

JÚLIO CESAR ORLANDI

**USO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE
MACIEIRA DE DISTINTOS PORTA-ENXERTOS**

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

Orientador: Prof. Dr. Leo Rufato
Co-orientadora: Profa. Dra. Andrea De Rossi

LAGES, SC

2017

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

Orlandi, Júlio Cesar

Uso de Reguladores de Crescimento na Formação de
Mudas de Macieira de Distintos Porta-enxertos /
Júlio Cesar Orlandi. - Lages , 2017.

73 p.

Orientador: Leo Rufato

Co-orientadora: Andrea De Rossi

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal, Lages, 2017.

1. Reguladores de Crescimento. I. Rufato, Leo.
II. De Rossi, Andrea. , .III. Universidade do
Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal. IV. Título.

JÚLIO CESAR ORLANDI
USO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE
MACIEIRA DE DISTINTOS PORTA-ENXERTOS

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

Banca Examinadora:

Orientador: 

Prof. Dr. Leo Rufato

Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias (CAV-UDESC)

Membro: 

Dr. Fernando José Hawerth

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Uva e
Vinho

Membro: 

Profa. Dra. Aike Anneliese Kretzschmar

Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias (CAV-UDESC)

Lages, SC, 18 de setembro de 2017.

A minha esposa, Diandra;
Aos meus pais, Cesar e Sônia;
À família e aos amigos.

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por sempre estar presente em minha vida e também na vida de minha família;

A minha esposa Diandra, por todo amor, carinho e paciência que me ajudaram a superar esta etapa;

Aos meus pais Cesar e Sônia, pelo incentivo e por me proporcionarem as melhores condições que dispunham;

Aos meus irmãos, Cristian, Paola e Otávio pelas suas atitudes e afetividade familiar;

Ao meu orientador Leo Rufato, por abrir as portas da pós-graduação para mim;

A minha co-orientadora Andrea De Rossi, por sempre ter paciência e sabedoria para comigo, em todas as etapas de desenvolvimento do meu trabalho;

A todos os colegas de pós-graduação, pelas viagens de Vacaria a Lages, pelas conversas e troca de experiências;

Aos colegas da Embrapa, pelo convívio em grupo, pelas amizades, pela ajuda nas tarefas diárias e pela descontração do ambiente de trabalho;

Aos colaboradores da Embrapa Uva e Vinho de Vacaria, pela amizade, respeito e ajuda nos momentos de necessidade;

A todos, que de alguma forma proporcionaram as condições necessárias para que hoje eu pudesse estar concluindo esta etapa importante da minha vida profissional.

*“Seu trabalho vai preencher boa parte da sua vida,
e a única maneira de ser verdadeiramente satisfeito,
é fazer o que acredita ser um ótimo trabalho.
E a única maneira de fazer um ótimo trabalho,
é amar o que você faz.”*

Steve Jobs

RESUMO

ORLANDI, Júlio Cesar. **USO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE MACIEIRA DE DISTINTOS PORTA-ENXERTOS**, 2017. 73p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Áreas: Ciências Agrárias e Agronomia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2017.

A cultura da macieira apresenta uma cadeia amplamente difundida e tecnológica, onde inovações são incorporadas ao sistema produtivo com resultados positivos e ainda com potencialidades de exploração. A utilização de técnicas de cultivo para a entrada precoce em produção dos pomares, bem como o rápido alcance da estabilidade produtiva, são formas de acelerar o retorno do capital investido, com o intuito de garantir a sustentabilidade desta cadeia produtiva. O presente trabalho de pesquisa objetivou estabelecer um protocolo para a produção de mudas de macieira pré-formadas durante o primeiro ano de viveiro. Para tanto, testaram-se três diferentes reguladores de crescimento com três doses, em mudas de macieira 'Maxi Gala', sobre quatro porta-enxertos. O experimento foi conduzido no ciclo 2015/2016 e 2016/17 no viveiro comercial da empresa Rasip®, situado no município de Esmeralda- RS. Nos dois ciclos as mudas de macieira 'Maxi Gala' foram conduzidas sobre os porta-enxertos: G 213; G 202; M 9; e Marubakaido com interenxerto de M 9. Foram realizadas aplicações sequenciais dos reguladores de crescimento, com intervalos de 14 dias entre as aplicações, onde em cada aplicação foi direcionado um 'spray' localizado no ponto de crescimento apical de cada planta. Foram avaliadas as seguintes variáveis vegetativas: desenvolvimento da altura de mudas; diâmetro de caule; altura final de mudas; número e comprimento de ramos laterais; e número acumulado de ramos laterais. Os reguladores de crescimento benziladenina e GA₄₊₇ + benziladenina foram superiores na indução de ramificações laterais em mudas de macieira 'Maxi Gala' comparado aos reguladores de crescimento tidiazuron e etefom + ciclanilida, que por sua vez proporcionaram mudas abaixo do padrão de qualidade exigido para a formação de um pomar padronizado. As doses de 850 mL.L⁻¹ de benziladenina e 950 mL.L⁻¹ de GA₄₊₇ + benziladenina parceladas em quatro aplicações sequenciais são suficientes para pré-formar mudas de macieira 'Maxi Gala'.

Palavras-chave: *Malus domestica*, precocidade, reguladores de crescimento, ramificações laterais, viveiro.

ABSTRACT

ORLANDI, Júlio Cesar. **USE OF GROWTH REGULATORS IN FEATHERED APPLE NURSERY TREES OF DIFFERENTS ROOTSTOCKS**, 2017. 73p. Dissertation (MSc in Crop Production – Areas: Agricultural Science and Agronomy) – Santa Catarina State University. Undergraduate Program in Crop Production, Lages, 2017.

Apple crop has a widely diffused technological chain where newest released innovations are incorporated to the cropping systems with positive results, yet with potential to be expanded. The usage of cropping techniques targeting orchard bearing yield as well as rapid yield stability are the ways of quicking up monetary revenues to guarantee sustainability of the productive chain. The present research aimed to create a protocol for feathered apple nursery plants production through the first year at nursery. Therefore, it was tested three different growth regulators in three rates on 'Maxi Gala' apple nursery trees grafted on four rootstocks. The experiment was carried out in the season of 2015/2016 and 2016/2017 at the nursery field belonging to the company Rasip[®], located at the municipality of Esmeralda-RS. On both seasons, nursery 'Maxi Gala' apple plants were grafted on the rootstocks: M 9, Marubakaido with M 9 interstem of 30 cm, G.202, and G.213. It was made sequential sprays of the growth regulators, directed to the apical meristem of each plant. It was evaluated the variables: initial plant height, stem diameter, final plant height, number and length of lateral branches, and cumulative number of branch. The growth regulators benziladenine and GA₄₊₇ + benziladenine were superior to induce lateral branching in 'Maxi Gala' apple plants, compared to the growth regulators thidiazuron and ethefon + cyclanilide, which provided nursery plants below the quality standard required to the implementation of a standardized orchard. The rates of 850 ml.L⁻¹ of benziladenine and 950 ml.L⁻¹ of GA₄₊₇ + benziladenine were effective to promote feathered nursery plans of 'Maxi Gala' apple.

Key words: *Malus domestica*, early bearing, growth regulator, lateral branching, nursery.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Aplicação sequencial dos reguladores de crescimento, com um único 'spray' no ponto de crescimento apical da muda. Esmeralda, RS, 2017.....	28
Figura 2.	Sintomas de fitotoxidez causados por benziladenina na dose de 1500 m.L ⁻¹ . Esmeralda, RS, 2017. Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.....	29
Figura 3.	Efeito da aplicação dos reguladores de crescimento benziladenina (BA), GA ₄₊₇ + benziladenina (GA ₄₊₇ + BA) e thidiazuron (TDZ) sobre a evolução da altura de mudas de macieira "Maxi Gala", cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Marubakaido com interenxerto de 30 cm (MAR+INT) (d) no ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.....	33
Figura 4.	Efeito da aplicação dos reguladores de crescimento benziladenina (BA), GA ₄₊₇ + benziladenina (GA ₄₊₇ + BA) e etefom + ciclanilida (ETE+CYC) sobre a evolução da altura de mudas de macieira "Maxi Gala", cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Marubakaido com interenxerto de 30 cm (MAR+INT) (d) no ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	35
Figura 5.	Efeito do Regulador de crescimento TDZ em mudas de macieira 'Maxi Gala'. Esmeralda, RS, 2017.....	43
Figura 6.	Efeito da aplicação de benziladenina na dose de 1500 ml.L ⁻¹ sobre mudas de macieira 'Maxi Gala'. Esmeralda, RS, 2017.....	46
Figura 7.	Efeito do número de aplicações sequenciais e diferentes doses de benziladenina (BA), GA ₄₊₇ + benziladenina (GA + BA) e thidiazuron (TDZ) sobre as variáveis número e comprimento de ramos, em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Marubakaido com interenxerto de 30 cm (d). Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.....	47
Figura 8.	Efeito do número de aplicações sequenciais e diferentes doses de benziladenina (BA), GA ₄₊₇ + benziladenina (GA + BA) e thidiazuron (TDZ) sobre as variáveis número e comprimento de ramos, em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Marubakaido com interenxerto de 30 cm (d). Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	48

Figura 9.	Efeito de cinco aplicações sequenciais das doses de 250 ml.L ⁻¹ , 500 ml.L ⁻¹ e 750 ml.L ⁻¹ de benziladenina sobre o número acumulado de ramos laterais em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d). Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.....	51
Figura 10.	Efeito de cinco aplicações sequenciais das doses de 250 ml.L ⁻¹ , 500 ml.L ⁻¹ e 750 ml.L ⁻¹ de GA ₄₊₇ + benziladenina sobre o número acumulado de ramos laterais em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d). Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.....	52
Figura 11.	Efeito de cinco aplicações sequenciais das doses de 25 mg.L ⁻¹ , 50 mg.L ⁻¹ e 75 mg.L ⁻¹ de TDZ sobre o número acumulado de ramos laterais em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d). Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.....	53
Figura 12.	Efeito de quatro aplicações sequenciais das doses de 500 ml.L ⁻¹ , 1000 ml.L ⁻¹ e duas aplicações sequenciais da dose 1500 ml.L ⁻¹ de benziladenina sobre o número acumulado de ramos laterais em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213, G 202, M 9, e Maruba/M 9. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	55
Figura 13.	Efeito de cinco aplicações sequenciais das doses de 500 ml.L ⁻¹ , 1000 ml.L ⁻¹ e 1500 ml.L ⁻¹ de GA ₄₊₇ + benziladenina sobre o número acumulado de ramos laterais em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213, G 202, M 9 e Maruba/M 9. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	56
Figura 14.	Efeito de duas aplicações sequenciais das doses de 12,5 ml.L ⁻¹ , 25,0 ml.L ⁻¹ e 37,5 ml.L ⁻¹ de etefom + ciclanilida sobre o número acumulado de ramos laterais em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213, G 202, M 9 e Maruba/M9. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	57
Figura 15.	Mudas de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d), submetidas à aplicação de diferentes concentrações de benziladenina. Da esquerda para direita: testemunha, 1250 ml.L ⁻¹ , 2500 ml.L ⁻¹ e 3750 ml.L ⁻¹ . Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.....	71

Figura 16.	Mudas de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d), submetidas à aplicação de diferentes concentrações de GA ₄₊₇ + benziladenina. Da esquerda para direita: testemunha, 1250 ml.L ⁻¹ , 2500 ml.L ⁻¹ e 3750 ml.L ⁻¹ . Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.....	71
Figura 17.	Mudas de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d), submetidas à aplicação de diferentes concentrações de tidiazuron. Da esquerda para direita: testemunha, 125 mg.L ⁻¹ , 250 mg.L ⁻¹ e 375 mg.L ⁻¹ . Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.....	72
Figura 18.	Mudas de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d), submetidas à aplicação de diferentes concentrações de benziladenina. Da esquerda para direita: testemunha, 2000 ml.L ⁻¹ , 3000 ml.L ⁻¹ e 4000 ml.L ⁻¹ . Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	72
Figura 19.	Mudas de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d), submetidas à aplicação de diferentes concentrações de GA ₄₊₇ + benziladenina. Da esquerda para direita: testemunha, 2500 ml.L ⁻¹ , 5000 ml.L ⁻¹ e 7500 ml.L ⁻¹ . Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	73
Figura 20.	Mudas de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d), submetidas à aplicação de diferentes concentrações de etefom + ciclanilida. Da esquerda para direita: testemunha, 25 ml.L ⁻¹ , 50 ml.L ⁻¹ e 75 ml.L ⁻¹ . Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Descrição dos produtos comerciais utilizados, com seus respectivos ingredientes ativos e o ciclo de utilização. Esmeralda, RS, 2017.....	27
Tabela 2.	Reguladores de crescimento, doses e número de aplicações utilizados em mudas de macieira 'Maxi Gala' no ciclo 2015/16 e 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	29
Tabela 3.	Efeito da aplicação dos reguladores de crescimento, sobre o diâmetro médio do caule em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre diferentes porta-enxertos no ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.....	37
Tabela 4.	Efeito da aplicação dos reguladores de crescimento, sobre o diâmetro médio do caule em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre diferentes porta-enxertos no ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	37
Tabela 5.	Efeito da aplicação dos reguladores de crescimento, sobre altura média final em mudas de macieira "Maxi Gala", cultivadas sobre diferentes porta-enxertos no ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.....	40
Tabela 6.	Efeito da aplicação dos reguladores de crescimento, sobre altura média final em mudas de macieira "Maxi Gala", cultivadas sobre diferentes porta-enxertos no ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	40
Tabela 7.	Reguladores de crescimento, porta-enxertos e modelos matemáticos obtidos nas variáveis número e comprimento de ramos. Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.....	49
Tabela 8.	Reguladores de crescimento, porta-enxertos e modelos matemáticos obtidos nas variáveis número e comprimento de ramos. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	49
Tabela 9.	Efeito da aplicação dos reguladores de crescimento beziladenina, GA ₄₊₇ + benziladenina e thidiazuron sobre a variável número acumulado de ramos em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213, G 202, M 9 e Marubakaido com interenxerto de 30 cm (MAR + INT). Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.....	58

Tabela 10.	Efeito da aplicação dos reguladores de crescimento beziladenina, GA ₄₊₇ + benziladenina e etefom + ciclanilida sobre a variável número acumulado de ramos em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213, G 202, M 9 e Marubakaido com interenxerto de 30 cm (MAR + INT). Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	60
Tabela 11.	Reguladores de crescimento, porta-enxertos e modelos matemáticos obtidos na variável diâmetro médio do caule. Ciclo 2015/16 e 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	70
Tabela 12.	Reguladores de crescimento, porta-enxertos e modelos matemáticos obtidos na variável altura média final. Ciclo 2015/16 e 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.....	70

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.2 A CULTURA DA MACIEIRA	17
2.3 CULTIVAR GALA	18
2.4 PORTA-ENXERTOS.....	19
2.5 PRODUÇÃO DE MUDAS DE MACIEIRA	21
2.6 UTILIZAÇÃO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO	23
3 MATERIAIS E MÉTODOS	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1.1 Crescimento das Mudas	31
4.1.2 Diâmetro do Caule	35
4.1.3 Altura Final de Mudas	38
4.1.4 Número e Comprimento de Ramos	41
4.1.5 Número Acumulado de Ramos Laterais	50
5 CONCLUSÕES	61
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
7 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	64
8 APÊNDICES	70

1 INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de frutíferas de clima temperado dá-se especialmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, dentre as quais destacam-se o cultivo de uva e de maçã, com uma área explorada de mais de 90 mil ha (IBGE, 2015).

O desenvolvimento da fruticultura no Sul do Brasil é uma realidade que vem se consolidando ao longo das décadas, pois além das condições edafoclimáticas, a introdução de novas tecnologias com o consequente aprimoramento das técnicas de cultivo, torna possível o alcance de produtividades satisfatórias nas culturas de interesse.

A cadeia produtiva da maçã é um exemplo claro de evolução tecnológica em uma trajetória de 40 anos no Brasil. Na década de 70 a maçã consumida no país era na sua totalidade importada, e atualmente a cadeia produtiva nacional, abastece os mercados internos e externos (KIST et al., 2015).

A evolução na produção da maçã brasileira é reflexo de variados fatores. Para Fioravanço (2009), além dos fatores tecnológicos introduzidos no setor, acrescenta-se a expansão da produção em novas áreas, redução dos custos de produção, das perdas e dos preços, minimização dos impactos negativos sobre o meio ambiente e o melhor abastecimento do mercado, através da oferta regular de fruta ao longo do ano.

Estima-se que os investimentos na cadeia produtiva da maçã são de 4,1 bilhões de reais, onde 2,5 bilhões representam investimentos em “Packing Houses” e câmaras frigoríficas, e 1,6 bilhão diretamente no cultivo de pomares (ABPM, 2016).

A produtividade inicial, bem como, o alcance precoce da estabilidade produtiva dos pomares de macieira, são fatores que devem ser levados em consideração diante do montante de recursos destinados a produção da fruta.

No Brasil, a macieira vem sendo cultivada nos últimos anos, em sistemas de densidade média a alta de plantas, o que reduz o período improdutivo do pomar com maior produção inicial por área, trazendo um maior e mais rápido retorno do capital investido (KATSURAYAMA, 2016).

Para Hoffmann et al. (2004), o adensamento de pomares de macieira segue uma tendência já observada em outras espécies frutíferas, visando à

redução do período improdutivo, aumento da eficiência do uso da terra e à qualidade produtiva dos pomares. Os novos plantios de pomares, bem como a renovação dos atuais, requerem clones coloridos dos grupos Gala e Fuji, porta-enxertos que aliem equilíbrio vegetativo e estabilidade produtiva e mudas padronizadas com qualidade superior (DENARDI & KVITSCHAL, 2015).

A combinação de plantios em altas densidades, mudas de macieira pré-formadas e poda mínima pode apresentar pomares com produções significativas nos primeiros cinco anos (SAZO & ROBINSON, 2012).

A produção de mudas de macieira, seja por viveiristas e/ ou produtores, segue padrões mínimos de qualidade, onde são observados garantias fitossanitárias, identidade varietal, qualidade da enxertia, qualidade nutricional, vigor, idade da muda e sistema radicular (HOFFMANN et al. 2004). Para Sazo & Robinson (2011), os fatores qualitativos e morfológicos a serem observados nas mudas de macieira, abrange não somente o diâmetro do tronco e altura de mudas, mas também a emissão de ramos laterais bem posicionados e o ângulo de inserção dos mesmos. A utilização de mudas de macieira pré-formadas é um componente crítico na formação de sistemas produtivos que utilizam alta densidade. Atualmente existe demanda de mudas com estas características, pois a rentabilidade do setor produtivo está baseada na estabilidade produtiva, precocidade e longevidade do pomar.

A utilização de reguladores de crescimento apresenta-se como uma ferramenta capaz de conferir o desenvolvimento de mudas com ramos laterais. Há menção de um grande número de experiências com reguladores de crescimento em macieira, alguns destacam-se pelo efeito significativo na formação ou crescimento da planta (HOFFMANN et al., 2004). Os reguladores de crescimento apresentam diferentes modos de ação na fisiologia das plantas de acordo com a época de aplicação e da concentração utilizada. É uma técnica utilizada que traz entre os benefícios, a redução dos custos com mão-de-obra, que atualmente representam mais de 30% do custo total de produção (CONAB, 2010).

Estudos tem se voltado para a utilização de reguladores de crescimento com objetivo do alcance no incremento de produtividades e qualidade do fruto, contudo cabem estudos no sentido da sua utilização no contexto de propagação e produção de mudas, pois a utilização de reguladores de crescimento pode induzir

a formação de ramificações laterais em mudas, proporcionando a otimização do tempo de desenvolvimento no viveiro e reduzindo custos com mão-de-obra.

Desta maneira, objetivou-se estabelecer um protocolo para a produção de mudas de macieira pré-formadas durante o primeiro ano de viveiro, sendo sequencialmente plantas capazes de formar um pomar padronizado, com precocidade na produção de frutos, com consequente diminuição do período para o alcance da estabilidade produtiva.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BOTÂNICA E MORFOLOGIA DA MACIEIRA

A macieira pertence à família *Rosaceae*, ordem *Rosales* e subfamília *Pomoideae*. A macieira cultivada comercialmente recebeu vários nomes científicos ao longo do tempo e a partir de 1803, foi denominada *Malus domestica* Borkh (HOFFMAN & BERNARDI, 2004). Morfologicamente é uma espécie de fruteira lenhosa, decídua, temperada que é muito adaptável a diferentes climas, crescendo desde os trópicos até altas latitudes (LUCHI, 2006).

2.2 A CULTURA DA MACIEIRA

No contexto de produção e de negócios das frutas brasileiras, que englobam dezenas de espécies, distribuídas por todas as regiões nacionais, poucas têm importância econômica e social similar à ostentada pela maçã (KIST et al., 2016). O Brasil ocupa a 12ª posição entre os maiores produtores mundiais de maçã, com 1.378.617 toneladas. A área cultivada atualmente é de 37.041 ha, sendo que, no ano de 2016 o setor teve uma movimentação bruta de 2,1 bilhões de reais (FAO, 2017; IBGE, 2017). A atividade atualmente gera mais de 195 mil empregos de forma direta e indireta para os estados da região sul do país, que representam mais de 99% da produção nacional da fruta (IBGE, 2017).

Observa-se que o Brasil em uma trajetória de quarenta anos, passou de país importador à autossuficiência, sendo o ano de 1998 um marco importante, pois o Brasil passou ao status de país exportador (PETRI et al., 2011). Tecnologias importantes foram introduzidas, validadas e recomendadas para

garantir o desenvolvimento da atividade, com destaque para a consolidação das cultivares Gala e Fuji, utilização de porta-enxertos ananizantes, plantios em altas densidades, superação artificial da dormência hiberna e armazenagem de frutas em condições controladas (FIORAVANÇO, 2009).

A produção nacional de maçã está alicerçada nos grupos 'Gala' representando 59%, e 'Fuji' com 34%, onde o cultivo de outras variedades representam 7% (KVITSCHAL & DENARDI, 2015). Atualmente, existe cerca de 4,3 mil produtores espalhados pelos estados do Sul, envolvidos nesta atividade, onde as principais áreas de produção com volumes representativos de fruta são: São Joaquim- SC, tendo na safra 2014/15 colhido 411.514 toneladas, Vacaria- RS com 435.023 toneladas, Fraiburgo- SC com 200.269 toneladas, Caxias do Sul- RS com 57.030 toneladas, Lapa- PR com 25.978 toneladas e Palmas- PR com 15.000 toneladas (ABPM, 2016). As produtividades tem apresentado evolução ao longo dos anos, passando de 20 a 25 toneladas ha^{-1} nos anos 90 para aproximadamente 40 a 60 toneladas ha^{-1} nos anos 2000 (NATCHIGALL, 2004). No entanto, embora haja pomares altamente produtivos, atualmente a produtividade média mantém-se em 37 toneladas/ ha^{-1} (IBGE, 2015). Segundo dados da ABPM (2016), aproximadamente 85% da produção nacional de maçã é comercializada internamente no país, respaldada por ser a 3º fruta mais consumida pela população, com um consumo per capita de 5,4 kg/habitante/ano.

Atualmente, os principais entraves da cultura estão relacionados ao manejo fitossanitário, isto é, determinadas pragas e doenças que elevam os custos de produção, problemas climáticos relacionados a falta de frio, granizos frequentes e geadas tardias e a crescente escassez de mão-de-obra (NACHTIGALL, 2004; FIORAVANÇO & LAZZAROTTO, 2013; KIST et al., 2016).

2.3 CULTIVAR GALA

A cultivar Gala é originária do cruzamento "Kidd's Orange Red" x "Golden Delicious", realizada em 1934, na Nova Zelândia. A planta é de porte semi-vigoroso, com ramos bem distribuídos e abertos. O período de floração ocorre entre o final de setembro, podendo perdurar durante todo o mês de outubro, com início da colheita no final do mês de janeiro a início de fevereiro (CAMILO & DENARDI, 2002). Os frutos possuem boa aderência do pedúnculo na planta, com

perdas mínimas em pré-colheita. O grande inconveniente desta cultivar é a maturação desuniforme, a qual requer três a quatro repasses durante o período de colheita. O tamanho dos frutos varia de medianos a pequenos com forma arredondada a cônica com coloração predominante avermelhada (HAMPSON & KEMP, 2003).

A popularidade da cultivar Gala vem crescendo rapidamente em todo o mundo, devendo-se isto à sua excelente qualidade gustativa e a boa aparência dos frutos. É uma das cultivares líderes em produção e em área plantada no Brasil (CAMILO & DENARDI, 2002).

O crescimento da área cultivada no Rio Grande do Sul e, também, em Santa Catarina, estados que, em conjunto, produzem mais de 90% da maçã brasileira, aliado a preferência do consumidor por maçãs com as características sensoriais da 'Gala', permite esperar a manutenção desse predomínio nos próximos anos (FIORAVANÇO et al., 2013). Esta cultivar apresenta boa adaptação climática em altitudes acima de 1200 metros, onde em altitudes inferiores, necessita de tratamento químico para a quebra de dormência das gemas, caso contrário, brota e floresce de forma desuniforme, resultando em baixa produção e baixa qualidade de frutas (BERNARDI et al., 2004).

O clone 'Maxi Gala' surgiu em função de uma mutação espontânea da cultivar 'Imperial Gala' na região de Vacaria, Rio Grande do Sul, no ano de 1998, onde juntamente com outras mutantes do grupo 'Gala', somam mais da metade da área cultivada com esta fruta no estado. A maçã 'Maxi Gala' apresenta coloração vermelha da epiderme mais intensa com estrias, recobrando uma porção maior do fruto, comparado aos outros clones deste grupo. Possui excelente qualidade organoléptica, tendo grande aceitação no mercado nacional e também internacional. Em função disso, a renovação, bem como a implantação de novos pomares de maçã seguem a tendência com essa nova cultivar (ANESE et al., 2011).

2.4 PORTA-ENXERTOS

Atualmente, a distribuição dos porta-enxertos nas principais regiões produtoras de maçã segue, mais ou menos, as tendências de evolução e de disseminação de novas tecnologias (DENARDI, 2006) as quais estão voltadas

para a resistência de doenças e pragas de solo, controle do vigor vegetativo, precocidade e estabilidade produtiva.

Segundo Macedo (2014), para que o fruticultor tenha êxito em seu investimento, alguns fatores devem ser considerados antes da implantação do pomar, entre estes: a escolha e seleção da cultivar copa e do porta-enxerto, preparo do solo, sistema de condução, tutoramento e condução das plantas.

A escolha do porta-enxerto em particular é de fundamental importância, pois uma vez implantado não poderá ser substituído com facilidade. Atualmente, dentre as opções de porta-enxertos existentes nas regiões produtoras de maçãs no Brasil, os mais plantados são o M 9 (anão), Marubakaido (vigoroso) e Marubakaido com interenxerto de M 9 (semi-vigoroso), este conhecido como 'filtro' (BERNARDI et al, 2004). Porém, recentemente foram introduzidos em escala comercial os porta-enxertos americanos da série 'G', os quais foram desenvolvidos na universidade de Cornell-EUA (Cornell University-US).

O porta-enxerto M 9 é caracterizado pelo excelente controle do vigor, possui sistema radicular pouco desenvolvido com um volume de raízes limitado, por essas características possui dificuldade de ancoramento no solo, logo necessitando de tutoramento. É exigente em solos bem drenados e com alta fertilidade, produz 'burrknots' (galhas aéreas) sendo sensível a pulgão-lanígero e doenças de solo em áreas de replantio de macieira. No entanto, apresenta-se como um dos porta-enxertos mais precoces na entrada em produção, possuindo bom equilíbrio vegetativo, permitindo a utilização de sistemas de plantio em alta densidade (FERREE & CARLSON, 1987; WEBSTER & WERTHEIN, 2003).

O porta-enxerto Marubakaido (*Malus prunifolia* Borkh), popularmente chamado de 'Maruba' é uma espécie de origem japonesa, que adapta-se bem a diferentes tipos de solo, podendo ainda tolerar solos menos férteis e períodos prolongados de estiagem (ZANOL et al., 1996). Este porta-enxerto é bastante vigoroso possuindo forte sistema radicular, com resistência a podridão do colo e ao pulgão-lanígero (KVITSCHAL et al., 2015). A combinação deste porta-enxerto com interenxerto (filtro) do ananizante M 9 permite o maior adensamento de pomares, pela redução do vigor e conseqüentemente o porte das plantas (PASA et al., 2016).

Embora no Brasil, não haja nenhum programa de melhoramento de porta-enxertos de macieira, em 1987 a Epagri introduziu um lote de 45 novos porta-

enxertos da série Geneva®, desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético da Universidade de Cornell- EUA, com o objetivo de testar a adaptação desses materiais nas condições edafoclimáticas brasileiras. Após 27 anos de pesquisa, seis deles ('G 202', 'G 210', 'G 213', 'G 757', 'G 814' e 'G 896') estão sendo indicados pela pesquisa, considerando as boas perspectivas de uso comercial no Brasil. Nessa série de porta-enxertos americanos 'G' são comuns as seguintes características: a) resistência à podridão do colo (*Phytophthora cactorum*) e fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*); b) alguns com resistência ao pulgão-lanígero (*Eriosoma lanigera*); c) alguns tolerantes a doenças de replantio da macieira; d) indução de maior precocidade de produção e de alto potencial produtivo à copa; e) pouco rebrotamento e *burrknots*; f) resistência ao frio intenso (DENARDI et al., 2015).

O 'G 202' é oriundo do cruzamento entre os porta-enxertos M.27 x R.5, é considerado semi-vigoroso, as principais características estão relacionadas a regularidade produtiva, facilidade de propagação com resistência ao fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*) e pulgão-lanígero (*Eriosoma lanigera*). O porta-enxerto 'G 213' é oriundo do cruzamento entre Otawwa 3 x R.5, quanto ao seu vigor, é considerado ananizante, apresenta boa ramificação com indução a abertura dos ramos. Apresenta resistência à podridão do colo (*Phytophthora cactorum*), fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*) e ao pulgão-lanígero (*Eriosoma lanigera*) (CORNELL UNIVERSITY, 2017; DENARDI et al., 2015).

2.5 PRODUÇÃO DE MUDAS DE MACIEIRA

Um dos fatores chaves para o sucesso de produção de frutas é a obtenção de mudas com qualidade morfológica, fisiológica e fitossanitária sendo essenciais para a implantação de um pomar com produtividade satisfatória e com frutificação precoce e regular, bem como longevidade (HOFFMANN et al., 2004).

O processo tradicional de produção de mudas de macieira, é a enxertia de cultivares comerciais sobre um porta-enxerto, sendo que a obtenção deste, é feita através da mergulhia de cepa (SCHUCH & PETERS, 1993), que é um processo demorado, resultando na coleta das brotações emitidas pela matriz, a partir do segundo ano de plantio, requerendo áreas relativamente grandes para viveiros, o que faz aumentar o custo da muda (FACHINELLO et al., 2008).

No sistema tradicional de produção de mudas, estas são comercializadas em haste única, sem os ramos laterais, que tendem a retardar a formação da planta e a sua entrada em produção (PICOLOTTO et al., 2007). Porém, produtores e viveiristas, estão buscando aliar materiais vegetativos com facilidade de multiplicação, boa performance no viveiro, boa soldadura da enxertia e que apresentem facilidade na emissão de ramos laterais (WEBSTER & WERTHEIN, 2003).

A aplicação de reguladores de crescimento é uma prática utilizada comercialmente em mudas de macieira e pereira, com o objetivo de promover o crescimento e a emissão de ramos regulares, porém esta prática pode também ser usada em outras fruteiras de clima temperado (PETRI et al., 2016). A produção de mudas com ramos pré-formados, em espécies de ciclo curto de viveiro como a maçã e o pêssego, tem sua importância aumentada nos últimos anos, devido aos sistemas intensivos de cultivo. Os novos cultivos tendem a plantios mais adensados, com o uso de mudas pré-formadas que rapidamente proporcionam a cobertura do solo, melhorando a capacidade de interceptação da luz solar, a rápida entrada em produção, combinando e otimizando todos os fatores de produção (FACHINELLO, 1999) podendo-se ainda citar a diminuição do custo para a condução inicial das mudas (PICOLOTTO et al., 2007; PEREIRA et al., 2005).

Nas mudas, o processo de formação de ramos, é regulado pelos diferentes fitormônios contidos nos tecidos da planta, onde as folhas jovens da gema apical são responsáveis pela produção de um hormônio chamado de auxina, que por sua vez, difunde-se para baixo e inibe o desenvolvimento de gemas laterais (SAZO & ROBINSON, 2011). As auxinas influenciam a síntese de citocininas e sua utilização dentro das gemas axilares, afetando a distribuição de citocininas entre os meristemas presentes no ramo. Como resultado, o crescimento de gemas laterais é inibido em razão da limitante concentração de citocininas nesses tecidos (HAWERROTH & PETRI, 2011). Para conter a dominância apical causada pela auxina, os viveiristas têm utilizado técnicas como desponte no ponto de crescimento apical, ou a retirada de algumas folhas jovens com um leve ferimento na gema, que resulta na redução transitória dos conteúdos de auxina, em seguida induzindo as gemas laterais da haste principal a brotação (SAZO & ROBINSON, 2011).

2.6 UTILIZAÇÃO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO

Reguladores de crescimento, são substâncias empregadas exogenamente para promover o desenvolvimento de plantas. São compostos produzidos sinteticamente, com ação nas plantas similar aos hormônios, estes por sua vez sintetizados naturalmente (MOREIRA, 2009; PETRI, 2001; HAWERROTH & PETRI, 2011). Os reguladores de crescimento destacam-se pelo efeito significativo na formação ou no crescimento da planta, na produção e na qualidade da fruta e na viabilidade econômica do uso (HOFFMANN et al., 2004). Para Petri et al, (2011) a utilização de reguladores de crescimento nas condições do clima brasileiro, é essencial para o desenvolvimento da cultura da macieira, pois estas substâncias melhoram a qualidade dos frutos e mantêm a regularidade da produção, promovem o aumento do tamanho e a melhoria na forma dos frutos, incrementam a frutificação efetiva, reduzem a incidência de 'russetting', melhoram a coloração dos frutos, promovem o controle da queda de frutos na pré-colheita e o controle no crescimento das plantas. O uso de reguladores de crescimento tem sido visto como uma técnica consistente e com menores impactos no custo com mão-de-obra, especialmente com sua utilização ampliada na formação e condução de novos pomares (SAZO & ROBINSON, 2011).

A partir do conhecimento dos hormônios vegetais, bem como a suas funções, foram desenvolvidos produtos naturais ou sintéticos para uso na agricultura. Estes produtos são utilizados em micropropagação, formação de mudas, controle de crescimento de plantas, indução de floração e raleio para aumentar o tamanho de frutos (PETRI et al., 2016).

Para a promoção de ramos laterais em mudas de macieira pode ser utilizado o produto comercial Promalin® (GREENE et al., 2016) cujo, princípio ativo é a composição de uma giberelina GA₄₊₇ mais uma citocinina 6-Benziladenina (VALENT BIOSCIENCES, 2014). As giberelinas são produzidas em tecidos jovens do caule e sementes em desenvolvimento, como hormônio vegetal as giberelinas são uma família de compostos baseada na estrutura ent-giberelano. O crescimento de órgãos vegetais promovido pelas giberelinas deve-se principalmente a um aumento do tamanho das células já existentes ou recentemente divididas (TAIZ & ZIGER, 2004). Pesquisas tem apresentado resultados significativos com a utilização de Promalin® nas doses de 400 a 500

ml.L⁻¹ em aplicações sequenciais para a formação de ramos laterais em mudas de macieira (COWGILL et al., 2012; ROBINSON et al., 2014; WERTHEIM & WEBSTER, 2003).

O tidiazuron (TDZ) e o Maxcel[®] (6-benziladenina) são citocininas com utilização na fruticultura, direcionados ao raleio químico de frutos e indução vegetativa de gemas dormentes (PETRI et al., 2001; ZILMAR et al., 1982). As citocininas são substâncias derivadas da purina adenina que promovem a divisão celular, mobilização de nutrientes, a formação e a atividade dos meristemas apicais, o desenvolvimento floral, a germinação de sementes, a quebra de dormência de sementes e gemas, a expansão celular, desenvolvimento de frutos, hidrólise de reservas de amido, retardo na senescência e dominância apical (TAIZ & ZIGER, 2004). Robinson et al. (2014), concluíram que a utilização de Maxcel[®] de três a cinco aplicações sequenciais na dose de 500 ml.L⁻¹, tem se mostrado um ótimo indutor de ramificações laterais em mudas de macieira em estudos conduzidos nos Estados Unidos e Chile.

A utilização de tidiazuron na cultura da macieira é bastante difundida no Brasil, onde a sua utilização dá-se especialmente para aumento da frutificação efetiva no estágio fenológico E a F2 com as doses de 10 a 20 mg.L⁻¹ e também como indutor de brotação em gemas dormentes no estágio fenológico B com as doses de 10 a 25 g.100 L⁻¹ (PETRI et al., 2016).

Recentemente vem sendo utilizado nos Estados Unidos o produto comercial Tiberon[®], que também tem efeito sobre a promoção de ramos laterais em mudas, cujo princípio ativo é composto por 2,8% de ciclanilida. Esta substância atua no metabolismo celular com a inibição do transporte de auxinas, com a consequente estimulação da formação de ramos laterais (PETRI et al., 2016; BAYER, 2015). Há a menção da utilização do produto comercial Tiberon[®] em trabalhos conduzidos em outros países, dando conta do efeito deste regulador de crescimento na formação de ramos em mudas de macieira utilizando doses que variam de 25 ml.L⁻¹ a 100 ml.L⁻¹ (SAZO & ROBINSON, 2014; ELFVING & VISSER, 2005). Robinson & Sazo (2014), testando três diferentes fitorreguladores, Maxcel[®] Promalin[®] e Tiberon[®] para a formação de ramos laterais em mudas de macieira, concluíram que duas aplicações de Tiberon[®], foram suficientes para a formação de ramos, onde os fitorreguladores Maxcel[®] e Promalin[®] apresentaram aumento linear no número de ramos até a quinta

aplicação sequencial. Estes autores ainda verificaram que o ângulo de emissão dos ramos foram maiores com o fitorregulador Promalin®, quando comparado a Maxcel® e Tiberon®.

A utilização de Tiberon® com doses iguais ou superiores a 100 mL.L⁻¹ para à pré-formação de mudas de macieira, pode apresentar prejuízos na formação estrutural da planta, especialmente na altura final e no diâmetro do caule (ROBINSON & SAZO, 2014). Estes problemas estão relacionados ao mecanismo de ação deste regulador de crescimento, pois a inibição do transporte de auxinas altera o gradiente de concentração entre os diferentes fitormônios presentes internamente na planta, apresentando efeitos sobre a dominância apical e controle da atividade nas gemas laterais do caule (ELFVING & VISSER, 2005).

Comercialmente no Brasil, não existe o produto comercial Tiberon®, diante disso verificou-se que o regulador de crescimento Finish®, apresenta em sua composição 48% de etefom + 6% de ciclanilida. Optou-se por utilizar o regulador de crescimento Finish® nesta pesquisa, justificado pela presença do ingrediente ativo ciclanilida e pelo fato de ser o único produto comercial disponível no mercado com esta composição.

O fitormônio etefom quando aplicado sob o tecido vegetal desencadeia a produção de etileno internamente na planta, onde em fruteiras de clima temperado este fitormônio atua sob diversos processos fisiológicos como: amadurecimento e senescência de folhas, controle de crescimento vegetativo, raleio químico, antecipação e uniformização da maturação de frutos (PETRI et al, 2016). Contudo, este fitormônio pode apresentar efeitos negativos quando aplicado em mudas de macieira, pois poderá comprometer o desenvolvimento vegetativo das plantas e consequentemente interferir nos padrões qualitativos das mudas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos anos de 2015/16 e 2016/17 em um viveiro comercial para a produção de mudas de macieira. As coordenadas geográficas das unidades experimentais são 51° 06' 14"W e 27° 57' 46"S, com altitude média de 910 metros, localizado no município de Esmeralda-RS.

O clima da região, conforme a classificação de Köppen é do tipo Cfb: temperado constantemente úmido, com verão ameno. A temperatura média anual é de 16,1 °C, média das mínimas de 11,9 °C e média das máximas de 20,4°C. A precipitação pluvial anual média é de 1.806 mm (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989).

O tipo de solo predominante na região é o Latossolo Bruno Alumínuférico Típico com características de profundidade mediana, bem a moderadamente drenados, argilosos, fortemente ácidos com saturação de bases baixas e com elevados teores de matéria orgânica e alumínio trocável (EMATER, 2008).

Nos anos 2015/16 e 2016/17, os experimentos foram conduzidos em áreas experimentais distintas, porém sem a mudança das coordenadas geográficas. Anualmente ocorre a mudança de local do cultivo das mudas de macieira, seguindo os preceitos da legislação vigente que regulamenta e fiscaliza a produção e comercialização de mudas no Brasil. As áreas destinadas a implantação do viveiro de macieiras, são áreas onde a empresa desenvolve anteriormente o cultivo de grãos. A implantação do viveiro segue um plano de rotação dentro destas áreas, de forma que não ocorra a repetição ao longo dos anos, visando à sanidade das mudas.

As matrizes necessárias para a composição da muda de macieira foram: matriz copa e matriz porta-enxerto. As matrizes copa são conduzidas em uma área permanente na formatação de um pomar comercial, possuindo espaçamento entre filas de 4,5 metros por 1 metro entre plantas. Já as matrizes porta-enxerto são cultivadas em linha utilizando o método de propagação de mergulhia de cepa. No inverno, é realizada a coleta das matrizes necessárias para a enxertia das mudas, onde na seleção do material vegetativo para a copa, basicamente, leva-se em consideração o diâmetro mínimo de 5 mm e o comprimento mínimo de 50 cm para poder ser coletado. Nos porta-enxertos são observados o mesmo diâmetro mínimo, para não haver grande disparidade entre o diâmetro da copa e do porta-enxerto no momento da enxertia. Após a coleta, estes materiais são levados para as câmaras frigoríficas, onde são mantidos a uma temperatura de 2- 3 Cº com alta umidade relativa do ar, por cerca de 30 dias. Após este período as matrizes são levadas para os galpões de aclimação onde sequencialmente são enxertadas através do método de garfagem, permanecendo neste local até o período de plantio no viveiro.

No primeiro ano de condução do experimento o plantio das mudas enxertadas no campo ocorreu no dia 02 de setembro de 2015, com o posterior arranquio no dia 28 de junho de 2016, totalizando 332 dias de desenvolvimento no viveiro. Para o segundo ano, o plantio ocorreu em 29 de agosto de 2016 e o arranquio deu-se em 17 de julho de 2017 totalizando 325 dias de desenvolvimento no viveiro. Nos dois ciclos a disposição do cultivo das mudas de macieira 'Maxi Gala' no viveiro, foi em linha com espaçamento de 30 cm entre plantas, e 80 cm entre linhas, indiferentemente do porta-enxerto utilizado.

Os tratamentos constituíram-se de três reguladores de crescimento com três doses para cada um. Os reguladores de crescimento foram testados em mudas distribuídas na cultivar Maxi Gala sobre os porta-enxertos M 9, Marubakaido com interenxerto de 30 cm (Maruba/M 9), G 213 e G 202.

Os reguladores de crescimento utilizados são detalhados na Tabela 1. Para o ciclo 2015/16 foram utilizados os produtos comerciais Promalin®, Maxcel® e Dropp®, e para o ciclo 2016/17 optou-se pela troca do produto comercial Dropp® por Finish®, sendo utilizados novamente os produtos comerciais Promalin®, Maxcel® com alterações nas doses testadas. Destaca-se que as doses testadas, foram de ingrediente ativo contido nos produtos comerciais.

Tabela 1. Descrição dos produtos comerciais utilizados, com seus respectivos ingredientes ativos e o ciclo de utilização. Esmeralda, RS, 2017.

Produto Comercial	Ingrediente Ativo	Ciclo Utilizado
Promalin®	GA ₄₊₇ + Benziladenina	2015/16 e 2016/17
Maxcel®	Benziladenina	2015/16 e 2016/17
Dropp®	Tidiazuron	2015/16
Finish®	Etefom + Ciclanilida	2016/17

Os tratamentos no ciclo 2015/16 foram constituídos de: testemunha (sem aplicação de reguladores de crescimento), doses de Benziladenina (BA) (250, 500 e 750 ml.L⁻¹), GA₄₊₇ + Benziladenina (GA₄₊₇ + BA) (250, 500 e 750 ml.L⁻¹) e Tidiazuron (TDZ) (25, 50 e 75 ml.L⁻¹). No ciclo 2016/17 foram realizadas alterações nas doses dos reguladores de crescimento bem como a substituição do regulador de crescimento Tidiazuron por Etefom + Ciclanilida, permanecendo da seguinte forma: testemunha (sem aplicação de reguladores de crescimento), doses de Benziladenina (500, 1000 e 1500 ml.L⁻¹), GA₄₊₇ + Benziladenina (500,

1000 e 1500 ml.L⁻¹) e Etefom + Ciclanilida (ETE + CYC) (12,5, 25 e 37,5 ml.L⁻¹). Para todos os reguladores de crescimento foi utilizado adjuvante Break Thru® na dose 0,05%. As doses testadas nos dois ciclos de condução do experimento são representadas através da quantidade total de ingrediente ativo aplicado nas mudas de macieira, pois o número de aplicações sequenciais variou de um ano para outro, conforme especificado na Tabela 2.

A metodologia de aplicações no ciclo 2015/16 deu-se no seguinte formato: Foram realizadas cinco aplicações sequenciais nas mudas de macieira com intervalo de 14 dias entre as aplicações. As aplicações iniciaram quando as mudas atingiram 50 cm de altura (ramo líder) medido a partir do ponto de enxertia da planta, ocorrendo no dia 06 de novembro de 2015.

As aplicações dos reguladores de crescimento foram realizadas utilizando um pulverizador de CO₂ com pressão e vazão constante, munido de um bico com aspersão no formato cone cheio. No momento de cada aplicação foi direcionado um único “spray” localizado no ponto de crescimento apical de cada muda (Figura 1).



Figura 1. Aplicação sequencial dos reguladores de crescimento, com um único ‘spray’ no ponto de crescimento apical da muda. Esmeralda, RS, 2017. Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

No ciclo 2016/2017 a metodologia de aplicações seguiu outro padrão comparado ao ciclo anterior, pois em função das alterações das doses dos reguladores de crescimento benziladenina e GA₄₊₇ + benziladenina, bem como a introdução do regulador de crescimento etefom + ciclanilida, observou-se fitotoxidez e amarelecimento nas folhas apicais em alguns tratamentos (Figura 2). Diante disso, antes das aplicações subsequentes foi realizada a análise visual de

todos os tratamentos para a identificação de sintomas de fitotoxidez, e/ou paralisação do crescimento, sendo que de acordo com a presença destes sintomas, optou-se por não realizar-se a aplicação do regulador de crescimento na data de aplicação em questão.

No decorrer da condução do experimento no ciclo 2016/17, o número de aplicações variou de acordo com o regulador de crescimento, bem como a dose utilizada, sendo apresentado detalhadamente na Tabela 2.

Tabela 2. Reguladores de crescimento, doses, número de aplicações e quantidade total de ingrediente ativo (I.A.) aplicado em mudas de macieira ‘Maxi Gala’ no ciclo 2015/16 e 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.

Ciclo 2015/16				Ciclo 2016/17			
Reguladores de Crescimento	Dose (ml.L ⁻¹)	Número de Aplicações	Total de I. A. Aplicado	Reguladores de Crescimento	Dose (ml.L ⁻¹)	Número de Aplicações	Total de I. A. Aplicado
Benziladenina	0	0	0	Benziladenina	0	0	0
	250	5	1250		500	4	2000
	500	5	2500		1000	4	4000
	750	5	3750		1500	2	3000
GA ₄₊₇ + Benziladenina	0	0	0	GA ₄₊₇ + Benziladenina	0	0	0
	250	5	1250		500	5	2500
	500	5	2500		1000	5	5000
	750	5	3750		1500	5	7500
Tidiazuron	0	0	0	Etefom + Ciclanilida	0,0	0	0
	25	5	125		12,5	2	25
	50	5	250		25,0	2	50
	75	5	375		37,5	2	75



Figura 2. Sintomas de fitotoxidez causados por benziladenina na dose de 1500 m.L⁻¹. Esmeralda, RS, 2017. Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

No ciclo 2016/17, os intervalos entre aplicações sequenciais foram de 14 dias, e o início das aplicações foi alterado comparado ao ciclo 2015/16, para 60 cm de altura (ramo líder) medido a partir do ponto de enxertia, ocorrendo no dia 25 de novembro de 2016. As aplicações foram realizadas utilizando novamente um pulverizador de CO₂ com pressão e vazão constante, munido de um bico com aspersão no formato cone cheio. No momento de cada aplicação foi direcionado um único “spray” localizado no ponto de crescimento apical de cada planta.

As variáveis analisadas em ambos anos de experimento foram:

1- Crescimento médio da altura das mudas; 2- Diâmetro médio do caule; 3- Altura média final de mudas; 4- Número e comprimento médio de ramos laterais; 5- Número acumulado de ramos laterais.

O crescimento das mudas foi mensurado com o auxílio de uma trena. A medida do diâmetro do caule (mm) foi realizada através da utilização de um paquímetro digital, onde a leitura foi realizada a 13 cm acima do ponto de enxertia de acordo com a metodologia adaptada de Robinson (2014). A altura final das mudas (cm) foi mensurada a partir do ponto de enxertia com o auxílio de uma régua topográfica.

Para a obtenção da variável número de ramos, considerou-se as ramificações laterais maiores que 10 cm de comprimento, onde foram contabilizadas e medidas (cm) individualmente em três plantas de cada parcela. A medida do comprimento médio de ramos foi realizada através da utilização de uma trena. Para a composição da variável número acumulado de ramos laterais, foram contabilizadas todas as ramificações laterais emitidas indiferentemente do comprimento de cada ramo.

A variável vegetativa crescimento das mudas foi analisada por meio do teste de comparação múltiplo de médias, utilizando teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. A variável número acumulado de ramos laterais foi analisada através da análise de regressão. Para efeito de comparação entre os reguladores de crescimento aplicou-se análise por contrastes lineares. Já o restante das variáveis vegetativas (altura média final de planta, diâmetro médio de caule, comprimento médio de ramos e número médio de ramos) foram analisados através de contrastes polinomiais ortogonais. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com três repetições, onde cada parcela experimental foi constituída de cinco plantas, e para efeito de avaliação dos

tratamentos foram selecionadas três plantas centrais da parcela. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1.1 Crescimento das Mudas

O desenvolvimento da altura de mudas 'Maxi Gala' foi influenciado de acordo com a aplicação dos reguladores de crescimento, independente do porta-enxerto utilizado (Figura 3 e 4). Esta variável permite observar o desenvolvimento em altura das mudas de macieira, durante os intervalos das aplicações sequenciais dos reguladores de crescimento, sem levar em consideração a dose testada.

No ciclo 2015/16 o efeito das aplicações dos reguladores de crescimento sobre a altura das mudas de macieira no porta-enxerto G 213, (Figura 3a), fica evidente a partir da terceira aplicação, onde os tratamentos testemunha sem aplicação e $GA_{4+7} + BA$, cresceram de forma similar sem expressar decréscimos significativos na altura das mudas comparado aos tratamentos BA e TDZ, seguindo esta tendência até a última aplicação. Verifica-se que a média das alturas, nos tratamentos testemunha sem aplicação e $GA_{4+7} + BA$, foram superiores comparado aos tratamentos BA e TDZ.

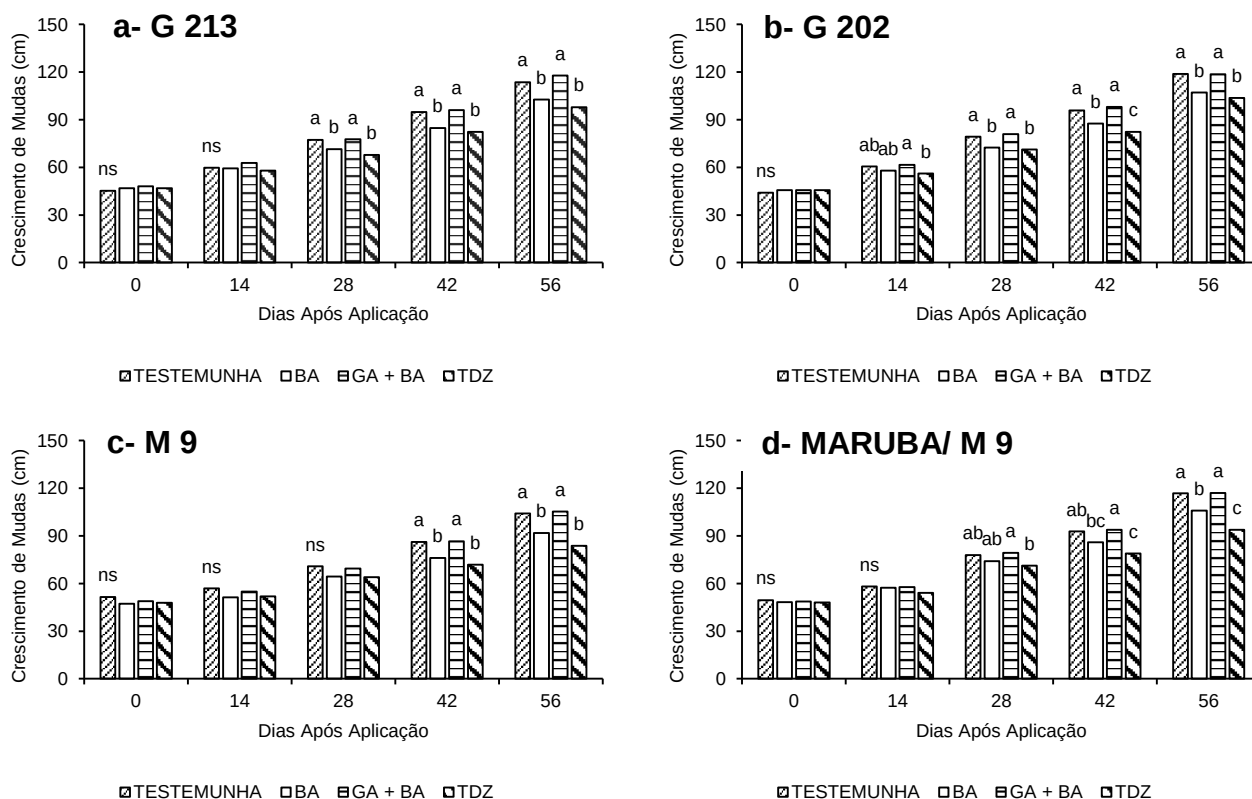
No mesmo ciclo, observa-se que as mudas de macieira sobre o porta-enxerto G 202 (Figura 3b), apresentaram diferença na altura, a partir da segunda aplicação, onde o tratamento TDZ diminuiu significativamente a altura das mudas de macieira na comparação com o tratamento $GA_{4+7} + BA$. Na terceira aplicação, o tratamento BA conferiu a menor taxa de crescimento assim como o tratamento TDZ. Observa-se que a diminuição da altura nas mudas de macieira ocasionado pelos tratamentos descritos anteriormente, permaneceu desta forma até a última aplicação, onde o tratamento $GA_{4+7} + BA$ não influenciou negativamente a altura das mudas de macieira, sendo igual a testemunha sem aplicação.

As mudas de macieira sobre o porta-enxerto M 9 (figura 3c), apresentaram diminuição na altura das mudas a partir da quarta aplicação. Verifica-se que as mudas de macieira sobre efeito dos tratamentos BA e TDZ apresentaram

crescimento reduzido, seguindo este efeito até a última aplicação dos reguladores de crescimento. O tratamento e GA₄₊₇ + BA não teve decréscimo significativo na média da altura das mudas em relação a testemunha sem aplicação.

Ainda no mesmo ciclo, observa-se que as mudas de macieira sobre o porta-enxerto Marubakaido com interenxerto (Maruba/M 9) (Figura 3d), tiveram alterações significativas na diminuição da altura das mudas de macieira, a partir da terceira aplicação, pelo efeito do tratamento TDZ. Na quarta aplicação os tratamentos BA e TDZ resultaram nas menores médias observadas na altura das mudas. Na última aplicação observa-se que tratamento GA₄₊₇ + BA, não diminuiu a altura das mudas em relação a testemunha sem aplicação, sendo que os tratamentos BA e TDZ diminuíram a altura significativamente, onde o tratamento TDZ ocasionou as menores médias de altura nas mudas, sendo inferior aos reguladores de crescimento BA e GA₄₊₇ + BA.

No contexto geral, o regulador de crescimento GA₄₊₇ + BA apresentou os menores efeitos na diminuição da altura das mudas de macieira. Esta resposta pode ser atribuída, pela sua composição apresentar a combinação de giberelina + citocinina, pois a medida que a BA (citocinina) induz o processo de diferenciação e divisão celular, a GA₄₊₇ (giberelina) promove a subsequente alongação (RUFATO et al., 2004), possivelmente pronunciando a diferença na altura de plantas quando compara-se a BA pura e TDZ. Por outro lado, a menor altura de plantas observada nos tratamentos com BA e TDZ, pode ser atribuída ao fitormônio citocinina contido na composição química desses reguladores de crescimento, pois o tecido vegetal sob efeito desse hormônio atua principalmente na divisão celular e no crescimento das células (TAIZ & ZIGGER, 2004), ou seja, quando ocorre a aplicação de citocinina exógena (BA e TDZ) no ponto de crescimento apical da planta, o efeito momentâneo é a quebra da dominância apical, fazendo com que as gemas axilares da haste principal iniciem o processo de brotação (WILSON 2000; MÜLLER & LEYSER, 2011). Com o processo de brotação das gemas laterais iniciado, ocorre a competição entre o crescimento lateral dos ramos e o crescimento em altura da planta (GREENE & AUTIO, 1990), evidenciando as menores alturas das mudas observadas nestes tratamentos.



ns: não significativo; Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de tukey a 5% de probabilidade de erro.

Figura 3. Efeito da aplicação de diferentes reguladores de crescimento sobre o crescimento de mudas de macieira “Maxi Gala”, cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Marubakaido com interenxerto de 30 cm (Maruba/M 9) (d). Medição a partir do ponto de enxertia. Ciclo 2015/16, Esmeralda, RS, 2017.

No ciclo 2016/17, observa-se que as aplicações dos fitorreguladores em mudas de macieira ‘Maxi Gala’, interferiram de forma direta na altura de plantas. Observou-se que a partir da segunda aplicação, o desenvolvimento da altura de mudas sobre os quatro porta-enxertos (Figura 4) diferiu significativamente entre os tratamentos. Destaca-se o mesmo comportamento dos reguladores de crescimento BA e GA₄₊₇ + BA do ciclo anterior (2015/16), onde o tratamento GA₄₊₇ + BA não diminuiu a altura das mudas de macieira, sendo igual a testemunha sem aplicação, porém o tratamento BA conferiu menor taxa de crescimento nas mudas durante as aplicações sequenciais.

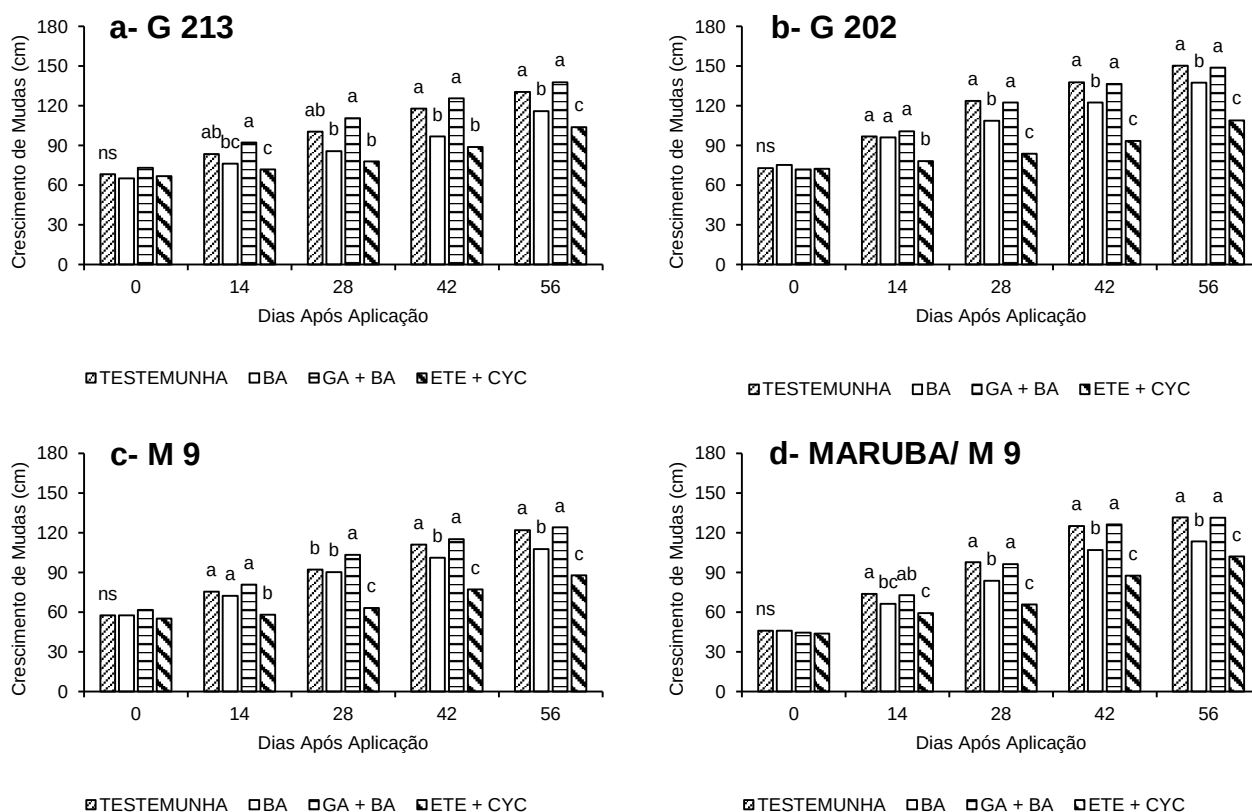
No segundo ano de experimento com a introdução do regulador de crescimento etefom + ciclanilida, observou-se a diminuição acentuada da altura de plantas, onde este regulador de crescimento diferiu de forma isolada de todos os

outros tratamentos, evidenciado já na segunda aplicação sequencial dos reguladores de crescimento.

O menor crescimento das mudas de macieira, observado no tratamento ETE + CYC, possivelmente deve-se a presença da alta concentração de etefom neste regulador de crescimento (48%), pois a aplicação desta substância em vegetais é capaz de promover a formação e liberação gradual de etileno endogenamente nos tecidos vegetais, culminando com efeitos sobre o amadurecimento de frutos, senescência de folhas e flores, bem como a subsequente abscisão (TAIZ & ZIGGER, 2004).

A aplicação do regulador de crescimento etefom + ciclanilida sobre o ponto de dominância apical da muda, teve uma influência direta na paralisação momentânea do crescimento em altura, onde este produto foi absorvido pelas folhas, movendo-se internamente pelo citoplasma, liberando etileno e estimulando a planta a produzir mais etileno endógeno (PETRI et al., 2016). Neste ponto apical, há altas concentrações de auxina, e a partir da elevação da concentração de etileno neste ponto, ocorre o desbalanço entre esses fitormônios promovendo a inibição do transporte de auxinas e consequentemente interferindo nos processos de divisão celular (PAVANELLO & AYUB, 2012), impedindo o crescimento terminal das plantas, assim como observado nas mudas de macieira sobre efeito deste tratamento.

De forma geral, pode-se afirmar que nos dois ciclos de condução do experimento, o regulador de crescimento GA_{4+7} + BA, foi o composto que apresentou a menor interferência no desenvolvimento em altura das mudas de macieira, quando compara-se aos demais reguladores de crescimento aplicados sobre as mudas. Este fato pode ser confirmado ainda, pelo número de aplicações realizadas no segundo ciclo, pois foi o único tratamento que permitiu a realização das cinco aplicações sequenciais, sem nenhum sintoma de fitotoxidez, diferentemente dos demais reguladores de crescimento que tiveram o número de aplicações reduzidos em função dos sintomas evidentes observados.



ns: não significativo; Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de tukey a 5% de probabilidade de erro.

Figura 4. Efeito da aplicação de diferentes reguladores de crescimento sobre o crescimento de mudas de macieira ‘Maxi Gala’, cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Marubakaido com interenxerto de 30 cm (Maruba/M 9) (d). Medição a partir do ponto de enxertia. Ciclo 2016/17, Esmeralda, RS, 2017.

4.1.2 Diâmetro do Caule

O diâmetro médio do caule das mudas de macieira ‘Maxi Gala’ sobre o porta-enxerto G 202, foi influenciado no ciclo 2015/16 pelo regulador de crescimento $GA_{4+7} + BA$ (Tabela 3). Verificou-se que as médias do diâmetro do caule nas mudas sobre o porta-enxerto G 202, em relação as doses, foi quadrático. Através da equação de regressão (disponível nos apêndices Tabela 11) verificou-se que o pico de maior resposta foi obtido na dose de 867 ml.L^{-1} . Estes resultados diferem do trabalho de Wertheim & Estarbrooks (1994), onde evidenciaram que não houve diferença significativa no diâmetro de caule em relação a aplicação de diferentes doses de $GA_{4+7} + BA$, porém verificaram na

utilização de benziladenina, que houve relação linear positiva entre o diâmetro do caule e o aumento das concentrações de 50 ml.L⁻¹ para 400 ml.L⁻¹.

No ciclo seguinte (2016/17) o efeito dos tratamentos sobre o diâmetro do caule, foi similar ao observado no primeiro ano de experimento (Tabela 4). Verifica-se de forma geral, que os reguladores de crescimento exercem modificações fisiológicas e morfológicas nas mudas, tais como crescimento em altura e formação de ramos laterais (PETRI et al., 2016) porém a resposta do diâmetro do caule observada foi pouco sensível as variações das doses, bem como os ingredientes ativos distintos.

Houve diferença significativa entre os tratamentos apenas para o regulador de crescimento ETE + CYC, evidenciada nas mudas sobre o porta-enxerto M 9. Verificou-se que o aumento da dose reduziu de forma linear o diâmetro do caule. As possíveis causas desta diferença significativa, podem estarem associadas ao reduzido desenvolvimento vegetativo do M 9 comparado com os demais porta-enxertos, e ainda ao fato, do momento da aplicação dos tratamentos, ocorrer o escorrimento natural do produto, com a redistribuição em toda a haste principal da muda. Estes dois fatores juntos, somado ao efeito da pronunciada paralisação do desenvolvimento vegetativo da muda, observado no tratamento ETE + CYC, possivelmente influenciaram na diminuição do diâmetro do caule. Robinson & Sazo (2014), verificaram que a utilização de ciclanilida em mudas de macieira 'Macoun', afetou o crescimento normal de plantas reduzindo a altura final, bem como diminuição diâmetro do caule com depreciações na arquitetura de plantas.

Tabela 3. Efeito da aplicação de diferentes reguladores de crescimento, sobre o diâmetro médio do caule em mudas de macieira 'Maxi Gala' cultivadas sobre diferentes porta-enxertos. Esmeralda, RS, 2017.

Diâmetro médio de caule (mm) ciclo 2015/16				
TRAT (ml.L ⁻¹)	G 213	G 202	M 9	MAR/ M9
Benziladenina				
0	14,80	13,36	11,76	13,16
5x 250	15,25	12,91	10,42	13,46
5x 500	14,02	14,15	11,18	12,58
5x 750	14,2	12,34	10,13	11,85
Linear	ns	ns	ns	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6,54	5,28	7,25	8,29
GA ₄₊₇ + Benziladenina				
0	14,80	13,36	11,76	13,16
5x 250	15,21	15,37	11,97	12,74
5x 500	15,11	13,69	11,45	14,45
5x 750	14,45	12,06	13,43	13,01
Linear	ns	**	ns	ns
Quadrática	ns	**	ns	ns
CV (%)	8,48	3,59	8,48	9,93
Tidiazuron				
0	14,80	13,36	11,76	13,16
5x 25	13,91	12,22	12,26	12,72
5x 50	14,05	11,70	10,22	12,14
5x 75	14,22	13,46	10,78	10,67
Linear	ns	ns	ns	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5,64	9,03	6,51	6,64

TRAT: Número de aplicações e dose utilizada. Efeito linear e/ou quadrático para doses dos reguladores de crescimento. ns: não significativo; * **: significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade de erro, respectivamente.

Tabela 4. Efeito da aplicação de diferentes reguladores de crescimento, sobre o diâmetro médio do caule em mudas de macieira 'Maxi Gala' cultivadas sobre diferentes porta-enxertos. Esmeralda, RS, 2017.

Diâmetro médio de caule (mm) ciclo 2016/17				
TRAT (ml.L ⁻¹)	G 213	G 202	M 9	MAR/ M9
Benziladenina				
0	14,54	14,44	13,13	14,82
4x 500	15,03	15,91	13,87	14,64
2x 1500	14,14	15,25	13,26	13,55
4x 1000	14,38	14,78	13,91	12,55
Linear	ns	ns	ns	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4,70	9,53	5,66	7,27
GA ₄₊₇ + Benziladenina				
0	15,39	14,98	13,51	13,99
5x 500	15,97	15,11	13,35	13,81
5x 1000	16,01	14,96	14,18	14,02
5x 1500	14,28	15,33	13,50	13,95
Linear	ns	ns	ns	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7,46	3,42	6,61	7,57
Etefom + Ciclanilida				
0,0	15,14	14,65	13,89	13,74
2x 12,5	14,29	13,90	11,98	12,88
2x 25,0	13,96	12,79	12,81	12,67
2x 37,5	13,42	13,84	10,90	11,77
Linear	ns	ns	**	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8,04	11,66	3,74	7,77

TRAT: Número de aplicações e dose utilizada. Efeito linear e/ou quadrático para doses dos reguladores de crescimento. ns: não significativo; * **: significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade de erro, respectivamente.

4.1.3 Altura Final de Mudas

A altura média final das mudas de macieira 'Maxi Gala' foi influenciada no ciclo 2015/16 pelos reguladores de crescimento BA e TDZ (Tabela 5). Para o tratamento BA, observa-se que o aumento das concentrações promoveu a diminuição da altura final nas mudas de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213, M 9 e Maruba/ M 9, com um decréscimo de 8,7%, 15,1% e 22,1% a menos na altura de plantas, comparado a testemunha respectivamente. Atribui-se este efeito a benziladenina elevar a concentração de citocinina endógena, consequentemente desencadeando a ação fisiológica de brotação das gemas laterais nas mudas de macieira, sendo que o aumento da dose, acentua a resposta sobre este efeito, gerando competição das brotações das gemas laterais, crescimento de ramos e crescimento terminal das mudas. Este efeito pode ser confirmado pelo número de ramos formados no tratamento BA, com a média de 10,46 ramos/planta contra 8,65 ramos formados/planta no tratamento GA_{4+7} + BA e 5,20 ramos/planta no tratamento TDZ durante o ciclo 2015/16.

As diferentes concentrações do regulador de crescimento TDZ aplicadas nas mudas de macieira sobre o porta-enxerto Maruba/ M 9, diminuíram a altura de plantas, em função do aumento das doses testadas, sendo que a maior concentração de TDZ (375 mg.L^{-1}) comparado a testemunha, representou um decréscimo na altura final de plantas de 20,1%. A resposta deste efeito, possivelmente está associada ao TDZ ser uma das substâncias químicas com maior ação de citocinina sintética utilizada em agricultura. Contudo altas concentrações desta substância em tecidos lignificados podem induzir a formação de calos adventícios, e em tecidos pouco lignificados, diminuir o alongamento e desenvolvimento de brotações (HUETTEMAN & PREECE, 1993).

No ciclo 2016/17 o efeito dos reguladores de crescimento sobre a altura das mudas 'Maxi Gala', foi observado apenas no tratamento BA, nas mudas sobre o porta-enxerto Maruba/ M 9 (Tabela 6). Verificou-se que a elevação das concentrações proporcionou a diminuição linear da altura final, sendo que a diferença entre a testemunha sem aplicação e a concentração de 3000 mg.L^{-1} representou 14,4% a menos na altura das plantas sobre este tratamento.

Neste segundo ano de experimento, com a adoção do critério de observação dos sintomas de fitotoxidez na iminência da realização da aplicação sequencial, foi possível minimizar a influência direta dos reguladores de crescimento sobre a diminuição da altura final de plantas, sendo que no ciclo 2015/16 houve diminuição linear da altura final nas mudas sobre os porta-enxertos G 213, M 9 e Maruba/ M 9 no regulador de crescimento benziladenina e nas mudas sobre o porta-enxerto Maruba/ M 9 no regulador de crescimento TDZ. Já no ciclo 2016/17 verificou-se diminuição linear na altura das mudas, somente para o porta-enxerto Maruba/ M 9 no regulador de crescimento benziladenina. Outro fator a considerar, é o período de tempo transcorrido entre a aplicação dos reguladores de crescimento e a avaliação da altura final das mudas, pois este período totalizou 151 dias. Durante este período observou-se que as mudas de macieira cresceram de forma satisfatória, ou seja na comparação entre os reguladores de crescimento, verificou-se que o tratamento GA_{4+7} + BA atingiu a maior altura média final, porém a diferença para os reguladores de crescimento benziladenina e etefom + ciclanilida foi de apenas 2,87% e 3,84% a menos respectivamente, na altura média final de plantas.

Tabela 5. Efeito da aplicação de diferentes reguladores de crescimento, sobre a altura média final em mudas de macieira 'Maxi Gala' cultivadas sobre diferentes porta-enxertos. Esmeralda, RS, 2017.

Altura Média Final (cm) ciclo 2015/16				
TRAT (ml.L ⁻¹)	G 213	G 202	M 9	MAR/ M9
Benziladenina				
0	226,33	210,33	157,89	207,00
5x 250	225,00	206,33	144,67	205,11
5x 500	208,33	216,00	140,66	205,22
5x 750	206,66	201,00	134,00	161,33
Linear	*	ns	**	*
Quadrática	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4,87	11,67	3,05	5,33
GA ₄₊₇ + Benziladenina				
0	226,33	210,33	157,89	205,22
5x 250	226,66	198,33	164,44	196,00
5x 500	215,77	197,11	154,55	204,89
5x 750	210,77	199,66	157,22	197,00
Linear	ns	ns	ns	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9,31	11,59	7,16	6,68
Tidiazuron				
0	226,33	210,33	157,89	205,22
5x 25	205,67	210,22	164,00	193,66
5x 50	207,00	153,44	140,11	196,88
5x 75	200,89	192,55	149,11	163,88
Linear	ns	ns	ns	*
Quadrática	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7,47	9,74	9,62	9,24

TRAT: Número de aplicações e dose utilizada. Efeito linear e/ou quadrático para doses dos reguladores de crescimento. ns: não significativo; * **: significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade de erro, respectivamente.

Tabela 6. Efeito da aplicação de diferentes reguladores de crescimento, sobre a altura média final em mudas de macieira 'Maxi Gala' cultivadas sobre diferentes porta-enxertos. Esmeralda, RS, 2017.

Altura Média Final (cm) ciclo 2016/17				
TRAT (ml.L ⁻¹)	G 213	G 202	M 9	MAR/ M9
Benziladenina				
0	193,22	199,56	158,00	199,00
4x 500	187,22	200,78	151,33	181,67
2x 1500	187,00	189,33	148,33	170,33
4x 1000	186,78	189,11	153,56	177,33
Linear	ns	ns	ns	**
Quadrática	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5,29	6,45	4,14	4,65
GA ₄₊₇ + Benziladenina				
0	193,89	203,11	166,67	199,89
5x 500	193,78	204,56	160,89	188,44
5x 1000	197,33	198,00	162,22	188,00
5x 1500	183,56	191,11	152,56	187,11
Linear	ns	ns	ns	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4,74	6,03	5,78	6,09
Etefom + Ciclanilida				
0,0	193,56	212,56	158,89	192,44
2x 12,5	193,44	177,44	150,67	191,78
2x 25,0	191,89	190,33	151,22	204,56
2x 37,5	187,00	183,00	147,33	175,56
Linear	ns	ns	ns	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5,49	10,26	4,82	8,71

TRAT: Número de aplicações e dose utilizada. Efeito linear e/ou quadrático para doses dos reguladores de crescimento. ns: não significativo; * **: significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade de erro, respectivamente.

4.1.4 Número e Comprimento de Ramos

O número e o comprimento médio de ramos no ciclo 2015/16, para as mudas de macieira 'Maxi Gala', foram influenciados pelos diferentes reguladores de crescimento, bem como as diferentes doses testadas (Figura 7).

Nas mudas de macieira 'Maxi Gala' sobre o porta-enxerto G 213 (Figura 7a e Tabela 7), observa-se que o comprimento médio de ramos não foi afetado pelas diferentes doses testadas do regulador de crescimento BA. Em contrapartida o número médio de ramos aumentou em função da elevação das doses de BA. É possível verificar que a maior concentração de BA aplicada praticamente duplicou o número de ramos, com 16,44 ramos/planta comparado a testemunha sem aplicação.

Quando da aplicação do regulador de crescimento GA_{4+7} + BA, em mudas de macieira sobre o porta-enxerto G 213, observou-se o aumento linear do número médio de ramos de acordo com o aumento das doses testadas. Contudo, o comprimento médio de ramos não foi afetado significativamente pelas diferentes doses de GA_{4+7} + BA. Para o regulador de crescimento TDZ, não foram verificadas diferenças significativas tanto no número como no comprimento médio de ramos.

Nas mudas de macieira 'Maxi Gala' sobre o porta enxerto G 202 (Figura 7b e Tabela 7), verifica-se que houve aumento linear do número médio de ramos em função do aumento das doses de BA. Por outro lado, o comprimento médio de ramos diminuiu linearmente em função do aumento das concentrações aplicadas de BA.

Nas mudas de macieira 'Maxi Gala' sobre o porta-enxerto M 9 (Figura 7c e Tabela 7), verifica-se que o aumento das doses testadas de BA, GA_{4+7} + BA e TDZ promoveram o aumento linear do número médio de ramos. Destaca-se que o número médio de ramos no tratamento BA, foi multiplicado em 14 vezes quando comparou-se a testemunha sem aplicação (0,67 ramos/planta) com a maior concentração de BA (9,44 ramos/planta). Por outro lado o comprimento médio de ramos não foi afetado significativamente por nenhum regulador de crescimento.

Para as mudas 'Maxi Gala' sobre o porta-enxerto Maruba/ M 9 (Figura 7d e Tabela 7), o comprimento médio de ramos não foi afetado pelos reguladores de crescimento. Em contrapartida o número médio de ramos aumentou linearmente em função do aumento das concentrações testadas do tratamento BA. Já para o tratamento GA_{4+7} + BA, observa-se que as médias do número de ramos comportaram-se de forma quadrática, onde a elevação da concentração de 2500 ml.L⁻¹ para 3750 ml.L⁻¹ reduziu em 11,1% a média de ramos por planta. Através da equação de regressão (Tabela 7), verifica-se que a máxima resposta na emissão de ramos foi na concentração de 1606,50 ml.L⁻¹.

De forma geral, pode-se afirmar que os maiores comprimentos médios de ramos, foram observados nos tratamentos onde foram obtidas as menores médias do número de ramos formados. Verificou-se que os tratamentos BA, GA_{4+7} + BA e TDZ formaram em média 10,50, 8,65 e 5,21 ramos/planta respectivamente, sendo que as médias de comprimento dos ramos foram 34,18, 38,47 e 38,01 cm/ramo respectivamente, evidenciando que os tratamentos GA_{4+7} + BA e TDZ obtiveram as maiores médias no comprimento de ramos. Esta resposta possivelmente está relacionada com o número médio de ramos, pois a medida em que se aumenta o número de ramos formados, aumenta-se a competição entre estes ramos por crescimento, consequentemente reduzindo o comprimento médio. Greene & Autio (1990), verificaram que o comprimento de ramos é afetado, através da formação de ramos laterais proporcionadas pelas diferentes concentrações de BA, onde ocorre a competição individual entre estas brotações por hormônios e fotoassimilados.

Por outro lado, verifica-se que o tratamento GA_{4+7} + BA foi 39,80% superior na formação de ramos comparado ao tratamento TDZ, e ainda assim obteve uma média maior no comprimento de ramos em relação ao tratamento TDZ. Esta resposta pode estar relacionada a presença do hormônio giberelina neste tratamento, pois os tecidos vegetais sob efeito desse fitormônio tendem a promover o crescimento celular (GREENE et al., 2016), o que possivelmente pode ter influenciado o comprimento médio dos ramos, conforme observado na comparação entre os tratamentos GA_{4+7} + BA e TDZ.

A utilização de TDZ com o intuito de induzir brotações em gemas laterais sobre o porta-enxerto M 9, foi realizada por Dayatilake et al. (2011), onde constataram em duas aplicações sequenciais com intervalo de 15 dias, a brotação de 88% das gemas laterais em relação a testemunha. Contudo, os autores observaram que estas brotações ao longo do tempo, não evoluíram conforme o esperado, apresentando crescimento e diâmetro insatisfatórios. Esta resposta também foi observada no ciclo 2015/16 nas mudas sobre o tratamento TDZ (Figura 5), indiferentemente do porta-enxerto utilizado e da concentração, evidenciando crescimento lateral deficiente, com brotações completamente deformadas, e engrossamento no líder na zona de indução destas brotações, tornando-se mudas fora do padrão comercial e com baixo potencial para a formação de um pomar padronizado.



Figura 5. Efeito do regulador de crescimento TDZ em mudas de macieira ‘Maxi Gala’. Esmeralda, RS, 2017. Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

No primeiro ano de experimento (ciclo 2015/16), o comportamento do comprimento médio de ramos foi pouco influenciado pelas diferentes doses dos reguladores de crescimento. Em compensação, o número médio de ramos nos reguladores de crescimento BA e GA_{4+7} + BA de forma geral, seguiu um padrão linear condicionado pelas doses utilizadas. Este comportamento também foi observado nos trabalhos conduzidos por Winfred et al. (2014), Wertheim &

Estabrooks (1994) e Greene & Autio (1990), testando diferentes doses com variações no número de aplicações sequenciais dos mesmos reguladores de crescimento.

No ciclo 2016/17 o número e o comprimento médio de ramos nas mudas de macieira 'Maxi Gala' foram altamente influenciados pelos diferentes reguladores de crescimento (Figura 8).

Nas mudas 'Maxi Gala' sobre o porta-enxerto G 213 (Figura 8a e Tabela 8), verifica-se que a média do número de ramos no tratamento BA comportou-se de forma linear, onde o aumento das concentrações testadas proporcionaram as maiores médias. Por outro lado, os tratamentos GA_{4+7} + BA e ETE + CYC, apresentaram comportamento quadrático em função das doses testadas, com as doses de máxima resposta (Tabela 8) de 2961,50 $ml.L^{-1}$, para o tratamento GA_{4+7} + BA e 50,60 $ml.L^{-1}$ para o tratamento etefom + ciclanilida. Com relação ao comprimento de ramos, os tratamentos BA e GA_{4+7} + BA, diminuíram linearmente o comprimento médio de ramos em função do aumento das concentrações testadas.

Para as mudas 'Maxi Gala' sobre o porta-enxerto G 202 (figura 8b e Tabela 8), os fitorreguladores BA e GA_{4+7} + BA, influenciaram as variáveis número médio e comprimento médio de ramos de forma quadrática. As doses de máxima resposta para a variável número de ramos foram de 3998 $ml.L^{-1}$ para BA e 1930,50 $ml.L^{-1}$ para GA_{4+7} + BA. Para a variável comprimento de ramos os pontos de mínima foram observados nas doses de 3852 $ml.L^{-1}$ para BA e 5973,50 $ml.L^{-1}$ para GA_{4+7} + BA. Rossi et al. (2004), testando diferentes doses de GA_{4+7} + BA sobre mudas de macieira, observaram que o comprimento médio de ramos diminuiu linearmente em função do aumento das doses. Para os autores esse fato torna-se positivo, pois leva a uma produção de plantas mais compactas.

Nas mudas de macieira sobre o porta-porta enxerto M 9 (Figura 8c e Tabela 8), os fitorreguladores BA e GA_{4+7} + BA aumentaram a média do número de ramos de forma linear. Porém o fitorregulador ETE + CYC influenciou as médias de forma quadrática, com o ponto de máxima resposta observado na dose de 44,55 $ml.L^{-1}$. Com relação ao comprimento médio de ramos, observou-se que somente o regulador de crescimento GA_{4+7} + BA

influenciou as médias, onde o comportamento observado foi quadrático, observando o ponto de mínima resposta na dose de 3285 ml.L⁻¹.

Robinson & Sazo (2014), testando diferentes doses de GA₄₊₇ + BA, observaram que as cultivares Fuji, Gala e Granny Smith submetidas à dose de 1600 ml.L⁻¹ de produto comercial, distribuídas em quatro aplicações sequenciais, obtiveram as maiores médias na formação de ramos.

Nas mudas 'Maxi Gala' sobre o porta-enxerto Maruba/M 9 (Figura 8d e Tabela 8), o tratamento BA influenciou as médias do número e do comprimento de ramos de forma linear de acordo com o aumento das concentrações testadas. O regulador de crescimento GA₄₊₇ + BA, obteve a máxima resposta na média do número de ramos com a dose de 1748 ml.L⁻¹, por sua vez o comprimento médio de ramos obteve o ponto de mínima na dose de 7287 ml.L⁻¹. O regulador de crescimento ETE + CYC obteve o ponto de máxima resposta para o número de ramos na dose de 50 ml.L⁻¹ e o comprimento médio de ramos com o ponto de mínima na dose de 49,80 ml.L⁻¹. Para Elfving & Visser (2005) e Sazo & Robinson (2014), o ingrediente ativo ciclanilida apresenta-se como uma boa alternativa para a formação de ramos em mudas, apresentando angulação diferenciada, porém verificaram que há uma redução significativa no comprimento de ramos.

Indiferentemente do porta-enxerto utilizado verificou-se que a concentração de BA na faixa 4000 ml.L⁻¹ (quatro aplicações sequenciais de 1000 ml.L⁻¹), proporcionaram em média a formação de 15,44 ramos por planta, porém segundo Cowgill et al. (2012), doses maiores de 2500 ml.L⁻¹ de produto comercial com o princípio ativo benziladenina (cinco aplicações sequenciais de 500 ml.L⁻¹), condicionam plantas com arquitetura inadequada e com efeitos visíveis de fitotoxidez no tronco na zona de indução das brotações laterais das mudas, o que também foi evidenciado neste experimento, para a dose de 3000 ml.L⁻¹ (duas aplicações sequenciais de 1500 ml.L⁻¹) no tratamento benziladenina (Figura 6). Traçando-se uma comparação entre os tratamentos benziladenina e GA₄₊₇ + benziladenina nos dois ciclos de condução de experimento, observou-se, que no ciclo 2016/17 houve um incremento de 29,55% na formação de ramos em relação ao ciclo 2015/16. Este incremento possivelmente resultou do aumento das doses testadas neste segundo ano do estudo. Porém o incremento no número de ramos, não necessariamente

justifica uma maior qualidade na formação das mudas, pois observou-se na prática, que as doses de benziladenina acima de 1000 ml.L^{-1} chegando até 1500 ml.L^{-1} , proporcionaram a redução no número médio de ramos formados, reduzindo o potencial qualitativo na formação da muda, pois verificaram-se sintomas evidentes de fitotoxidez nestes tratamentos.



Figura 6. Efeito da aplicação de benziladenina na concentração de 3000 ml.L^{-1} (duas aplicações sequenciais de 1500 ml.L^{-1}) sobre mudas de macieira 'Maxi Gala'. Esmeralda, RS, 2017. Fonte: Elaborada pelo autor, 2017.

Observando a Figura 7, verificou-se que o comprimento médio de ramos obtido nas testemunhas sem aplicação, representam as maiores médias de comprimento quando comparadas aos ramos formados pelas diferentes doses dos tratamentos BA e $\text{GA}_{4+7} + \text{BA}$. Isto pode ser justificado pelo fato de que a testemunha apresenta um número reduzido de ramos, indicando que existe uma baixa competição entre ambos por crescimento. A medida em que aumenta-se o número de ramos formados, aumenta-se a competição dos mesmos por fotoassimilados, resultando assim em ramos de menor comprimento nos tratamentos com as diferentes doses dos reguladores de crescimento, em relação a testemunha.

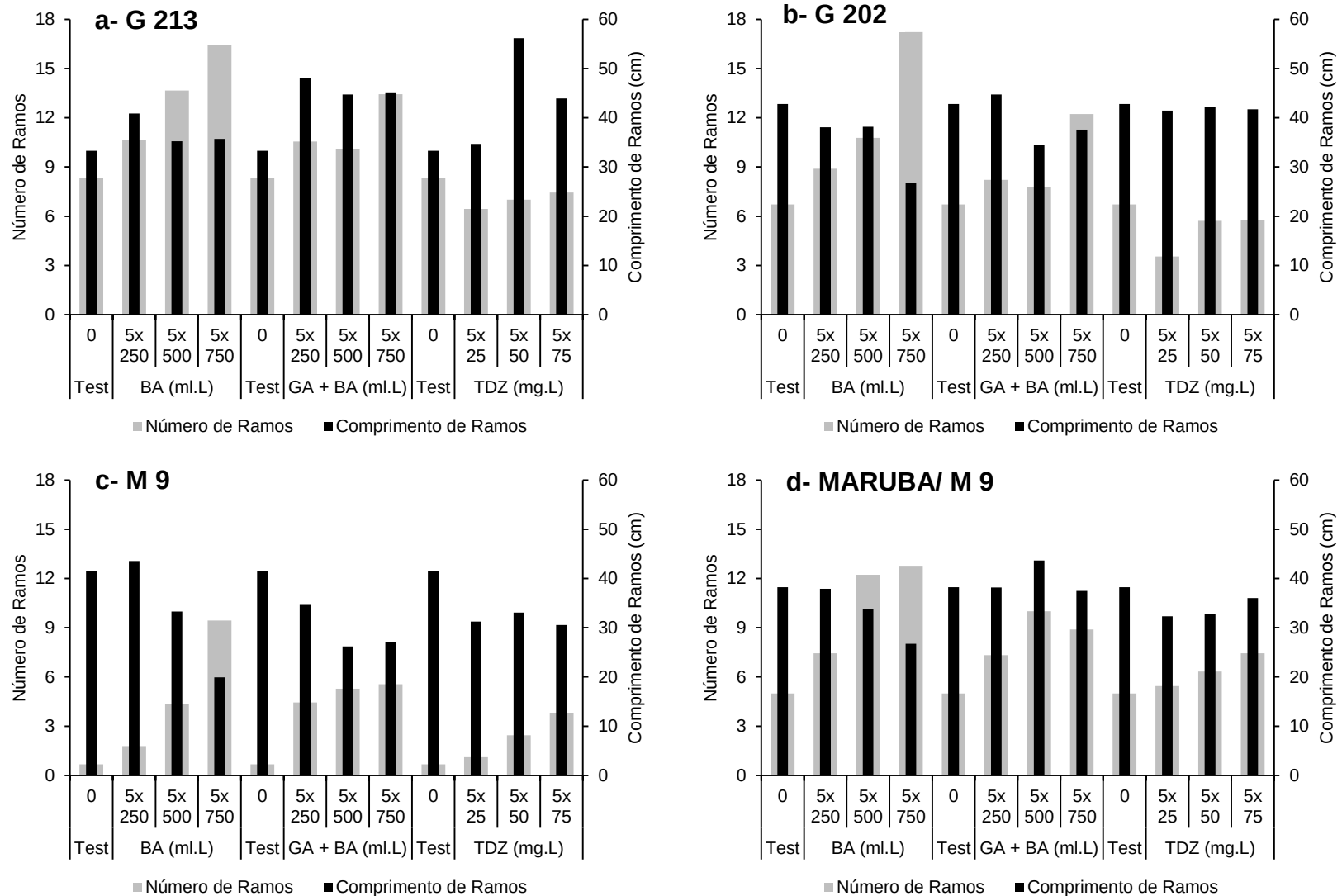


Figura 7. Efeito do número de aplicações sequenciais e diferentes doses de benziladenina (BA), GA₄₊₇ + benziladenina (GA + BA) e tidiazuron (TDZ) sobre as variáveis número e comprimento de ramos em mudas de macieira ‘Maxi Gala’, cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Marubakaido com interenxerto de 30 cm (d). Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.

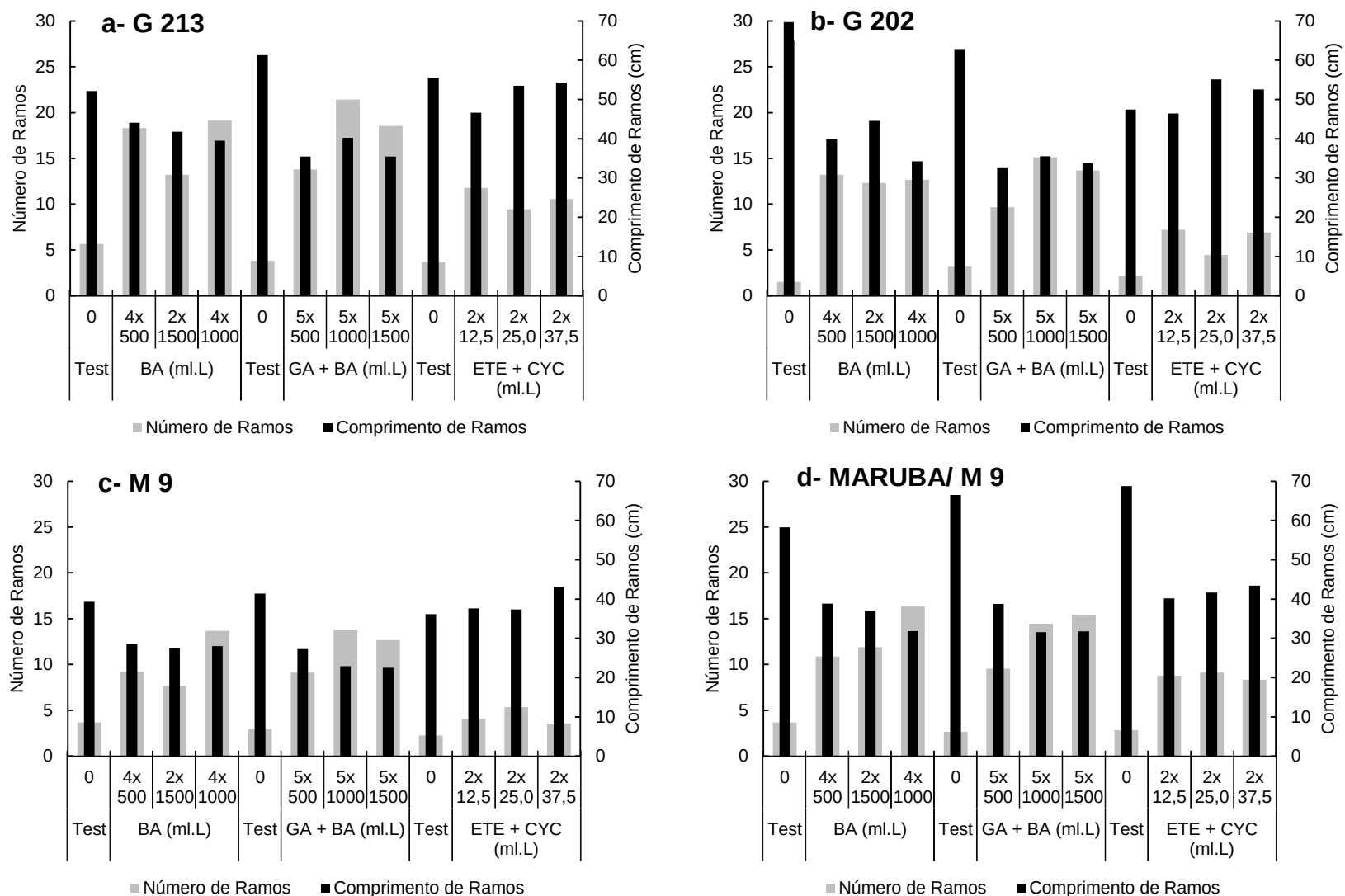


Figura 8. Efeito do número de aplicações sequenciais e diferentes doses de benziladenina (BA), GA₄₊₇ + benziladenina (GA + BA) e etefom + ciclanilida (ETE + CYC) sobre as variáveis número e comprimento de ramos em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Marubakaido com interenxerto de 30 cm (d). Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.

Tabela 7. Reguladores de crescimento, porta-enxertos, e modelos matemáticos obtidos nas variáveis número e comprimento de ramos. Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.

Número de Ramos Ciclo 2015/16			
Reguladores de Crescimento	Porta-enxertos	Modelos	R ²
Benziladenina	G 213	$Y = 0,0021x + 8,1762^{**}$	0,99
	G 202	$Y = 0,0026x + 5,8930^*$	0,91
	M 9	$Y = 0,0023x + 0,2783^{**}$	0,99
	MARUBA/M 9	$Y = 0,0022x + 5,1410^{**}$	0,93
GA ₄₊₇ + Benziladenina	G 213	$Y = 0,0011x + 8,3746^{**}$	0,82
	G 202	$Y = 8,73$	ns
	M 9	$Y = 0,0012x + 1,6616^{**}$	0,78
	MARUBA/M 9	$Y = 0,000001x^2 - 0,0032x + 4,7911^*$	0,94
Tidiazuron	G 213	$Y = 7,30$	ns
	G 202	$Y = 5,44$	ns
	M 9	$Y = 0,0085x + 0,3996^*$	0,96
	MARUBA/M 9	$Y = 6,05$	ns
Comprimento de Ramos Ciclo 2015/16			
Benziladenina	G 213	$Y = 38,63$	ns
	G 202	$Y = 0,0038x + 43,6403^{**}$	0,82
	M 9	$Y = 27,76$	ns
	MARUBA/M 9	$Y = 35,51$	ns
GA ₄₊₇ + Benziladenina	G 213	$Y = 45,10$	ns
	G 202	$Y = 40,50$	ns
	M 9	$Y = 27,46$	ns
	MARUBA/M 9	$Y = 41,37$	ns
Tidiazuron	G 213	$Y = 44,36$	ns
	G 202	$Y = 40,29$	ns
	M 9	$Y = 30,64$	ns
	MARUBA/M 9	$Y = 36,44$	ns

ns: não significativo; * **: significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro respectivamente.

Tabela 8. Reguladores de crescimento, porta-enxertos, e modelos matemáticos obtidos nas variáveis número e comprimento de ramos. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.

Número de Ramos Ciclo 2016/17			
Reguladores de Crescimento	Porta-enxertos	Modelos	R ²
Benziladenina	G 213	$Y = 0,0029x + 7,3871^{**}$	0,67
	G 202	$Y = 0,000001x^2 - 0,0079x + 1,6560^{**}$	0,97
	M 9	$Y = 0,0021x + 3,6416^{**}$	0,81
	MARUBA/M 9	$Y = 0,0030x + 3,8734^{**}$	0,97
GA ₄₊₇ + Benziladenina	G 213	$Y = 0,000001x^2 - 0,0059x + 3,4200^{**}$	0,98
	G 202	$Y = 0,000001x^2 - 0,0038x + 2,8751^{**}$	0,98
	M 9	$Y = 0,0013x + 4,5603^{**}$	0,80
	MARUBA/M 9	$Y = 0,000001x^2 - 0,0034x + 2,5721^{**}$	0,99
Etefom + Ciclanilida	G 213	$Y = 0,0028x^2 - 0,2833x + 4,3606^*$	0,75
	G 202	$Y = 5,18$	ns
	M 9	$Y = 0,0014x^2 - 0,1298x + 2,1321^{**}$	0,94
	MARUBA/M 9	$Y = 0,002691x^2 - 0,2691x + 3,0576^*$	0,96
Comprimento de Ramos Ciclo 2016/17			
Benziladenina	G 213	$Y = 0,0031 + 51,2770^*$	0,98
	G 202	$Y = Y = 0,000002x^2 - 0,0154x + 68,95^*$	0,91
	M 9	$Y = 30,82$	ns
	MARUBA/M 9	$Y = 0,0065x + 56,2298^{**}$	0,98
GA ₄₊₇ + Benziladenina	G 213	$Y = 0,0029 + 54,0320^*$	0,58
	G 202	$Y = 0,000001x^2 - 0,011947x + 60,9471^*$	0,88
	M 9	$Y = 0,000001x^2 - 0,006570x + 41,1171^*$	0,99
	MARUBA/M 9	$Y = 0,000001x^2 - 0,0145x + 69,7828^{**}$	0,98
Etefom + Ciclanilida	G 213	$Y = 52,49$	ns
	G 202	$Y = 50,38$	ns
	M 9	$Y = 38,54$	ns
	MARUBA/M 9	$Y = 0,0121x^2 - 1,2088x + 67,2931^{**}$	0,92

ns: não significativo; * **: significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro respectivamente.

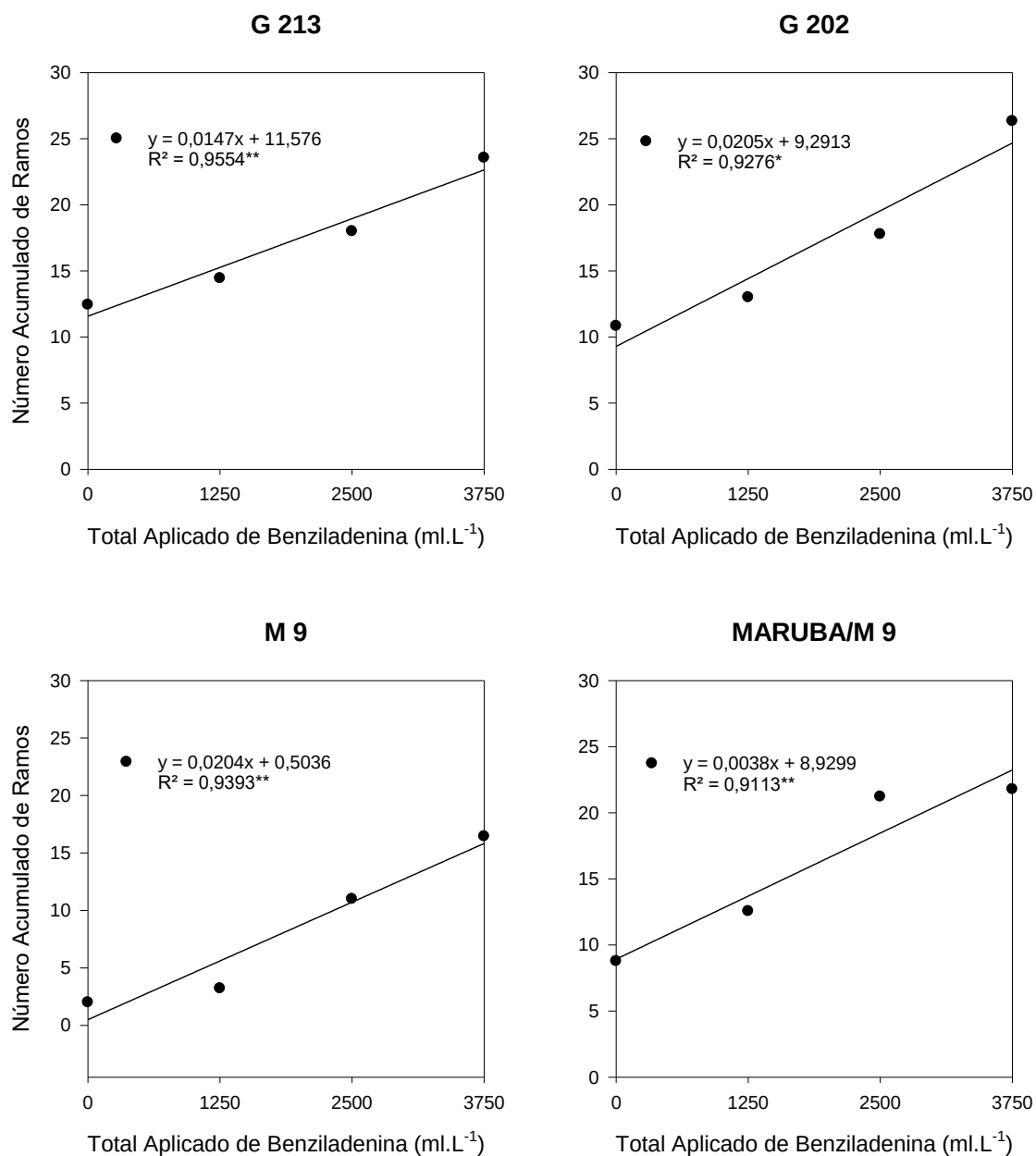
4.1.5 Número Acumulado de Ramos Laterais

O número acumulado de ramos laterais no ciclo 2015/16 em mudas de macieira 'Maxi Gala' foi influenciado pelos diferentes reguladores de crescimento.

O aumento das concentrações dos reguladores de crescimento benziladenina, GA₄₊₇ + benziladenina e tidiazuron determinaram o aumento significativo do número acumulado de ramos laterais nas mudas de macieira sobre os porta-enxertos G 213, G 202, M 9 e Maruba/M 9 (Figura 9, 10 e 11).

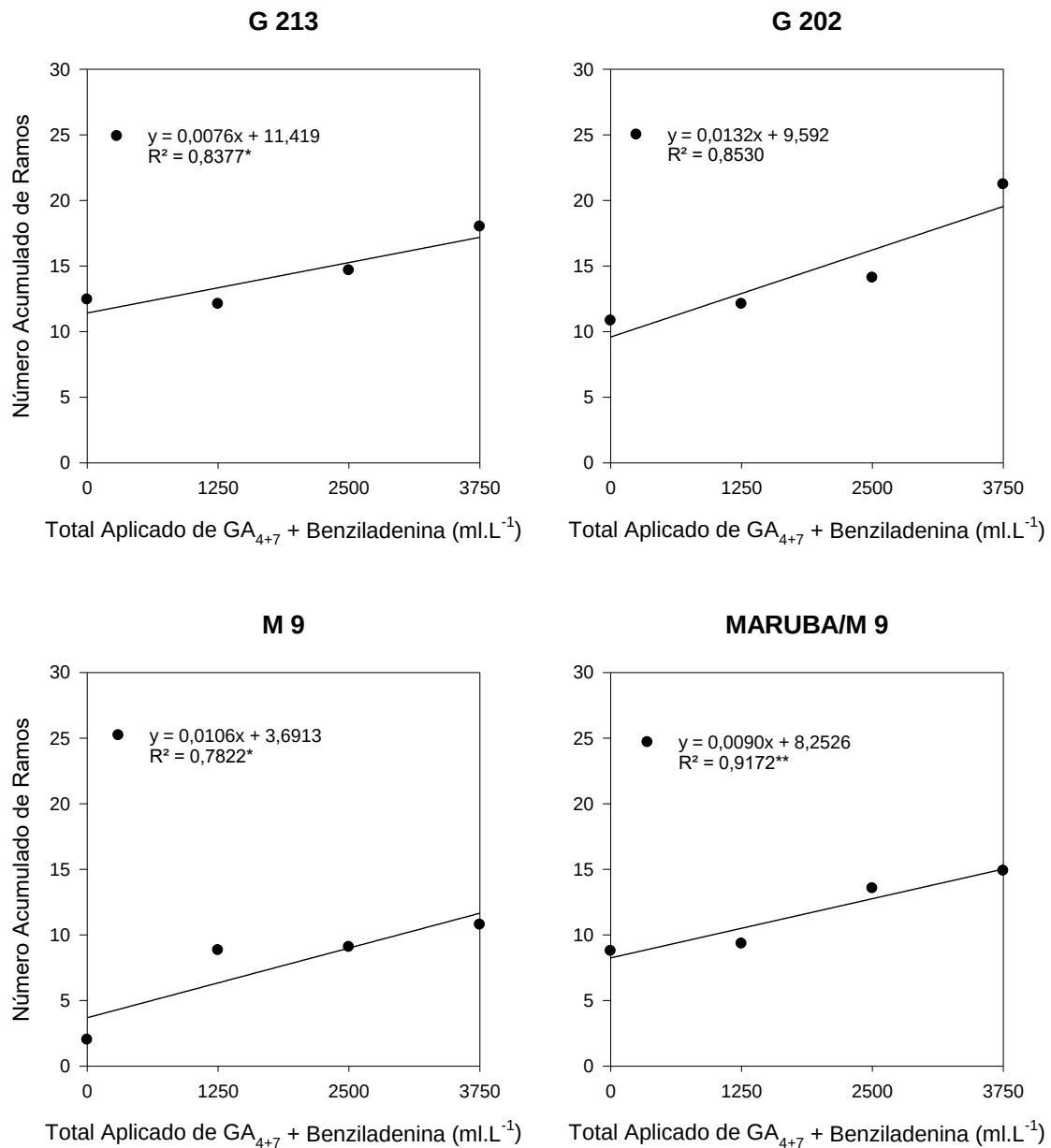
Esta resposta, pode indicar a possibilidade da elevação das concentrações testadas dos reguladores de crescimento com o intuito de promover uma maior formação de ramos. Porém as mudas submetidas ao tratamento tidiazuron, apesar do número acumulado de ramos (15,4 ramos/planta) ser muito similar aos fitorreguladores a base de benziladenina (14,9 ramos/planta), apresentaram ramos com características de baixo potencial qualitativo. De uma forma geral, foram observadas mudas com predominância de pequenas brotações laterais as quais apresentaram má formação dos entre- nós, o que indica a baixa viabilidade para a formação de futuras estruturas vegetativas. Estas características determinam que o modo de ação do regulador de crescimento, bem como as aplicações sequenciais, não foram compatíveis para a perfeita formação de ramificações laterais, justificado pela brotação das gemas axilares do caule porém sem evolução⁴⁴ ao ponto de formar ramos laterais completamente desenvolvidos.

Com relação aos porta-enxertos, destaca-se que o Maruba/M 9, é o mais vigoroso dentre os abrangidos nesta pesquisa, logo porta-enxertos com maior vigor, possuem um sistema radicular mais agressivo, o que os torna mais eficientes na absorção de água e nutrientes de modo a assegurar que estes recursos estejam numa disponibilidade maior comparado a porta-enxertos de menor vigor (VOLZ et al., 2010). Diante destas características, não verificamos respostas diferenciadas dos porta-enxertos em relação as concentrações dos fitorreguladores, pois as características descritas anteriormente, poderiam indicar a possibilidade de porta-enxertos mais vigorosos apresentarem maior resposta em concentrações menores, ao ponto de concentrações mais elevadas, ocasionar a inibição da formação de ramos.



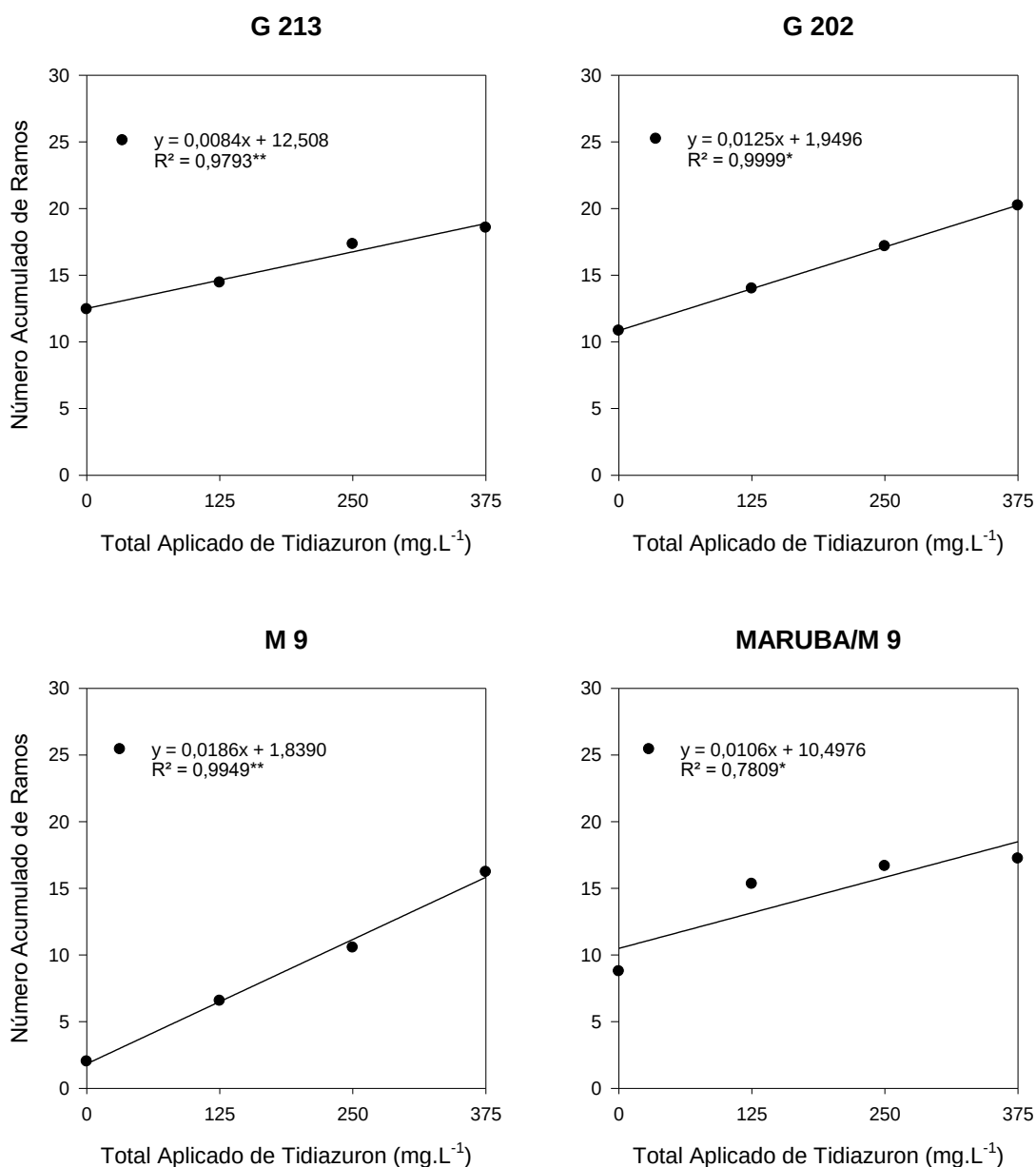
* e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro respectivamente.

Figura 9. Efeito de cinco aplicações sequenciais das doses de 250 ml.L⁻¹, 500 ml.L⁻¹ e 750 ml.L⁻¹ de benziladenina sobre o número acumulado de ramos laterais em mudas de macieira ‘Maxi Gala’, cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d). Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.



* e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro respectivamente.

Figura 10. Efeito de cinco aplicações sequenciais das doses de 250 ml.L⁻¹, 500 ml.L⁻¹ e 750 ml.L⁻¹ de GA₄₊₇ + benziladenina sobre o número acumulado de ramos laterais em mudas de macieira ‘Maxi Gala’, cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d). Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.



* e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro respectivamente.

Figura 11. Efeito de cinco aplicações sequenciais das doses de 25 mg.L⁻¹, 50 mg.L⁻¹ e 75 mg.L⁻¹ de TDZ sobre o número acumulado de ramos laterais em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d). Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.

No ciclo 2016/17, o número acumulado de ramos laterais nas mudas 'Maxi Gala' foi significativamente influenciado pelos diferentes reguladores de crescimento, bem como as distintas concentrações aplicadas.

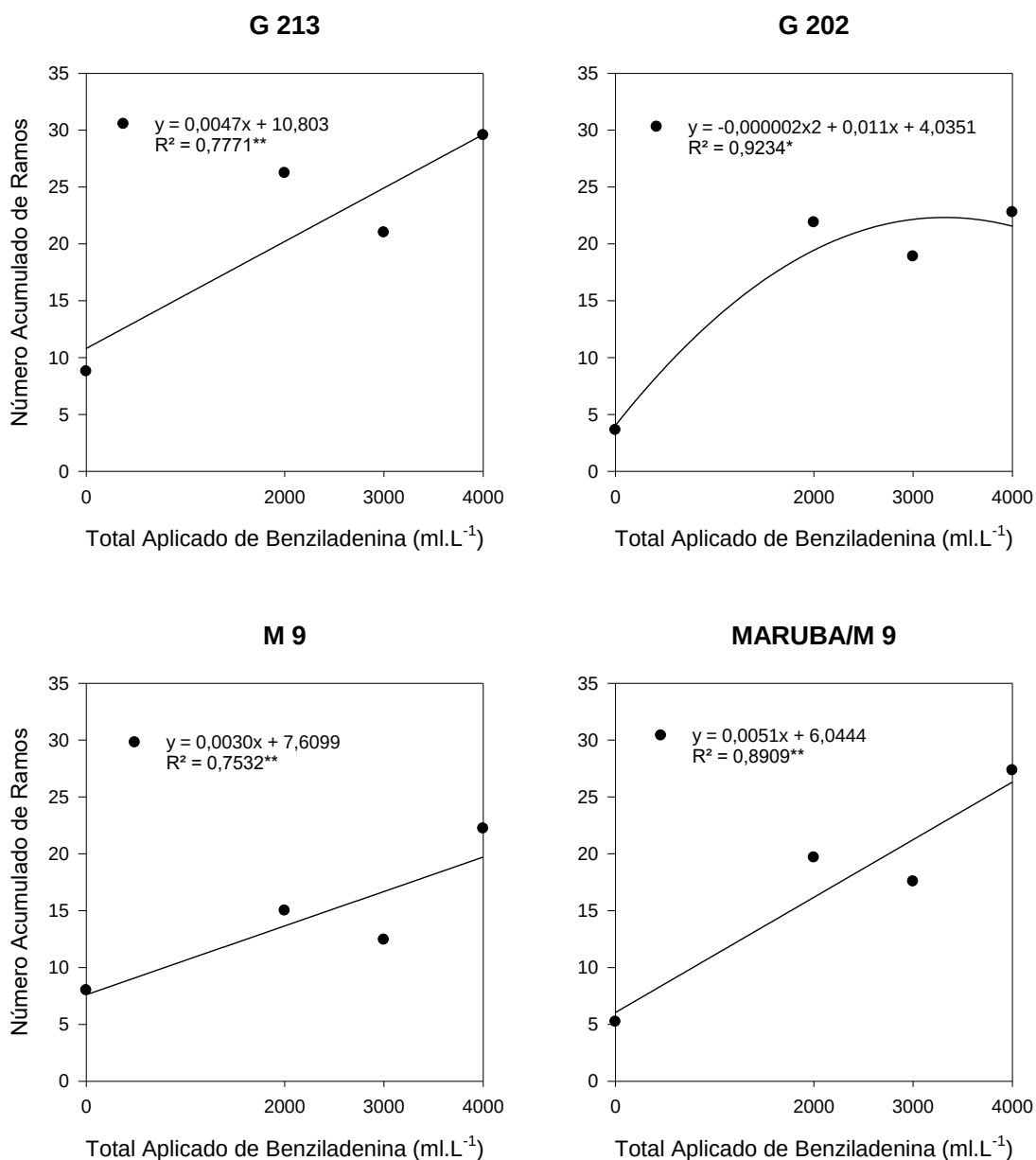
As mudas de macieira sobre os porta-enxertos G 213, M 9 e Maruba/M 9 (Figura 12 a, c e d) quando da aplicação do regulador de crescimento

benziladenina aumentaram linearmente a formação de ramos laterais a medida em que as concentrações foram elevadas. Contudo, as mudas sobre o porta-enxerto G 202 obtiveram a máxima emissão de ramos laterais na dose de 2750 ml.L⁻¹.

O regulador de crescimento GA₄₊₇ + benziladenina (Figura 13) determinou o aumento linear do número acumulado de ramos nas mudas sobre os porta-enxertos M 9 e Maruba/M 9. Em contrapartida, o porta-enxerto G 213 alcançou à máxima emissão de ramos com a dose de 3696,50 ml.L⁻¹ e o porta-enxerto G 202 com a dose de 3120,50 ml.L⁻¹. O comportamento quadrático na emissão de ramos para os porta-enxertos G 213 e G 202, diferentemente do observado para os porta-enxertos M 9 e Maruba/M 9, está relacionado a fatores genéticos intrínsecos desses porta-enxertos. Segundo Denardi et al. (2015), os porta-enxertos atuam sobre caracteres importantes da cultivar copa, sendo que os autores constataram em estudos conduzidos ao longo de seis anos, que os porta-enxertos da série Geneva®, possuem uma melhor capacidade na indução de brotações e ramificações, comparado a outros grupos de porta-enxertos comumente utilizados nos pomares do sul do Brasil.

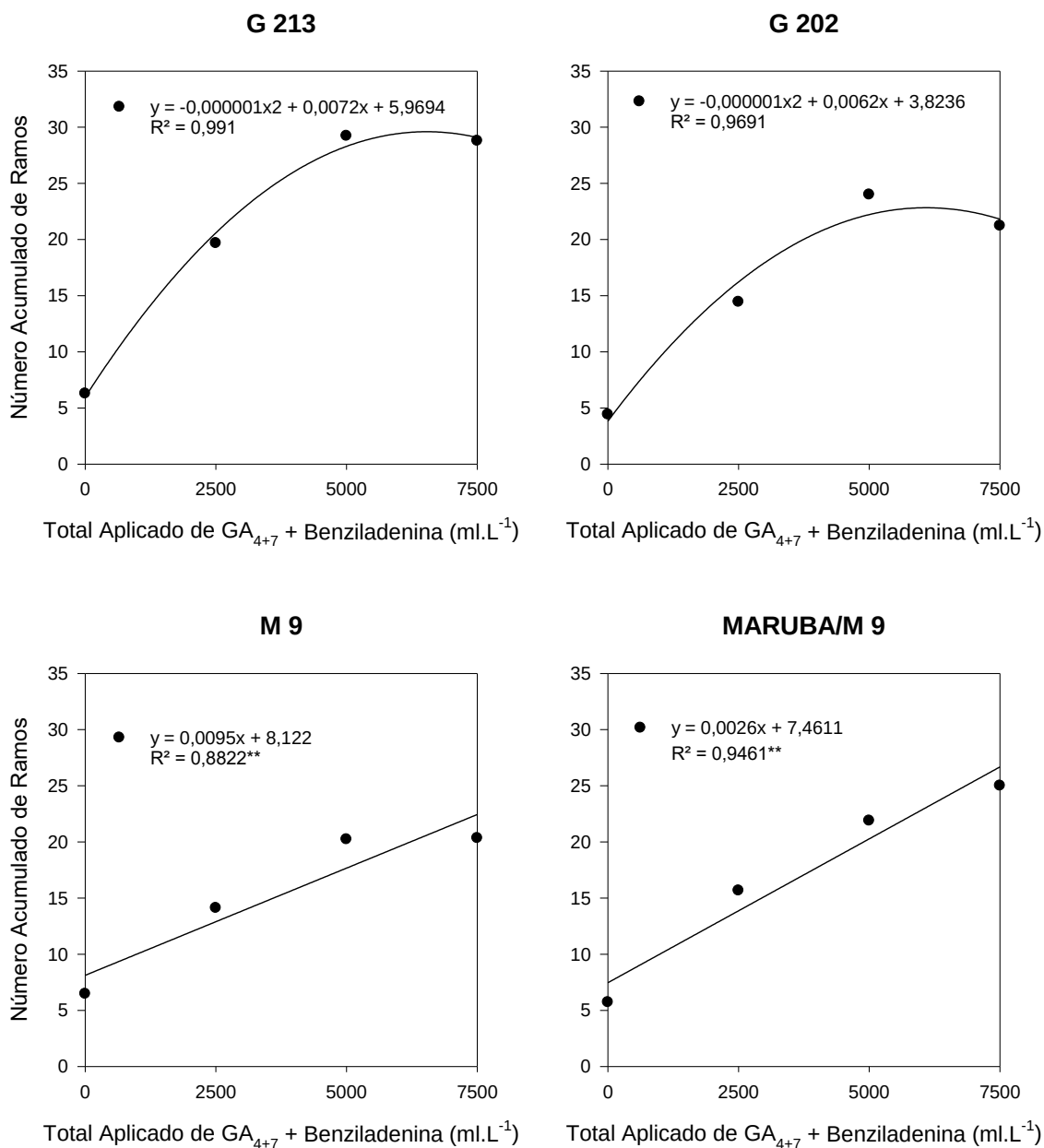
O regulador de crescimento etefom + ciclanilida (Figura 14), determinou em média, a diminuição de 25% de ramos acumulados na comparação com os tratamentos à base de benziladenina. Observa-se que o número de ramos acumulados nos porta-enxertos G 213, M 9 e Maruba/M 9 apresentou comportamento quadrático, obtendo as máximas respostas nas doses de 53,92 ml.L⁻¹, 31,72 ml.L⁻¹ e 54,92 ml.L⁻¹ respectivamente, com exceção do porta-enxerto G 202, que aumentou linearmente o número acumulado de ramos.

Com base nos resultados obtidos no ciclo 2016/17, afirma-se que houve aumento no número de ramos acumulados em comparação com o ciclo 2015/16. O tratamento benziladenina aumentou 21,7% (ciclo 15/16, com 16,6 ramos/planta e 16/17 com 21,2 ramos/planta), o tratamento Ga₄₊₇ + benziladenina destacou-se com a elevação de 31,2% (ciclo 15/16 com 13,2 ramos/planta e 16/17 com 21,4 ramos/planta) e os tratamentos tidiazuron (ciclo 2015/16) e etefom + ciclanilida (ciclo 2016/17) foram os tratamentos que menos apresentaram incremento, com apenas 3,75% de aumento (ciclo 15/16 com 15,4 ramos/planta e ciclo 16/17 com 16,0 ramos/planta).



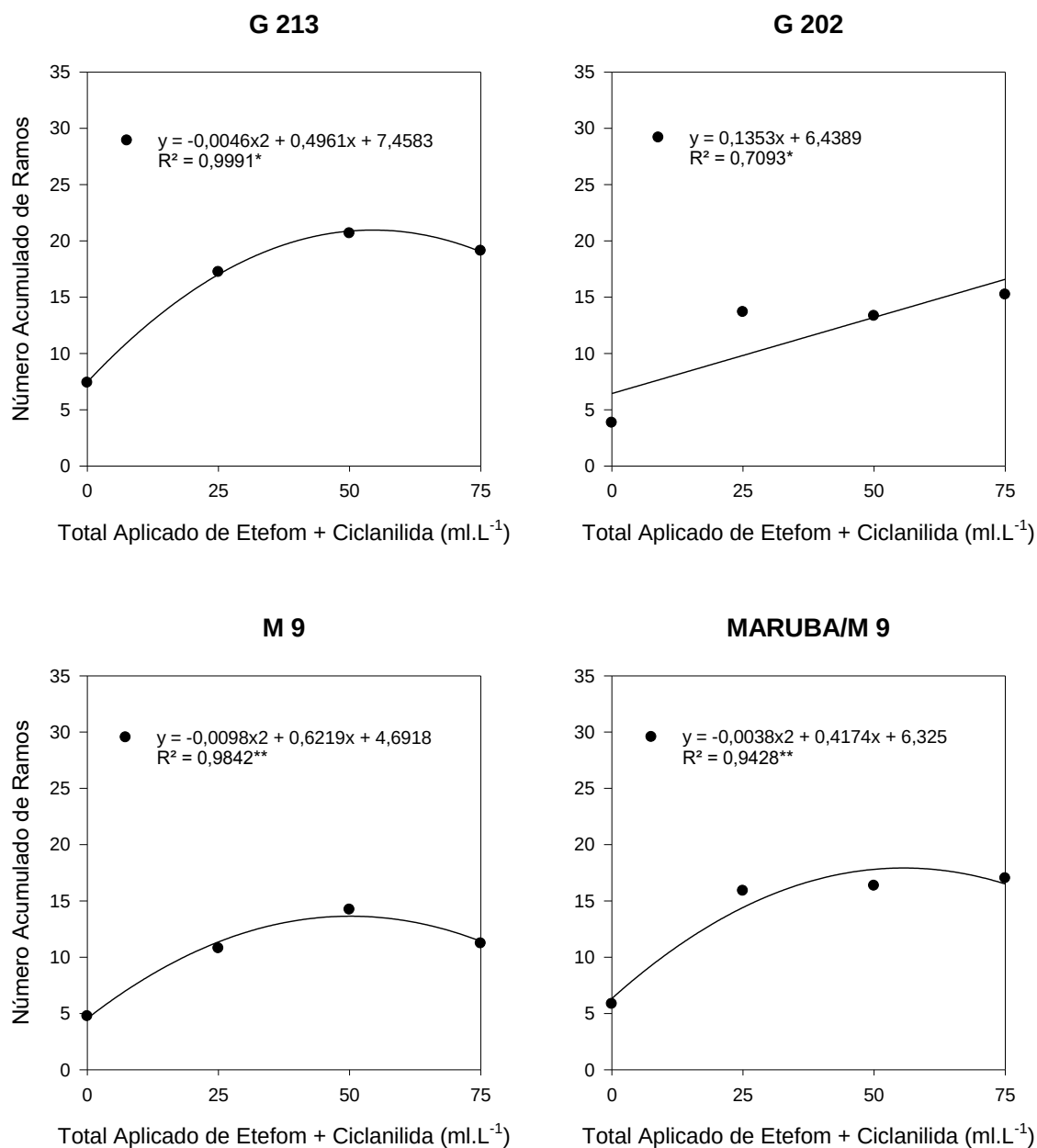
* e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro respectivamente.

Figura 12. Efeito de quatro aplicações sequenciais das doses de 500 ml.L⁻¹, 1000 ml.L⁻¹ e duas aplicações sequenciais da dose 1500 ml.L⁻¹ de benziladenina sobre o número acumulado de ramos laterais em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213, G 202, M 9, e Maruba/M 9. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.



* e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro respectivamente.

Figura 13. Efeito de cinco aplicações sequenciais das doses de 500 ml.L⁻¹, 1000 ml.L⁻¹ e 1500 ml.L⁻¹ de GA₄₊₇ + benziladenina sobre o número acumulado de ramos laterais em mudas de macieira ‘Maxi Gala’, cultivadas sobre os porta-enxertos G 213, G 202, M 9 e Maruba/M 9. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.



* e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro respectivamente.

Figura 14. Efeito de duas aplicações sequenciais das doses de 12,5 ml.L⁻¹, 25,0 ml.L⁻¹ e 37,5 ml.L⁻¹ de etefom + ciclanilida sobre o número acumulado de ramos laterais em mudas de macieira 'Maxi Gala', cultivadas sobre os porta-enxertos G 213, G 202, M 9 e Maruba/M9. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.

No ciclo 2015/16 as maiores médias do número acumulado de ramos nas mudas de macieira 'Maxi Gala' foram observadas no tratamento benziladenina com 16,6 ramos/planta, seguido do tratamento tidiazuron com 15,4 ramos/planta e GA₄₊₇ + benziladenina com 13,2 ramos/planta (Tabela 9).

Pode-se afirmar que as condições ambientais durante o período de desenvolvimento das mudas no viveiro, favoreceram a formação de ramos laterais, pois verificou-se no tratamento testemunha (sem aplicação dos reguladores de crescimento), o número médio de 8,5 ramos/planta, o que representa 43,6% da formação de ramos laterais nos tratamentos com aplicação dos reguladores de crescimento.

Diante dessas afirmações, verificou-se que o número acumulado de ramos no tratamento GA_{4+7} + BA não diferiu significativamente do tratamento testemunha, sobre os porta-enxertos G 213 e G 202. Com base nas médias do número acumulado de ramos dos tratamentos BA e TDZ, verificou-se que não houve diferença entre ambos, seguindo esta mesma tendência na comparação entre GA_{4+7} + BA e TDZ, porém com exceção no porta-enxerto Maruba/ M 9, onde tratamento TDZ foi significativamente superior. Os tratamentos a base de benziladenina quando comparados, não evidenciaram diferença significativa para os porta-enxertos G 202 e M 9, porém o tratamento BA foi significativamente superior no número acumulado de ramos para os porta-enxertos G 213 e Maruba/M 9.

Tabela 9. Efeito da aplicação dos reguladores de crescimento benziladenina, GA_{4+7} + benziladenina e tidiazuron sobre a variável número acumulado de ramos em mudas de macieira 'Maxi Gala' cultivadas sobre os porta-enxertos G 213, G 202, M 9 e Maruba/M 9. Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.

Tratamento	Número Acumulado de Ramos			
	G 213	G 202	M 9	MAR/M 9
Testemunha	12,44	10,83	2,01	8,77
Benziladenina	18,66	19,03	10,22	18,51
GA_{4+7} + Benziladenina	14,92	15,81	9,56	12,59
Tidiazuron	16,78	17,13	11,11	16,40
TEST vs BA, GA_{4+7} +BA e TDZ	***	***	***	***
BA vs TEST	***	***	***	***
GA_{4+7} +BA vs TEST	ns	ns	***	*
TDZ vs TEST	*	*	***	***
BA vs GA_{4+7} +BA	*	ns	ns	***
BA vs TDZ	ns	ns	ns	ns
GA_{4+7} +BA vs TDZ	ns	ns	ns	*
CV (%)	10,93	17,85	23,37	11,07

TEST: testemunha; BA: benziladenina; GA_{4+7} +BA: GA_{4+7} + benziladenina; TDZ: tidiazuron. Comparação entre tratamentos analisados através de contrastes lineares. ns: não significativo a 5% de probabilidade de erro. *, ** e *** significativo a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade de erro respectivamente.

No ciclo 2016/17, os reguladores de crescimento à base de benziladenina foram superiores em relação a testemunha e ao regulador de crescimento etefom + ciclanilida (Tabela 10).

Os maiores números acumulados de ramos foram observados nas mudas submetidas aos tratamentos benziladenina e GA₄₊₇ + benziladenina com 21,2 e 21,4 ramos/planta respectivamente, seguido do tratamento etefom + ciclanilida com 15,4 ramos/planta. Os tratamentos com os reguladores de crescimento foram efetivos na formação de ramificações laterais, onde em média estes tratamentos promoveram três vezes mais ramos comparados a testemunha sem aplicação.

Os tratamentos à base de benziladenina, não apresentaram diferença significativa no número acumulado de ramos, bem como não observaram-se diferenças qualitativas na formação das mudas, indicando a possibilidade de utilização tanto de benziladenina pura, como GA₄₊₇ + benziladenina para a promoção de ramos em mudas de macieira 'Maxi Gala'. Resposta similar foi obtida por Cowgill et al. (2012), onde a aplicação de benziladenina e GA₄₊₇ + benziladenina sobre 11 cultivares de macieira, não diferiram significativamente na formação de ramos.

Os efeitos dos reguladores de crescimento a base de benziladenina sobre o número de ramificações laterais em mudas de macieira, variam de acordo com a dose utilizada, época de aplicação, número de aplicações sequenciais e cultivar (ELFVING & VISSER, 2005; GREENE & AUTIO, 1990; ROBINSON et al., 2014; WEBTER & WERTHEIM, 2003; SAZO & ROBINSON, 2011).

Tabela 10. Efeito da aplicação dos reguladores de crescimento benziladenina, GA₄₊₇ + benziladenina e etefom + ciclanilida sobre a variável número acumulado de ramos em mudas de macieira 'Maxi Gala' cultivadas sobre os porta-enxertos G 213, G 202, M 9 e Maruba/M 9. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.

Tratamento	Número Acumulado de Ramos			
	G 213	G 202	M 9	MAR/M 9
Testemunha	7,48	3,96	6,4	5,59
Benziladenina	25,59	21,19	16,56	21,52
GA ₄₊₇ + Benziladenina	26,56	19,89	18,22	20,85
Etefom + Ciclanilida	19,00	14,07	12,07	16,41
TEST vs BA, GA ₄₊₇ +BA e ETE+CYC	***	***	***	***
BA vs TEST	***	***	***	***
GA ₄₊₇ +BA vs TEST	***	***	***	***
ETE+CYC vs TEST	***	***	**	***
BA vs GA ₄₊₇ +BA	ns	ns	ns	ns
BA vs ETE+CYC	**	***	*	**
GA ₄₊₇ +BA vs ETE+CYC	**	**	**	*
CV (%)	10,5	10,94	13,58	10,43

TEST: testemunha; BA: benziladenina; GA₄₊₇+BA: GA₄₊₇ + benziladenina; ETE+CYC: etefom + ciclanilida. Comparação entre tratamentos analisados através de contrastes lineares. ns: não significativo a 5% de probabilidade de erro. *, ** e *** significativo a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade de erro respectivamente.

5 CONCLUSÕES

Com base nas condições em que o experimento foi desenvolvido e avaliando os resultados obtidos, conclui-se que:

- Os tratamentos benziladenina e GA_{4+7} + benziladenina foram superiores na pré-formação das mudas de macieira 'Maxi Gala', em relação aos tratamentos tidiazuron e etefom + ciclanilida.
- A utilização de quatro aplicações sequenciais na dose de 850 ml.L^{-1} de benziladenina e 950 ml.L^{-1} de GA_{4+7} + benziladenina são suficientes para pré-formar as mudas de macieira 'Maxi Gala'.
- A utilização dos reguladores de crescimento tidiazuron e etefom + ciclanilida, não foram eficientes na formação de ramos, e proporcionaram mudas de macieira 'Maxi Gala' abaixo dos padrões de qualidade exigidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente utilização dos reguladores de crescimento em frutíferas de clima temperado, é baseada principalmente em resultados que racionalizam os custos de produção, aumentam a eficiência técnica na condução de pomares e auxiliam na manutenção das produtividades ao longo das sucessivas safras.

Com a ocasião da pesquisa dos reguladores de crescimento frente a produção de mudas de macieira, foram atribuídas as seguintes hipóteses:

I- Os reguladores de crescimento utilizados nesta pesquisa juntamente com a variação das doses testadas, possuem ações diferenciadas na quantidade e no comprimento dos ramos laterais formados; II- Os diferentes porta-enxertos de macieira apresentam respostas distintas sob as variáveis vegetativas avaliadas; III- Cinco aplicações sequenciais dos reguladores de crescimento são suficientes para pré-formar a muda.

Com base na condução do experimento e na observação dos resultados obtidos, conclui-se que a utilização dos reguladores de crescimento a base de benziladenina aumentaram significativamente o número de ramos com comprimento médio variado nas mudas de macieira. Esta variação no comprimento, está ligada diretamente ao número de ramos formados, logo, mudas com poucos ramos laterais, apresentam os maiores comprimentos médios observados. O início das aplicações é um fator que deve ser considerado quando almeja-se obter ramificações com comprimentos médios menores, pois o início mais tardio das aplicações sequenciais, proporciona a diminuição do período disponível para o crescimento dos ramos.

Com a aplicação dos reguladores de crescimento direcionada na gema apical da muda, o número e a frequência das aplicações sequenciais deve ser baseada na dose do regulador de crescimento, vigor do porta-enxerto e padrão de distribuição das ramificações laterais. O fator dose, está relacionado com a duração do intervalo de tempo entre as aplicações sequenciais, onde em doses maiores, a paralisação do crescimento terminal da muda é ampliado, por outro lado, porta-enxertos de distintos vigores, podem apresentar diferenças de crescimento nos intervalos entre aplicações sequenciais. O padrão de distribuição das ramificações, deve contemplar o posicionamento e a frequência de ramos na zona do caule onde deseja-se ramificar.

Considerando atualmente a tendência de novos plantios de pomares em altas densidades com o sistema de cobertura anti-granizo, a utilização de plantas sobre porta-enxertos de vigor mais equilibrado, torna-se uma premissa básica para a implantação deste sistema, visto que mudas de macieira ‘esporonadas’ (ramificações relativamente curtas e padronizadas), são mais adequadas a este novo cenário. Contudo, o desafio da continuidade das pesquisas neste tema devem ser ampliados, partindo-se do pressuposto deste trabalho quanto a eficiência, doses e número de aplicações dos reguladores de crescimento, pode-se evoluir a novos patamares para a busca de mudas de macieira dentro das novas tendências do sistema de produção frutícola.

7 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABPM- **Associação Brasileira dos Produtores de Maçã**. Disponível em: <http://www.abpm.org.br/>. Acesso em 10 de julho de 2017.

ANESE, R. O.; BRACKMANN, A.; WEBER, A.; BOTH, V.; PAVANELLO, E. P.; VENTURINI, T. L.; Atmosfera Controlada para o Armazenamento da Maçã Cultivar 'Maxi Gala'. In: 25º Jornada Acadêmica Integrada UFSM. **Anais**. Santa Maria- RS, 2011.

BAYER ENVIRONMENTAL SCIENCES. **Tiberon®**. Disponível em: http://fs1.agrian.com/pdfs/Tiberon_SC_MSDS.pdf. Acesso em: 02 de dezembro de 2015.

BERNARDI, J.; DENARDI, F.; HOFFMANN, A; **Livro Maçã- Produção. Capítulo 5 Cultivares e Porta-enxertos**. Editor técnico Gilmar Nachtigall-Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

CAMILO, A. P.; DENARDI F.; Cultivares: Descrição e comportamento no sul do Brasil. In: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.- Epagri. **A cultura da macieira**. Florianópolis: GMC/Epagri, 2002. p. 105-112.

CORNELL UNIVERSITY. CTL- Center for Technology Licensing. **Geneva® Apple Rootstocks Comparison Chart** v.3. Disponível em: <http://wwwctl.cornell.edu/plants/GENEVA-Apple-Rootstocks-Comparison-Chart.pdf>. Acesso em 20 de junho de 2017.

COWGILL, W.; MAGRON, R.; BEESE, M.; ROBINSON, T.; Improving Branching os Apple Trees. **Horticultural News**. v. 94 (3). p. 1- 9. New Jersey 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Custo de Produção Estimado da Maçã- Fase de Produção no Estado do Rio Grande do Sul**. 2010. Disponível Acesso em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_05_29_16_27_25_7-maca_2010.xls 11 de julho de 2017.

DAYATILAKE, G. A.; PALMER, J. W.; TUSTIN, D. S.; Branch Enhancing Budbreak and Axillary Shoot Development of "M.9" Apple Rootstock During the Early Period of Stool-bed Establishment. **Journal of Crop and Horticultural Science**. v. 39. n. 4, p. 263- 270 . New Zeland, 2011.

DORIC, M.; MAGAZIN, N.; MILIC, B.; KESEROVIC, Z.; Enhancing Feathering of One-years-old Gala and Jonagold Apple Trees Through Application of 6-Benzyladenine and Gibberelins. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**. v. 21, n. 3. p. 631-637. Bulgaria, 2015.

DENARDI, F.; Porta-enxertos. In: EMRPESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO (Org.). **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 169-226.

DENARDI, F.; KVITSCHAL, M. V.; HAWERROTH, M. C.; Porta-enxertos de Macieira: Passado, Presente e Futuro. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 28, n. 2, p. 89-95. Florianópolis, SC, 2015.

FERREE, D.; CARLSON, R. F.; **Apple Rootstocks**. In: Rootstocks for Fruit Crops. p. 109-140, Canada, 1987.

ELFVING, D. C.; VISSER, D. B.; Cyclanilide Induces Lateral Branching in Apple Trees. **HortScience**, v. 40, n. 1, p. 119-122. Wenatchee, WA, 2005.

FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; **Fruticultura: Fundamentos e Práticas**. Editora UFPEL. v. 2, 170p. Pelotas, 2008.

FACHINELLO, J.C. **Avanços nos Sistemas de Condução e Densidades de Plantio em Fruteiras de Caroço**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMATEMPERADO, 2, 1999, Fraiburgo. Anais. Caçador: EPAGRI, 1999. p. 9-13.

FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistics Division**. Disponível em: http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries_by_commodity/E. Acesso em 24 de novembro de 2015.

FERREIRA, D. F. **Programa Estatístico Sisvar** – Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras (UFLA). Versão 5.3. Lavras, MG, 2007.

FIORAVANÇO, J. C. Maçã Brasileira: Da importação à auto-suficiência e exportação- a tecnologia como fator determinante. **Artigo Informações Econômicas**, São Paulo v 39, n 3, Março 2009.

FIORAVANÇO, J. C.; CZERMAINSKI, A. B. C.; OLIVEIRA, P. R. D.; Avaliação da Cultivar de Macieira Baigent (Brookfield®) em Vacaria, RS. **Comunicado Técnico 140**. Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves, RS 2013.

GREENE, D. W.; AUTIO, W. R.; Vegetative Responses of Apple Trees Following Benzyladenine and Growth Regulator Sprays. **Society Horticulture Science**. v. 115 (3). p. 400- 404. Massachusetts, 1990.

GREENE, D. W.; CROVETTI, A. J.; PIENAAR, J.; Development of 6-Benzyladenine as an Apple Thinner. **HortScience** v. 51, n. 12, p. 1448- 1451. Massachusetts, 2016.

HAMPSON, C. R.; KEMP, H.; Characteristics of Important Commercial Apple Cultivars. In: **CAB International: Apple Botany and Uses**. p. 61- 81, Cambridge, MA, 2003.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; Controle do Desenvolvimento Vegetativo em Macieira e Pereira. **Documentos 147**. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, CE 2011.

HOFFMANN, A; PETRI, J L.; LEITE, G. B.; ZANCAN,C.; CAMELATO, D.; **Livro Maçã- Produção. Capítulo 9 Tratos Culturais**. Editor técnico Gilmar Nachtigall- Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

HOFFMANN, A; PETRI, J L.; LEITE, G. B.; BERNARDI, J.; **Livro Maçã- Produção. Capítulo 7 Produção de mudas e Plantio**. Editor técnico Gilmar Nachtigall- Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

HOFFMANN, A; BERNARDI, J.; **Livro Maçã- Produção. Capítulo 3 Aspectos Botânicos**. Editor técnico Gilmar Nachtigall- Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

HUETTEMAN, C. A.; PREECE, J. E.; Thidiazuron: A Potent Cytokinin for Woody Plant Tissue Culture. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. v. 33. p. 105- 119. Illinois, 1993.

HROTKO, K.; MAGYAR, L.; RONAY, Z.; Improved Feathering on Apple Nursery Trees by BA Application. **Acta Horticulture ISHS**. v. 514, n. 4. p. 113-119. Budapest- Hungary, 2000.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro v 29 n 10 p.1-79 outubro.2015.

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

KATSURAYAMA, J. M. Novos Porta-enxertos e Aumento da Densidade de Plantio São Tecnologias Aprimoradas para Atingir os Melhores Resultados nas Macieiras. **Anuário Brasileiro da Maçã**. ed. Gazeta, Santa Cruz do Sul 2016. p. 48-49

KIST, B.B.; **Anuário Brasileiro da Maçã 2015**. ed. Gazeta, Santa Cruz do Sul 2015. 76 p.

KIST, B.B.; **Anuário Brasileiro da Maçã 2016**. ed. Gazeta, Santa Cruz do Sul 2016. 64 p.

KVITSCHAL, M. V.; DENARDI, F. Programa de Melhoramento Genético de Macieira na Epagri, Brasil. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina- EPAGRI. Caçador, SC, 2015. **In: Seminário Pepita**. Disponível em: <http://www.inia.uy>. Acesso em 10 junho de 2017.

KVITSCHAL, M. V.; DENARDI, F.; FAORO, I. D.; BONETI, J. I. S.; **Zoneamento Agícola para o Estado de Santa Catarina**. Disponível em: http://www.epagri.sc.gov.br/wp-content/Avaliacao_de_cultivares_de_maca-2015-16.pdf. Acesso em 23 de agosto de 2017.

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

MACEDO, T. A.; **Avaliação De Portaenxertos Em Macieira ‘Maxigala’ Até A Terceira Folha Em Vacaria, RS**. 77. 2014. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.

MAPA- MINISTÉRIO DA AGRÍCULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Estatística e Dados Básicos de Economia**. Setembro de 2015. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/Pasta%20de%20Setembro%20-202015.pdf. Acesso em 23 de Novembro de 2015.

MOREIRA, E. R.; **Efeitos do Ácido Giberélico e do Thidiazuron nos Cachos e Bagas de Uvas cv. Niágara Rosada**. 70. 2009. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Universidade Estadual Paulista UNESP.

MÜLLER, D.; LEYSER, O. Auxin, Cytikinin and the Control of shoot Branching. *Annals of Botany* 107. **Okford Journal**. p. 1203- 1212. Cambridge, 2011.

NATCHIGALL, G. R.; **Livro Maçã- Produção. Capítulo 1 Introdução**. Editor técnico Gilmar Nachtigall- Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

PASA, M. S.; KATSURAYAMA, J. M.; BRIGHENTI, A. F.; FILHO, J. V. A.; BONETI, J. I. S.; Desempenho de Macieiras ‘Imperial Gala’ e ‘Mishima Fuji’ em Diferentes Porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 51, n.1, p. 17- 26. Brasília, 2016

PAVANELLO, A. P.; AYUB, R. A.; Aplicação de Ethephon no Raleio Químico de Ameixeira e seu Efeito Sobre a Produtividade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 309- 316. Jaboticabal, SP, 2012.

PEREIRA, L. B.; SIMIONI, F. J.; CARIO, S. A. F.; **Evolução da Produção de Maçã em Santa Catarina: Novas Estratégias em Busca da Competitividade**. 2005. Disponível em: <http://www.apec.unesc.net/artigo2.PDF>. Acesso em 30 de novembro de 2015.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; FRANCESCOTTO, P; Avanços na Cultura da Macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, E 048-056. Jaboticabal, SP 2011.

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

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; SEZERINO, A. A.; COUTO, M.; **Reguladores de Crescimento para Frutíferas de Clima Temperado**. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina-EPAGRI, Florianópolis 2016, 141 p.

PICOLOTTO, L.; BIANCHI, V. J.; FISCHER, D. L. O.; PASA, M. S.; GAZOLA NETO, A.; SCHIMITZ, J. D.; ZUCHI, J.; PEREIRA, I. S.; ROCHA, M. S.; FACHINELLO, J. C.; Obtenção de Mudanças de Pessegueiro Pré-formadas. **Revista Scientia Agraria**, v 8, n 1, p.39- 45, 2007.

ROBINSON, T.; COWGILL W.; BLACK, B.; MCARTNEY, S.; Branching of Apple Trees in the Nursery and Flower Suppression in the Nursery. **IFTA**, Progress Report. Geneva, NY 2014.

ROBINSON, T. L. Advances In Apple Culture Worldwide. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n SPE1, p.37-47, 2011.

ROBINSON, T. L.; SAZO M. M; Effect of Promalin, Bezyladenine and Cyclanilide on Lateral Branching of Apple Trees in the Nusery. **New York Fruit Quaterly**. v 23, p. 293- 302, 2014.

ROSSI, A. D.; RUFATO, L.; GIACOBBO, C. L.; GOMES, F. R. C.; FACHINELLO, J. C.; Use of Promalin on One-Year Old Trees of the Apple cv. "Catarina". **Acta Hortscience**, n. 636. p. 145- 149. Pelotas, RS, 2004.

RUFATO, L.; DE ROSSI, A.; FARIA, J. L. C. Uso de Promalina e Incisão Anelar no Incremento do Crescimento Vegetativo de Ramos Laterais em Pessegueiro Conduzidos em Axis Colunar. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 117- 122. Pelotas, RS, 2004.

SAZO, M. M.; ROBINSON, T. L. Maxcel Applied Multiple Times is Effective and Safer Than Tiberon For Feathering of Apple Nursery Trees in NY state. **56º IFTA**. Santiago, Chile, 2012.

SAZO, M. M.; ROBINSON, T. L.; The use of Plant Growth Regulators For Branching of Nursery Trees in NY State. **New York Fruit Quaterly**. v 19, n 2, p. 5- 9, 2011.

SCHUCH, M. W.; PETERS, J. A.; Multiplicação *In vitro* de Brotações de Macieira Cultivares Marubakaido (*malus prunifolia*, Willd, Borkh) e Megumi (*malus domestica*, Borkh). **Pesquisa Agropecuária**. v. 28, n. 4, p. 433- 437. Brasília, 1993.

EMATER/RS- ASCAR; STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: 2008. 222 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Livro Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Giberelinas: Reguladores da Altura dos Vegetais. **In: Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 20, p 485-516.

VALENT BIOSCEINCES. **Promalin®**. Disponível em: <http://www.valentbiosciences.com>. Acesso em: 02 de dezembro de 2015.

VOLZ, R. K.; GIBBS, H. M.; POPENOE, J.; Branch Induction on Apple Nursery Trees: Effects of Growth Regulators and Desfoliation. **Journal of Crop and Horticultural Science**. v. 22. p. 277- 283 . New Zeland, 2010.

WEBSTER, A. D.; WERTHEIM, S. J.; Apple Rootstocks. **In: CAB International: Apple Botany and Uses**. p. 126-146, Cambridge, MA, 2003

WERTHEIM, S. J.; ESTABROOKS, E. N.; Effect of Repeated Sprays of 6-benzyladenine on the Formation of Syllaptic Soots in Apple in the Fruit- Tree Nursery. **Scientia Horticulture**. v. 60. p. 31- 39. Canada, 1994.

WERTHEIM, S. J.; WEBSTER, A. D. Propagation and Nursery Tree Quality. **In: CAB International: Apple Botany and Uses**. p. 126-146, Cambridge, MA, 2003.

WILSON, B. F.; Apical Control of Branch Growth and Angle in Woody Plants. **American Journal of Botany**. v. 87 (5). p. 601- 607. Massachusetts, 2000.

WINFRED. P. C.; BEESE, M.; MAGRON, R.; AUTIO, W. R.; CLEMENTS, J. M.; RBINSON, T. Studies and Recommendations for Branching Young Apple Trees. **Horticultural News**, v. 94, n. 3, p. 1-9. New Jersey, 2014.

ZANOL, G.C.; FORTES, G.R.L.; CAMPOS, A.D.; SILVA, J.B.; CENTELLAS, A.Q. Enraizamento in vitro e atividade da peroxidase do porta-enxerto de macieira Marubakaido tratado com ácido indolbutírico e floroglucinol. **Revista Brasileira de fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 65-68,1996.

ZILMAR,S. S.; BERCELOS, F. M.; KOLLER, O. C.; Efeito das Giberelinas AG₄₊₇ e Citocinina 6-BA, Sobre a Maçã. **Pesquisa Agropecuária**. Novembro, 1982.-Brasília.

8 APÊNDICES

Modelos matemáticos obtidos nas variáveis diâmetro de caule e altura final de mudas.

Tabela 11. Reguladores de crescimento, porta-enxertos e modelos matemáticos obtidos na variável diâmetro do caule. Ciclo 2015/16 e 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.

Diâmetro do Caule 2015/16		
Reguladores de Crescimento	Porta-enxertos	Modelo
GA ₄₊₇ + Benziladenina	G 202	$y = 0,000001x^2 - 0,001734x + 13,5526^{**}$
Diâmetro do Caule 2016/17		
Reguladores de Crescimento	Porta-enxertos	Modelo
Etefom + ciclanilida	M 9	$y = 0,0508x + 13,5080^{**}$

*, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro respectivamente.

Tabela 12. Reguladores de crescimento, porta-enxertos e modelos matemáticos obtidos na variável altura final de mudas. Ciclo 2015/16 e 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.

Altura Final 2015/16		
Reguladores de Crescimento	Porta-enxertos	Modelo
Benziladenina	G 213	$y = 0,0302x + 227,9333^*$
	M 9	$y = 0,0302 + 155,6576^{**}$
	MAR + INT	$y = 0,0019x + 214,1306^*$
Tidiazuron	MAR + INT	$y = 0,0483x + 208,0306^*$
Altura Final 2016/17		
Benziladenina	MAR + INT	$y = 0,0180x + 195,6346^{**}$

*, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro respectivamente.

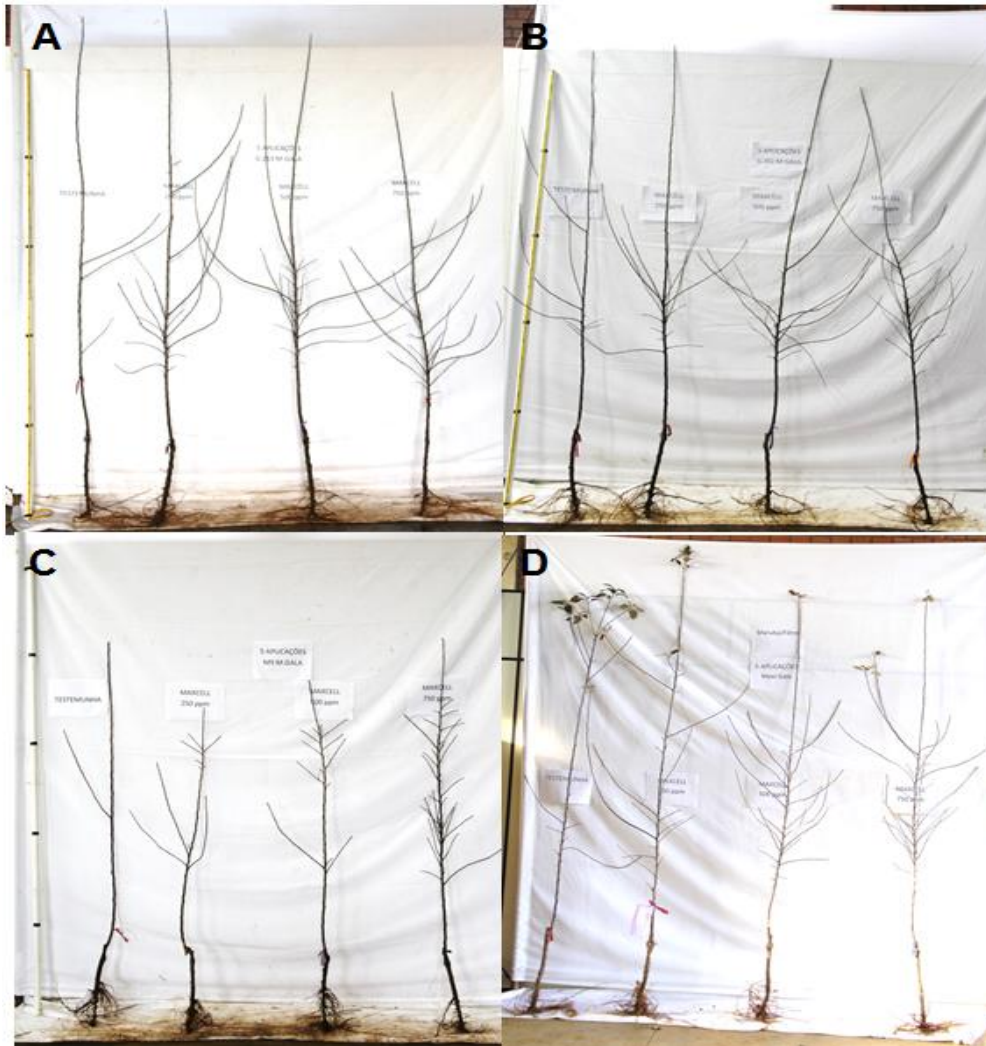


Figura 15. Mudas de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d), submetidas à aplicação de diferentes concentrações de benziladenina. Da esquerda para direita: testemunha, 1250 ml.L⁻¹, 2500 ml.L⁻¹ e 3750 ml.L⁻¹. Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.

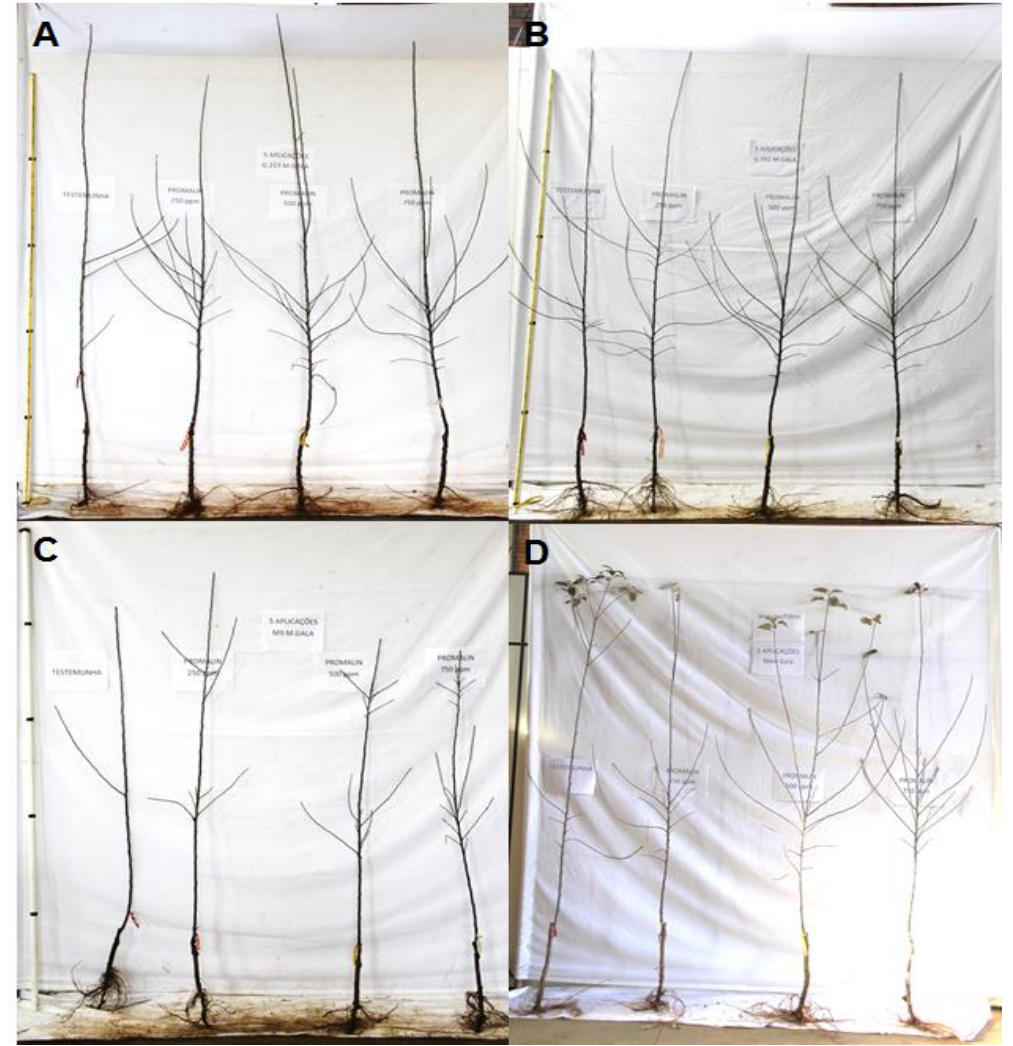


Figura 16. Mudas de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d), submetidas à aplicação de diferentes concentrações de GA₄₊₇ + benziladenina. Da esquerda para direita: testemunha, 1250 ml.L⁻¹, 2500 ml.L⁻¹ e 3750 ml.L⁻¹. Ciclo 2015/16. Esmeralda, RS, 2017.



Figura 17. Mudras de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d), submetidas à aplicação de diferentes concentrações de tiazuron. Da esquerda para direita: testemunha, 125 mg.L⁻¹, 250 mg.L⁻¹ e 375 mg.L⁻¹. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.

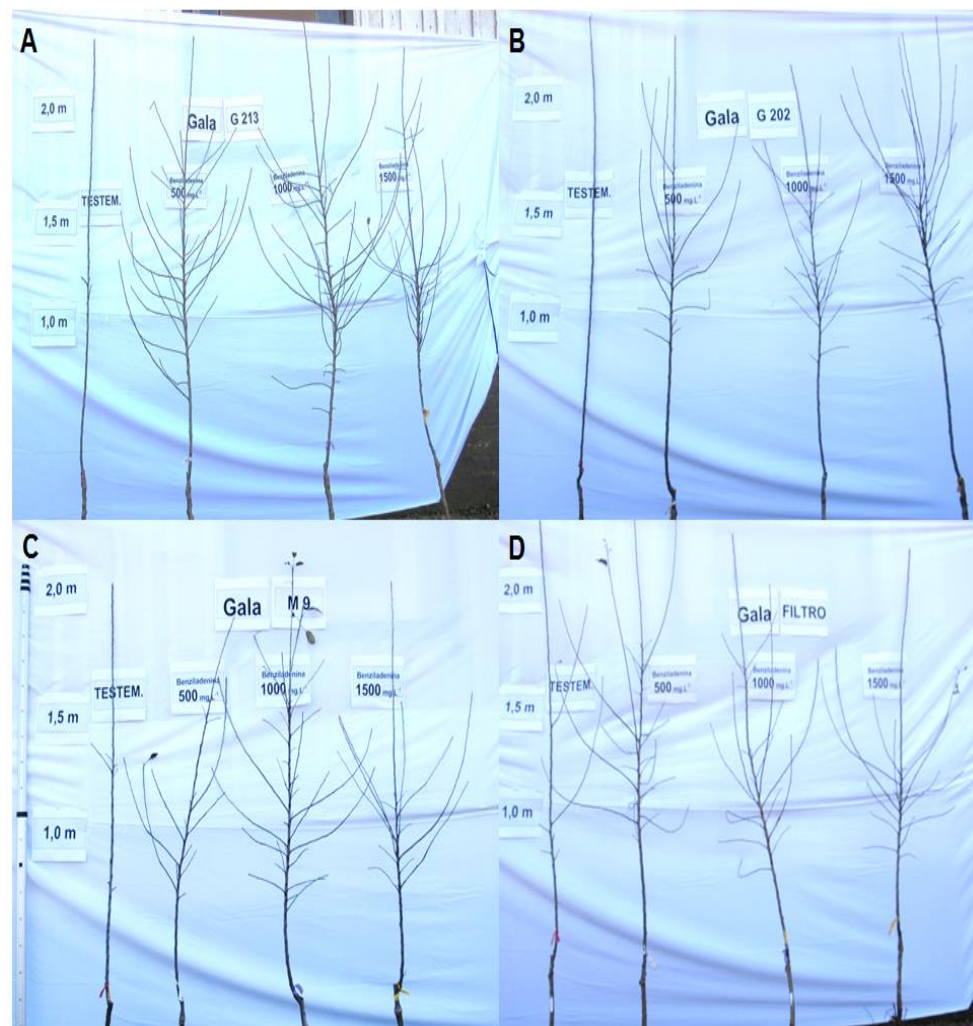


Figura 18. Mudras de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d), submetidas à aplicação de diferentes concentrações de benziladenina. Da esquerda para direita: testemunha, 2000 ml.L⁻¹, 3000 ml.L⁻¹ e 4000 ml.L⁻¹. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.

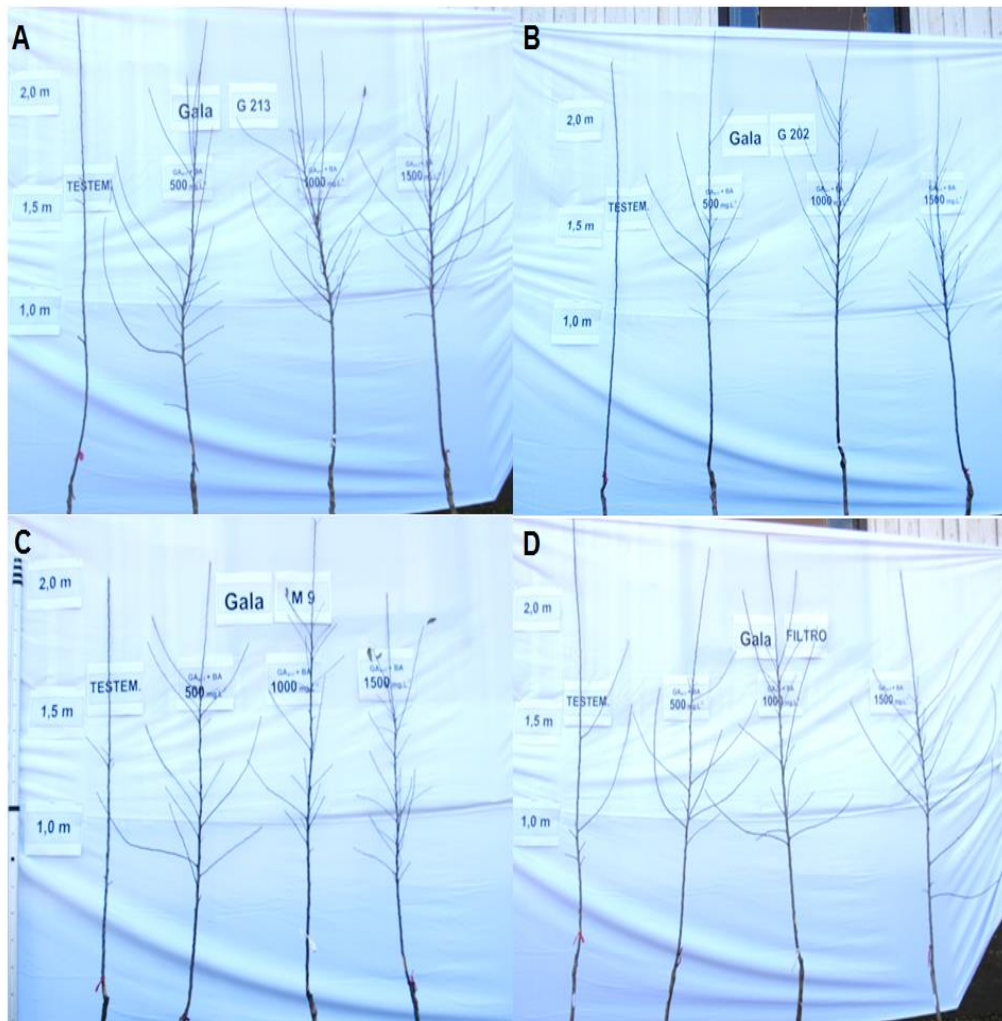


Figura 19. Mudras de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d), submetidas à aplicação de diferentes concentrações de GA_{4+7} + benziladenina. Da esquerda para direita: testemunha, 2500 $ml.L^{-1}$, 5000 $ml.L^{-1}$ e 7500 $ml.L^{-1}$. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.

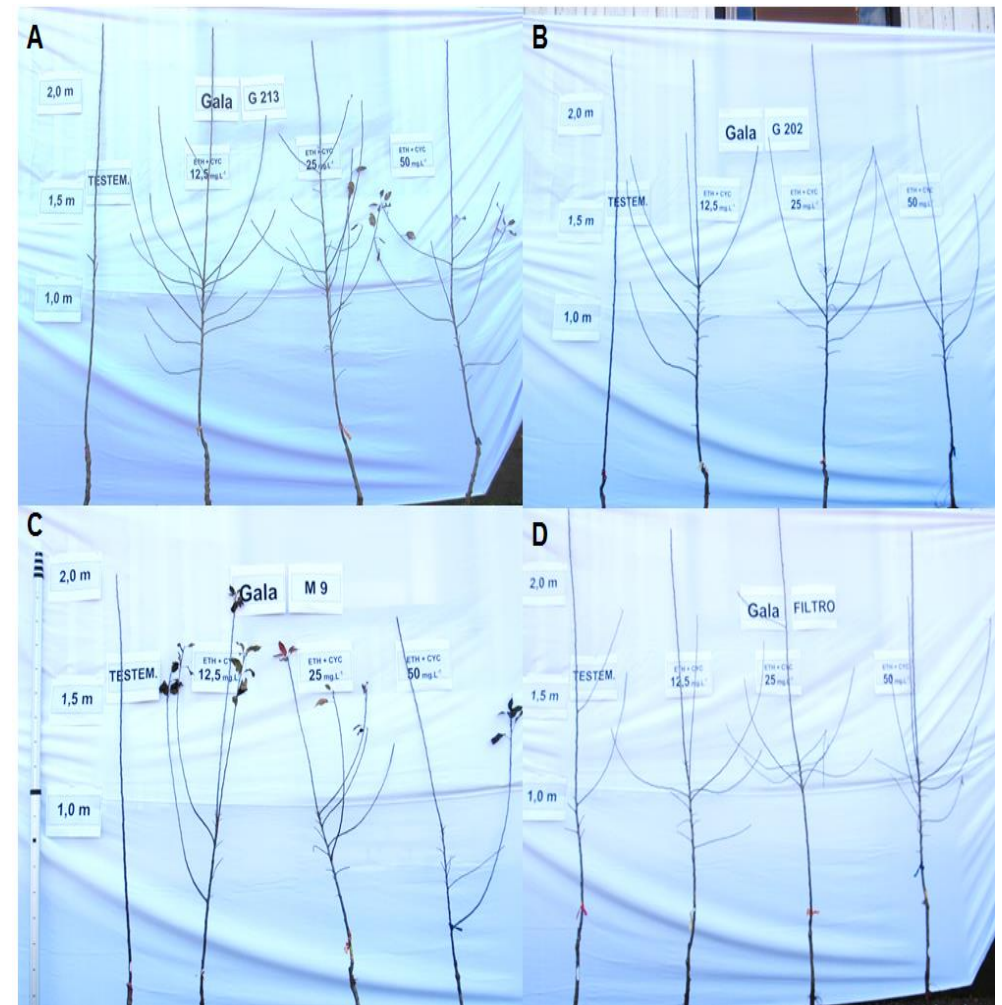


Figura 20. Mudras de macieira 'Maxi Gala' sobre os porta-enxertos G 213 (a), G 202 (b), M 9 (c) e Maruba/M 9 (d), submetidas à aplicação de diferentes concentrações de etefom + ciclanilida. Da esquerda para direita: testemunha, 25 $ml.L^{-1}$, 50 $ml.L^{-1}$ e 75 $ml.L^{-1}$. Ciclo 2016/17. Esmeralda, RS, 2017.