na qualidade dos frutos produzidos. Além

disso, neste estudo também foi comprovado o melhor desempenho do porta-enxerto G.213 em condições de replantio, como já verificado por diversos estudos anteriores. De acordo com isso, torna-se importante a continuidade deste estudo até o estabelecimento deste pomar para reforçar tais suposições e achados.

Apesar de ter sido avaliado apenas um ciclo produtivo na pré-formação de mudas, o uso de reguladores de crescimento é altamente efetivo na emissão de ramos laterais, com a formação de mudas de alta qualidade, as quais foram produtivas já no primeiro ano de plantio. As mudas esporonadas obtiveram produtividade semelhante às pré-formadas, o que torna este tipo de muda vantajosa, visto da facilitação em manejo com transporte, armazenamento e plantio, devido a melhor otimização de espaço, assim como redução de danos às plantas (quebra de ramos). Além disso, a precocidade produtiva do porta-enxerto G.213 foi comprovado neste trabalho como já mencionado em estudos anteriores. Os resultados apresentados neste estudo serão confrontados com um segundo ano de avaliação em desenvolvimento para confirmação dos resultados e, a partir disto uma possível indicação do uso de mudas esporonadas.

O uso de novas tecnologias de produção na pomicultura brasileira, com introdução de novos sistemas de condução e mudas pré-formadas tornam-se cada dia mais relevantes e necessárias na busca por sistemas mais eficientes.

6 REFERÊNCIAS

- ANESE, R. O. et al. Atmosfera Controlada para o Armazenamento da Maçã Cultivar 'Maxi-Gala'. In: **25º Jornada Acadêmica Integrada UFSM**. Anais. Santa Maria- RS, 2011.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. **Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz**, 2018.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA MAÇÃ / Benno Bernardo Kist... [et al.]. – **Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz**, 56 p. 2018.
- ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DOS PRODUTORES DE MAÇA – AGAPOMI. **Área cultivada com macieira no Rio Grande do Sul**. 2014 Disponível em: <<http://www.agapomi.com.br>> Acessado em fev de 2019
- AUVIL, T. D. et al. Evaluation of dwarfing rootstocks in Washington apple replant sites. **Acta Hort**. 903, 265–271. 2011.
- BALDINI, E., SANSAVINI, S. ZOCCA, A. Induction of feathers by growth regulators on maiden trees of apple and pear. **Journal of Horticultural Science**, 48, 327-37. 1973.
- BANGERTH, F., LI, C. J., GRUBER, J. Mutual interaction of auxin and cytokinins in regulating correlative dominance. **Plant Growth Regulation**. 32, 205–217. 2000.
- BARRIT, H. B. Selecting orchard systems for apples. **The Compact Fruit Tree**. Vol.3, n.3, p.89-92, 2000.
- BASAK, A., KOŁODZIEJCZAK, P., BUBAN, T. Paturyl 10WSC as a branching agent for young apple trees in nursery and orchards. **Acta Hort** 329:201–203. 1993.
- BEKTA, M., ERSOY, N. Branch induction on apple (*Malus domestica* L.) nursery trees: Effects of Perlán (GA). **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 8, n. 3&4, p. 651-654, 2010.
- BERNARDI, J., DENARDI, F., HOFFMAN, A. Cultivares e porta-enxertos. In: Nachtigall, G.R. (Ed.) - Maçã: produção. Brasília, **Embrapa Informação Tecnológica**, 32-46, 2008. (Frutas do Brasil, 37).
- BLASCO, A. B., ELSENFAZ, S. M., JACKSON, J. E. The effect of rootstocks on the response of "Cox Orange Pippin" apple to fruit setting hormone sprays. **Journal Horticultural Science**, n.57, v.3, p.267-275, 1982.
- BLEICHER, J. História da macieira. In: **A cultura da macieira**. EPAGRI. Florianópolis. P. 29-36. 2006.
- BONETI, J. I. S., KATSURAYAMA, Y., VALDEBENITOSANHUEZA, R. M. Manejo da Sarna na Produção Integrada de Maçã. **Circular Técnica**. Bento Gonçalves: EMBRAPA. n. 30, 19 p. 2001.

BORGUINI, R. G., SILVA, M. V. Características físico-químicas e sensoriais do Tomate (*lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. **Alimentos e Nutrição, Araraquara**, v.4, 355-361, 2005.

BUBAN, T. The use of benzyladenine in orchard fruit growing: a mini review. **Plant growth regulation**. 32(2-3):381-390. 2000.

CAGLAR, S., LLGIN, M. The effects of 6-benzyladenine application on branching of "Mondial Gala" apple nursery trees on MM 106 in the first year growth. Kahramanmaras Sutcu Imam **University Journal of Natural Sciences**. 12(1):66-70. 2009.

CAMILO, A. P., DENARDI, F. Cultivares: Descrição e comportamento no sul do Brasil. In: **A cultura da macieira**. Florianópolis. 743 p. 2006.

COOK, N. C., STRYDOM D. K. The South African high density system. **Acta Hort**. 513:321–327 2000.

CONTRERAS, L. D. Fuji e sus mutants. **Revista fruticola**, v11, n.2, p. 67, 1990.

CUMMINS, J., ALDWINCKLE, H., ROBINSON, T. **Apple tree rootstock named 'G.202'. U.S.** Patent Application n. 11/010,982, 15 jun. 2006. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US20060130195P1/en>. Acesso em: mar. 2019.

D'ABROSCA, B. et al. Evaluation of different training systems on Annurca apple fruits revealed by agronomical, qualitative and NMR-based metabolomic approaches. **Food chemistry**, v. 222, p. 18-27, 2017.

DALLABETTA, N. et al. Effects of light availability and training systems on apple fruit quality. In: **X International Symposium on Modelling in Fruit Research and Orchard Management** 1160. p. 237-244. 2015.

DENARDI, F. Porta-enxertos. In: **A cultura da macieira**. EPAGRI. Florianópolis. Editora Palootti. 743p. p.169-227. 2006.

DENARDI, F. et al. Efeito de porta-enxertos na indução da brotação da copa das macieiras 'Gala' e 'Fuji'. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.26, n.2, 61-63, 2013.

DENARDI, F. et al. Desempenho agrônômico de porta-enxertos de macieira da série americana 'Geneva'® no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 104-111, 2015.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências**. Cengage Learning Edições Ltda. 2006

DORIĆ, M. et al. Induction of eathers on one-year-old apple trees cultivar golden delicious using benzyladenine and gibberellins 4+7. **Contemporary Agriculture**. 63 (1-2), 13–21. 2014.

DORIGONI, A., DALLABETTA, N., LEZZER, P. Le alternative al carbaryl per il diradamento del melo. **L'Informatore Agrario** 9:52-54. 2008.

DORIGONI, A. et al. Bi-axis: an alternative to slender spindle for apple orchards. In: **IX International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems 903**. p. 581-588. 2011.

DORIGONI, A., MICHELI, F. Possibilities for multi-leader trees. **Eur. Fruit Mag**, v. 2, p. 18-20, 2014.

EDGERTON, L. J. Effects of some growth regulators on branching and flowering of young apple trees. Pdf. **Acta Hort** 137:77–82. 1983.

ELFVING, D. C. Comparison of cytokinin and apical-dominance-inhibiting growth regulators for lateral-branch induction in nursery and orchard apple trees. **Journal of horticultural science**, v. 60, n. 4, p. 447-454, 1985.

ELFVING, D. C., VISSER, D. B. Timing cyclanilide and cytokinin applications in the nursery to obtain desired lateral branch height in apple and sweet cherry trees. **HortScience** 41:1238–1242. 2006.

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

FAZIO, G., ROBINSON, T. Modification of nursery tree architecture with apple rootstocks: a breeding perspective. **New York Fruit Quarterly**, v.16, p.13-16, 2008.

FAZIO, G., ALDWINCKLE, H., ROBINSON, T. Unique characteristics of Geneva® apple rootstocks. **New York Fruit Quarterly**, v.21, p.25-28, 2013.

FAZIO, G., ROBINSON, T. L., ALDWINCKLE, H.S. The Geneva apple rootstock breeding program. **Plant Breed. Rev.** 39, 379. 2015.

FAZIO, G. et al. Apple tree rootstock 'G.213'. United States Cornell University (Ithaca, NY, US), The United States of America, as Represented by the Secretary of Agriculture (Washington, DC, US). U.S. Patent: 20170094854. 2017. Disponível em: <http://www.freepatentsonline.com/y2017/0094854.html>. Acesso em: fev. 2019.

FERREE, D.C., SCHUPP, J.R. Pruning and training physiology. In: Ferree, D.C., Warrington, I.J. (Eds.), Apples: botany, production and uses. **Cabi Publishing**, pp. 319–341. 2003.

FIORAVANÇO, J. C. et al. Cultura da macieira no Rio Grande do Sul: análise situacional e descrição varietal. Embrapa Uva e Vinho In: **Documentos/Embrapa Uva e Vinho 71**, Bento Gonçalves, ed.21, v. 2,p.10-60, 2010.

GAŚTOŁ, M., PONIEDZIAŁEK, W. Induction of lateral branching in nursery trees. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Horticulture**, Volume 6, Issue 2. 2003.

GAŚTOŁ, M., DOMAGAŁA-ŚWIĄTKIEWICZ, I., BIJAK, M. The effect of different bioregulators on lateral shoot formation in maiden apple trees. **Folia Horticulturae**, v. 24, n. 2, p. 147-152, 2012.

GONZÁLEZ-TALICE, J., YURI, J. A., DEL POZO, A. Relations among pigments, color and phenolic concentrations in the peel of two Gala apple strains according to

canopy position and light environment. **Scientia horticulturae**, v. 151, p. 83-89, 2013.

GRAF, H. Versuche zur Forderung and Waagerechstellung von vorzeitigen Trieben bei Gloster 69 und deren Ergebnisse. **Mitteilungen des Obstbauversuchsringes des A/ten Landes**, 35, 170-4. 1980.

GULLO, G. et al. Rootstock and fruit canopy position affect peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] (cv. Rich May) plant productivity and fruit sensorial and nutritional quality. **Food Chemistry**, 153, 234-242. 2014.

HAHN, L. et al. Implantação de pomar. In: **Sistema de produção para a cultura da macieira em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI. 136p. 2018.

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**. p. 61-89. 2003.

HAWERROTH, F. J. et al. Épocas de aplicação de proexadione cálcio no controle do desenvolvimento vegetativo de macieiras "Imperial Gala". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.4, 957-963, 2012.

HENFREY, J. L., BAAB, G., SCHMITZ, M. Physiological stress responses in apple under replant conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 194, p. 111-117, 2015.

HIBBITT, C. J., HARDISTY, J. A. Investigations into the use of a new plant growth regulator 'M&B 25-105' in apple and pear production. **Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent**, 44, 835-41. 1979.

HOOIJDONK, B. V. et al. Rootstocks modify scion architecture, endogenous hormones, and root growth of newly grafted „Royal Gala“ apple trees. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.136, n.2, 93-102, 2011.

HUFFMAN, L. **Choosing Rootstocks**. 2012. Disponível em: Acesso em: 01 dez. 2018

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal 2016. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em mar de 2019.

INGELS, C., GEISEL, P. M., UNRUH, C. L. Fruit trees: training and pruning deciduous trees. 8057. Ed. Oakland: Anr Communication Services, 8p. 2002.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Seção de Ecologia Agrícola. Porto Alegre: **Atlas Agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**, v.1, 102 p. 1989.

IUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: **EMRPESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO (Org.)**. A cultura da macieira. Florianópolis, p. 59-104. 2006.

JACYNA, T., PUCHAŁA, A. Application of environment friendly branch promoting substances to advance sweet cherry tree canopy development in the orchard. **J. Fruit Ornament**. Plant Res. 12:177–182. 2004.

JACYNA, T., BARNARD, J. Modification of branching behavior in apical-dominant apple trees with plant growth regulators and their residual effects on tree growth after transplanting. *J. Amer. Pomol. Soc.* 62(4):160–172. 2008.

JACKSON, J. E. Light interception and utilization by orchard systems. **Horticultural Reviews**, New York, v.2, p.208-267, 1980.

JACKSON, J. E. Biology of Apples and Pears. **Biology of Horticultural Crops**. Cambridge University Press, Cambridge, UK/New York. 2003.

JAKOPIC, J., STAMPAR, F., VEBERIC, R. The influence of exposure to light on the phenolic content of 'Fuji' apple. **Scientia Horticulturae**, v. 123, n. 2, p. 234-239, 2009.

JANICK, J. The origin of fruit, fruit growing, and fruit breeding. **Plant Breeding Reviews**. V.25, p. 255-320, 2005.

JAUMIEN, F. et al. Very similar effects of mixture GA3 + BA (6- benzyloaminopurine) and GA4+7 + BA on branching on some cultivars in nursery. **Acta Horticulturae**. 329:35-42. 1993.

JOHNSON, W. C. et al. The USDA-ARS/Cornell University apple rootstock breeding and evaluation program. **Acta Horticulturae**, Haia, v.557, 35-40, 2001.

JUNG, S. K., CHOI, H. S. Light penetration, growth, and fruit productivity in 'Fuji' apple trees trained to four growing systems. **Scientia Horticulturae**, 125 (4), 762-768. 2010.

KAPŁAN, M., BARYŁA P. The effect of growth regulators on the quality of two-year old apple trees of Šampion and Jonica cultivars. **Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus** 5(1): 79-89. 2006.

KATSURAYAMA, J. M. Novos porta-enxertos e aumento da sensibilidade de plantio são tecnologias aprimoradas para atingir os melhores resultados nas macieiras. **Anuário Brasileiro da Maçã**. ed. Gazeta, Santa Cruz do Sul. p.48-49. 2016

KIM, Y. K., HOWARD, B. H., QUINLAN, J.D. Growth responses to different grafting and manipulating treatments in one-year-old fruit trees. **Journal of Horticultural Science**, 59, 23-33. 1984.

HROTKÓ, K. et al. Effect of repeated BA (benzyladenine) application on feathering of Bidared apple nursery trees. **Acta Hort** 463:169–176. 1998.

KVIKLYS, D., ROBINSON, T.L., FAZIO, G. Apple rootstock evaluation for apple replant disease. In: The 29th International Horticultural Congress. **International Society for Horticultural Science**. Brisbane, Australia. 2014.

KVITSCHAL, M. V. et al. **Zoneamento Agícola para o Estado de Santa Catarina**. Disponível em: http://www.epagri.sc.gov.br/wp-content/Avaliacao_de_cultivares_de_maca2015-16.pdf. Acesso em março de 2019.

LEE, J. Y. et al. W. Pruning severity affecting shoot growth and fruiting in dwarf apple trees. **ILSR**. 24:56-60. 2005.

LEHNERT, R. High-density economics: An orchard system that generates high, early yields of the most valuable apples is the most profitable. **Good Fruit Grower**, Yakima, Wa, v. 63, n. 17, p.47-49. Mensal. 2012. Disponível em: <<http://www.goodfruit.com/highdensity-economics/>>. Acesso em: fev. 2019.

LORDAN, J. et al. Long-term Effects of Training Systems and Rootstocks on 'McIntosh' and 'Honeycrisp' Performance, a 15-year Study in a Northern Cold Climate—Part 1: Agronomic Analysis. **HortScience**, v. 53, n. 7, p. 968-977, 2018.

MACEDO, T. A. Validação de porta-enxertos de macieiras da série CG nas condições de Vacaria, RS. 129p. 2018. **Tese** (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 2018.

MAGYAR, L., HROTKO, K. Effect of BA (6-benzyladenine) and GA4+7 on feathering of sweet cherry cultivars in the nursery. **Acta Horticulturae**. 667:417-22. 2005.

MAPA – **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023/ Ministério da Agricultura, Pecuária e a abastecimento. Acessoria de gestão estratégica. Brasília: Mapa/ACS, 2013, 96 p. Disponível em: <http://globaltrends.thedialogue.org/wp-content/uploads/2015/03/Projeções-do-Agronegócio-Brasil-2012_2013-a-2022_2023-Portugues.pdf>. Acesso em marc de 2018.

MAZZOLA, M., MANICI, L. M. Apple replant disease: role of microbial ecology in cause and control. **Annual Review of Phytopathology**, v. 50, p. 45-65, 2012.

MCLAUGHLIN, J. M., GREENE, D. W. Fruit and hormone influence flowering of apple. II. Effects of hormones. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.**, 116: 450-453. 1991.

MUSACCHI, S. Bibaum®: A New Training System For Pear Orchards. **Acta Horticulturae**, v.800, ISHS, 2008.

NIU, Z. M. et al. Effects of bud notching on the endogenous hormone contents and shoot sprouting of apple trees. **J. Fruit Sci.** 15:198–202. 1998.

NORELLI, J. L., JONES, A. L., ALDWINCKLE, H. S. Fire blight management in the twenty-first century: using new technologies that enhance host resistance in **apple**. **Plant Disease**, Davis, v.87, n.7, 756-765, 2003.

MCARTNEY, S., OBERMILLER, J. Effect of notching, 6-benzyladenine, and 6-benzyladenine plus gibberellin A4+ A7 on budbreak and shoot development from paradormant buds on the leader of young apple trees. **HortTechnology**, v. 25, n. 2, p. 233-237, 2015.

ORLANDI, J. C. Uso de reguladores de crescimento na formação de mudas de macieira de distintos porta-enxertos. 73p. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 2018.

PALMER, J. W. Canopy manipulation for optimum utilization of light. In: **WRIGHT, C.J. (Ed.). Manipulation of fruiting**. London: Butterworths. p.245-262. 1989.

PALMER, J. W., SEYMOUR, S. M., DIACK, R. Feathering of 'Doyenne du Comice' pear in the nursery using repeat sprays of benzyladenine and gibberellins. **Sci. Hort.** 130(2):393–397. 2011.

- PASA, M. S. et al. Desempenho de Macieiras 'Imperial Gala' e 'Mishima Fuji' em Diferentes Porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 51, n.1, p. 17- 26. Brasília, 2016.
- PASA, M. da S. et al. Desempenho produtivo de macieiras' Fuji' em porta-enxertos da série CG. **Agropecuária Catarinense**, v. 30, p. 61-65, 2017.
- PEREIRA, A. J., PETRI, J. L. Poda e condução In: **A cultura da macieira**. EPAGRI. Florianópolis. Editora Palootti. 743p. p.391-417. 2006.
- IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil** / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 150 p. 2011.
- PETRI, J. L. et al. 405-Fuji Suprema: Nova cultivar de macieira. **Agropecuária catarinense**, Florianópolis, v.10, n.3, p.48-50, 1997.
- 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**, volume especial, p.48-56, 2011.
- PRESTON, A. P. Pruning and rootstock as factors in the production of primary branches on apple trees. **Journal of Horticultural Science** 43:17-22. 1968.
- QUINLAN, J. D., PRESTON, A. P. The use of branching agents to replace hand pruning of young trees of Bramley's Seedling apple. **Journal of Horticultural Science**, 53, 39-43. 1978.
- QUINLAN, J. D. Recent developments in the chemical control of tree growth. **Acta Horticulturae** 114:144-149. 1980.
- RICHARDS, D., ROWE, R. N. Effects of root restriction, root pruning and 6-benzylaminopurine on the growth of peach seedlings. **Ann. Bot.** 41, 729–740. 1977.
- ROBINSON, T. L., LAKSO, A. N. Bases of yield and production efficiency in apple orchard systems. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 116: 188-194. 1991.
- ROBINSON, T., STILES, W. Maximizing the performance of young apple trees. **New York Fruit Qrtly.** 3(2):10–16. 1995.
- ROBINSON, T. L. V-shaped apple planting systems. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.513, p.337-347, 2000.
- ROBINSON, T. Apple-orchard Planting Systems. Apples: botany, production and uses. **Wallingford:CAB**, p. 345-407, 2003.
- ROBINSON, T. et al. The Geneva series of apple rootstocks from Cornell: performance, disease resistance, and commercialization. **Acta Horticulturae**, Haia, v.622, 513-520, 2003.
- ROBINSON, T. et al. The evolution towards more competitive orchard systems in New York. **New York Fruit Quarterly**, v.15, n.1, 2007 (a).

ROBINSON, T. L., DEMARREE, A. M., HOYING, S. A. An economic comparison of five high density apple planting systems. **Acta Hort.** 732:481–489 (b). 2007.

ROBINSON, T. L. The evolution towards more competitive apple orchard systems in the USA. **Acta Hort.** 772:491–500. 2008.

ROBINSON, T. L., HOYING, S. A., REGINATO, G. H. The tall spindle planting system: Principles and performance. In: **IX International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems 903**. p. 571-579. 2008.

ROBINSON, T. L. Advances in apple culture worldwide. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n SPE1, p.37-47, 2011.

ROBINSON, T. et al. Use of Maxcel and Promalin to produce feathered trees. **American Society for Horticultural Science**. 2015.

RUFATO, L. et al. Lateral branch induction at nursery with growth regulators in 'Maxi-Gala' apple trees grafted on four rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 253, p. 349-357, 2019.

RUSSO, N. L. et al. Field evaluation of 64 apple rootstocks for orchard performance and fire blight resistance. **HortScience** 42 (7), 1517–1525. 2007.

SANDER, G. F. Desempenho vegetativo e produtivo de macieiras 'fuji-kiku-8®' e 'maxigala' em diferentes sistemas de condução em Vacaria, RS. 76p. 2015. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 2015.

SANDER, G. F. et al. Effect of different training systems to catch greater light interception in apple cultivar Maxi-Gala in temperate climate. **AUSTRALIAN JOURNAL OF CROP SCIENCE (ONLINE)**, v. 13, p. 574-577, 2019.

SAZO, M. M., ROBINSON, T. L. The use of plant growth regulators for branching of nursery trees in NY state. **New York Fruit Quarterly**, v. 19, n. 2, p. 5-9, 2011.

SILVA, K. et al. Explante, Citocinina e Luz: Fatores que Afetam a Organogênese de Portaenxerto de Macieira Cultivar M-9. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.11, n.3, 365-367, 2005.

SHARMA D. P., SINGH, N. Effect of rejuvenation pruning on the growth productivity and disease incidence in declining trees of pomegranate (*Punica granatum* L.) cv. Kandhari Kabuli. **Journal of Applied and Natural Science**. 10(1):358-362. 2018.

STEPHAN, J. Architecture 3D Et Microclimat Lumineux De L'arbre Comparaison de Cultivars De Pommiers Soumis A Des Manipulations De Conduite. 2012. 156 f. Tese (Doutorado) - **Curso de Docteur D'universite Physiologie Et Génétique Moléculaire**, Université Blaise Pascal, [S. I], 2012.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. 3.ed. Sunderland: Sinauer Associates. p.423-460. 2002.

VANDERZANDE, S. et al. Sylleptic branching in winter-headed apple (*Malus domestica*) trees: accession-dependent responses and their relationships with other tree architectural characteristics. **Tree genetics & genomes**, v. 12, n. 5, p. 87, 2016.

VAN OOSTEN, H. J. Effects of initial tree quality on yield. **Acta Horticulturae**, 65, 123-7. 1978.

WALKER, C.D. The development of intensive orchards in England: A historical note. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.114, p.309-317, 1980.

WERTHEIM, S. J. The performance of M&B 25-105-treated trees in the orchard. **Fruitteelt**, 71, 740--1. 1981.

WERTHEIM, S. J., ESTABROOKS, E. N. Effect of repeated sprays of 6-benzyladenine on the formation of sylleptic shoots in apple in the fruit-tree nursery. **Sci Hortic** (Amsterdam) 60:31–39. 1994.

ZANOL, G. C. et al. Enraizamento in vitro e atividade da peroxidase do porta-enxerto de macieira Marubakaido tratado com ácido indolbutírico e floriglucinol. **Revista Brasileira de fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 65-68,1996.

ZHANG, M. R. et al. Effect of bending on the dynamic changes of endogenous hormones in shoot terminals of 'Fuji' and 'Gala' apple trees. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.37, article 76. 2015.