



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC

CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL – PPGPV

TESE DE DOUTORADO

VALIDAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE  
MACIEIRA DA SÉRIE CG NAS CONDIÇÕES  
DE VACARIA, RS

TIAGO AFONSO DE MACEDO

LAGES, 2018

**TIAGO AFONSO DE MACEDO**

**VALIDAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE MACIEIRA DA SÉRIE CG NAS  
CONDIÇÕES DE VACARIA, RS**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

Orientadora: Dra. Andrea De Rossi  
Coorientador: Dr. Leo Rufato  
Coorientadora: Dra. Aike Anneliese Kretzschmar  
Coorientadora: Dra. Poliana Francescatto

**LAGES, SANTA CATARINA  
2018**

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

Macedo, Tiago Afonso de  
Validação de porta-enxertos de macieiras da série CG nas  
condições de Vacaria, RS / Tiago Afonso de Macedo. - Lages, 2018.  
129 p.

Orientadora: Andrea De Rossi  
Coorientador: Leo Rufato  
Coorientadora: Aike Anneliese Kretzschmar  
Coorientadora: Poliana Francescatto  
Tese (Doutorado) - Universidade do Estado de Santa Catarina,  
Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação  
em Produção Vegetal, Lages, 2018.

1. *Malus domestica* Borkhausen. 2. Produtividade. 3. Eficiência  
produtiva. 4. Replantio de macieiras. I. De Rossi, Andrea . II. Rufato,  
Leo. Kretzschmar, Aike Anneliese. Francescatto, Poliana III.  
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.  
IV. Título.

## **TIAGO AFONSO DE MACEDO**

### **VALIDAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE MACIEIRA DA SÉRIE CG NAS CONDIÇÕES DE VACARIA, RS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor.

#### **Banca Examinadora**

Orientador (a): \_\_\_\_\_

Dra. Andrea De Rossi

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Uva e Vinho

Membro Interno: \_\_\_\_\_

Dr. Cristiano André Steffens

Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UDESC

Membro Externo: \_\_\_\_\_

Dr. Gilmar Arduino Bettio Marodin

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Membro Externo: \_\_\_\_\_

Dr. Alberto Fontanella Brighenti

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI

Membro Externo: \_\_\_\_\_

Dr. João Caetano Fioravanco

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

**Lages, 26 de fevereiro de 2018.**



## AGRADECIMENTOS

A minha esposa Marlova e meu filho Francisco por estarem ao meu lado todos os momentos desta caminhada, sendo compreensivos com minha ausência. A minha família, especialmente minha mãe Romilda e meus irmãos Claudionor, Ângela, Severine e Izabel, os quais sempre me deram suporte e força.

Aos professores e coorientadores Dr. Leo Rufato e Dra. Aike A. Kretzschmar, pelos 11 anos de ‘Fruticultura Total’, para os que passaram por este grupo, apenas este termo diz praticamente tudo. E a todos os colegas que já passaram e ainda permanecem no grupo da fruticultura.

A minha orientadora Dra. Andrea de Rossi, pelo suporte, dedicação e disponibilidade de tempo para orientar e revisar conteúdos.

As instituições CAV-UDESC pelo ensino gratuito e de qualidade, Embrapa pelo suporte dado à realização da tese, Capes e Fapesc pelo fomento e financiamento da pesquisa.

A Empresa Rasip Agropastoril S/A pelo fornecimento das mudas, pela disponibilidade de pessoas, materiais, insumos, espaço e áreas para realização dos experimentos.

Nas pessoas do Dr. Terence Robinson, Dra. Poliana Francescatto, Dr. Jaume Lordan e Msc. Leonel Dominguez, agradeço a Universidade de Cornell – EUA, por me receber no período do doutorado sanduíche, o qual foi de grande valia para expandir os contatos profissionais, proporcionar parcerias que viabilizaram a realização de análises da tese e aprofundar o conhecimento na fruticultura de clima temperado.

Ao Dr. Tom Tworkoski por receber-me na USD West Virginia, onde pude conhecer e aprender sobre extração e quantificação de hormônios em plantas, bem como agradeço por ter me fornecido metodologias de análise e a maquete para construção do protótipo para extrair a seiva das plantas.

Na pessoa do Diretor Telmo Altair Coelho, agradeço a Instituição SENAI e seus técnicos mecânicos pela parceria e construção do protótipo, que foi fundamental para extração da seiva e posteriormente quantificação hormonal.

Ao Dr. Henrique Pessoa dos Santos e o Msc. Julio de Andrade Garighan pelo suporte e ajuda na realização das análises hormonais, e a Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, onde foi possível realizar as mesmas.



## RESUMO

MACEDO, Tiago Afonso de. **Validação de porta-enxertos de macieiras da série CG nas condições de Vacaria, RS.** Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Centro de Ciências Agroveterinárias, CAV. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. 129 p, Lages, SC, 2018.

O cultivo de macieira no Brasil está alicerçado em apenas dois porta-enxertos: M.9, Marubakaido, e a combinação Marubakaido com interenxerto de M.9. Partindo desse pressuposto, objetivou-se avaliar cinco porta-enxertos de macieira da série CG nas condições de cultivo de Vacaria-RS, comparando-os com os comumente utilizados. Foram realizados experimentos em área nova (solo virgem), área de replantio e ensaios em condições controladas, no intuito de elucidar aspectos relativos à influência do porta-enxerto na brotação da cultivar Maxi Gala, em função da necessidade de frio e calor, bem como o balanço hormonal da cv. copa sobre os porta-enxertos. Os ensaios foram realizados no município de Vacaria-RS. Nos experimentos implantados em 2011 (plantas com seis anos de idade) em solo virgem e área de replantio, verificou-se que o porta-enxerto G.213 e M.9 são iguais em termos de vigor, no entanto, G.213 proporciona maior produtividade e eficiência produtiva à cv. Maxi Gala. A variação de 20 para 30 cm de comprimento do interenxerto de M.9 sobre Marubakaido não interfere no vigor e na produtividade da cv. Maxi Gala. Nos experimentos implantados em 2014 (plantas com três anos de idade) em solo virgem e área de replantio, verificou-se que o porta-enxerto M.9 confere menor vigor à cv. Maxi Gala que G.213, G.757, G.202 e G.814, e dentre os porta-enxertos da série CG, o G.757 é o menos vigoroso. Verificou-se que os porta-enxertos G.213 e G.814 são precoces na entrada em produção. Nos ensaios a campo, no geral, não foi observadas alterações na qualidade da fruta de 'Maxi Gala' em função do uso de distintos porta-enxertos. No experimento de avaliação da brotação em função da exigência em frio e calor dos porta-enxertos, verificou-se que o porta-enxerto em 'pé-franco' G.814 é menos exigente em calor para brotar que os porta-enxertos G.213, G.202 e M.9, independente do suprimento de frio. A brotação da cv. Maxi Gala varia em função das horas de frio, calor acumulado, expresso em graus dias e o porta-enxerto em que está enxertada. Sendo que quando enxertada sobre G.213 e M.9 necessita de 800 horas de frio e com G.814 necessita de menos de 800 horas de frio. Na quantificação hormonal em seiva da macieira 'Maxi Gala' enxertada sobre distintos porta-enxertos foi encontrado maiores concentrações de ácido salicílico na seiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos da série CG e M.9 do que com os porta-enxertos Marubakaido e CAT16. A citocinina Zeatin foi encontrada em maiores proporções com o porta-enxerto M.9, e a *trans*-Zeatin-Riboside com os porta-enxertos da série CG, M.9 e CAT16. As proporções máximas (100 %) de auxina - IAA, GA<sub>3</sub> e ABA foram encontradas na seiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre Marubakaido. Ácido Jasmônico foi encontrado em maiores proporções na seiva da cv. Maxi Gala sobre os porta-enxertos G.213, G.814 e Marubakaido.

**Palavras Chave:** *Malus domestica* Borkhausen. Produtividade. Eficiência produtiva. Replantio de macieiras.



## ABSTRACT

MACEDO, Tiago Afonso de. **Validation of apple rootstock, CG series on Vacaria-RS growth conditions.** Tese (Doctor Plant Production). Centro de Ciências Agroveterinárias, CAV. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. 129 p, Lages, SC, 2018.

Brazilian apple orchards plants are based in only two rootstocks, being M.9, Marubakaido, and their combination Marubakaido with M.9 as a interstem or interstock. Based on this assumption, the aim of this work was evaluate apple trees grafted on new rootstocks from CG series, growing under southern Brazil conditions, comparing them with those most commonly used. Experiments were planted on new area (virgin soil) and replant area and besides these trials in a environment controlled, to elucidate aspects such as the influence of the rootstock on Maxi Gala canopy budburst, due the necessity of winter chill hours and heat, as well the hormonal balance the grafted cultivar when grafted on the different rootstocks. The tests were installed at Vacaria-RS. Experiments planted in 2011 in virgin soil and replanting area (plants with six years) were verified that the rootstock G.213 and M.9 are equal in terms of vigor, however, G.213 provides higher yield and productive efficiency to cv. Maxi Gala. The variation of 20 to 30 cm in length of the M.9 interstem on Marubakaido does not interfere in the vigor and yield of cv. Maxi Gala. The experiments planted in 2014 were on virgin soil and replanting area (plants with three years), it was verified that the rootstock M.9 confers less vigor to the grafted cv. Maxi Gala than G.213, G.757, G.202 and G.814, among just the CG series rootstocks G.757 is the less vigorous. G.213 and G.814 are precocious, start early to produce. The field trials, in general, no difference were observed in fruit quality of 'Maxi Gala' by the use of different rootstocks. In the budbreak evaluation trial, where rootstock plants have been submitted to different amount of winter chill hours and heat requirement for budbreak, it was verified that the rootstock G.814 'free-standing' (without graft) demands less heat to sprout than the rootstocks G.213, G.202 and M.9, regardless of the chill supply. The budburst on grafted trees of cv. Maxi Gala varies according to the winter chill hours and, heat accumulated (degrees days), and the rootstock in which it is grafted. When grafted on G.213 and M.9 needs 800 hours of cold, when G.814 need less than 800 winter chill hours. In the hormonal quantification in sap of 'Maxi Gala' apple tree grafted on different rootstocks, it was found higher concentrations of salicylic acid in the sap grafted on the CG series and M.9 than Marubakaido and CAT16 rootstocks. Zeatin cytokinin was found in larger proportions on M.9 rootstock, and trans-Zeatin-Riboside on CG series, M.9 and CAT16 rootstocks. The maximum proportions (100 %) of auxin - IAA, GA3 and ABA were found in the sap of cv. Maxi Gala grafted on Marubakaido. Jasmonic acid was found in larger proportions in the sap of cv. Maxi Gala on the rootstocks G.213, G.814 and Marubakaido.

**Key Words:** *Malus domestica* Borkhausen. Productivity. Yield efficiency. Replanting apple.



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Área da seção transversal do caule (ASTC) de plantas da cv. Maxi Gala enxertadas sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018. ....	49
Gráfico 2 - Volume de copa da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.....	51
Gráfico 3- Produtividade e eficiência produtiva acumuladas de 5 safras com a cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018. ....	54
Gráfico 4 - Área da seção transversal do caule (ASTC) da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018. ....	56
Gráfico 5 - Volume da copa da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.....	57
Gráfico 6 - Área da seção transversal do caule (ASTC) da cv. Maxi Gala enxertada sobre diferentes porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.....	73
Gráfico 7 - Volume de copa da cv. Maxi Gala enxertada sobre diferentes porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.....	74
Gráfico 8 - Produtividade e eficiência produtiva acumulada de 5 safras com a cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018. ....	76
Gráfico 9 - Área da seção transversal do caule (ASTC) da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018. ....	78
Gráfico 10 - Volume de copa da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.....	79
Gráfico 11 - Porcentagem de brotação do porta-enxerto G.213 (A) e de estruturas reprodutivas da cv. Maxi Gala enxertada sobre G.213 (B) em relação ao acúmulo de horas de frio e aos graus dias, Vacaria-RS, 2018. ....	94
Gráfico 12 - Porcentagem de brotação do porta-enxerto G.814 e de estruturas reprodutivas da cv. Maxi Gala enxertada sobre G.814 em relação ao acúmulo de horas de frio e aos graus dias, Vacaria-RS, 2018.....	95
Gráfico 13 – Porcentagem de brotação do porta-enxerto G.202 (A) em relação ao acúmulo de horas de frio e aos graus dias e porcentagem de brotação de estruturas reprodutivas da cv. Maxi Gala enxertada sobre G.202 (B) em relação aos graus dias, Vacaria-RS, 2018.....	96
Gráfico 14 - Porcentagem de brotação do porta-enxerto M.9 (A) em relação ao acúmulo de graus dia e porcentagem de brotação de estruturas reprodutivas da cv. Maxi Gala enxertada sobre M.9 (B) em relação ao acúmulo de horas de frio e aos graus dias, Vacaria-RS, 2018.....	97

Gráfico 15 - Porcentagem de brotação de estruturas reprodutivas da cv. Maxi Gala enxertada sobre G.757 em relação aos graus dias, Vacaria-RS, 2018.....98

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frutificação efetiva e retorno de floração da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.....	52
Tabela 2- Produtividade e eficiência produtiva de 5 safras da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.....	53
Tabela 3 – Firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro e massa dos frutos da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.....	55
Tabela 4 – Altura da planta e número de ramos por planta da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.....	58
Tabela 5 - Ângulo de inserção do ramo, estruturas reprodutivas (brindilas e esporões) e frutificação efetiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.....	59
Tabela 6 - Produtividade e eficiência produtiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.....	60
Tabela 7 - Firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro e massa dos frutos da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.....	61
Tabela 8 - Frutificação efetiva e retorno de floração da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.....	74
Tabela 9 - Produtividade e eficiência produtiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.....	75
Tabela 10 - Firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro e massa dos frutos da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.....	77
Tabela 11 – Altura da planta e número de ramos por planta da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.....	80
Tabela 12 - Ângulo de inserção do ramo, estruturas reprodutivas (brindilas e esporões) e frutificação efetiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.....	82
Tabela 13 - Produtividade e eficiência produtiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.....	83
Tabela 14 - Firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro e massa dos frutos da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.....	84



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Medida do ângulo de inserção do ramo com auxilio de um ‘transferidor’ graduado. Vacaria-RS, 2018 .....	38
Figura 2 - Imagens comparativas da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova (solo virgem), plantio 2011. Imagens superiores inverno de 2016, plantas com 5 anos, imagens inferiores, pré-colheita da safra 2016/17. Vacaria-RS, 2018.....	50
Figura 3 - Imagens comparativas da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova (solo virgem), plantio 2014. Imagens superiores inverno de 2016, plantas com 2 anos, imagens inferiores, pré-colheita da safra 2016/17. Vacaria-RS, 2018.....	57
Figura 4 - Imagens comparativas da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio de macieiras, plantio 2011. Imagens superiores inverno de 2016, plantas com 5 anos, imagens inferiores, pré-colheita da safra 2016/17. Vacaria-RS, 2018.....	73
Figura 5 - Imagens comparativas da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, plantio 2014. Imagens superiores, inverno de 2016, plantas com 2 anos, imagens inferiores, pré-colheita da safra 2016/17. Vacaria-RS, 2018.....	79
Figura 6 - Protótipo construído para extração de seiva de plantas (A), planta de macieira acondicionada em vaso (B), planta sendo acondicionada dentro da máquina (C) e detalhe de ramo exposto fora da máquina para coleta de seiva (D).....	107
Figura 7 - Imagens das plantas da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos e utilizadas para extração de seiva e quantificação de hormônios.....	108
Apêndice 1 - Quadro descritivo e comparativo de doze porta-enxertos da série CG em relação ao vigor das plantas, a resistência ao pulgão lanígero, fogo bacteriano, complexo de replantio, podridão do colo e ao frio, comparativo em produtividade e eficiência produtiva ao M.9, presença ou ausência de emissão de rebrotes e galhas aéreas e suscetibilidade a vírus latente.....	129



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABA - ácido abscísico, do inglês, *abscisic acid*

ANOVA – análise da variância

AGAPOMI - Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã

ASTC – área da seção transversal do caule

CKs – citocininas, do inglês *cytokinin*

cv. - cultivar

CV. - coeficiente de variação

Nº - número

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

Maruba – Porta-enxerto Marubakaido

Maruba/M.9 - Porta-enxerto Marubakaido com interenxerto de M.9

MB/M.9-30cm - Porta-enxerto Marubakaido com interenxerto de M.9 de 30 cm de comprimento

MB/M.9-20cm - Porta-enxerto Marubakaido com interenxerto de M.9 de 20 cm de comprimento

kg/cm<sup>2</sup> - kilogramas por centímetros quadrados

Série CG - Porta-enxertos oriundos do programa de melhoramento genético da Universidade de Cornell do Estado de Nova Iorque, Estados Unidos da América

%BR – porcentagem de brotação

°Brix – Graus brix

HF – horas de frio

GA - ácido giberélico, do inglês, *gibberelic acid*

GD – graus dia

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IAA – ácido indol-3-acético, do inglês, *indolacetic acid*

JA – ácido jasmônico, do inglês, *jasmonic acid*

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, do inglês *Food and Agriculture Organization*

P.E. – porta-enxerto

SA – ácido salicílico, do inglês, *salicylic acid*

SAS - Sistema de Analise Estatística, do inglês, *Statistical Analysis System*

Tb – temperatura base

t ha<sup>-1</sup> – toneladas por hectare

t-ZR - *trans-Zeatin-Riboside*

Z - *Zeatin*

UPLC – cromatografia líquida de ultradesempenho, do inglês, *Ultra-Performance Liquid Chromatography*

v:v – volume/volume

rpm – rotações por minuto

## **LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES**

% - Porcentagem

t – toneladas

kg – Quilogramas

g - gramas

ha – hectare

m – metros

$m^3$  - métrico cúbico

cm – centímetros

$cm^2$  – centímetros quadrados

mm – milímetros

ml – mililitro

$\mu L$  – microlitro

$\mu m$  – micrometro

M - molar

lb – libras

° - grau

°C – graus Celsius

\* - multiplicação

/ - divisão

$\Sigma$  – somatório

$\pi$  – constante matemática ‘Pi’(3,1416)

S – Sul

W – Oeste

> maior

$\leq$  menor e/ou igual

= igual

+ mais

- menos



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>25</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>29</b>
2.1 BOTÂNICA E MORFOLOGIA DA MACIEIRA.....	29
2.2 CLONE ‘MAXI GALA’ .....	29
2.3 USO DO PORTA-ENXERTO NA CULTURA DA MACIEIRA .....	29
2.4 USO DA INTERENXERTIA NA CULTURA DA MACIEIRA .....	30
2.4.1 Porta-enxerto Marubakaido com interenxerto de M.9 (Maruba/M.9) .....	31
2.5 PORTA-ENXERTO M.9 ( <i>Malus pumila</i> ).....	31
2.6 PORTA-ENXERTOS DA SÉRIE CG (Geneva <sup>®</sup> ): G.213, G.757, G.202 e G.814 .....	32
2.7 REQUERIMENTO EM FRIO E CALOR DE PORTA-ENXERTOS DE MACIEIRA.....	33
2.8 HORMÔNIOS VEGETAIS .....	34
<b>3 METODOLOGIA GERAL (Capítulos I e II).....</b>	<b>37</b>
<b>4 CAPITULO I: VALIDAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DA SÉRIE CG NAS CONDIÇÕES DE PLANTIO EM ÁREA NOVA (SOLO VIRGEM).....</b>	<b>41</b>
4.1 RESUMO .....	41
4.2 ABSTRACT .....	43
4.4.1 Experimento 1. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre G.213, M.9 e Maruba/M.9 em área nova (solo virgem).....	46
4.4.2 Experimento 2. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre M.9, G.213, G.757, G.202 e G.814 em área nova (solo virgem).....	47
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
4.5.1 Experimento 1. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre G.213, M.9 e Maruba/M.9 em área nova (solo virgem).....	48
4.5.2 Experimento 2. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre M.9, G.213, G.757, G.202 e G.814 em área nova (solo virgem).....	56
4.6 CONCLUSÕES.....	62
4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	63
<b>5 CAPITULO II: VALIDAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DA SÉRIE CG NAS CONDIÇÕES DE REPLANTIO DE MACIEIRAS.....</b>	<b>65</b>
5.1 RESUMO .....	65
5.3 INTRODUÇÃO .....	69



5.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	71
5.4.1 Experimento 1. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre G.213, M.9 e Maruba/M.9 em área de replantio.....	71
5.4.2 Experimento 2. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre M.9, G.213, G.757, G.202 e G.814 em área de replantio.....	71
5.5 RESULTADO E DISCUSSÃO .....	72
5.5.1 Experimento 1. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre G.213, M.9 e Maruba/M.9 em área de replantio.....	72
5.5.2 Experimento 2. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre M.9, G.213, G.757, G.202 e G.814 em área de replantio.....	77
5.6 CONCLUSÕES.....	85
5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	86
<b>6 CAPITULO III: INTERAÇÃO DA QUANTIDADE DE FRIO E CALOR NA BROTAÇÃO DA CULTIVAR MAXI GALA ENXERTADA SOBRE DISTINTOS PORTA-ENXERTOS .....</b>	<b>87</b>
6.1 RESUMO .....	87
6.2 ABSTRACT .....	89
6.3 INTRODUÇÃO .....	91
6.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	92
6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	93
6.6 CONCLUSÃO .....	100
6.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	100
<b>7 CAPITULO IV: BALANÇO HORMONAL NA SEIVA DA CULTIVAR MAXI GALA ENXERTADA SOBRE DISTINTOS PORTA-ENXERTOS.....</b>	<b>101</b>
7.3 INTRODUÇÃO .....	105
7.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	106
7.4.1 Coleta do Material.....	106
7.4.2 Quantificação Hormonal .....	108
7.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	110
7.6 CONCLUSÕES.....	116
7.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	116
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>129</b>





## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de pomáceas está distribuído em diversas regiões frutícolas do mundo. Segundo dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2014), a maçã é a segunda fruta mais produzida no mundo. Os principais países produtores são China, EUA e Índia com produções de 40,9; 5,1 e 2,5 milhões de toneladas, respectivamente.

Na América do Sul a produção de maçãs é liderada pelo Chile, Brasil e Argentina com 1,7, 1,3 e 1,0 milhão de toneladas, respectivamente (FAO, 2014). Segundo as projeções do MAPA (2017) para os anos de 2026/27 a produção de maçãs no Brasil vai aumentar 20,4 %, em relação à 2016/17.

O cultivo de maçã no Brasil envolve 33.585 hectares, com uma produtividade média de 30,8 t.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2017). A produção e comercialização de maçãs encontram-se distribuídas principalmente no Sul do país, sendo que Santa Catarina e Rio Grande do Sul juntos contribuem com 96,9 % da produção nacional (IBGE, 2017). Os municípios de Fraiburgo e São Joaquim são as principais zonas produtoras em Santa Catarina, e o município de Vacaria, no Rio Grande do Sul.

O município de Vacaria contribui com 55 % do total de maçãs produzida no estado do Rio Grande do Sul, o que corresponde a uma área de 6.638 hectares, com uma produção de 228.349 toneladas no ano de 2016 (AGAPOMI, 2016a). As principais variedades produzidas no município são Gala (61,06 %) e Fuji (27,91 %) com seus respectivos clones (AGAPOMI, 2016b).

A fruticultura moderna evoluiu para pomares em alta densidade de plantas no intuito de incrementar rentabilidade, através de relações otimizadas entre custo de produção, retorno do capital investido e produtividade. Para se definir a densidade adequada de um pomar, deve-se levar em consideração o espaçamento entre filas e plantas, os quais são dependentes do maquinário disponível na propriedade e do vigor da cv. copa e do porta-enxerto que será utilizado (ROBINSON et al., 2013).

Quando se escolhe porta-enxertos adequados, conciliado com o plantio em alta densidade, é possível obter vantagens no sistema produtivo, tal como, a redução no período juvenil do pomar, maior produção inicial por área, maior eficiência do uso do solo e no uso de agroquímicos, maior eficiência de colheita pela padronização da produção, maturação e colheita (SANSAVINI, 1998). Para Robinson (2003), com o plantio em alta densidade se obtém uma pequena produção no primeiro ano, mas espera-se uma produção significativa já na segunda safra em diante. A produtividade média varia de acordo com a densidade de plantio, sendo que, à medida que a densidade aumenta, se obtém maiores produtividades (PEREIRA et al., 2010).

Para que o cultivo em alta densidade tenha êxito é necessária a utilização de porta-enxertos que controlem eficazmente o vigor das plantas, ou seja, é necessária a utilização de porta-enxertos ditos ‘anões’, pois conhecendo a interdependência existente entre a copa e o porta-enxerto, facilmente se conclui que as características do porta-enxerto irão influenciar no comportamento geral e final da cultivar copa (PEREIRA, 1999). O advento do emprego dos porta-enxertos anões revolucionou a produção de algumas frutíferas, pois permitiu plantações em alta densidade, aumentando o rendimento nos primeiros anos do pomar (WEBSTER & WERTHEIM, 2003; GREGORY & GEORGE, 2011).

No Brasil, o cultivo da macieira é realizado em sistemas de média a alta densidade de plantas (KATSURAYAMA, 2016). A produção atual de maçãs no Brasil está alicerçada na combinação dos porta-enxertos Marubakaido com interenxerto de M.9 (Maruba/M.9) e Marubakaido (Maruba) nas regiões de maior altitude, onde os solos são rasos e pedregosos (DENARDI et al., 2015) e com o porta-enxerto M.9 nas regiões de solos profundos e planos, como no município de Vacaria-RS.

Nas diferentes regiões produtoras de maçã do mundo está sendo testado e aprovado o desempenho da genética de porta-enxertos desenvolvidos pela universidade de Cornell-EUA (Geneva®), os quais são resistentes a algumas doenças e pragas de solo. Para Dernardi et al. (2015), dentre os porta-enxertos ultimamente desenvolvidos no mundo, os da série americana Geneva® são os mais completos em termos de características agronômicas requeridas para uso no Brasil.

Apesar de existirem vários estudos no melhoramento e seleção de novos porta-enxertos ananizantes para a cultura da macieira no mundo, faltam avaliações a campo no Brasil para comparação entre as seleções e avaliação de seu desempenho técnico nas condições edafoclimáticas do Sul do país. Além disso, pouco se sabe sobre a exigência em

frio, calor e a influência dos principais hormônios vegetais relacionados entre os distintos porta-enxertos e a cultivar copa.

Partindo deste pressuposto, objetivou-se avaliar a campo e em condições controladas o desempenho dos porta-enxertos da série CG (G.213, G.757, G.202 e G.814), comparando-os com tradicionais porta-enxertos (M.9 e Maruba/M.9) utilizados no Sul do Brasil.

O trabalho está estruturado em capítulos e visa fornecer embasamento técnico-científico sobre o desempenho dos referidos porta-enxertos em duas condições de plantio; em área nova de plantio (solo virgem) (Capítulo I) e em área de replantio de macieiras (Capítulo II). Além disso, visa o estudo do requerimento em frio e calor de distintos porta-enxertos e da cv. Maxi Gala enxertada sobre os mesmos (Capítulo III) e a quantificação hormonal da seiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre esses porta-enxertos (Capítulo IV).



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 BOTÂNICA E MORFOLOGIA DA MACIEIRA

A macieira é uma frutífera pertencente à ordem Rosales, família Rosaceae, subfamília Pomoideae, gênero *Malus* e espécie *Malus domestica* Borkhausen. Planta lenhosa, decídua de clima temperado, adaptável a diferentes climas, crescendo desde os trópicos até altas latitudes (IUCHI, 2006).

### 2.2 CLONE ‘MAXI GALA’

O clone ‘Maxi Gala’ é uma mutação espontânea de ‘Imperial Gala’, ocorrida na Região dos Campos de Cima da Serra, no município de Vacaria-RS, na empresa Rasip Agropastoril S.A., em 1998. Possui vigor médio e floração abundante, o ciclo de produção tem em torno de 120 dias para os porta-enxertos M.9 e Marubakaido com interenxerto de M.9, os frutos possuem epiderme vermelha, com estrias pronunciadas sobre fundo amarelo, a cor da polpa é branca-creme e o formato dos frutos é oblongo-cônico (FIORAVANÇO, et al., 2010).

### 2.3 USO DO PORTA-ENXERTO NA CULTURA DA MACIEIRA

A fruticultura moderna faz uso extensivo de porta-enxertos para uma ampla gama de espécies frutíferas, objetivando melhorar a eficiência da produção e a qualidade da fruta. Para isso, faz-se necessária a junção através da enxertia entre cv. copa e porta-enxertos disponíveis e adequados, capazes de conferir diferentes atributos às plantas e atender às necessidades do produtor (JENSEN et al., 2011). As características desejáveis conferidas pelo porta-enxerto à cv. copa incluem menor tamanho das plantas, precocidade na frutificação, aumento na qualidade da fruta e resistência às principais doenças (WERTHEIM, 1998).

Para que o fruticultor tenha êxito em seu investimento, alguns fatores devem ser considerados antes da implantação do pomar. A escolha do porta-enxerto, em particular, é de fundamental importância, pois uma vez implantado não poderá ser substituído com facilidade. Na fruticultura moderna, o uso de porta-enxertos obedece a rígidos critérios de seleção, onde são considerados não apenas seus efeitos sobre a copa, mas também os custos de produção, as práticas de manejo da planta, a dinâmica de retorno do capital investido e a substituição

sistemática dos pomares (DENARDI, 2006). O porta-enxerto deve ser bem adaptado à região de cultivo, com excelente afinidade e compatibilidade com a cultivar copa, capaz de proporcionar plantas de vigor compatíveis com a densidade estabelecida para o pomar e preferencialmente resistentes a doenças e pragas de solo (EMBRAPA, 2004).

A fruticultura brasileira vem adotando nas últimas décadas o sistema de plantio em alta densidade. No entanto, para que este sistema tenha êxito, faz-se necessária a utilização de porta-enxertos que tenham como efeito, plantas de menor porte e compactas. No sistema de alta densidade, são utilizados porta-enxertos de pequeno porte, conhecidos como anões. Para Denardi e Spengler (2001), o mais utilizado no Sul do Brasil é o M.9, em virtude do forte controle sobre o porte da planta, precocidade de produção, alta produtividade e boa qualidade dos frutos. O uso de porta-enxertos que confirmam características agronômicas desejáveis à cultivar copa, facilitam as atividades de colheita, condução e raleio do pomar, além de produzir frutas de melhor calibre e coloração (AQUINO & BENITEZ, 2005).

#### 2.4 USO DA INTERENXERTIA NA CULTURA DA MACIEIRA

A técnica da interenxertia consiste em utilizar um fragmento de caule intermediário de outro porta-enxerto, geralmente da categoria dos anões, interposto entre o porta-enxerto propriamente dito (sistema radicular) e a copa, devendo ser compatível entre ambos (DENARDI, 2006).

O uso da interenxertia visa a redução do vigor das plantas (WEBSTER, 1995), a diminuição do período improductivo, o aumento da eficiência produtiva e a melhoria na qualidade dos frutos (KOIKE & TSUKAHARA, 1988; HARTMANN et al., 1990).

O comprimento do interenxerto tem influência no crescimento das plantas. Marcon Filho et al. (2009), avaliando o efeito de diferentes comprimentos de interenxerto de M.9 sobre o porta-enxerto Marubakaido, na cv. Imperial Gala, verificaram que quanto maior comprimento do interenxerto (30 cm), maior será o controle do vigor, proporcionando maior eficiência produtiva e frutos de maior tamanho. Para Carlson (1975) o efeito ananizante de uma planta com interenxerto é atribuído aos pontos de união da enxertia, a qual pode provocar restrições na absorção de água, nutrientes e hormônios para a parte aérea, assim como a alteração nos fluxos descendentes de carboidratos e hormônios.

Segundo Denardi (2006), uma das vantagens do uso de interenxertos é a flexibilidade na escolha do porta-enxerto. Com isso é possível cultivar macieiras em locais com problemas de algumas doenças e pragas de solo, bem como, em locais de solos rasos, pedregosos e com encharcamento.

#### **2.4.1 Porta-enxerto Marubakaido com interenxerto de M.9 (Maruba/M.9)**

O porta-enxerto Marubakaido (*Malus prunifolia* Borkh), popularmente chamado de ‘Maruba’ é uma espécie de origem japonesa, que se adapta bem a diferentes tipos de solo, podendo ainda tolerar solos menos férteis e períodos prolongados de estiagem (ZANOL et al., 1996). O ‘Maruba’ apresenta excelente comportamento em situações de replantio e em solos com baixa fertilidade (DENARDI, 2006), demonstrando boa capacidade de excluir o manganês e absorver melhor o cálcio, além de ser tolerante ao alumínio tóxico no solo (BESSHO et al., 1993). Estas características fazem com que este porta-enxerto se constitua em uma excelente alternativa para produção de macieiras em regiões com adversidades ambientais (ZANOL et al., 1996), sendo que o Brasil é um dos poucos, ou talvez o único país do mundo a fazer uso em larga escala deste porta-enxerto.

O ‘Maruba’ possui resistência à podridão do colo (*Phytophthora cactorum*), no entanto, é suscetível a algumas viroses e a podridão radicular causada por *Rosellinia necatrix*. Não produz ‘burrknots’, mas emite profusão de rebrotes quando enxertado com interenxertos anões, como no caso de M.9 (BESSHO et al., 1993; DENARDI, 2006).

O uso da dupla enxertia via interenxerto possibilita conciliar, na mesma planta, as vantagens do porta-enxerto vigoroso Maruba, como o forte sistema radicular, boa ancoragem e longevidade, com as vantagens do porta-enxerto anão M.9, como o baixo vigor das plantas, alta precocidade e produtividade e boa qualidade dos frutos (HARTMANN et al., 1990; DENARDI, 2006; PETRI & LEITE, 2008).

#### **2.5 PORTA-ENXERTO M.9 (*Malus pumila*)**

Este porta-enxerto foi selecionado e desenvolvido no Reino Unido pela East Malling Research Station. Produz plantas compactas (CZYNCZYK, 1995), tendo como característica principal o controle do vigor da planta, ou seja, tem efeito ananizante sobre a cultivar copa (SILVA et al., 2005). O porta-enxerto M.9 reprime o crescimento da cv. copa, principalmente pelo transporte ineficiente de hormônios e de carbono, causado pelo seu sistema vascular

desorganizado (ALVAREZ et al., 1989; HOOIJDONK et al., 2011; TWORKOSKI & FAZIO, 2016). No entanto, o M.9 é um dos porta-enxertos mais precoces para a entrada em produção, além de permitir altas densidades de plantio com grandes produções (ALAYÓN LUACES et al., 2008; ROBINSON, 2011).

O ‘M.9’ possui sistema radicular fraco, com limitação para penetrar ao solo, logo, necessita de solos de alta fertilidade, é pouco tolerante ao excesso de umidade, produz ‘burrknots’ (galhas aéreas) e é sensível às ‘doenças de replantio’, comuns em áreas de renovação. É susceptível ao fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*), pulgão lanígero (*Eriosoma lanigerum*) e a galha da coroa (*Agrobacterium tumefaciens*), porém, é resistente à podridão de colo (*Phytophthora cactorum*) (BONETI et al., 2001; NORELLI et al., 2003; DENARDI, 2006).

## 2.6 PORTA-ENXERTOS DA SÉRIE CG (Geneva<sup>®</sup>): G.213, G.757, G.202 e G.814

Através de um programa de melhoramento genético iniciado em 1968, pelo Dr. James Cummins e Dr. Herb Aldwinckle na Universidade de Cornell, estado de Nova York – EUA levou-se a cabo o desenvolvimento de genótipos de porta-enxertos para macieira (ROBINSON et al., 2003).

As seleções da série denominada CG (Geneva<sup>®</sup>) em sua grande maioria são resistentes simultaneamente à podridão do colo (*Phytophthora spp*), ao pulgão lanígero (*Eriosoma lanigera*) e ao fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*), com precocidade, produtividade e qualidade das frutas equivalentes às do M.9 (BERNARDI et al., 2008; NORELLI et al., 2003; ROBINSON, 2011).

Na região Sul do Brasil, a podridão do colo e o pulgão lanígero são sérios problemas fitossanitários, havendo necessidade de porta-enxertos resistente a estes organismos. Verifica-se nesta região, forte tendência para o cultivo da macieira em altas densidades sobre porta-enxertos anões, que sejam precoces, altamente produtivos (BERNARDI et al., 2008) e resistentes aos principais patógenos de solo da cultura.

Segundo Robison (2011) os novos porta-enxertos da série Geneva<sup>®</sup>, estão começando a ser plantados em várias regiões do mundo, oferecendo alta eficiência em produtividade e tolerância às doenças. Além disso, são boas opções para áreas de replantio, tendo em vista o fato de serem tolerantes às ‘doenças de replantio’, as quais vêm se tornando um problema sério em muitas áreas produtoras de maçã (DENARDI et al., 2016).

O porta-enxerto G.213 é um híbrido interespecífico entre *Malus domestica* x *Malus robusta*. O cruzamento foi realizado em 1976 com os parentais: Ottawa 3 e Robusta 5. É um porta-enxerto anão, de vigor comparável ao M.9. As cv. copas quando enxertadas sobre ele, crescem 25 a 35 % em relação a uma planta oriunda de sementes (FAZIO et al., 2017).

O porta-enxerto G.202 é um híbrido interespecífico entre *Malus domestica* x *Malus robusta*. O cruzamento foi realizado em 1975, com os parentais: M.27 x Robusta 5. O porta-enxerto G.202 herdou todas as resistências de Robusta 5, sendo elas; a resistência ao fogo bacteriano e ao oídio, a boa tolerância ao complexo de doenças de replantio e imunidade ao pulgão lanígero. É considerado um porta-enxerto semi-anão, conferindo vigor à cv. copa semelhante ao M.26. As cv. copas quando enxertadas sobre G.202, crescem 35 a 40 % em relação a uma planta oriunda de sementes (CUMMINS et al., 2006).

O porta-enxerto G.757 é um híbrido interespecífico entre *Malus domestica* x *Malus robusta*, o cruzamento foi realizado no ano de 1976 com os parentais: Ottawa 3 x Robusta 5. G.757 é considerado um porta-enxerto anão (DENARDI et al., 2015).

O porta-enxerto G.814 é um híbrido interespecífico entre *Malus domestica* x *Malus robusta*, o cruzamento foi realizado em 1976 com os parentais: Ottawa 3 x Robusta 5. O porta-enxerto G.814 é considerado semi-anão e segue as premissas de resistência dos Geneva®. No entanto, é suscetível à Apple Stem Grooving Virus (ASGV) e ao pulgão lanígero (FAZIO et al. 2015).

No apêndice 1 (em apêndices), é possível visualizar outras características referentes a cada porta-enxerto da série CG, descrito pela instituição criadora destes materiais.

## 2.7 REQUERIMENTO EM FRIO E CALOR DE PORTA-ENXERTOS DE MACIEIRA

Na região dos Campos de Cima da Serra, no Estado do Rio Grande do Sul, o número de horas de frio (soma diária das horas com temperaturas iguais ou inferiores a 7,2 °C) tem alta variabilidade entre os anos e mesmo em anos com maior disponibilidade de frio, o total de horas necessário para a superação da dormência de gemas de macieiras Gala e Fuji não é suprido naturalmente (CARDOSO et al., 2015).

Ao avaliar as condições agroclimáticas de cada região de cultivo da macieira, é importante quantificar a disponibilidade de frio, a fim de confrontar com os requerimentos em frio das cultivares de interesse (CARDOSO et al., 2015). Apesar de existir uma gama de cultivares com distintos requerimentos em frio, observa-se que não somente a quantidade de frio, mas também o fornecimento de calor se mostra eficiente na superação da dormência

(PUTTI et al., 2003 a). Para os mesmos autores, o efeito do frio é cumulativo e geneticamente controlado, podendo variar com a cultivar ou espécie. Da mesma forma, cada porta-enxerto possui necessidade de frio próprias e inerentes a sua origem, influenciando no requerimento em frio da cultivar copa e consequentemente na superação da dormência da mesma (YOUNG & WERNER, 1984, 1985; COUVILLON et al., 1984). A maior influência do porta-enxerto no requerimento em frio e portanto na brotação da cultivar copa tem maior efeito em condições onde não são supridas as exigências em frio da copa (FINETTO, 2003). Couvillon et al. (1984) trabalhando em regiões tropicais, verificaram que os porta-enxertos vigorosos (M.104 e M.106) possuem maior requerimento em frio e quando a cv. "Rome Beauty" é enxertada sobre os mesmos, apresenta sintomas deficientes de brotação quando comparados com (M.7 e M.26). Além disso, o vigor que cada porta-enxerto confere à cultivar copa, pode influenciar na superação da dormência das plantas. Para Saure (1985), plantas vigorosas exigem maior quantidade de frio, e para Erez (2000), plantas de menor vigor, enxertadas sobre porta-enxertos anões, necessitam de menos horas de frio para superar a dormência.

## 2.8 HORMÔNIOS VEGETAIS

Os hormônios vegetais são moléculas orgânicas, de ocorrência natural, que mesmo em baixas concentrações regulam os processos fisiológicos das plantas em concentrações muito inferiores àquelas em que nutrientes ou vitaminas afetariam esses mesmos processos (DAVIES, 2010). Os hormônios são capazes de desencadear uma série de processos no desenvolvimento das plantas como, a divisão e alongamento celular, indução e diferenciação de estruturas reprodutivas, dormência, germinação de sementes, senescência e abscisão de folhas e órgãos (DAVIES, 2010; ROSS et al., 2011). Os hormônios são importantes também no processo de sinalização e ativação de mecanismos contra estresses abióticos (SKIRYcz & INZÉ, 2010). Para isso, os hormônios podem atuar na mudança do padrão morfológico e de desenvolvimento (crescimento e plasticidade), bem como nos processos fisiológicos e bioquímicos contra os possíveis estresses (TUTEJA 2007; SAUD et al., 2014).

Os hormônios mais conhecidos e os primeiros a serem relatados e estudados foram as auxinas (IAA), ácido giberélico ou giberelinas (GA), ácido absísico (ABA), citocininas (CKs), etileno (ETHY) e o ácido jasmônico ou jasmonatos (JA) (DAVIES, 2010; MULLER & MUNNÉ-BOSCH, 2011). Recentemente, outros grupos de reguladores de crescimento foram descobertos e/ou inclusos nos grupos de substâncias que de alguma forma fazem parte do desenvolvimento das plantas, entre eles, o ácido salicílico (SA), brassinosteroides (BR),

poliaminas (PA), strigolactonas (SL), óxido nítrico (NO), carriquinas (KAR), triacontanol e diversos pepítideos (DAVIES, 2010; MULLER & MUNNÉ-BOSCH, 2011; FAHAD et al., 2015).

Os hormônios podem atuar localmente dentro da planta, ou seja, no sítio de produção ou síntese, ou podem ser transportados para outros sítios de ação, interferindo no efeito/ação de outro hormônio (PELEG & BLUMWALD, 2011). Para avaliar o significado fisiológico do efeito de um hormônio no nível de outro, é preciso saber a relação quantitativa entre o conteúdo do segundo hormônio e a resposta em questão (ROSS et al., 2011). Por exemplo, a relação entre a quantidade de giberelinas produzidas nas sementes de frutos jovens e a quantidade de citocininas provenientes das raízes podem interferir na formação de flores no ciclo seguinte (LUCKWILL, 1970). Para Tworkoski & Miller (2007) os hormônios têm sido associados há muito tempo com padrões de desenvolvimento de brotações e ramificações laterais.

Estudos mostram que a concentração hormonal em plantas de macieiras pode ser alterada em função do tipo e/ou vigor do porta-enxerto utilizado. Para alguns autores, os hormônios promotores de crescimento como a auxina, giberelina e a citocinina podem ser encontradas em maior abundância nos porta-enxertos vigorosos e semi-vigorosos (GREGORY, et al., 2013), e os hormônios inibidores do crescimento como ao ácido abscísico, pode ser encontrados em maiores concentrações nos porta-enxertos anões (KAMBOJ et al., 1999). Para Atkinson et al. (2003) e Tworkoski & Fazio (2015), o controle do vigor de plantas de macieiras, dentre outros fatores, pode estar relacionado com a limitação da união do enxerto à comunicação hormonal e hidráulica do sistema radicular e a parte aérea. No entanto, a concentração total de alguns hormônios, dentre eles a citocinina, foram encontradas de forma igual na seiva de porta-enxertos anões, bem como na seiva da parte aérea da cultivar copa (Kamboj et al., 1999). Assim, parece que o sistema radicular, e não a união do enxerto, é a principal parte do porta-enxerto responsável por limitar o suprimento de hormônios à cultivar copa (HOOIJDONK, et al., 2011).



### 3 METODOLOGIA GERAL (Capítulos I e II)

Os experimentos foram conduzidos entre os anos de 2012 a 2017 em pomares pertencentes à empresa Rasip Agropastoril S/A. As coordenadas geográficas das unidades experimentais são 50° 54' 12"W e 28° 24' 93"S, com altitude média de 930 metros, localizadas no município de Vacaria - RS.

O clima de Vacaria, conforme a classificação de Köeppen é do tipo Cfb: temperado úmido, com verões amenos. A temperatura média mensal oscila de 11,4°C a 20,6°C, e a precipitação pluvial média mensal varia de 101 a 174 mm (PEREIRA et al., 2009). O número médio de horas de frio (HF) abaixo de 7,2°C é de 657 HF de maio a agosto e de 759 HF de maio a setembro, com base nos dados do período de 1983/2009 (CARDOSO et al., 2012). Sendo que dos meses de abril a setembro nos anos de 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017 o município de Vacaria registrou um acúmulo de frio de 674, 774, 476, 257, 890 e 488 horas de frio abaixo de 7,2°C, respectivamente (EPAGRI, 2015 e 2017).

Na região há predomínio de Latossolo Bruno distrófico típico. São solos profundos, bem drenados, com altos teores de argila, com acentuada acidez e baixa reserva de nutrientes para as plantas, tem de mineralogia predominante de caulinita, óxidos de ferro e alumínio, com alto teor de matéria orgânica (STRECK et al., 2002; EMBRAPA, 2006).

Os experimentos foram conduzidos em duas condições distintas de solo: sendo a primeira em área nova (solo virgem), onde não havia sido cultivada nenhuma espécie frutífera anteriormente, e a segunda, em área de replantio, onde o cultivo de macieiras foi feito por aproximadamente 20 anos. As variáveis avaliadas nos capítulos I e II para cada experimento foram: área da seção transversal do caule da cv. copa (ASTC); volume da copa; frutificação efetiva; retorno de floração; produtividade anual e produtividade acumulada; eficiência produtiva anual e eficiência produtiva acumulada; firmeza de polpa; sólidos solúveis; diâmetro transversal médio dos frutos; massa média dos frutos. As variáveis: altura da planta; número de ramos por planta; ângulo de inserção do ramo; porcentagem de brindilas e porcentagem de esporões foram avaliadas apenas no experimento 2 do capítulo I e II.

A área da seção transversal do caule (ASTC) da cv. copa foi obtida através da média das medidas longitudinal e transversal à linha de plantio do diâmetro do tronco, a 10 cm acima do ponto de enxertia. Para transformar os valores de diâmetro em ASTC utilizou-se a fórmula  $A = (\pi d^2)/4$  onde, d=diâmetro do tronco e o resultado expresso em  $\text{cm}^2$ . Para realizar as medidas utilizaram-se as cinco plantas centrais de cada parcela.

A medida de altura de planta (m) foi realizada com o auxílio de uma régua topográfica, desde o ponto de enxertia até a extremidade da planta. Para realizar as medidas utilizaram-se as cinco plantas de cada parcela.

O número de ramos por planta foi obtido através da contagem de todos os ramos maiores que cinco centímetros oriundos do líder, desde o ponto de enxertia até o ramo lateral no ponto mais alto da planta, excluindo-se o ramo na extremidade do líder central. Para realizar as medidas utilizaram-se as cinco plantas de cada parcela.

O ângulo de inserção do ramo ( $^{\circ}$ ) foi mensurado com o auxílio de um transferidor graduado (instrumento semicircular utilizado para medir ângulo), medindo de zero a cento e oitenta graus. O transferidor foi posicionado na direção do tronco e a medida realizada do  $0^{\circ}$  (na parte superior do tronco) para baixo até onde se encontrava o ramo, tendo assim o valor do ângulo do ramo em graus ( $^{\circ}$ ) (Figura 2), de acordo metodologia adaptada de Fazio & Robinson (2008). Para realizar as medidas utilizaram-se quatro ramos por planta, localizados na parte basal, mediana e superior do tronco das cinco plantas centrais de cada parcela.

Figura 1 - Medida do ângulo de inserção do ramo com auxílio de um ‘transferidor’ graduado. Vacaria-RS, 2018.



Fonte: Tiago Afonso de Macedo

Para mensurar o volume de copa utilizou-se uma régua topográfica graduada e com o auxílio da fórmula ( $L \times E \times H$ ), obteve-se o valor do volume da copa em  $m^3$ ; onde:  $L$  = largura da copa no sentido da linha de plantio;  $E$  = espessura da copa no sentido da entrelinha;  $H$  = altura da copa, a partir do ponto de inserção do primeiro ramo até o ápice. Para realizar as medidas utilizaram-se as cinco plantas centrais de cada parcela.

Para calcular o percentual de frutificação efetiva, marcaram-se quatro ramos por planta das 5 plantas centrais, e na primavera, no estádio fenológico de plena flor, contou-se o número de inflorescência. Na segunda quinzena do mês de dezembro realizou-se a contagem de frutos nos mesmos ramos marcados, e através da fórmula: frutificação efetiva=  $(N^o \text{ médio de frutos} * 100) / (N^o \text{ médio de cachopas florais})$ , calculou-se a frutificação efetiva, e o resultado expresso em percentagem.

O retorno de floração foi realizado na primavera, utilizando-se dos mesmos ramos marcados para frutificação efetiva. Para mensurar esta variável foi contado o número de gemas totais (vegetativas + floríferas). Para quantificar o número de gemas floríferas, foram consideradas todas as gemas de flor dos esporões e no caso das brindilas, foi considerada apenas a gema apical. Logo, retorno de floração =  $n^o \text{ total de flores} / n^o \text{ total de gemas} * 100$ , e o resultado expresso em % de retorno de flores.

Para calcular a porcentagem de brindilas e esporões presentes na planta, foram contadas todas as estruturas reprodutivas da planta (brindilas + esporões), utilizando-se de duas planta por parcela. A soma de brindilas + esporões, corresponde ao total de estruturas reprodutivas na planta, e o equivalente de cada estrutura em relação ao total, representa sua porcentagem na planta.

A produtividade ( $t \text{ ha}^{-1}$ ) foi calculada através da multiplicação da massa média de frutos por planta e o número de plantas por hectare em função do espaçamento utilizado em cada experimento. Foram colhidas as cinco plantas centrais de cada parcela. A produtividade acumulada foi obtida pelo somatório da produtividade de cada ano.

A eficiência produtiva foi calculada através da relação massa média por planta ( $kg \text{ planta}^{-1}$ ) pela área da seção transversal do caule da copa ( $cm^2$ ), sendo expressa em  $kg \text{ cm}^{-2}$ . A eficiência produtiva acumulada foi obtida pelo somatório da eficiência de cada ano.

De uma amostra de 20 frutos por parcela, coletada no momento da colheita, de forma aleatório, foram avaliados a firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro médio e massa média dos frutos. A massa média dos frutos (g) foi calculada através da massa total da amostra dividida pelo número de frutos da amostra (20).

Para a determinação do diâmetro médio dos frutos (mm) foi utilizada uma régua de madeira graduada, adaptada em forma de 'L', com capacidade para os 20 frutos da amostra. Para obter-se o diâmetro médio, dividiu-se o valor total visualizado na régua pelos 20 frutos.

A firmeza da polpa (lb) foi mensurada com o auxílio de um texturômetro digital marca/modelo TA.XTexpress/TA.XT2icon Texture Analyser, com ponteira de 11 mm. A

leitura foi realizada na zona equatorial do fruto, sendo feito um corte superficial de dois discos de epiderme de cerca de 1 cm de diâmetro, em lados opostos para realização da leitura.

A partir do suco extraído de uma fatia de cada fruto da amostra (20 frutos) foi determinado o teor de sólidos solúveis (SS). Foi utilizado um refratômetro digital para açúcar modelo ITREFD-45 e os resultados expressos em °Brix.

Os dados das variáveis frutificação efetiva, retorno de floração, porcentagem de brindilas e esporões, foram transformados através da equação  $\text{arc.sen} (x/100)^{1/2}$  a fim de atender as pressuposições da análise de variância.

Os dados experimentais foram analisados pela análise de variância (ANOVA) e subsequente comparação múltipla de médias, utilizando o teste Tukey a 5 % de probabilidade de erro pelo programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

## 4 CAPITULO I: VALIDAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DA SÉRIE CG NAS CONDIÇÕES DE PLANTIO EM ÁREA NOVA (SOLO VIRGEM).

### 4.1 RESUMO

A escolha correta do porta-enxerto é fator crucial na implantação de um pomar, pois, uma vez implantado, não se pode substituir facilmente. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de plantas da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova de plantio de macieiras (solo virgem) no município de Vacaria-RS. No experimento 1 o pomar foi implantado no inverno de 2011, com um espaçamento de 1,0 x 4,0 m, com uma densidade de 2.500 plantas  $ha^{-1}$  e as plantas conduzidas no sistema Tall Spindle. Utilizou-se a cv. Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos G.213, M.9, Marubakaido com inerenzerto de 30 e 20 cm de comprimento. As avaliações foram realizadas nos anos de 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017. No experimento 2 o pomar foi implantado no inverno de 2014, com um espaçamento de 0,7 x 4,0 m, com uma densidade de 3.571 plantas  $ha^{-1}$  e as plantas conduzidas no sistema Tall Spindle. Utilizou-se a cv. Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos M.9, G.213, G.757, G.202 e G.814. As avaliações foram realizadas nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017. Após seis anos de avaliações em área nova de plantio de macieiras (Experimento 1), o porta-enxerto G.213 e M.9 proporcionam o mesmo vigor para à cv. Maxi Gala, no entanto, G.213 é mais produtivo e proporciona maior eficiência produtiva que M.9. O porta-enxerto Marubakaido/M.9 de 30 e 20 cm proporcionam o mesmo vigor à cv Maxi Gala, e são praticamente duas vezes mais vigorosos que G.213 e M.9. Marubakaido/M.9 de 30 cm é mais produtivo que Marubakaido/M.9 de 20 cm de comprimento. A firmeza de polpa, o teor de sólidos solúveis, o diâmetro e a massa média dos frutos da cv. Maxi Gala não foi influenciada porta-enxerto utilizado. No experimento 2, até o terceiro ano após o plantio é possível observar que: o porta-enxerto M.9 confere menor vigor à Maxi Gala que G.213, G.757, G.202 e G.814, e dentre os Geneva<sup>®</sup>, o G.757 é o menos vigoroso. Os porta-enxertos da série Geneva<sup>®</sup> têm alta capacidade de emitir ramos secundários nos primeiros anos após o plantio. Não houve diferenças na abertura natural dos ramos entre os porta-enxertos da série Geneva<sup>®</sup> testados e o M.9. O porta-enxerto anão G.213 e o semi-vigoroso G.814 são promissores, tendo em vista a capacidade produtiva nos primeiros anos. A firmeza de polpa, o teor de sólidos solúveis, o diâmetro e a massa média dos frutos da cv. Maxi Gala não foi alterada quando foi enxertada sobre os porta-enxertos da série Geneva<sup>®</sup> e M.9.

Palavras-chave: Geneva<sup>®</sup>. Maxi Gala. Produtividade. Vigor.



## 4.2 ABSTRACT

The right choice of rootstock is a crucial factor to plant a new orchard, because once implanted, it cannot easily be replaced. The aim of this trial was to evaluate the development of cv. Maxi Gala grafted on different rootstocks in a new planting area of apple trees (virgin soil) at Vacaria-RS. In experiment 1 the orchard was planted in the winter of 2011, with a spacing of 1.0 x 4.0 m, with a density of 2,500 ha<sup>-1</sup> plants and plants trained by Tall Spindle system. In the experiment 2 the orchard was planted in the winter of 2014, with a spacing of 0.7 x 4.0 m, with a density of 3,571 plants ha<sup>-1</sup> and plants trained by Tall Spindle system. The evaluations were carried out since planted until 2017. After six years of evaluations in a new area of apple orchard (Experiment 1), it is possible to observe that the rootstock G.213 and M.9 provide the same vigor for cv. Maxi Gala, however, G.213 is more productive and provides higher yield efficiency than M.9. The 30 and 20 cm interstem of M.9 on Marubakaido provide the same vigor to the Maxi Gala cultivar, and them both are vigorous than G.213 and M.9. The Marubakaido/M.9 (30 cm) is more productive than Marubakaido/M.9 (20 cm). Fruit quality of cv. Maxi Gala did not change due to the rootstock used. In experiment 2, until the third year after planting, in a new area, it is possible to observe that: the M.9 rootstock confers less vigor to the Maxi Gala than G.213, G.757, G.202 and G.814, and among Geneva® series rootstocks compared G.757 is the less vigorous. The rootstock from Geneva® series has a high capacity to emit secondary branches in the first years after planting. There is no difference in the natural opening of the branches between the tested Geneva® series rootstocks and M.9. The G.213 dwarf rootstock and the semi-vigorous G.814 are promising, given the productive capacity in the early years, showing precocity. The quality of the fruits of cv. Maxi Gala was not altered when it was grafted on the Geneva® series and M.9 rootstocks.

Keywords: Geneva®. Maxi Gala. Productivity. Vigor.



#### 4.3 INTRODUÇÃO

A fruticultura de clima temperado teve início no município de Vacaria-RS a partir da década de 70, com o cultivo de macieiras, que foi favorecida pelo clima ameno, elevada altitude e relevo pouco acidentado da região (LOPES et al., 2010).

A escolha do local de plantio de um pomar de macieiras é fundamental, pois características como solo, clima e topografia podem influenciar diretamente nos tratos culturais, manejo das plantas, qualidade das frutas e incidência de doenças. Quando possível, dá-se preferência por áreas novas (solo virgem), evitando assim problemas fitossanitários em áreas de replantio. Ao implantar um pomar em área nova, é recomendável preparar o terreno um ano antes do plantio, a fim de possibilitar a decomposição de raízes que não puderam ser retiradas, diminuindo assim a probabilidade de infecção das macieiras por fungos patogênicos presentes no solo. Em solo com boas condições químicas e físicas, já cultivados com outras culturas, lavouras, por exemplo, o pomar pode ser implantado no mesmo ano, providenciando o preparo do solo com pelo menos um mês de antecedência (MONDIN & LESSA, 2006).

A eficiência produtiva de um pomar novo e a qualidade dos frutos em plantas frutíferas de clima temperado podem ser maximizadas pelo adequado balanço entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas (SHARMA et al., 2009). A produção de macieiras no município de Vacaria e região está alicerçada no cultivo em alta densidade. No entanto, este sistema demanda profundo conhecimento, alta tecnologia e manejo adequado das plantas, pois, se não bem manejadas pode haver certo desequilíbrio vegeto-produtivo no pomar. Para Hawerroth et al. (2012) é possível obter plantas de macieiras equilibradas nos sistemas em alta densidade, para isso, se faz necessário escolher sistemas de condução específicos e utilizar porta-enxertos de menor vigor e/ou porta-enxertos vigorosos com interenxertos de porte anão. Os pomares de macieiras modernos, eficientes e plantados em alta densidade dependem de porta-enxertos que controlem o tamanho das plantas e que proporcionem rendimento superior (TWORKOSKI & FAZIO, 2015).

A escolha do porta-enxerto a ser utilizado no plantio de um pomar é fundamental, pois o mesmo influi diretamente na altura final das plantas, no vigor, densidade de plantio, sistema de condução, precocidade, qualidade dos frutos, produção, ancoramento, necessidade ou não de tutoramento e forma como a planta deve ser manejada e podada, bem como resistência a pragas e doenças de solo (CUMMINS & ALDWINCKLE, 1992; ROBINSON et al., 1993; FERREE & SCHMID, 1994; PARRA & GUERRERO, 1998; CAMELATTO et al., 2000;

PETRI et al., 2008). Além disso, deve ser bem adaptado à região de cultivo, com excelente afinidade e compatibilidade com a cultivar copa (EMBRAPA, 2004).

O porta-enxerto mais utilizado no Sul do Brasil para plantio em alta densidade é o M.9, em virtude do forte controle sobre o porte da planta, precocidade de produção, alta produtividade e da boa qualidade dos frutos (DENARDI & SPENGLER, 2001). No entanto, o M.9 apresenta fraca ancoragem radicular e é suscetível ao pulgão lanígero (DENARDI, 2006). Em condições desfavoráveis ao plantio de M.9, como por exemplo, em áreas de replantio de macieiras, a solução pode ser a utilização do M.9 como interenxerto do Marubakaido (NACHTIGAL et al., 1998).

Para Robinson (2011), o uso de porta-enxertos semi-vigorosos como no caso do Maruba/M.9 no Sul do Brasil, ainda é uma alternativa, no entanto, estes porta-enxertos conferem excessivo vigor à cultivar copa, tornando o gerenciamento do pomar mais trabalhoso, quando comparado a outros porta-enxertos disponíveis.

Contextualizando essa problemática, verifica-se que os produtores de macieiras do Sul do Brasil estão limitados a praticamente dois porta-enxertos para o cultivo. A partir deste pressuposto e verificando o déficit existente, os porta-enxertos desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético da Universidade de Cornell (Nova Iorque – EUA) podem contribuir com a produção de maçãs no Sul do Brasil. Os novos porta-enxertos da série Geneva®, estão começando a ser plantados em várias regiões do mundo, oferecendo alta eficiência em produtividade e tolerância a doenças (ROBINSON, 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento das plantas, a produtividade e a qualidade dos frutos da cv. Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos G.213, M.9 e Marubakaido com interenxerto de M.9 de 20 e 30 cm de comprimento (Experimento 1) e sobre os porta-enxertos G.213, G.757, G.202, G.814 e M.9 (Experimento 2) em área nova (solo virgem) em Vacaria, RS.

#### 4.4 MATERIAL E MÉTODOS

##### **4.4.1 Experimento 1. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre G.213, M.9 e Maruba/M.9 em área nova (solo virgem).**

O experimento foi conduzido nos anos 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017 em um pomar comercial de maçãs na Fazenda ‘Guabiju’, pertencente à empresa Rasip Agropastoril S/A, localizado no município de Vacaria - RS. A área experimental foi instalada no inverno

de 2011 em uma área de campo nativo (solo virgem), previamente corrigida e adubada seguindo a recomendação para a cultura da macieira. Nesta área havia lavoura de produção de grãos, no entanto, não haviam sido cultivadas espécies frutíferas anteriormente. Utilizou-se a cv. Maxi Gala enxertada sobre os G.213, M.9, Marubakaido com interenxerto de M.9 de 30 e 20 cm de comprimento (MB/M.9-30cm e MB/M.9-20cm). As mudas utilizadas no experimento foram produzidas pela própria empresa em haste única. O espaçamento utilizado foi de 1,0 x 4,0 m, com uma densidade de 2.500 plantas por hectare, conduzidas e manejadas no sistema Tall Spindle.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo cada repetição composta por dez plantas, sendo avaliadas as cinco centrais.

#### **4.4.2 Experimento 2. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre M.9, G.213, G.757, G.202 e G.814 em área nova (solo virgem).**

O experimento foi conduzido nos anos 2014, 2015, 2016 e 2017 em um pomar comercial de maçãs na Fazenda ‘Guabiju’, pertencente à empresa Rasip Agropastoril S/A, localizado no município de Vacaria - RS. A área experimental foi instalada no inverno de 2014 em uma área de campo nativo (solo virgem), previamente corrigida e adubada seguindo a recomendação para a cultura da macieira. Nesta área havia lavoura de produção de grãos, no entanto, não haviam sido cultivadas espécies frutíferas anteriormente. Utilizou-se a cv. Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos M.9, G.213, G.757, G.202 e G.814. As mudas utilizadas no experimento foram produzidas pela própria empresa. O espaçamento utilizado foi de 0,7 x 4,0 m, com uma densidade de 3.571 plantas por hectare, conduzidas e manejadas no sistema Tall Spindle.

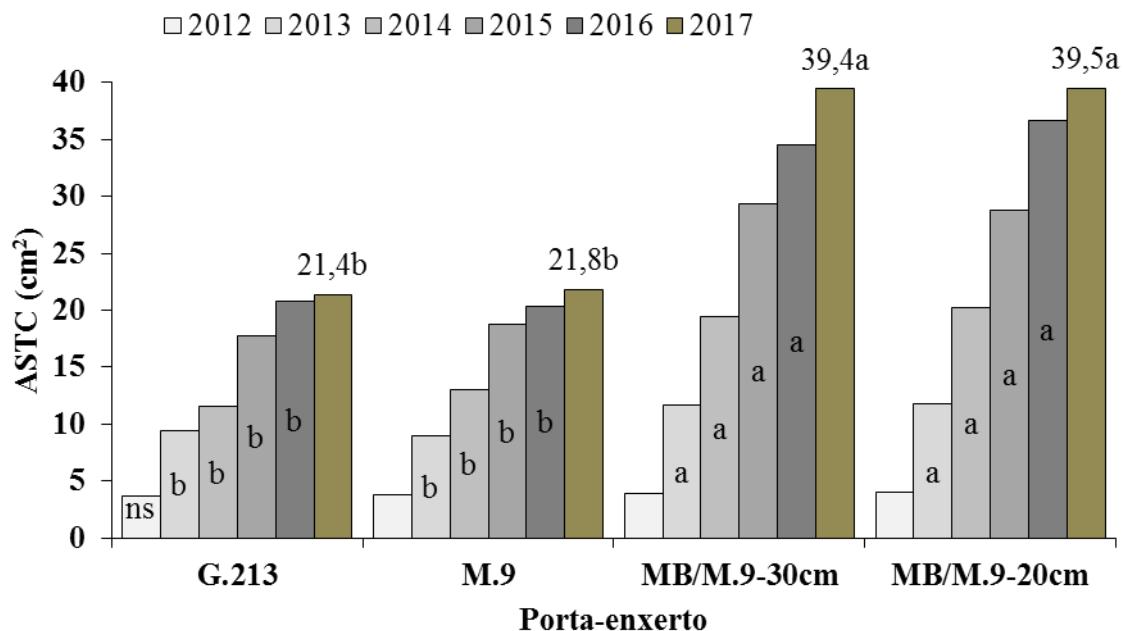
O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo cada repetição composta por cinco plantas. As variáveis avaliadas de ambos os experimentos foram descritas na metodologia geral.

## 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### **4.5.1 Experimento 1. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre G.213, M.9 e Maruba/M.9 em área nova (solo virgem).**

Para a variável área da seção transversal do caule (ASTC), ao longo dos seis anos de avaliações é possível observar que G.213 e M.9 são semelhantes entre si, e conferem troncos menores à cv. Maxi Gala do que MB/M.9 de 30 e 20 cm, os quais também não diferem entre si (Gráfico 1). É possível observar que ocorreu um crescimento linear no decorrer dos anos para a variável ASTC, sendo que G.213 e M.9 proporcionam à cv. Maxi Gala praticamente 50 % menos de vigor quando comparado ao Maruba/M.9. A variação de 10 cm no comprimento do interenxerto de M.9 não interferiu no crescimento do tronco da cv. Maxi Gala, nos seis primeiros anos do pomar. Já, Marcon Filho et al. (2009), avaliando o efeito do comprimento do interenxerto de M.9 sobre Marubakaido em plantas com oito anos de idades, enxertadas com a cv. Imperial Gala verificaram que quanto maior o comprimento do interenxerto, maior é o controle do vigor, dentro do intervalo testado de 10 a 30 cm. Para Kamboj et al. (1999), o controle do crescimento de uma planta de macieira com interenxerto de porta-enxerto anão sobre um vigoroso é obtida com interenxertos de até 20 cm de comprimento, não sendo observado maior controle do vigor com o aumento do comprimento do interenxerto. As diferenças encontradas entre o trabalho de Marcon Filho et al. (2009) e o presente, podem estar relacionado com o espaçamento e a densidade de plantas, pois, no trabalho de Marcon Filho, utilizou-se 1.777 (4,5 x 1,25 m) e no presente, utilizou-se 2.500 plantas/ha (4 x 1 m), logo, em maiores densidades por hectare a competição entre plantas aumenta e a capacidade de cada uma expressar o vigor individual diminui. Dessa forma, e levando em consideração o que viveiristas vem praticando, acredita-se que mudas de macieiras produzidas sobre Marubakaido com interenxertos de M.9 na faixa de 20 a 30 cm podem ser produzidas para plantios de pomares com densidades de 2.500 plantas por hectare sem comprometer a uniformidade e garantir o vigor esperado.

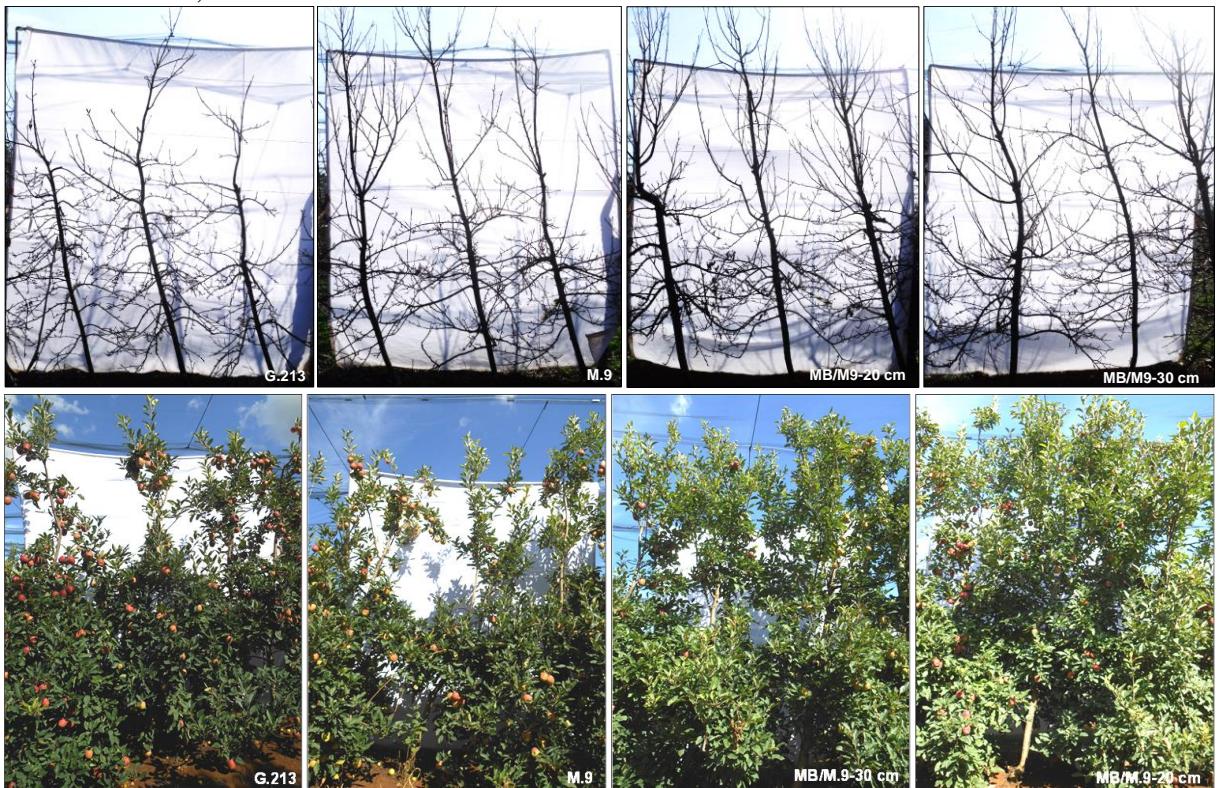
Gráfico 1 - Área da seção transversal do caule (ASTC) de plantas da cv. Maxi Gala enxertadas sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.



Médias com letras distintas na comparação entre os anos diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A variável volume de copa segue a mesma tendência que ASTC, onde se verifica que os porta-enxertos M.9 e G.213 conferem à cv. Maxi Gala os menores volumes de copa, sendo que MB/M.9 de 30 e 20 cm proporcionam os maiores volumes de copa e não diferindo entre si estatisticamente (Gráfico 2). Nas imagens da Figura 2 é possível ter uma noção do tamanho atual das plantas.

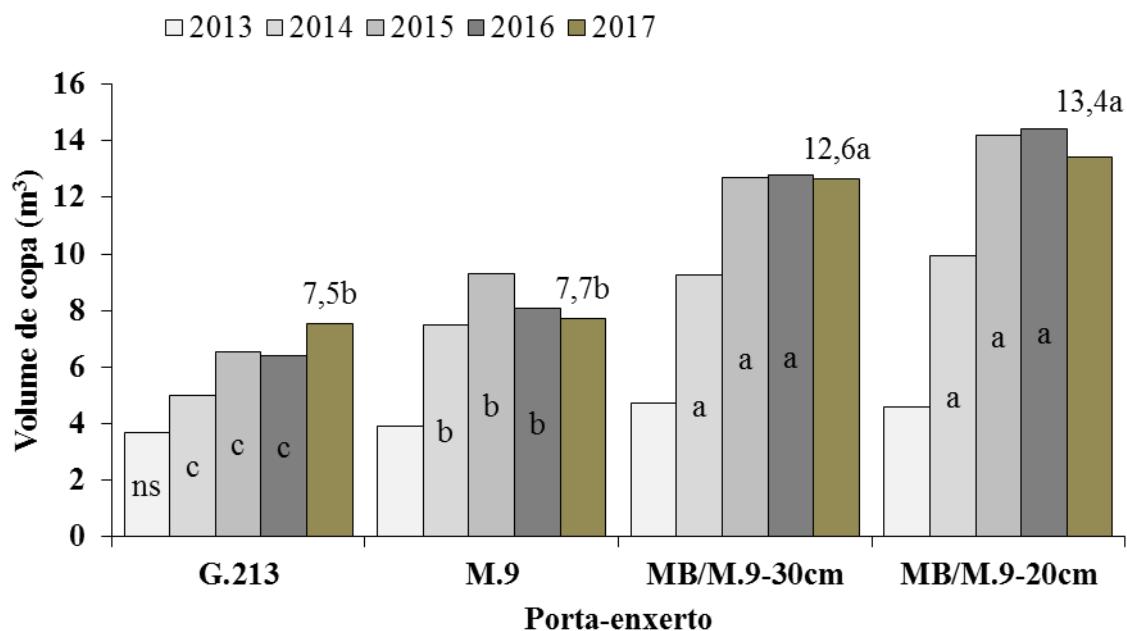
Figura 2 - Imagens comparativas da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova (solo virgem), plantio 2011. Imagens superiores inverno de 2016, plantas com 5 anos, imagens inferiores, pré-colheita da safra 2016/17. Vacaria-RS, 2018.



Fonte: Tiago Afonso de Macedo

Ao considerar as variáveis ASTC e volume de copa juntas, é possível verificar que plantas enxertadas sobre Maruba/M.9 são praticamente duas vezes mais vigorosas que as enxertadas sobre G.213 e M.9. A combinação Marubakaido com interenxerto de M.9 foi considerada por muito tempo como uma ‘combinação perfeita’, pois conciliava a resistência e forte sistema radicular do Maruba com a precocidade do M.9. Contudo, essa combinação apresenta algumas desvantagens, dentre elas, a desuniformidade do pomar (PASA et al., 2016) e o forte rebrote no colo das plantas, o que implica em maiores custos com mão-de-obra. A desuniformidade do pomar, na maioria das vezes, é ocasionada pela dificuldade de padronizar a altura de enxertia e o tamanho do interenxerto, duas variáveis que comprovadamente alteram o vigor da cultivar copa (DI VAOI et al., 2009). Além disso, as plantas tornam-se muito vigorosas à medida que envelhecem (ROBINSON, 2011), dificultando o manejo (PASA et al., 2016) e aumentando os custos de produção. Plantas compactas e uniformes, de menor vigor, com resistência genética comprovada e com o mesmo, ou superior potencial produtivo que Maruba/M.9 podem vir a contribuir na eficiência produtiva dos novos pomares de macieiras do Sul do Brasil.

Gráfico 2 - Volume de copa da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.



Médias com letras distintas na comparação entre os anos diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Não se verificou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os porta-enxertos para a variável retorno de floração nos três anos avaliados (Tabela 1). O retorno de floração é associado à ausência de alternância de produção, ou seja, plantas que tem a capacidade de emitir boas floradas todos os anos, teriam mais chances de proporcionar safras com produtividade satisfatórias todos os anos. Jonkers (1979) verificou que, plantas de macieiras enxertadas sobre porta-enxertos de menor vigor tem menos chances de alternar sua produção.

Para a variável percentual de frutificação efetiva, somente nos anos de 2013 e 2016, foi observada diferença significativa entre os porta-enxertos avaliados. Percebe-se que G.213, M.9 e MB/M.9 de 30, conferiram os maiores valores de percentual de frutificação efetiva, tendência seguida também nos anos onde não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para estes mesmos porta-enxertos. O porta-enxerto MB/M.9 de 20 cm proporcionou as menores porcentagens de frutificação efetiva nos dois anos com resultados significativos (Tabela 1). Este fato pode estar relacionado com o vigor que esse porta-enxerto confere à copa, pois, o sombreamento excessivo ocasionado pela grande massa verde da copa, pode interferir negativamente na frutificação efetiva, pois limita a passagem da luz no interior da copa, contribuindo para um maior abortamento natural de frutos. Para Blasco et al. (1982) a frutificação efetiva é dependente dentre outros fatores do porta-enxerto que se utiliza. Os

mesmos autores sugerem que a capacidade de florescer e manter os frutos na planta está correlacionado ao vigor que os porta-enxertos conferem a cultivar copa. Os mesmos, afirmam que porta-enxertos que conferem menor vigor à copa, proporcionam maiores frutificações efetivas.

Tabela 1 - Frutificação efetiva e retorno de floração da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Frutificação efetiva					Retorno de floração		
	%					%		
	2013	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016
G.213	43,1 a	72,2 ns	67,6 ns	29,5 a	39,8 ns	32,9 ns	51,5 ns	80,3 ns
M.9	41,4 a	75,9	70,7	20,8 ab	40,6	24,8	51,7	71,0
MB/M.9-30	32,6 ab	65,5	60,0	21,9 ab	38,3	21,7	50,7	72,7
MB/M.9-20	29,3 b	66,2	56,3	15,6 b	29,7	23,1	55,1	73,1
Média	36,62	69,9	63,6	21,9	37,2	25,6	52,3	74,3
CV. (%)	15,69	12,1	16,4	12,8	10,8	17,8	9,6	6,3

Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Quando se compara os porta-enxertos anões G.213 e M.9, é possível observar maiores produtividades da cv. Maxi Gala enxertada sobre G.213 nas cinco safras (Tabela 2). Os porta-enxertos semi-vigorosos MB/M.9 de 30 e 20 cm proporcionam à cv. Maxi Gala menores produtividades nos primeiros anos, no entanto, aumentam a produtividade da quarta safra em diante (Tabela 2).

Observa-se maiores valores e maior constância entre os porta-enxertos anões G.213 e M.9 para a variável eficiência produtiva no decorrer dos cinco anos de avaliações, sendo esses, mais eficientes produtivamente que MB/M.9 de 30 e 20 cm. É conhecida a lenta entrada em produção dos porta-enxertos semi-vigorosos em relação aos anões, no entanto, é importante reconhecer o potencial produtivo dos semi-vigorosos quando estes, adquirem sua estabilidade. Para porta-enxertos anões, como G.213 e M.9 é necessário atenção para o crescimento das plantas nos primeiros anos, pois, se faz necessário proporcionar o crescimento do líder central para que as plantas alcancem o teto máximo de crescimento e preencham os espaços na parte superior do dossel vegetativo (acima de 2,5 m de altura). Para isso, se faz necessário a poda de ramos potencialmente competitivos com o líder, bem como, a eliminação de frutos em ramos próximos do mesmo, principalmente nos primeiros três anos após o plantio.

Tabela 2 - Produtividade e eficiência produtiva de 5 safras da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Produtividade t ha <sup>-1</sup>					Eficiência produtiva kg cm <sup>-2</sup>				
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
G.213	3,2a	30,6a	29,4ns	44,6b	57,5a	0,13a	1,15a	0,86a	1,02a	1,18a
M.9	2,1b	20,4c	25,1	43,6b	33,5b	0,09ab	0,73b	0,698a	0,87ab	0,62b
MB/M.9-30	2,4ab	25,7b	26,8	62,3a	60,6a	0,08bc	0,61c	0,35b	0,81ab	0,62b
MB/M.9-20	1,1c	22,6bc	27,7	51,4ab	53,5a	0,04c	0,60c	0,42b	0,68b	0,54b
Média	2,2	24,8	27,2	50,4	51,3	0,08	0,77	0,58	0,85	0,74
CV. (%)	19,8	9,6	20,2	12,0	8,5	29,8	7,4	20,5	18,4	13,7

Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

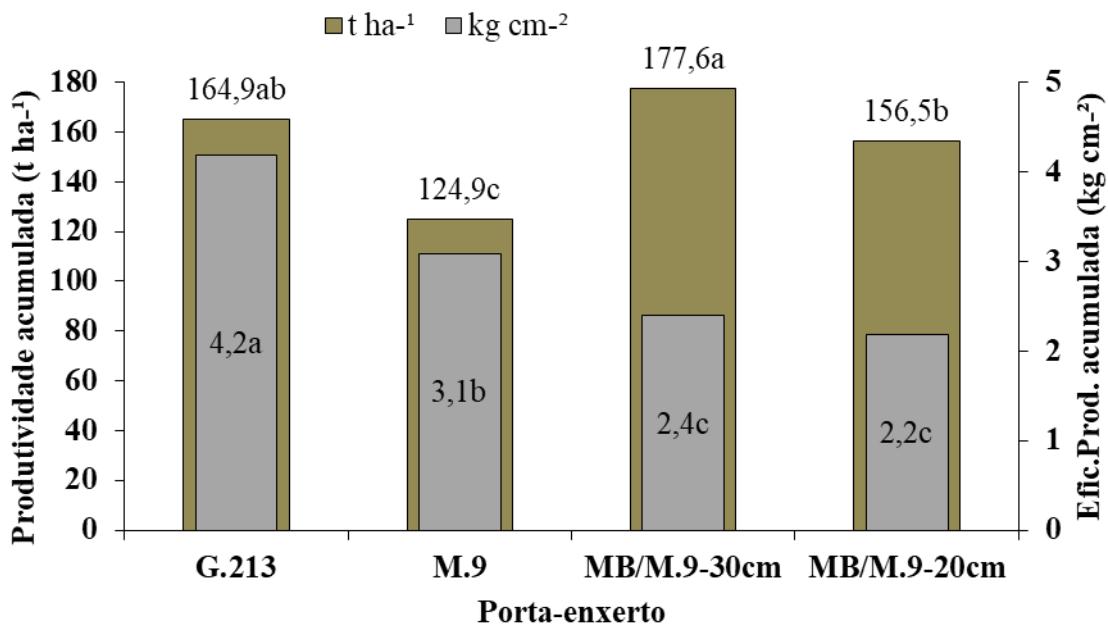
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Para a produtividade acumulada de cinco safras é possível observar que MB/M.9-30 cm e G.213 foram superiores, e não diferiram entre si, bem como G.213 não diferiu de MB/M.9-20 cm (Gráfico 3). Apesar de as plantas da cv. Maxi Gala enxertadas sobre o porta-enxerto anão G.213 não terem preenchido completamente ainda a parte superior do dossel vegetativo (acima dos 2,5 m de altura), percebe-se o potencial produtivo deste porta-enxerto, pois o mesmo, se equiparou com a produtividade acumulada dos semi-vigorosos MB/M.9 de 30 e 20 cm, sendo que os últimos, já estão como toda a parte superior da copa preenchida. Ao comparar os porta-enxertos anões, percebe-se que com 'G.213' a produção acumulada de cinco safras foi de 40 toneladas de frutas superiores às plantas enxertadas sobre o porta-enxerto M.9. Já quando comparamos o porta-enxerto semi-vigoroso MB/M.9 de 30 cm com o anão M.9, a diferença é de 52 toneladas a mais com plantas enxertadas sobre o MB/M.9 de 30 cm.

A eficiência produtiva é largamente utilizada em estudos de contrastes entre porta-enxertos (ROBINSON et al., 2006, ROBINSON et al., 2011). Essa variável simplifica a interpretação dos resultados quando se utilizam porta-enxertos de distintos vizes plantados no mesmo espaçamento (DENARDI et al., 2016), situação encontrada nos experimentos 1 e 2 dos capítulos I e II desta tese. A maior eficiência produtiva acumulada foi conferida pelo porta-enxerto G.213, seguido de M.9, sendo que MB/M.9 de 30 e 20 cm não diferiram estatisticamente entre si (Gráfico 3). Estes resultados corroboram com os encontrados por Barritt et al. (1997) e Gjamovski & Kiprijanovski (2011), os quais verificaram que existe uma correlação inversamente proporcional entre ASTC e eficiência produtiva, ou seja, quanto menor ASTC que o porta-enxerto propicia à cultivar copa, maior será a eficiência produtiva. Ao comparar a eficiência produtiva acumulada de cinco safras, verifica-se que o porta-enxerto anão G.213 é quase duas vezes mais eficiente que o semi-vigoroso Maruba/M.9, reforçando a

tese de que os porta-enxertos anões são mais apropriados para plantios em alta densidade de plantas.

Gráfico 3- Produtividade e eficiência produtiva acumuladas de 5 safras com a cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.



Letras distintas entre as colunas para a mesma variável diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Não se verificou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os porta-enxertos para as variáveis firmeza de polpa e sólidos solúveis nos anos 2013, 2014, 2016 e 2017, sendo que, apenas no ano de 2015 foram verificadas diferenças para ambas as variáveis. Neste ano se verifica maior firmeza de polpa nos frutos da cv. Maxi Gala enxertada com os porta-enxertos M.9 e MB/M.9 de 30 e 20 cm (Tabela 3). O maior valor para sólidos solúveis no ano de 2015 foi obtido com os frutos da cv. Maxi Gala enxertada sobre G.213 e MB/M.9 de 30 cm (Tabela 3).

Não se verificou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os porta-enxertos para a variável diâmetro médio dos frutos no decorrer dos cinco anos avaliados (Tabela 3). Para a variável massa média dos frutos, não se observou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os porta-enxertos nos anos de 2013, 2015 e 2017. No ano de 2014, os maiores valores de massa de frutos foram obtidos com o porta-enxerto M.9, o qual não diferiu de MB/M.9 de 30 e 20 cm, os quais não diferiram de G.213. Já, no ano de 2016, os frutos mais pesados foram obtidos com o porta-enxerto G.213, o qual não diferiu de M.9 e MB/M.9 de 30 cm, os quais não diferiram de MB/M.9 de 20 cm.

Ao observar os dados de cinco anos, para cada variável de qualidade de frutos da cv. Maxi Gala, é possível verificar que não há um padrão de qualidade dos frutos determinado pelo uso dos distintos porta-enxertos. Autio et al. (2011a), avaliando o comportamento da cv. Gala enxertada sobre oito distintos porta-enxertos verificaram que apenas um deles proporcionou frutos de menor peso, sendo que entre os outros seis porta-enxertos não diferiram para a variável peso médio de frutos. Autio et al. (2011b) avaliando o comportamento de diferentes porta-enxertos no desempenho da cv. Fuji em três Estados, e da cv. McIntosh em quatro Estados nos EUA e em dois Estados no Canadá, concluíram ao final de nove anos de estudo que não houve influência dos porta-enxertos no peso médio dos frutos.

Tabela 3 - Firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro e massa dos frutos da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Firmeza de polpa (lb)				
	2013	2014	2015	2016	2017
G.213	17,3 ns	18,4 ns	18,6 b	19,3 ns	16,2 ns
M.9	17,4	18,5	20,1 a	18,4	17,1
MB/M.9-30	17,7	17,4	19,1 ab	18,7	16,8
MB/M.9-20	17,6	17,8	18,7 ab	18,6	17,2
Média	17,5	18,1	19,1	18,7	16,8
CV. (%)	3,7	4,5	3,8	3,2	3,7
Sólidos solúveis (°Brix)					
G.213	13,9 ns	10,9 ns	11,1 a	10,4 ns	11,2 ns
M.9	13,3	11,1	10,0 b	9,8	11,4
MB/M.9-30	13,7	10,9	10,2 b	9,8	11,1
MB/M.9-20	12,9	11,5	10,1 b	9,8	11,2
Média	13,4	11,1	10,3	9,9	11,2
CV. (%)	4,5	5,0	5,1	3,8	3,2
Diâmetro do fruto (mm)					
G.213	66,7 ns	65,6 ns	65,2 ns	63,8 ns	71,3ns
M.9	67,6	66,4	65,6	62,4	70,1
MB/M.9-30	67,6	68,2	65,5	62,6	70,2
MB/M.9-20	67,4	69,0	64,6	61,6	68,5
Média	67,3	67,3	65,2	62,6	70,1
CV. (%)	2,3	2,6	4,1	2,2	2,5
Massa do fruto (g)					
G.213	137,2 ns	105,4 b	135,0 ns	131,8 a	157,5 ns
M.9	142,4	118,3 a	142,8	117,1 ab	168,3
MB/M.9-30	139,8	110,7ab	135,8	124,4 ab	171,0
MB/M.9-20	150,8	113,3 ab	133,2	123,1 b	155,5
Média	142,6	111,9	136,7	124,1	163,1
CV. (%)	6,8	6,0	8,7	6,2	5,6

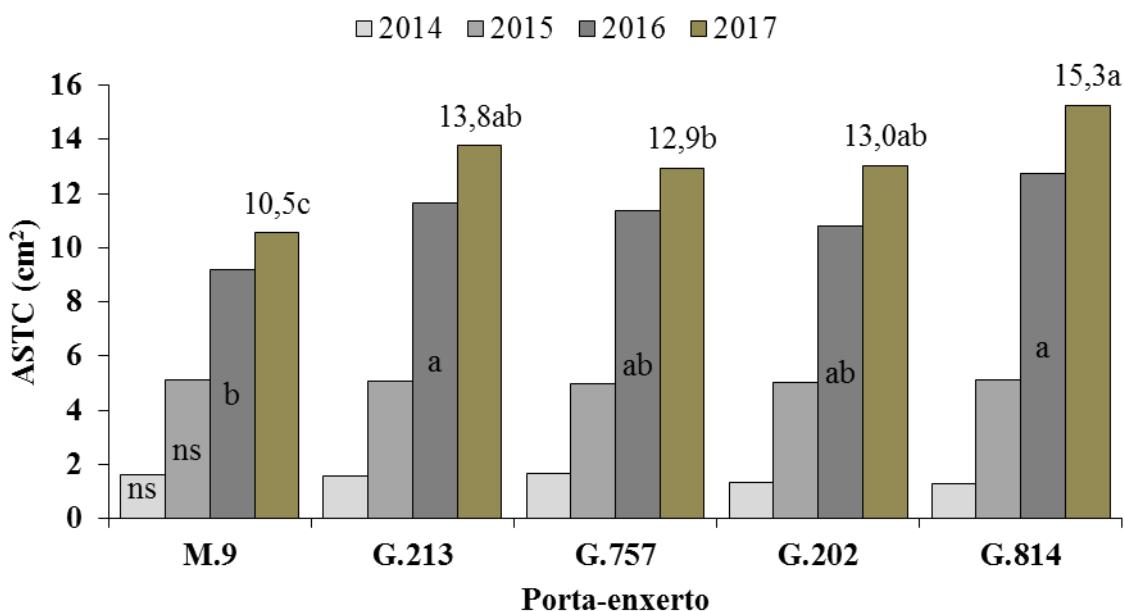
Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

#### 4.5.2 Experimento 2. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre M.9, G.213, G.757, G.202 e G.814 em área nova (solo virgem).

Não se verificou diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os porta-enxertos para a variável área da seção transversal do caule (ASTC) nos dois primeiros anos, no terceiro e quarto ano, o porta-enxerto M.9 proporcionou os menores crescimentos de tronco da cv. Maxi Gala. No terceiro ano após o plantio é possível observar que G.213, G.757 e G.202 são semelhantes entre si, e G.814 é mais vigoroso que M.9 e G.757 (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Área da seção transversal do caule (ASTC) da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.



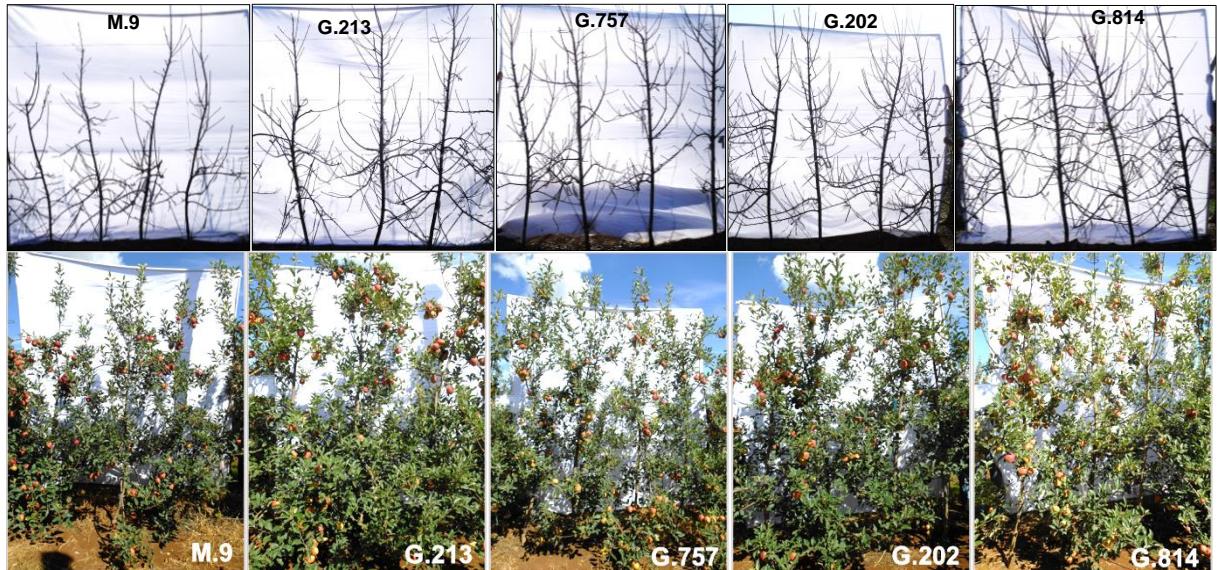
Letras distintas entre os anos diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Houve variações no volume de copa de Maxi Gala em função do porta-enxerto utilizado nos anos avaliados. É possível observar que o porta-enxerto M.9 proporcionou o menor valor para a variável volume de copa, sendo que os porta-enxertos da série CG são iguais em termos de volume de copa, e G.757 não difere de M.9 no terceiro ano após o plantio do pomar (Gráfico 5). Nas imagens comparativas da Figura 3, é possível ter uma ideia do vigor e volume da copa da cv. Maxi Gala enxertada sobre os distintos porta-enxertos. Denardi et al. (2016), avaliando o comportamento de dez porta-enxertos da série CG e comparando com M.9 e M.7 em Fraiburgo-SC, verificaram que o porta-enxerto G.757 confere menor ASTC à cv. Gala, quando comparado com M.9. Após cinco anos de avaliação os mesmos autores concluíram que G.757 é mais eficiente no controle do vigor da cv. copa que M.9. Os

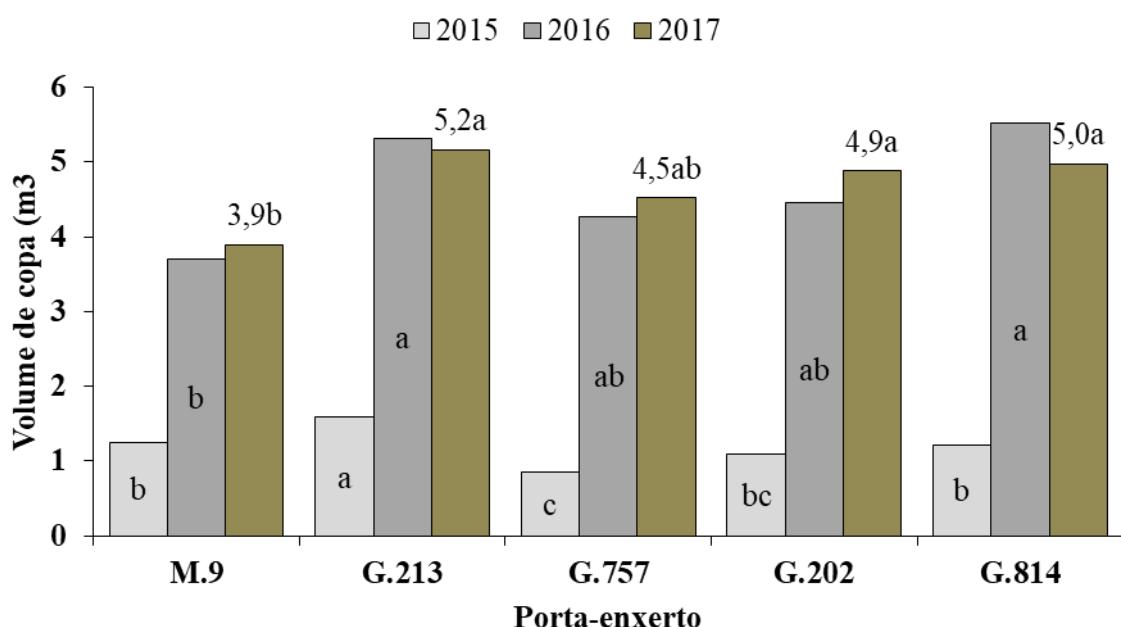
dados deste trabalho não condizem com os encontrados por Denardi et al. (2016) até o presente momento nas condições edafoclimáticas de Vacaria-RS, pois se verifica maior controle de vigor com o porta-enxerto M.9.

Figura 3 - Imagens comparativas da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova (solo virgem), plantio 2014. Imagens superiores inverno de 2016, plantas com 2 anos, imagens inferiores, pré-colheita da safra 2016/17. Vacaria-RS, 2018.



Fonte: Tiago Afonso de Macedo

Gráfico 5 - Volume da copa da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.



Letras distintas entre os anos diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A altura da planta faz parte da variável volume de copa, no entanto, para muitos, é uma variável importante para verificar o vigor inicial de um pomar. É possível observar que o porta-enxerto M.9 confere à cv. Maxi Gala a menor altura até o terceiro ano após o plantio, no entanto não diferiu de G.202 (Tabela 4).

Em 2014 no momento do plantio, as mudas continham distintos números de ramos antecipados, isso se deve à disponibilidade de mudas que a empresa tinha para a implantação do experimento. Após um ano do plantio, não se verificou diferenças entre os porta-enxertos para a variável número de ramos, ou seja, os porta-enxertos G.757, G.202 e G.814, que praticamente não tinham ramos antecipados no momento do plantio apresentaram brotação semelhante aos porta-enxertos G.213 e M.9. No terceiro ano após o plantio é possível observar que G.213, G.814 e G.757 conferiram mais ramos à cv. copa Maxi Gala que M.9, G.202, no entanto G.757 não diferiu de G.202 e M.9 (Tabela 4).

Tabela 4 – Altura da planta e número de ramos por planta da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Altura da planta -m-				Número de ramos/planta -un-		
	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016
M.9	1,8 ab	2,2 b	2,6 b	2,7 b	11,8 a	14,8 ns	19,4 c
G.213	1,7 b	2,3 ab	2,9 a	3,0 a	15,3 a	18,6	26,9 a
G.757	2,0 a	2,5 a	2,9 a	3,1 a	1,4 b	16,2	23,2 abc
G.202	1,9 ab	2,3 ab	2,8 ab	2,9 ab	1,9 b	17,7	22,4 bc
G.814	1,9 ab	2,5 a	3,0 a	3,1 a	0,4 b	18,0	25,9 ab
Média	1,8	2,35	2,89	2,9	6,1	17,1	23,5
CV. (%)	5,2	4,22	4,93	4,6	15,0	6,5	8,4

Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Não se verificou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os porta-enxertos para a variável ângulo de inserção dos ramos nos dois primeiros anos de avaliações (Tabela 5).

Nos dois primeiros anos após o plantio, foi quantificado o total de estruturas reprodutivas (brindilas + esporões) da cv. Maxi Gala sobre os distintos porta-enxertos, sendo que, um ano após o plantio, foi observado maior número de brindilas com o porta-enxerto G.213, o qual não diferiu de M.9, G.202 e G.814 (Tabela 5). No ano de 2015, o maior número de esporões na cv. Maxi Gala foi obtido com os porta-enxertos G.757, G.202, M.9 e G.814, sendo que os três últimos porta-enxertos não diferiram de G.213. Pasa et al. (2011) em um estudo com variedades de pereiras sobre diferentes porta-enxertos concluíram que, em todas as cultivares avaliadas, independentemente do porta-enxerto utilizado, há uma relação inversa

entre a porcentagem de estruturas reprodutivas. Essa informação corrobora com os resultados encontrados nesse trabalho, pois, independentemente do porta-enxerto, a relação entre brindilas e esporões foi alterada de modo inversamente proporcional. No segundo ano após o plantio (2016), não foi verificado diferenças ( $P>0,05$ ) entre os porta-enxertos para a variável porcentagem de brindilas e esporões.

Não se verificou diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os porta-enxertos para a variável frutificação efetiva nos anos de 2015 e 2017 (Tabela 5). No ano de 2016 os porta-enxertos G.757, M.9 e G.814 proporcionaram as maiores frutificações por planta, no entanto, isso não necessariamente se reverteu em maiores produtividades, pois ao observar o porta-enxerto M.9, o qual teve maior frutificação efetiva, o mesmo proporcionou à cv. Maxi Gala uma das menores produtividades na safra referente a esta avaliação (Tabela 6).

Tabela 5 - Ângulo de inserção do ramo, estruturas reprodutivas (brindilas e esporões) e frutificação efetiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Ângulo do ramo		Brindilas		Eспорões		Frutificação efetiva		
	2014	2015	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2017
M.9	64,3ns	59,6ns	56,2ab	37,5ns	43,7ab	62,4ns	84,7ns	28,1ab	85,9ns
G.213	63,20	58,0	63,3a	40,5	36,3b	59,5	112,2	15,9b	105,7
G.757	-	60,8	50,1b	41,8	49,9a	58,1	71,2	38,0a	119,7
G.202	-	63,4	54,3ab	37,9	45,7ab	62,0	69,3	21,9b	95,5
G.814	-	60,5	60,4ab	40,2	39,5ab	59,7	60,1	25,6ab	103,9
Média	63,73	60,2	56,8	39,6	43,1	60,3	79,5	25,9	102,2
CV. (%)	6,33	4,1	6,0	6,7	7,9	4,4	18,6	14,6	15,6

Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p\leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Possivelmente a produtividade no primeiro ano foi influenciada pela quantidade de ramos antecipados que as mudas tinham no momento do plantio (Tabela 4). É possível observar que os porta-enxertos G.213 e M.9, os quais continham maior número de ramos no momento do plantio, proporcionaram as maiores produtividades no primeiro ano (Tabela 6). Já, no segundo ano é possível observar o potencial produtivo do porta-enxerto G.814, sendo que o mesmo foi 32 % mais produtivo que a média dos outros quatro porta-enxertos. Ao observar a produtividade acumulada dos dois primeiros anos, é possível verificar que os porta-enxertos G.814 e G.213 se sobressaíram aos demais, e M.9, G.757 e G.202 não diferiram entre si (Tabela 6). Denardi et al. (2016) verificaram maiores rendimentos na cv. Gala com o 'G.213' dentre os porta-enxertos anões avaliados. Esse dado corrobora com os

encontrados nesse trabalho, se considerar os anões G.213 e M.9 no experimento 1 dos capítulos I e II e G.213, G.757, G.202 e M.9 no experimento 2 dos capítulos I e II. Ainda, Denardi et al. (2016) verificaram que os porta-enxertos G.757 e G.202 foram superiores à M.9 na produtividade acumulada de cinco safras. Esse resultado tem grande chance de se repetir no presente estudo, pois apesar do M.9 ter partido com uma produtividade maior no primeiro ano, provavelmente em função do maior número de ramos antecipados, o mesmo não teve capacidade de acumular de modo significativo maior produtividade que G.757 e G.202 nas duas primeiras safras.

A eficiência produtiva foi maior com os porta-enxertos G.213 e M.9 no primeiro ano, não sendo observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os porta-enxertos no segundo ano avaliação (Tabela 6). Ao observar a eficiência produtiva acumulada, se verifica menor valor para o porta-enxerto G.202 (Tabela 6).

Tabela 6 - Produtividade e eficiência produtiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Produtividade			Eficiência produtiva		
	2016	2017	Acumulada	2016	2017	Acumulada
M.9	13,2 ab	25,8 c	38,9 b	0,53 a	0,68 ns	1,22 a
G.213	17,1 a	34,5 b	51,6 a	0,56 a	0,70	1,26 a
G.757	6,8 c	33,1 b	40,0 b	0,23 b	0,71	0,94 ab
G.202	6,8 c	28,3 bc	35,2 b	0,24 b	0,62	0,87 b
G.814	7,5 bc	44,6 a	52,1 a	0,24 b	0,81	1,06 ab
Média	10,3	33,2	43,5	0,36	0,71	1,07
CV. (%)	30,9	10,7	9,7	35,4	14,7	16,2

Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p\leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Não se verificou diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os porta-enxertos para a variável firmeza de polpa e diâmetro médio dos frutos nos dois anos avaliados, assim como, para a variável sólidos solúveis no ano de 2017 e massa média dos frutos no ano de 2016 (Tabela 7).

No ano de 2016 os porta-enxertos M.9 e G.757 conferiram à cv. Maxi Gala os frutos com maiores teores de sólidos solúveis, no entanto, G.757 não diferiu de G.213, G.202 e G.814 (Tabela 7). Pasa et al. (2016) verificaram que os frutos da cv. Imperial Gala continham maiores teores de sólidos solúveis com os porta-enxertos de menor vigor. Apesar de ter sido verificado diferenças significativas entre os porta-enxertos para a variável sólidos solúveis em apenas um ano, o resultado encontrado neste trabalho corrobora com Pasa et al. (2016), pois os porta-enxertos de menor vigor neste experimento (M.9 e G.757) foram os que proporcionaram maiores valores para esta variável.

No ano de 2017 os porta-enxertos M.9 e G.202 proporcionaram os frutos mais pesados, mas não diferiram de G.213, que não diferiu de G.757 e G.814 (Tabela 7). Os frutos mais pesados da cv. Maxi Gala enxertada sobre M.9 e G.202 no ano de 2017 pode estar relacionado com a menor produtividade conferida por esses mesmos porta-enxertos nesta safra (Tabela 6).

Tabela 7 - Firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro e massa dos frutos da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área nova, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Firmeza polpa		Sólidos Solúveis	
	lb		°Brix	
	2016	2017	2016	2017
M.9	20,1 ns	18,8 ns	13,0 a	10,5 ns
G.213	19,6	19,1	10,7 b	10,5
G.757	21,2	19,2	11,3 ab	10,4
G.202	20,9	18,4	9,6 b	10,5
G.814	20,5	19,1	10,5 b	10,1
Média	20,5	19,0	11,0	10,4
CV. (%)	4,7	2,5	10,5	2,7
Diâmetro fruto				
mm		Massa do Fruto		
mm		g		
M.9	54,0 ns	71,0 ns	126,7 ns	160,0 a
G.213	64,8	70,6	134,4	152,9 ab
G.757	62,4	70,1	110,5	140,0 b
G.202	65,3	71,2	127,5	158,4 a
G.814	64,5	69,0	125,1	138,3 b
Média	62,2	70,4	124,8	149,9
CV. (%)	20,4	2,4	10,7	5,1

Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

#### 4.6 CONCLUSÕES

*Após seis anos de avaliações em área nova de plantio de macieiras é possível concluir que:*

- Os porta-enxertos G.213 e M.9 proporcionam o mesmo vigor para a cv. Maxi Gala.
- O porta-enxerto G.213 é mais produtivo e proporciona maior eficiência produtiva à cv. Maxi Gala que M.9.
- Marubakaido com interenxerto de M.9 de 30 e 20 cm proporcionam o mesmo vigor à cv Maxi Gala.
- Marubakaido com interenxerto de M.9 de 30 e 20 cm são duas vezes mais vigorosos que G.213 e M.9.
- Marubakaido com interenxerto de M.9 de 30 cm é mais produtivo que Marubakaido com interenxerto de 20 cm de comprimento.
- A qualidade dos frutos da cv. Maxi Gala expressa em: firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro e massa média dos frutos não se altera em função do porta-enxerto utilizado.

*Até o terceiro ano após o plantio de macieiras Maxi Gala em área nova, é possível concluir que:*

- O porta-enxerto M.9 confere menor vigor que G.213, G.757, G.202 e G.814. Dentre os porta-enxertos da série CG, o G.757 é o menos vigoroso.
- Os porta-enxertos da série CG tem alta capacidade de emitir ramos secundários nos primeiros anos após o plantio.
- Não existem diferenças na abertura natural dos ramos entre os porta-enxertos da série CG testados e o M.9.
- Os porta-enxertos G.213 e G.814 são precoces na entrada em produção.
- A qualidade dos frutos da cv. Maxi Gala, expresso em: firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro e massa média dos frutos não é alterada quando enxertada sobre os porta-enxertos da série CG e M.9.

#### 4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do porta-enxerto Marubakaido com interenxerto de M.9 ainda é praticado na maioria dos pomares no Sul do Brasil, no entanto é importante ressaltar as consequências negativas da utilização desta combinação, como por exemplo o maior gasto com mão-de-obra para realização da poda e arqueamento de ramos, bem como para retirar os brotos oriundos do Marubakaido que emergem do colo da planta. Apesar de a produtividade acumulada de cinco safras ser semelhante entre o porta-enxerto semi-vigoroso Maruba/M.9 e anão G.213 é necessário ressaltar a facilidade em trabalhar com um porta-enxerto de menor vigor em pomares com densidades de 2.500 plantas por hectare.

O G.213 é um porta-enxerto promissor para combinação com Gala no município de Vacaria-RS, tendo em vista a capacidade de proporcionar consideráveis produções nos primeiros anos após o plantio, possibilitando mais rápido retorno do capital investido. É preciso fazer algumas ressalvas sobre G.213, tais como, o rompimento no ponto de enxertia no viveiro e no pomar se não bem conduzido e fixado no sistema de condução. É preciso manejar as plantas de G.213 com poda dos ramos laterais competidores com o líder e com um eficiente raleio de frutos, principalmente nos primeiros anos após o plantio para que as mesmas alcancem a altura desejada e fechem completamente a parte superior do dossel vegetativo.

Em densidades de 2.500 plantas por hectare, G.213 e M.9 proporcionam igual vigor à cultivar Maxi Gala, no entanto, quando em densidade de 3.571 plantas, G.213 vem se mostrando mais vigoroso que M.9 até o terceiro ano após a implantação do pomar. Esse resultado pode estar relacionado pelo maior adensamento no plantio, o que pode ser visto como um limitador para o crescimento de M.9.

Dentre os porta-enxertos da série CG, a literatura cita que G.213 e G.757 são considerados anões e G.814 e G.202 semi-anões, no entanto, no presente trabalho, até o terceiro ano após a implantação do pomar os dados não são condizentes com a literatura, pois G.213, G.814 e G.202 são semelhantes em termos de vigor. Observando o desenvolvimento das plantas a campo, e os valores de área da seção transversal do caule de G.814, acredita-se que nos próximos anos o vigor referenciado pela literatura será verificado.



## 5 CAPITULO II: VALIDAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DA SÉRIE CG NAS CONDIÇÕES DE REPLANTIO DE MACIEIRAS.

### 5.1 RESUMO

A forte valorização das terras aptas à implantação de pomares no Sul do Brasil força os fruticultores a replantarem seus pomares em áreas onde já havia o cultivo da mesma espécie. Nessas áreas existe o agravante da conhecida ‘doenças de replantio’, problemas de âmbito bióticos e abióticos que limitam o pleno desenvolvimento e produção das macieiras. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de plantas da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio de macieiras no município de Vacaria-RS. No experimento 1 o pomar foi implantado no inverno de 2011, com um espaçamento de 1,0 x 4,0 m, com uma densidade de 2.500 plantas  $ha^{-1}$  e as plantas conduzidas no sistema Tall Spindle. Utilizou-se a cv. Maxi Gala enxertada sobre G.213, M.9, Marubakaido com interenxerto de 30 e 20 cm de interenxerto de comprimento. O experimento foi conduzido nos anos de 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017. No experimento 2 o pomar foi implantado no inverno de 2014, com um espaçamento de 0,7 x 4,0 m, com uma densidade de 3.571 plantas  $ha^{-1}$  e as plantas conduzidas no sistema Tall Spindle. Utilizou-se a cv. Maxi Gala enxertada sobre M.9, G.213, G.757, G.202 e G.814. O experimento foi conduzido nos anos de 2014/15/2016 e 2017. Após seis anos de avaliações (Experimento 1), é possível observar que os porta-enxertos G.213 e M.9 proporcionam o mesmo vigor à cv. Maxi Gala, no entanto, G.213 é mais produtivo e proporciona maior eficiência produtiva que M.9. Os porta-enxertos Marubakaido/M.9 de 30 e 20 cm proporcionam o mesmo vigor, produtividade e eficiência produtiva à cv. Maxi Gala. Os parâmetros de qualidade, firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro e massa dos frutos da cv. Maxi Gala não foi alterada em função do porta-enxerto utilizado. No experimento 2, até o terceiro ano após o plantio, é possível observar que: o porta-enxerto M.9 confere menor vigor à Maxi Gala que G.213, G.757, G.202 e G.814. Não existem diferenças na abertura natural dos ramos entre os porta-enxertos da série Geneva® e o M.9. O porta-enxerto anão G.213 e o semi-vigoroso G.814 são promissores, tendo em vista a capacidade produtiva nos primeiros anos. O porta-enxerto G.213 induz a produção de frutos maiores à cv. Maxi Gala.

Palavras-chave: Geneva®. Maxi Gala. Doenças de replantio. Eficiência produtiva.



## 5.2 ABSTRACT

The high prices of lands to plant new orchards in Southern Brazil plus move the installations (barns and all buildings) suggest for growers to replant their orchards in areas where there was already planted their old orchards. In these areas there is an aggravation called: 'replanting diseases', biotic and abiotic problems that limit the full development and production of apple trees. The aim of this work was evaluate the development of cv. Maxi Gala grafted on different rootstocks on replant areas of apple trees at municipality of Vacaria-RS, southern Brazil. In experiment 1 the orchard was planted in the winter of 2011, with a spacing of 1.0 x 4.0 m, with a density of 2,500 ha<sup>-1</sup> plants and trained in Tall Spindle system. The experiment was carried out since planted until 2017. In experiment 2 the orchard was planted in the winter of 2014, with spacing of 0.7 x 4.0 m, density of 3,571 ha<sup>-1</sup> plants conducted in Tall Spindle system. The experiment was carried out since planted until 2017. After six years of evaluations at replanting areas of apple trees (Experiment 1), it is possible to observe that the rootstock G.213 and M.9 provide the same vigor to cv. Maxi Gala, however, G.213 is more productive and provides higher productive efficiency than M.9. The 30 and 20 cm of M.9 interstem on Marubakaido rootstocks provide the same vigor between them, productivity and productive efficiency to the cv. Maxi Gala. Fruit quality of cv. Maxi Gala did not change due to the rootstock used. In experiment 2, up to the third year after planting, in an area of replanting of apple trees, it is possible to observe that: M.9 rootstock confers less vigor to the Maxi Gala than G.213, G.757, G.202 and G.814. There is no difference in the natural opening of the branches between the tested Geneva® series rootstocks and the M.9. The G.213 dwarf rootstock and the semi-vigorous G.814 are promising, showing precocity, capacity to produce in the early years. Will take more years of evaluation to get precise conclusions about the influence of rootstocks on fruit quality of cv. Maxi Gala, however, it is noticed that the rootstock G.213 induces production of larger and heavier fruits.

Keywords: Geneva®. Maxi Gala. Replanting disease. Yield efficiency



### 5.3 INTRODUÇÃO

As terras agricultáveis têm sido valorizadas fortemente nas últimas décadas nas regiões dos Campos de Cima da Serra no Rio Grande do Sul e da Serra Catarinense no Estado de Santa Catarina. Nessas regiões até pouco tempo atrás se realizava a criação de gado de forma extensiva, com pouco rendimento por unidade de área. Nos últimos anos, com a expansão e valorização da soja, do milho e da intensificação nos sistemas de criação de gado de corte e leite, as terras vêm sendo valorizadas expressivamente. Assim, fruticultores de toda a região vêm replantando seus pomares em áreas anteriormente já cultivadas com frutíferas. No replantio de pomares, se não forem tomadas as medidas corretas, prévias ao plantio, como a correta escolha do material vegetal resistente, pode-se favorecer a ocorrência de perdas em toda a vida útil do mesmo. O termo ‘replantio’ é definido como, a condição de inospitalidade progressiva do solo em relação a plantações que coincidem com as espécies anteriores (ZUCCONI, 1993).

Os problemas decorridos do plantio de macieiras em áreas anteriormente cultivadas com a mesma espécie estão associados a fatores bióticos e abióticos. Como consequência da interferência destes fatores, observa-se a diminuição do crescimento, do vigor, da produtividade, um sistema radicular fraco, com raízes frequentemente descoloridas, com poucas ramificações laterais e poucos pelos absorventes (IRIBARREN, 1997; ARMENDARIZ-ACOSTA et al., 2010). Entre os fatores bióticos que causam problemas em áreas de replantio de maçãs, pode-se comumente elencar os fungos (*Phytophthora cactorum*, *Phytiuum* spp. e *Fusarium* spp.) bactérias (*Agrobacterium tumefaciens*), actinomicetos e nematóides. Estes patógenos podem causar sérios danos nas plantas suscetíveis, pois bloqueam os vasos condutores (xilema e floema), reduzindo a absorção de nutrientes e água, ocasionando a destruição do sistema radicular e levando a planta a morte (RIOS-VELASCO et al., 2014). Já, os fatores abióticos estão associados à compactação do solo, alterações nutricionais e desbalanço hídrico (REGINATO & MESA, 2008).

Outro problema encontrado em áreas anteriormente cultivadas com a mesma espécie é a alelopatia. O termo alelopatia é definido como qualquer efeito causado por uma planta, ou microrganismo, sobre outras plantas, por meio de compostos químicos lançados no meio ambiente (PUTNAM & DUKE, 1978; RICE, 1984). Há várias suspeitas de que substâncias da classe dos flavonóides possuam propriedades alelopáticas, uma delas é a florizina, encontrada nas raízes da macieira, que causa a inibição do crescimento das plântulas da própria espécie (BLUM et al., 1991; BOUFALIS & PELLISSIER, 1994). Embora não haja nenhum método

consistente para gerir este problema (MERWIN et al., 2001), o uso de porta-enxertos tolerantes às doenças do replantio tornou-se uma alternativa valiosa no cultivo de macieiras (RUMBERGER et al., 2004; MAZZOLA et al., 2009).

Segundo Denardi (2006), em virtude da ‘doença do replantio’, a substituição de plantas ou a renovação de pomares é possível com o emprego de porta-enxertos vigorosos. No entanto, quando a razão da substituição são doenças de solo como a podridão de colo (*Phytophthora* sp.) ou a podridão de roselínia (*Rosellinia necatrix*), é necessário que exista resistência genética no porta-enxerto. Para o mesmo autor, o comportamento de porta-enxertos semi-vigorosos e vigorosos em relação à podridão de colo é bastante satisfatório. No entanto, ainda não foram identificados clones resistentes à podridão de roselínia, doença grave e de difícil controle encontrada em áreas de antigas florestas, comuns no Sul do Brasil. Para Nachtigal et al. (1998), devido a problemas de contaminações de solo e de fatores alelopáticos, em algumas áreas de replantio, é recomendável a utilização do porta-enxerto Marubakaido com interenxerto de M.9 ou M.7.

Contextualizando essa problemática, visto que a grande maioria dos pomares brasileiros atuais são instalados em áreas de replantio (DENARDI et al., 2015) e verificando o déficit de porta-enxertos resistentes às doenças de replantio de macieiras, algumas seleções de porta-enxertos da série CG (Geneva<sup>®</sup>) podem vir a contribuir com a produção de maçãs no Sul do Brasil. O programa de melhoramento genético da Universidade de Cornell (Nova Iorque – EUA), desenvolveu porta-enxertos resistentes simultaneamente ao frio, à podridão do colo, ao pulgão lanígero e ao fogo bacteriano (FAZIO et al., 2011). Além disso, estes porta-enxertos possuem características desejáveis como eficiência produtiva, precocidade, altas produtividades (JOHNSON et al., 2001) e qualidade das frutas equivalentes às do M.9 (BERNARDI et al., 2008). Para Bernardi et al. (2008) na região sul, a podridão do colo e o pulgão lanígero são sérios problemas fitossanitários, havendo necessidade de porta-enxertos resistentes a estes organismos.

O objetivo deste capítulo foi avaliar o desenvolvimento de plantas da cv. Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos G.213, M.9 e Marubakaido com interenxerto de M.9 de 30 e 20 cm de comprimento (Experimento 1) e plantas da cv. Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos G.213, G.757, G.202, G.814 e M.9 (Experimento 2), ambos em área de replantio de macieiras em Vacaria, RS.

## 5.4 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.4.1 Experimento 1. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre G.213, M.9 e Maruba/M.9 em área de replantio.

O experimento foi conduzido nos anos 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017 em um pomar comercial de maçãs na fazenda ‘São Luiz’, pertencente à empresa Rasip Agropastoril S/A, localizado no município de Vacaria-RS. A unidade experimental foi instalada no inverno de 2011 em uma área de replantio, onde anteriormente havia sido cultivadas macieiras por um período de dezenove anos. Depois de erradicado o precedente pomar, procedeu-se a coleta de solo para análise e se realizou as correções de pH, adubações e preparo do solo exigidos pela cultura. A área permaneceu em repouso por um ano, sendo cultivado milho neste período. Utilizou-se a cv. Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos G.213, M.9, Marubakaido com interenxerto de M.9 de 30 e 20 cm de comprimento (MB/M.9-30cm e MB/M.9-20cm). As mudas utilizadas no experimento foram produzidas pela própria empresa em haste única. O espaçamento utilizado foi de 1,0 x 4,0 m, com uma densidade de 2.500 plantas por hectare, conduzidas e manejadas no sistema Tall Spindle.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições, compostas por dez plantas. Foram avaliadas as cinco plantas centrais.

### 5.4.2 Experimento 2. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre M.9, G.213, G.757, G.202 e G.814 em área de replantio.

O experimento foi conduzido nos anos 2014, 2015, 2016 e 2017 em um pomar comercial de maçãs na fazenda ‘São Luiz’, pertencente à empresa Rasip Agropastoril S/A, localizado no município de Vacaria-RS. A unidade experimental foi instalada no inverno de 2014 em uma área de replantio, onde anteriormente haviam sido cultivadas macieiras por um período de dezessete anos. Depois de erradicado o precedente pomar, procedeu-se a coleta de solo para posterior análise e realizou-se as correções de pH, adubações e preparo do solo exigidos pela cultura. A área permaneceu em repouso por um ano, sendo cultivado milho neste período. Utilizou-se a cv. Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos M.9, G.213, G.757, G.202 e G.814. As mudas utilizadas no experimento foram produzidas pela própria empresa sem a formação induzida de ramos antecipados, no entanto, os porta-enxertos

continham número de ramos distintos. O espaçamento utilizado foi de 0,7 x 4,0 m, com uma densidade de 3.571 plantas por hectare, conduzidas e manejadas no sistema Tall Spindle.

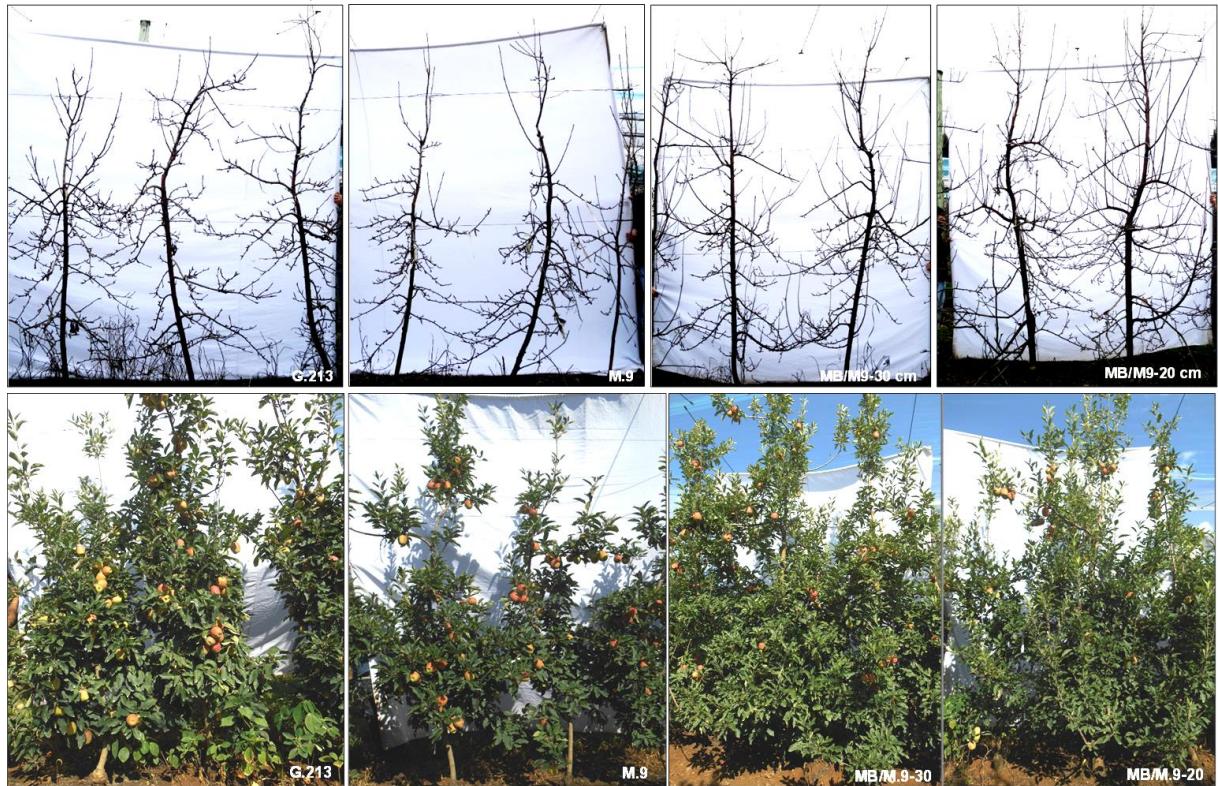
O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições, compostas por cinco plantas. As variáveis avaliadas de ambos os experimentos estão descritas na metodologia geral.

## 5.5 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 5.5.1 Experimento 1. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre G.213, M.9 e Maruba/M.9 em área de replantio.

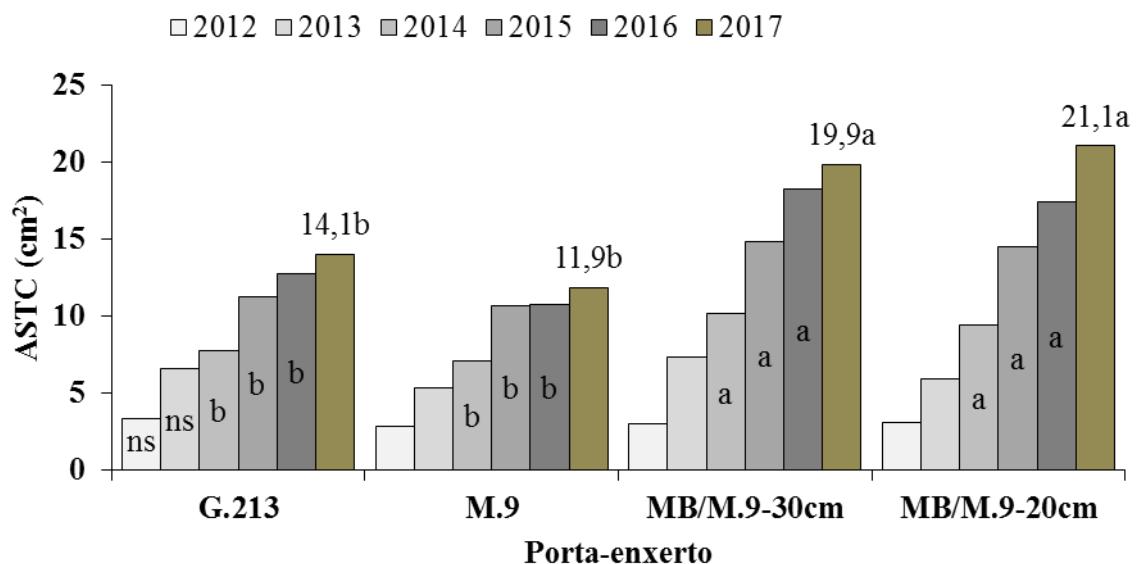
Em área de replantio de macieiras, após seis anos de avaliações, verificou-se a mesma tendência observada em área nova entre os porta-enxertos, em termos de vigor conferido à copa (Capítulo 1, experimento). Os porta-enxertos G.213 e M.9 são estatisticamente iguais em termos de ASTC (Gráfico 6) e volume de copa induzido à Maxi Gala (Gráfico 7). MB/M.9 de 30 e 20 cm não diferem entre si para essas mesmas variáveis, e proporcionam maior vigor à cv. Maxi Gala em relação à G.213 e M.9. Nas imagens comparativas da Figura 4 é possível visualizar as diferenças de vigor entre as plantas de Maxi Gala enxertadas sobre os quatro porta-enxertos. Reginato (2009) ao revisar a literatura e discutir os problemas encontrados em áreas de replantio de frutíferas descreve que, ocorre uma redução considerada normal no crescimento das plantas de 2:1 (relação de crescimento de um solo fumigado ou solo virgem:solo de replantio) e efeitos graves quando a relação é maior que 3:1. Ao fazer um comparativo entre área nova (Capítulo I) e área de replantio (presente capítulo), considerando a variável ASTC no último ano de avaliação (2017), se verifica a redução no crescimento das plantas de 2:1 proposta por Reginato (2009) para os porta-enxertos M.9 e MB/M.9 de 30 e 20 cm, no entanto, o porta-enxerto G.213 mostrou-se menos suscetível às condições de replantio, pois, conferiu uma proporção menor que 2:1 (2:1,4).

Figura 4 - Imagens comparativas da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio de macieiras, plantio 2011. Imagens superiores inverno de 2016, plantas com 5 anos, imagens inferiores, pré-colheita da safra 2016/17. Vacaria-RS, 2018.



Fonte: Tiago Afonso de Macedo

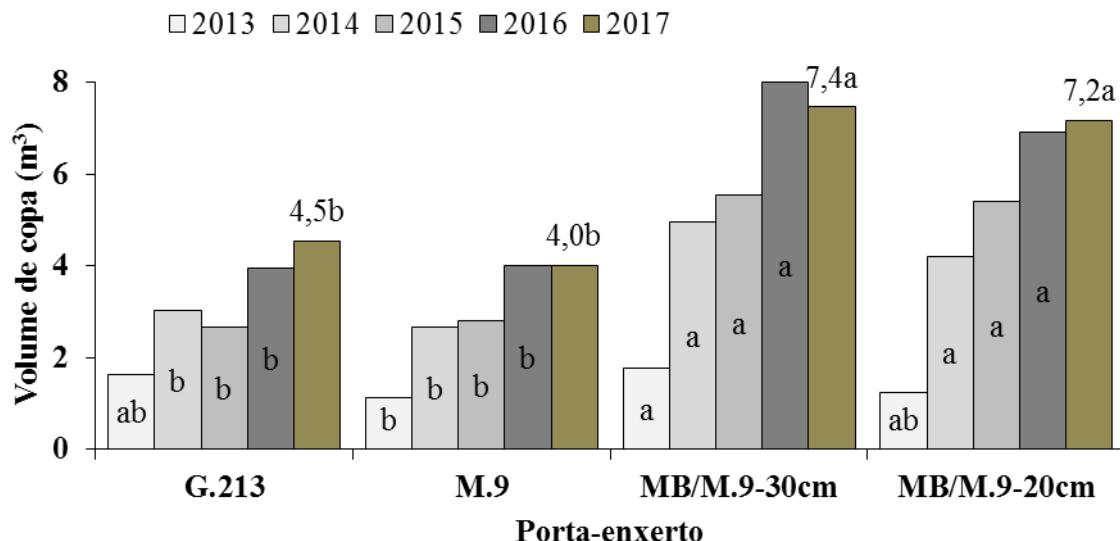
Gráfico 6 - Área da seção transversal do caule (ASTC) da cv. Maxi Gala enxertada sobre diferentes porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.



Letras distintas entre os anos diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Gráfico 7 - Volume de copa da cv. Maxi Gala enxertada sobre diferentes porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.



Letras distintas entre os anos diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Não se verificou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os porta-enxertos para o retorno de floração nos anos avaliados (Tabela 8). Na frutificação efetiva foram observadas diferenças significativas entre os porta-enxertos apenas no primeiro ano de avaliação, sendo que os porta-enxertos M.9 e G.213 proporcionaram à cv Maxi Gala as maiores porcentagens de frutificação efetiva e Maruba/M.9 as menores (Tabela 8). Para Webster (1995) o porta-enxerto tem influência na quantidade de flores emitidas pela copa e na capacidade destas flores se transformarem em frutos. Para Seleznyova et al. (2007), a floração precoce induzida pelos porta-enxertos anões em plantas de macieiras pode estar relacionada com o crescimento da planta. Para os autores, ocorre um deslocamento anual do crescimento dos ramos vegetativos (monopodial) para estruturas florais (simpodial) já nos primeiros anos do plantio.

Tabela 8 - Frutificação efetiva e retorno de floração da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Frutificação efetiva					Retorno de floração		
	2013	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016
G.213	88,2a	63,6ns	125,2ns	35,6ns	36,3ns	20,3ns	57,4ns	82,1ns
M.9	92,1a	73,2	111,7	27,9	52,0	12,6	59,6	61,3
MB/M.9-30	65,9c	71,7	103,3	35,7	39,4	14,3	57,9	56,4
MB/M.9-20	78,9b	63,4	89,5	31,1	50,3	14,1	55,8	70,9
Média	81,3	68,0	107,4	32,6	44,5	15,3	57,7	67,7
CV. (%)	5,4	23,9	19,0	20,3	15,4	16,3	7,6	13,0

Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Para as variáveis produtividade e eficiência produtiva é possível observar a maior constância produtiva com o porta-enxerto G.213 no decorrer dos quatro primeiros anos (Tabela 9), pois o mesmo proporcionou à cv. Maxi Gala as maiores produtividades e a maior eficiência produtiva nos primeiros anos. Entre os porta-enxertos anões é possível verificar que G.213 produziu mais que M.9 em todos os anos avaliados, sendo que, na medida que os anos passam a diferença aumenta entre estes. No ano de 2015, segundo ano produtivo, G.213 proporcionou à cv. Maxi Gala o dobro de produção em relação ao M.9, demonstrando menor alternância que o M.9.

Tabela 9 - Produtividade e eficiência produtiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Produtividade				Eficiência produtiva			
	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
G.213	26,6 a	16,5 a	45,9 ab	38,4 a	1,44 a	0,59 a	1,44 a	1,10 a
M.9	19,6 b	8,2 c	35,3 b	20,6 c	1,12 a	0,31 b	1,31 ab	0,60 b
MB/M.9-30	21,3 b	11,3 b	49,5 a	24,6 bc	0,92 c	0,33 b	1,08 bc	0,50 b
MB/M.9-20	19,5 b	10,2 bc	43,2 ab	28,4 b	0,93 c	0,32 b	1,00 c	0,54 b
Média	21,7	11,5	43,5	28,0	1,1	0,3	1,2	0,7
CV. (%)	12,8	12,9	15,9	10,4	9,1	11,2	12,1	17,0

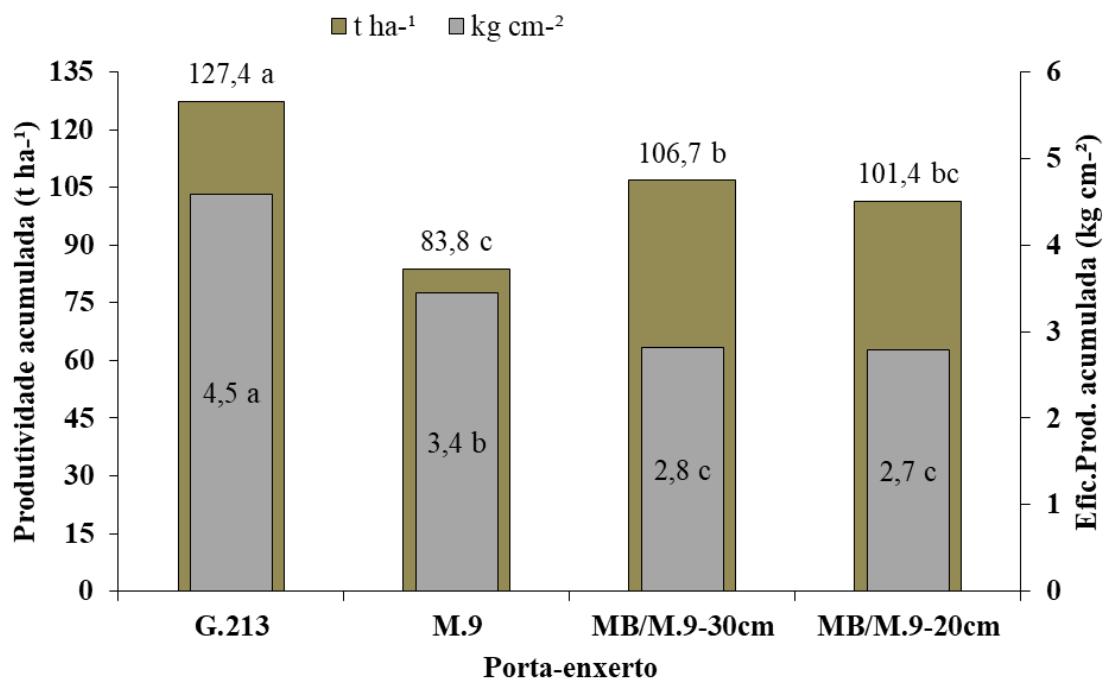
Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Ao observar a produtividade acumulada de quatro safras, verifica-se que o porta-enxerto anão G.213 foi superior ao anão M.9 e aos semi-vigorosos MB/M.9 de 20 e 30 cm (Gráfico 8), evidenciando seu potencial produtivo em áreas de replantio. Sabe-se que os porta-enxertos da série CG são selecionados para serem resistentes ao complexo de doenças em áreas de replantio (FAZIO et al., 2013). Dessa forma, e verificando os resultados vegetativos e produtivos deste experimento, evidencia-se que não basta apenas vigor conferido a cultivar copa, mas sim resistência genética do porta-enxerto para que se possa obter bons resultados em áreas de replantio de macieiras. Ao considerar os dois porta-enxertos anões, no acumulado de quatro safras, percebe-se que G.213 acumulou 43,6 toneladas a mais que M.9, o que representa um acréscimo de 34 % na produção.

Para a variável eficiência produtiva acumulada de quatro safras em área de replantio, o porta-enxerto G.213 foi 25, 38 e 40 % superior à M.9, MB/M.9 de 30 e MB/M.9 de 20 cm, respectivamente (Gráfico 8). Corroborando com Denardi et al. (2015), os quais verificaram maior eficiência produtiva com o porta-enxerto G.213 em relação ao M.9 no acumulado de cinco safras. Ao comparar os dois porta-enxertos mais comumente utilizados no Brasil (M.9 e Maruba/M.9), percebe-se que o Maruba/M.9 é mais produtivo que M.9 em áreas de replantio, no entanto, M.9 induz maior eficiência produtiva à cv. Maxi Gala que Maruba/M.9.

Gráfico 8 - Produtividade e eficiência produtiva acumulada de 5 safras com a cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.



Letras distintas entre as colunas para a mesma variável diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Não se verificou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os porta-enxertos para a variável firmeza de polpa em três, dos quatro anos avaliados, e para sólidos solúveis e diâmetro dos frutos nos quatro anos avaliados (Tabela 10). No ano de 2016 os frutos de Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos M.9, G.213 e MB/M.9 de 20 cm tiveram a maior firmeza de polpa, sendo que os últimos dois não diferiram de MB/M.9 de 30 cm (Tabela 10).

No ano de 2014, as maiores massas de frutos foram obtidas com os porta-enxertos MB/M.9 de 30 e 20 cm, sendo que estes não diferiram de M.9 que não diferiu de G.213. Nos anos subsequentes não foi verificado diferenças significativas para a variável massa do fruto (Tabela 10).

Tabela 10 - Firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro e massa dos frutos da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Firmeza (lb)			
	2014	2015	2016	2017
G.213	18,0 ns	17,0 ns	16,7 ab	17,7 ns
M.9	18,2	17,4	17,5 a	18,3
MB/M.9-30	17,3	16,9	16,3 b	18,4
MB/M.9-20	18,3	17,7	16,6 ab	18,2
Média	17,9	17,3	16,8	18,1
CV. (%)	4,1	9,9	3,3	2,6
Sólidos Solúveis (°Brix)				
G.213	12,5 ns	13,7 ns	10,8 ns	12,1 ns
M.9	11,7	12,2	11,3	12,0
MB/M.9-30	11,3	12,5	11,3	12,0
MB/M.9-20	11,9	12,3	11,3	12,0
Média	11,9	12,6	11,1	12,0
CV. (%)	7,3	6,4	4,2	5,2
Diâmetro do fruto (mm)				
G.213	65,6 ns	68,6 ns	63,4 ns	68,9 ns
M.9	66,4	73,5	61,4	69,4
MB/M.9-30	68,2	67,9	63	67,4
MB/M.9-20	69,0	65,1	63,5	69,8
Média	67,3	68,7	62,8	68,9
CV. (%)	2,6	7,9	3,2	2,42
Massa do fruto (g)				
G.213	113,5 b	155,7 ns	130,6 ns	162,1 ns
M.9	124,6 ab	150,3	121,4	169,9
MB/M.9-30	129,9 a	138,5	134,0	155,1
MB/M.9-20	130,2 a	135,7	136,0	166,6
Média	124,5	145,0	130,6	163,4
CV. (%)	5,6	7,5	6,2	6,2

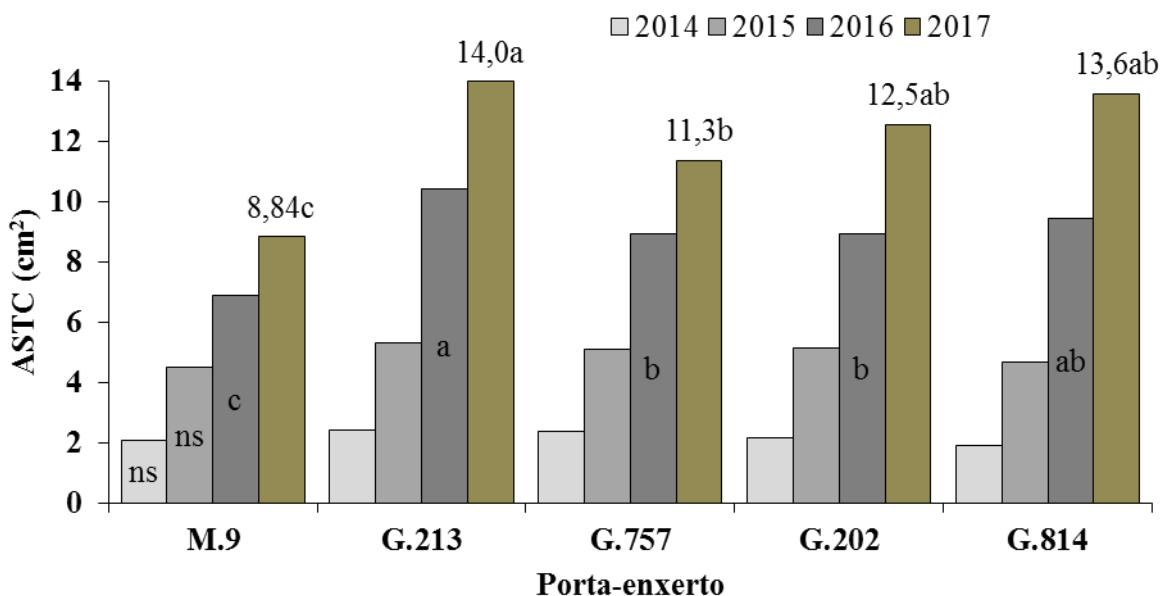
Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

### 5.5.2 Experimento 2. Cultivo da macieira ‘Maxi Gala’ enxertada sobre M.9, G.213, G.757, G.202 e G.814 em área de replantio.

No momento do plantio, em 2014, e um ano após (2015), os porta-enxertos não diferiram estatisticamente ( $P \leq 0,05$ ) em termos de área de seção transversal do caule. Posteriormente, nos anos de 2016 e 2017, verifica-se que todos os porta-enxertos da série CG proporcionaram maior crescimento à cv. Maxi Gala, quando comparados com M.9. Em 2017 (terceiro ano após o plantio), ao comparar os porta-enxertos da série CG, verifica-se que G.213 é mais vigoroso que G.757, G.757 não difere de G.814 e G.202, que não difere de G.213 e G.814 (Gráfico 9).

Gráfico 9 - Área da seção transversal do caule (ASTC) da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.



Letras distintas entre os anos diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

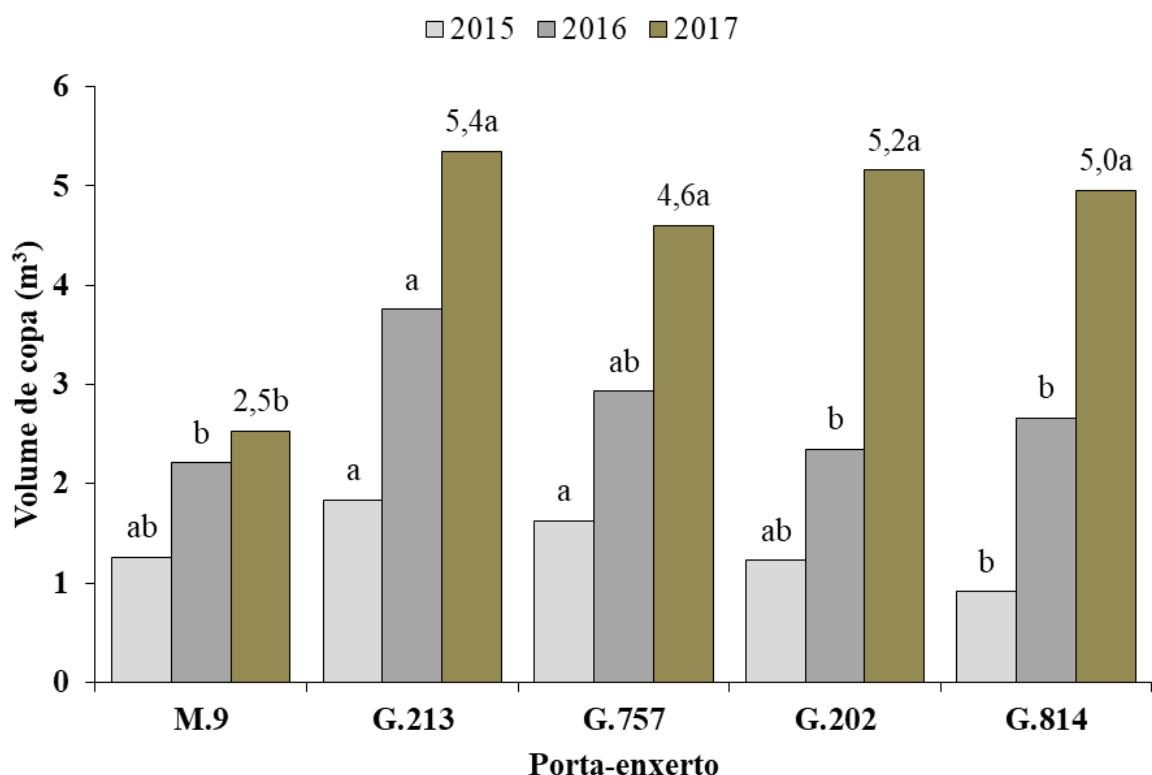
No ano de 2015, verifica-se maior volume de copa com os porta-enxertos G.213 e G.757, sendo que estes, não diferiram de G.202 e M.9. Este resultado pode estar influenciado pelo número de ramos que esses materiais continham no momento do plantio, pois ao se verificar a Tabela 11, é possível observar que G.814, porta-enxerto de menor volume de copa neste ano (Gráfico 10), tinha o menor número de ramos por planta. Em 2016, o porta-enxerto G.213 e G.757 proporcionaram os maiores volumes de copa, sendo que G.757 não diferiu de G.202, G.814 e M.9. No terceiro ano pós-plantio (2017), se observa maior crescimento da copa para os porta-enxertos da série CG em relação ao M.9 (Gráfico 10), mesma tendência visualizada para a variável ASTC (Gráfico 9). Ver imagens comparativas (Figura 5). Reginato (2009) sugere que existe um relativo êxito no uso de porta-enxertos, mesmo quando todos estão sujeitos aos efeitos do replantio, pois os que imprimem à cv. copa maior vigor, estão menos propensos aos problemas de replantio. Logo, até o presente momento, pode se verificar que os porta-enxertos da série CG são mais adaptados às condições adversas em áreas de replantio de macieiras, quando comparados com o M.9.

Figura 5 - Imagens comparativas da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, plantio 2014. Imagens superiores, inverno de 2016, plantas com 2 anos, imagens inferiores, pré-colheita da safra 2016/17. Vacaria-RS, 2018.



Fonte: Tiago Afonso de Macedo

Gráfico 10 - Volume de copa da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.



Letras distintas entre os anos diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Para a variável altura de plantas, se observa maiores crescimentos com os porta-enxertos G.814 e G.202, não estando muito claro o padrão de crescimento entre os porta-

enxertos G.213, G.757 e M.9 (Tabela 11). Seguindo a recomendação de que a altura das plantas não deve ultrapassar os 90 % do espaçamento entre filas (PALMER, 1989) (4 metros para este experimento), é possível observar que os porta-enxertos G.814 e G.202 estão mais próximos de atingir a altura desejada de 3,6 metros já no terceiro ano após o plantio. Apesar da literatura brasileira considerar o G.213 e G.202 porta-enxertos anões e G.814 semi-ananizante (DENARDI et al., 2015 e 2016; PASA et al., 2017), neste trabalho, até o terceiro ano após o plantio, considerando as variáveis ASTC, volume de copa e altura de plantas, verifica-se que estes três porta-enxertos conferem o mesmo vigor à cv. Maxi Gala em área de replantio de macieiras.

No momento do plantio, em 2014, os porta-enxertos continham distintos números de ramos antecipados, isso se deu em função da disponibilidade de mudas que a empresa tinha para a implantação do experimento. Assim, os porta-enxertos G.213 e M.9 continham mais ramos antecipados em relação à G.757, G.202 e G.814. Já, no segundo e terceiro ano após o plantio, percebe-se uma equalização no número de ramos das plantas de Maxi Gala e não se observam diferenças estatísticas entre os porta-enxertos para a variável número de ramos em área de replantio de macieiras (Tabela 11).

Tabela 11 – Altura da planta e número de ramos por planta da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Altura da planta m				Número de ramos/planta un		
	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016
M.9	1,9 ab	2,1 b	2,4 b	2,6 b	15,1 a	15,7 ns	17,4 ns
G.213	1,8 b	2,0 b	2,4 b	2,9 ab	19,5 a	18,8	18,4
G.757	2,0 ab	2,3 a	2,5 ab	2,8 ab	4,8 b	16,3	17,0
G.202	2,0 ab	2,3 a	2,6 ab	3,1 a	4,7 b	16,2	16,1
G.814	2,1 a	2,2 a	2,6 a	3,1 a	2,7 b	16,0	17,2
Média	1,9	2,2	2,5	2,9	9,4	5,1	17,2
CV. (%)	6,3	2,8	3,8	6,9	11,3	10,7	6,3

Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

No ano de 2014, ano de implantação do pomar, não foi mensurado a variável ângulo de inserção do ramo para a cv. Maxi Gala enxertada sobre G.814, pois a mesma não tinha a quantidade de ramos mínimos estipulados para quantificar esta variável. Neste mesmo ano, os porta-enxertos G.757 e G.202 proporcionaram maior abertura natural dos ramos em relação à G.213 e M.9 (Tabela 12). Isso pode estar relacionado com a condição de viveiro das mudas, pois, no viveiro, cada porta-enxerto é plantado em quadras diferentes, podendo estar localizada em uma condição de fertilidade de solo distinta, o que pode interferir no vigor da

planta e consequentemente ter reflexos na angulação dos ramos. Outro fator a considerar é a possível aplicação exógena de fitorreguladores indutores de ramificações laterais, os quais podem interferir na abertura do ângulo dos ramos (ROBINSON & SAZO, 2014). Além disso, a inserção de abertura do ramo no ano de 2014 (condição vinda do viveiro) pode estar influenciada pela quantidade de ramos antecipados que os mesmos continham, pois quanto maior a quantidade de ramos, maior é a competição por luz entre eles. Já, no segundo ano os porta-enxertos continham igual numero de ramos, não forma observadas diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre os porta-enxertos para a variável ângulo de ramo. Acredita-se que o porta-enxerto influencia a abertura natural dos ramos, bem como na distribuição e arquitetura que os mesmos conferem à planta no pomar, no entanto, neste trabalho não ficou clara a relação da influencia do porta-enxerto com o ângulo do ramo, sugerindo-se para posteriores experimentos o controle das condições na formação das mudas no viveiro.

Para as variáveis porcentagem de brindilas e esporões, verifica-se diferenças significativas um anos após o plantio, sendo que os porta-enxertos G.814, G.202, proporcionaram maior quantidade de brindilas, no entanto não diferiram de G.757 e G.213 que não diferiram de M.9 (Tabela 12). Esse dado corrobora com o encontrado por Denardi et al. (2013), os quais verificaram maior número de brindilas de frutificação na cv. copa quando enxertada sobre os porta-enxertos da série CG (G.213, G.202, G.210, G.30 e G.022) em comparação ao M.9. No segundo ano após o plantio não se observa diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre os porta-enxerto para estas mesmas variáveis. A maior quantidade de esporões no ano de 2015, foi encontrada com os porta-enxertos M.9, G.757, G.213 e G.202 sendo que os três últimos não diferiram de G.814. No ano de 2016 não foi observado diferenças significativas entre os porta-enxertos para a variável número de esporões (Tabela 12).

Foram verificadas diferenças significativas para a variável frutificação efetiva no ano de 2015, sendo que os porta-enxertos M.9 e G.213 conferiram à cv. Maxi Gala os maiores valores para esta variável (Tabela 12). A maior frutificação efetiva para os porta-enxertos M.9 e G.213 na primavera de 2015 se converteu em maior produtividade na safra 2015/16 (Tabela 13). Já nos dois anos subsequentes, não foi verificada diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre os porta-enxertos para a esta mesma variável.

Tabela 12 - Ângulo de inserção do ramo, estruturas reprodutivas (brindilas e esporões) e frutificação efetiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Ângulo do ramo		Brindilas		Esporões		Frutificação efetiva		
	-----°-----		-----%-----		-----%-----		-----%-----		
	2014	2015	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2017
M.9	64,4c	54,2ns	40,2b	40,4ns	57,6a	56,7ns	77,9a	28,7ns	67,8ns
G.213	67,2bc	53,4	47,9ab	42,4	52,1ab	57,6	77,2 <sup>a</sup>	26,5	87,4
G.757	75,3a	54,5	44,3ab	43,7	55,7ab	56,3	51,1b	19,4	78,8
G.202	71,3ab	53,6	50,3a	39,9	49,6ab	60,1	42,6b	27,5	102,7
G.814	-	56,3	53,3a	51,1	46,7b	48,9	52,1b	28,5	70,8
Média	69,5	54,4	47,1	43,5	52,3	55,9	60,2	26,1	81,5
CV. (%)	3,2	4,5	5,6	8,4	4,9	6,9	10,1	21,2	25,4

Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Para a variável produtividade, se verifica maior rendimento na primeira colheita da cv. Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos G.213 e M.9, sendo que M.9 não diferiu de G.757. Na segunda colheita, é possível observar o potencial produtivo de G.213 e G.814, os quais proporcionaram as maiores produções à cv. Maxi Gala (Tabela 13). No acumulado de duas safras se observa a superioridade do porta-enxerto G.213 em termos produtivos, resultado semelhante observado em outros ensaios e condições de plantio referentes a esta tese (Experimento 1 e 2 do Capítulo I e Experimento 1 do presente capítulo). A precocidade e alta produtividade da cultivar Gala enxertada sobre G.213, já nos primeiros anos após o plantio, vêm sendo observada também em ensaios na região do Meio-Oeste catarinense (DENARDI et al., 2015 e 2016). É importante destacar também o potencial do porta-enxerto G.814, pois o mesmo proporcionou a segunda melhor produtividade acumulada de duas safras. Pasa et al. (2016), em um ensaio com a cv. Imperial Gala enxertada sobre nove distintos porta-enxertos no município de São Joaquim-SC, verificaram a quarta melhor produtividade acumulada de quatro safras com o porta-enxerto G.814. Ao observar o crescimento inicial das plantas, ou seja, o vigor conferido à cv. Maxi Gala e o potencial produtivo pode-se vislumbrar que o porta-enxerto G.814 é um promissor porta-enxerto semi-ananizante para áreas de replantio de macieiras.

A eficiência produtiva da primeira safra, ano de 2016, foi obtida com os porta-enxertos G.213 e M.9, sendo que na segunda safra, ano de 2017, não foi verificado diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) para esta mesma variável (Tabela 14). A eficiência produtiva acumulada de duas safras foi maior com os porta-enxertos G.213 e M.9, sendo que os mesmos não diferiram entre si (Tabela 13). Denardi et al. (2016) em um ensaio com a cv. Gala enxertada sobre doze distintos porta-enxertos verificaram que no acumulado de cinco safras, G.213 e M.9 são estatisticamente iguais em termos de eficiência produtiva (3,06 e 2,42 respectivamente), sendo que neste mesmo ensaio, o porta-enxerto G.757 proporcionou a maior eficiência produtiva cumulada (4,34).

Tabela 13 - Produtividade e eficiência produtiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Produtividade			Eficiência produtiva		
	2016	2017	Acumulada	2016	2017	Acumulada
M.9	11,2 b	32,6 b	43,8 c	0,50 a	1,05 ns	1,56 a
G.213	19,5 a	52,7 a	72,3 a	0,63 a	1,05	1,69 a
G.757	7,7 bc	37,4 b	45,2 bc	0,28 b	0,92	1,21 b
G.202	5,2 c	36,5 b	41,7 c	0,18 b	0,82	1,01 b
G.814	5,8 c	47,8 a	53,1 b	0,20 b	0,98	1,18 b
Média	9,9	41,4	51,3	0,36	0,97	1,33
CV. (%)	21,1	11,1	8,5	21,8	16,4	10,5

Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Na primeira safra, ano de 2016, verificou-se maior firmeza de polpa de frutos da cv. Maxi Gala enxertada sobre o porta-enxerto G.202, sendo que este não diferiu de G.814, G.757 e G.213, os quais não diferiram de M.9. Na segunda safra, ano de 2017 não foram observadas diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) para a variável firmeza de polpa (Tabela 14).

Não foram observadas diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) para a variável sólidos solúveis nos dois anos de avaliados (Tabela 14).

Na primeira safra, ano de 2016, o diâmetro médio dos frutos da cv. Maxi Gala foi maior com os porta-enxertos G.213, G.814 e M.9, sendo que os dois últimos não diferiram entre si e de G.757 e G.202. Na segunda safra (2017) não foram observadas diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre os porta-enxertos para a variável diâmetro médio dos frutos (Tabela 14).

A massa média dos frutos da cv. Maxi Gala foi maior com os porta-enxertos G.213 e M.9, sendo que o M.9 não diferiu de G.757, G.202 e G.814 no ano de 2016. No ano de 2017 o porta-enxerto G.213 proporcionou os frutos mais pesados, sendo que o mesmo não diferiu G.757, G.202 e G.814, os quais não diferiram de M.9 (Tabela 14). Apesar de estes dados serem de apenas duas safras, o resultado corrobora com o encontrado por Denardi et al. (2016), os quais ao longo de cinco safras com a cv. Gala verificaram que o porta-enxerto G.213 proporcionou os frutos mais pesados.

Tabela 14 - Firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro e massa dos frutos da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos em área de replantio, Vacaria-RS, 2018.

Porta-enxerto	Firmeza polpa		Sólidos Solúveis	
	2016	2017	2016	2017
M.9	16,4 b	16,4 ns	10,1 ns	11,3 ns
G.213	16,9 ab	15,7	10,9	11,9
G.757	17,6 ab	16,1	10,9	11,6
G.202	18,9 a	16,3	10,1	11,8
G.814	17,9 ab	15,9	10,2	11,1
Média	17,6	16,1	10,5	11,5
CV. (%)	5,9	3,7	5,1	8,0
Diâmetro fruto				
mm				
M.9	65,1 ab	69,5 ns	133,1ab	153,2 b
G.213	67,2 a	71,3	148,9 a	174,7 a
G.757	64,5 b	71,2	126,1 b	163,5 ab
G.202	63,4 b	72,4	122,0 b	163,3 ab
G.814	65,5 ab	70,6	128,1 b	168,4 ab
Média	65,2	71,0	131,6	164,6
CV. (%)	1,8	3,0	7,2	6,4

Letras distintas na coluna diferem entre si para o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

## 5.6 CONCLUSÕES

*Após seis anos de avaliações em área de replantio de macieiras é possível concluir que:*

- O porta-enxerto G.213 e M.9 proporcionam o mesmo vigor à cv. Maxi Gala.
- O porta-enxerto G.213 é mais produtivo e proporciona maior eficiência produtiva à cv. Maxi Gala que M.9 e Marubakaido com interenxerto de M.9 de 20 e 30 cm.
- Marubakaido com interenxerto de M.9 de 30 e 20 cm proporcionam o mesmo vigor à cv Maxi Gala.
- Marubakaido com interenxerto de M.9 de 30 e 20 cm são duas vezes mais vigorosos que G.213 e M.9.
- Marubakaido com interenxerto de M.9 de 30 cm e 20 cm proporcionam igual produção à cv. Maxi Gala.
- A qualidade dos frutos da cv. Maxi Gala expressa em: firmeza de polpa, sólidos solúveis, diâmetro e massa média dos frutos não se altera em função do porta-enxerto utilizado.

*Até o terceiro ano após o plantio de macieiras Maxi Gala em área de replantio, é possível concluir que:*

- O porta-enxerto M.9 confere menor vigor que G.213, G.757, G.202 e G.814.
- Não existem diferenças na abertura natural dos ramos entre os porta-enxertos da série CG testados e o M.9.
- Os porta-enxertos G.213 e G.814 são precoces na entrada em produção.
- O porta-enxerto G.213 induz a produção de frutos maiores à cv. Maxi Gala.

## 5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas de macieiras enxertadas sobre G.213 e M.9 em área de replantio com espaçamento de 4 metros entre filas e 1 m entre plantas ainda não preencheram completamente os espaços, o que leva a sugerir o adensamento para esses dois porta-enxertos em combinação com a cultivar Maxi Gala. Sendo necessário também priorizar o crescimento das plantas, principalmente nos três primeiros anos após o plantio, para que seja possível preencher a parte superior do dossel vegetativo e assim aumentar a produtividade por unidade de área.

Ao observar o experimento 1 dos capítulos I e II e comparar área de solo virgem com área de replantio de macieiras é possível verificar que ‘G.213’ foi o porta-enxerto que teve a menor redução na produtividade acumulada (22 %), entre as duas condições distintas de plantio, sendo que M.9, MB/M.9-20 cm e MB/M.9-30 cm reduziram o equivalente a 33, 35 e 40 %, respectivamente.

Quando se observa os resultados do experimento 2 dos capítulos I e II, é possível verificar no acumulado de duas safras que em área de replantio de macieiras houve maior produtividade acumulada, isso se deve ao fato de no momento do plantio, terem destinadas as melhores mudas para a área de replantio, afetando positivamente na produção nos primeiros anos. Esse fato serve como uma sugestão para produtores que precisam implantar novos pomares em áreas de solo virgem e replantar em áreas de replantio, podendo fazer uma prévia classificação nas mudas disponíveis e destinando as de melhor padrão para áreas de replantio.

## **6 CAPITULO III: INTERAÇÃO DA QUANTIDADE DE FRIO E CALOR NA BROTAÇÃO DA CULTIVAR MAXI GALA ENXERTADA SOBRE DISTINTOS PORTA-ENXERTOS**

### **6.1 RESUMO**

No cultivo da macieira, em regiões de inverno ameno, é importante o conhecimento do acúmulo de horas de frio hibernal necessário para superação da dormência. Desta forma pode-se selecionar cultivares com maior ou menor exigência em frio para cada região produtora. O inadequado suprimento de frio afeta de forma negativa a uniformidade de brotação das plantas. Apesar da exigência em frio das principais cultivares produzidas no Sul do Brasil já serem conhecidas, pouco se sabe a respeito do requerimento de frio e calor dos porta-enxertos, bem como a interação do mesmo com a copa. O objetivo deste experimento foi avaliar a interação da quantidade de frio e calor na uniformidade de brotação dos porta-enxertos G.213, G.202, G.814 e M.9, bem como o comportamento da cultivar Maxi Gala enxertada sobre os mesmos e sobre G.757. O experimento foi realizado na Estação Experimental de Clima Temperado, Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria-RS. Foram avaliados quatro níveis de horas de frio: 400, 600, 800 e 1000 horas abaixo de 7,2 ° C. As plantas foram armazenadas em câmara fria com temperaturas entre 2 e 4 ° C até atingir o número de horas estipulado em cada tratamento, depois foram transferidas para uma câmara ‘Fitotron’ com temperatura entre 20 e 22 ° C, 12 horas de fotoperíodo e umidade relativa de 70 %. Nesse ambiente permaneceram até atingirem a brotação constante, sendo avaliado o número de gemas brotadas por um período de seis semanas. Observar-se que os porta-enxertos influenciam na brotação da cultivar copa, logo, se faz necessário à utilização de porta-enxertos que proporcionem melhores brotações em condições de invernos amenos. O porta-enxerto em ‘pé-franco’ G.814 é menos exigente em calor para brotar que os porta-enxertos G.213, G.202 e M.9, independente do suprimento de frio. A brotação da cultivar Maxi Gala varia em função das horas de frio, calor acumulado, expresso em graus dias e o porta-enxerto em que está enxertada; quando enxertada sobre G.213 e M.9 necessita de 800 HF e 748 GD e com G.814 necessita menos de 800 HF e 602 GD. Com o acúmulo de 400 horas de frio, a cultivar Maxi Gala brota melhor quando enxertada sobre o porta-enxerto G.213 e G.814, do que com e M.9. A cultivar Maxi Gala enxertada sobre G.202 e G.757 necessita de maior acúmulo de calor do que com os porta-enxertos G.213, G.814 e M.9 para atingir as mesmas brotações, independente do acúmulo de frio.

Palavras-chave: Horas de frio. Graus dia. Série CG.



## 6.2 ABSTRACT

In warm clime regions to grow apples, winter does not accumulate enough winter chill hours, and, to grow apples, is important to know how many winter chill hours occur on the area. This data make easy to choose a cultivar: high exigent, medium exigent or low exigent on winter chill hours to plant in that region. There is a negative effect on budburst uniformity on plants when an inadequate winter chill hours happens. It is already known the amount recommended necessity of chill hours for the main cultivars grown in southern Brazil, but is not known the exigency of chill hours of the rootstocks and the influence or interaction of rootstock in the commercial cultivar grafted on the top (canopy). The aim of this trial was to evaluate the interaction of the amount of chill (simulating winter chill hours) and heat (degrees day) in the budburst uniformity of rootstocks G.213, G.202, G.814 and M.9, as well the behavior of the cultivar Maxi Gala grafted on them and on G.757. The experiment was conducted at Experiment Station of Temperate Clime Fruit of Embrapa Grapes and Wine, at Vacaria-RS. It was evaluated four different winter chill hours levels: 400, 600, 800 and 1000 hours under 7,2 °C. The plants were stored in a cold room with temperatures between 2 and 4 °C until reach the number of hours stipulated in each treatment (level), after reach the amount of winter chill, they were moved to a 'Fitotron' (chamber with environment control) with temperature between 20 and 22 °C, 12 hours of photoperiod and relative humidity 70 %, then they were evaluated by the number of buds sprouted during six weeks. By the results found in this study it is possible to observe that rootstocks have influence on budburst of the grafted cultivar, therefore, it is necessary to recommend the use of rootstocks that provide better budburst under warm climate conditions. The G.814 'standing' rootstock (no graft) is less heat-demanding to budburst than the G.213, G.202 and M.9 rootstocks. With 400 hours of chill, the cultivar Maxi Gala sprouts better when grafted on rootstock G.213 and G.814 than with M.9. The Maxi Gala cultivar requires less hours of heat to sprout when longer hours of chill are applied. When it is grafted on G.213 and M.9 it needs 800 winter chill hours and with G.814 it seems to need less than 800 winter chill hours. The cultivar Maxi Gala grafted on G.202 and G.757 needs more accumulation of heat to reach the same budburst than with rootstocks G.213, G.814 and M.9.

Keywords: Chilling hours. Degrees day. CG series.



### 6.3 INTRODUÇÃO

No Sul do Brasil, as condições climáticas apresentam ampla variabilidade na distribuição dos frios hibernais, que são essenciais para assegurar bom desempenho comercial da pomicultura (CRUZ et al., 2009).

A temperatura é considerada o fator ambiental mais relevante que atua nos processos de indução e superação da dormência em plantas frutíferas de clima temperado (PÉREZ & LIRA, 2005). A macieira necessita de períodos de baixas temperaturas no outono e inverno, caso contrário, a planta continuará em dormência ou apresentará brotação e floração prolongadas e irregulares (PUTTI et al., 2003 b).

Dados de séries históricas de 1983 a 2009 mostram que no período de maio-agosto, o número de horas de frio foi de 657 em Vacaria-RS (CARDOSO et al., 2012). Pela restrição de frio hibernal, problemas associados ao metabolismo de gemas se manifestam com frequência em regiões onde o requerimento em frio não é suprido adequadamente (JACKSON, 2003).

O requerimento de frio é um fator limitante para a produção comercial de frutas de clima temperado em regiões de inverno ameno (CHARIANI & STEBBINS, 1994). Quando a necessidade de frio hibernal não é suprida, ocorre a desuniformidade de brotação (LEITE et al., 2006), afetando negativamente a produtividade e a qualidade dos frutos (BOTELHO et al., 2006). O conhecimento do requerimento de frio da espécie e da cultivar, é fundamental para que se obtenha sucesso na produção de frutíferas de clima temperado (PUTTI et al., 2003 b).

Segundo Erez (2000) existem evidências de que o porta-enxerto influencia na dormência da copa, pois há porta-enxertos que começam brotar antes de outros, e porta-enxertos que estimulam a brotação antecipada da cultivar copa enxertada sobre o mesmo. Esse fato pode estar relacionado com a produção de importantes hormônios produzido pelas raízes que interferem positivamente na brotação da planta, a citocinina é um dos mais relatados como precursor do arranque inicial na brotação (WANG et al., 1986). Para Young & Werner (1985) o requerimento em frio é afetado pelo tipo de estruturas presentes na planta e pelo porta-enxerto utilizado. Couvillon et al. (1984), avaliando a brotação da cv. Rome Beauty enxertada sobre M.7, M.26, MM.104 e MM.106 na primavera de 1982 em Vacaria-RS, após um inverno com acúmulo de frio hibernal de apenas 400 HF (Março à Julho), verificaram que os porta-enxertos influenciam na brotação da cultivar copa. Finetto (2003) avaliando a brotação de estruturas reprodutivas e vegetativas da cultivar Golden Delicious, enxertada sobre M.27, M.9 e M.26, verificou que os mesmos influenciam na brotação da cultivar copa, tendo em vista o requerimento em frio necessário para cada porta-enxerto.

Young & Werner (1985) avaliaram o requerimento em frio e o tempo necessário para que as plantas de seis distintos porta-enxertos atingissem 50 % de brotação, e verificaram que: porta-enxertos com menor exigência em frio e calor, podem influenciar na saída da dormência e na antecipação da brotação da cultivar copa.

No Brasil, o requerimento em frio das principais cultivares copas (Gala e Fuji e seus respectivos clones) já foi determinado. Depois de satisfeita a exigência de frio da planta, esta necessita de um acúmulo de calor para iniciar a brotação, sendo que as exigências de calor podem ser medidas em unidades térmicas ou graus dia (PUTTI et al., 2000).

Nos últimos anos, vem se testando novos porta-enxertos de macieiras no Brasil, no entanto, pouco se sabe sobre as exigências de frio e calor destes porta-enxertos e sua interação e influência na brotação da cultivar copa. Partindo deste pressuposto objetivou-se avaliar a exigência de horas de frio e de acúmulo térmico para superação da dormência de distintos porta-enxertos e sua influência na brotação da cultivar copa Maxi Gala.

#### 6.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2016 na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado da Embrapa Uva e Vinho, Vacaria-RS. Foram testados 4 níveis de acúmulo de frio: 400, 600, 800 e 1000 horas abaixo de 7,2 °C. As plantas foram acondicionadas em vasos de polietileno preto com capacidade de 20 litros. Utilizou-se a mistura de 40 % de terra, 40 % de cinza carbonizada e 20 % de substrato comercial. Após o plantio, as mudas foram transferidas para câmara frigorífica com temperatura abaixo de 7,2 °C, até atingirem o acúmulo de horas de frio definido. Então, foram transferidas para ambiente controlado (câmara fitotron) com temperatura de 20 a 22 °C, 12 horas de fotoperíodo e umidade relativa de 70 %. As mudas permaneceram até atingirem brotação constante, sendo avaliado semanalmente o número de gemas brotadas. No momento da avaliação do experimento as plantas estavam com três anos de idade.

O cálculo do acúmulo térmico, expresso em graus dia foi calculado pela fórmula:  $GD = \Sigma n [(T_{max} + T_{min}/2) - T_b]$ , onde,  $GD$ = total de graus dia acumulado,  $\Sigma n$ = soma do número de dias de calor até a data de avaliação,  $T_{max}$ = temperatura máxima diária (°C),  $T_{min}$ = temperatura mínima diária (°C) e  $T_b$ = temperatura base (5 °C).

Utilizaram-se os porta-enxertos G.213, G.814, G.202 e M.9 e plantas da cv. Maxi Gala enxertada sobre mesmos e com G.757. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado

com 5 repetições, sendo que cada planta constituiu uma unidade experimental. A porcentagem de gemas brotadas nas plantas enxertadas foi calculada considerando o total de gemas das brindilas e esporões, e para as plantas dos porta-enxertos (franco) foi considerada a totalidade de gemas presente na planta (brindilas + esporões, quando presentes + gemas laterais).

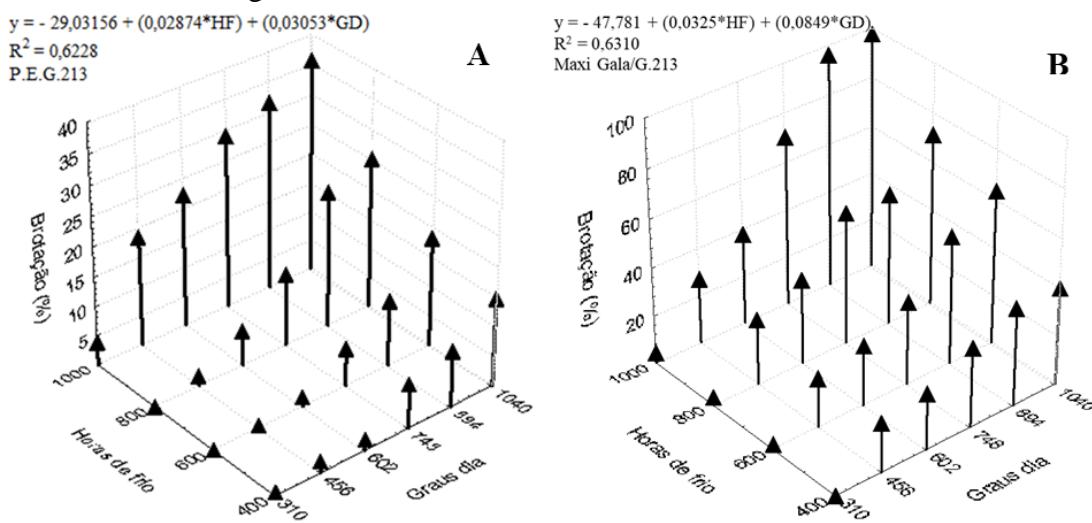
A porcentagem de brotação (%BR) em função das horas de frio (HF) e dos graus dia (GD) foram analisados pelo teste F e, para o caso de diferenças significativas, foi realizado a análise de regressão linear múltipla utilizando-se o aplicativo computacional SAS 9. Nos tratamentos onde não foram observadas diferenças significativas entre os três fatores (%BR, HF e GD), foi realizada regressão linear simples entre os dois fatores.

## 6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se correlação tripla entre a %BR/HF/GD para a cv. porta-enxerto G.213 e a cv. Maxi Gala enxertada sobre G.213 (Gráficos 11 A e B, respectivamente). O porta-enxerto G.213 (franco) aumenta a porcentagem de brotação de acordo com o aumento das HF e GD. Com 1000 HF e 456 GD se observa 20 % de brotação, no entanto, com 400 e 600 HF necessita de 1040 GD para atingir a mesma brotação de 1000 HF. Logo, se pode inferir que quanto maior o acúmulo de frio menor é a necessidade de calor expresso em GD para o porta-enxerto G.213 alcançar maiores brotações.

Conforme se aumenta as horas de frio e calor, há um aumento na brotação da cv. Maxi Gala sobre G.213. Obteve-se 20 % de brotações desde 400 a 1000 HF com 456 GD, sendo que 50 % de brotações foram alcançadas com 800 HF e 748 GD. É importante destacar para a cv. Maxi Gala sobre G.213 a capacidade de brotar com menor acúmulo de frio, pois se observa que com apenas 400 e 600 HF este porta-enxerto já proporcionou brotações que foram de 20 a 40 e 60 %, respectivamente para cada HF (Gráfico 11 B). A capacidade da cultivar copa enxertada sobre G.213 brotar melhor, mesmo em condições de baixo requerimento em frio vem sendo visualizada por produtores e técnicos de campo. Macedo et al. (2016), avaliando plantas de quatro anos de idade no campo, na primavera de 2014, ano de baixo acúmulo de frio hibernal (476 HF), verificaram que plantas de Maxi Gala enxertada sobre G.213 brotaram o equivalente a 68 % mais do que com o porta-enxerto M.9, e 33 % à mais que Maruba/M.9, para uma mesma data de avaliação. Denardi et al. (2013) verificou maior brotação em plantas de Gala quando enxertada sobre G.213 que em M.9 e Denardi et al. (2012) com a cv. Monalisa verificaram maior brotação com os porta-enxertos G.213 em relação ao M.9 e Maruba/M.9.

Gráfico 11 - Porcentagem de brotação do porta-enxerto G.213 (A) e de estruturas reprodutivas da cv. Maxi Gala enxertada sobre G.213 (B) em relação ao acúmulo de horas de frio e aos graus dias, Vacaria-RS, 2018.

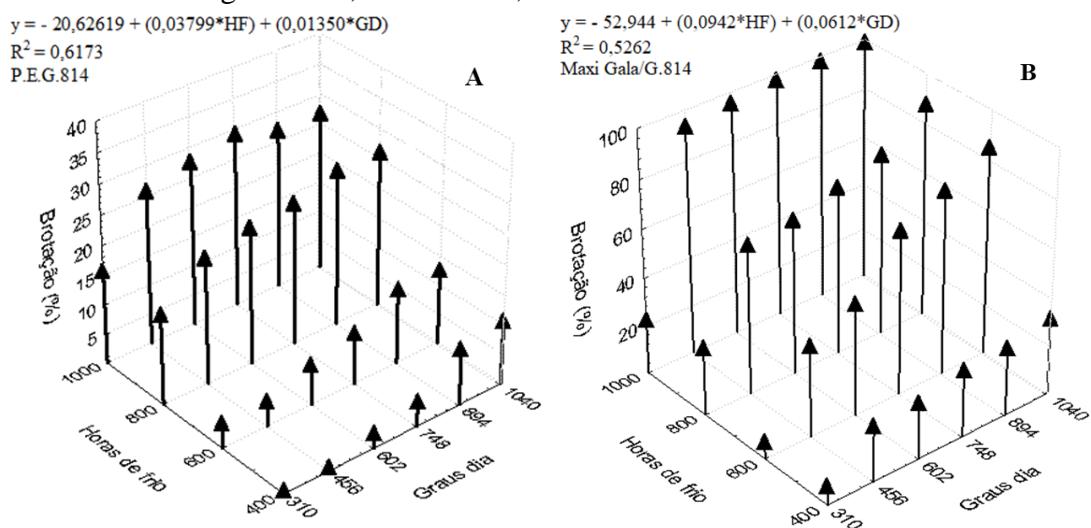


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Observou-se correlação tripla entre a %BR/HF/GD para o porta-enxerto G.814 e a cv. Maxi Gala enxertada sobre o mesmo (Gráficos 12 A e B, respectivamente). O porta-enxerto G.814 (franco) aumenta a %BR com o aumento das HF, mesmo com baixo acúmulo de GD. É possível observar que acima de 800 HF e com 310 GD, o porta-enxerto G.814, brotou acima de 15 %, estabilizando sua brotação com 800 HF e 456 GD, ou seja, quanto mais frio este porta-enxerto recebe, menor é a quantidade de calor que o mesmo necessita para alcançar a estabilidade de brotação.

Com a cv. Maxi Gala enxertada sobre G.814, se observa relação similar, pois, acima de 600 HF e 456 GD já se obteve brotações acima de 15 %, e acima de 600 HF e 748 GD se obteve brotações ao redor de 40 %. Sendo que 50 % de brotações foram alcançadas com 600 HF e 748 GD. Acima de 600 HF e 1040 GD é possível obter brotações superiores aos 80 %. Com 1000 HF, bastam apenas 456 GD para que a Maxi Gala sobre G.814 atinjam os 100 % de brotações. A partir disso, é possível inferir que a cv. Maxi Gala enxertada sobre o porta-enxerto G.814 brota bem quando submetida a maiores acúmulos de frio, mesmo com pouco calor acumulado, logo, esse porta-enxerto pode ser uma boa opção para regiões de elevada altitude, onde o acúmulo de frio no inverno é maior e as temperaturas primaveris são menores.

Gráfico 12 - Porcentagem de brotação do porta-enxerto G.814 e de estruturas reprodutivas da cv. Maxi Gala enxertada sobre G.814 em relação ao acúmulo de horas de frio e aos graus dias, Vacaria-RS, 2018.

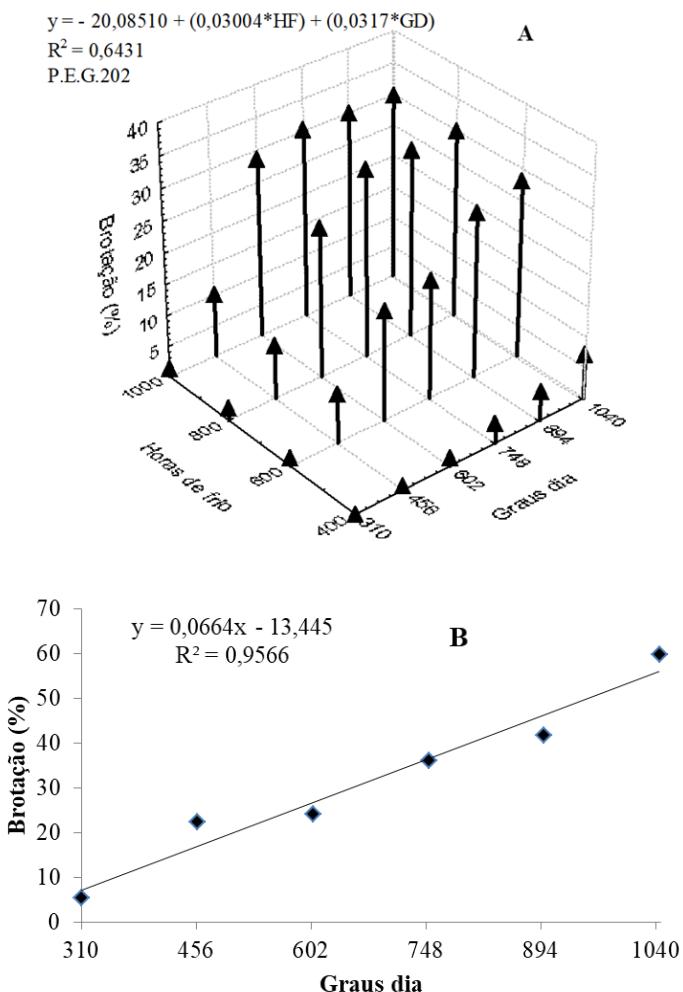


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Observou-se correlação tripla entre a %BR/HF/GD para o porta-enxerto G.202 (franco) (Gráfico 13 A). O porta-enxerto G.202 brotou aproximadamente 10 % com HF acima de 600 e 456 GD, alcançando os 30 % de brotação quando com 1000 HF e 602 GD, sendo que para chegar no mesmo 30 % com 600 HF, precisou de 1040 GD. Logo, percebe-se maior exigência em calor para G.202 (franco), quando comparado com o G.814 e G.213, dada um mesmo requerimento em frio.

Observou-se correlação linear simples entre a porcentagem de brotação e os graus dia para a cv. Maxi Gala enxertada sobre G.202 (Gráfico 13 B), ou seja, não se verificou efeito do acúmulo de frio na porcentagem de brotação em função do acúmulo de calor. A cv. Maxi Gala enxertada sobre G.202 aumentou de forma linear a brotação, de acordo com o aumento nos graus dia, independentemente do acúmulo de frio, sendo que de 456 a 602 GD atingiu brotações acima de 20 % e com 740 à 890 GD acima de 30 % e com 1040 GD atingiu 60 % de brotação (Gráfico 13 B).

Gráfico 13 – Porcentagem de brotação do porta-enxerto G.202 (A) em relação ao acúmulo de horas de frio e aos graus dias e porcentagem de brotação de estruturas reprodutivas da cv. Maxi Gala enxertada sobre G.202 (B) em relação aos graus dias, Vacaria-RS, 2018.

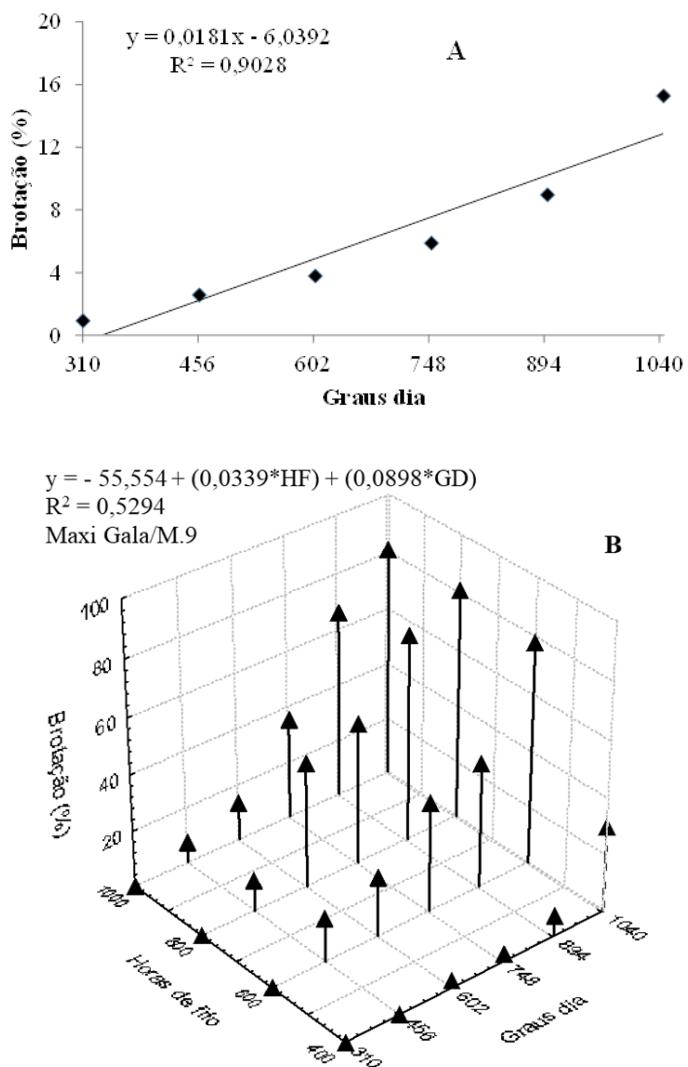


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Para o porta-enxerto M.9 (franco), houve correlação linear simples, ou seja, não se verificou efeito do acúmulo de frio na porcentagem de brotação em função do acúmulo de calor. Este porta-enxerto apresenta brotação deficiente, pois, mesmo com 1040 GD, a brotação ficou abaixo dos 20 %, sendo que para este mesmo acúmulo de calor (1040 GD) os porta-enxertos G.213, G.814 e G.202 apresentaram brotações acima dos 30 % (Gráfico 14 A).

Quando a cv. Maxi Gala foi enxertada sobre M.9 se observou correlação tripla entre a %BR/HF/GD (Gráfico 14 B). Com 400 HF a cv. Maxi Gala enxertada sobre M.9 não ultrapassou os 30 % de brotações, mesmo com o acúmulo de 1040 GD. Acima de 600 HF a brotação aumenta com o aumento do acúmulo de calor, sendo que 50 % de brotações foram alcançadas com 800 HF e 748 GD. É possível observar que a cv. Maxi Gala enxertada sobre M.9 necessita de mais de 800 horas de frio e grande acúmulo de calor para se ter uma considerável brotação.

Gráfico 14 - Porcentagem de brotação do porta-enxerto M.9 (A) em relação ao acúmulo de graus dia e porcentagem de brotação de estruturas reprodutivas da cv. Maxi Gala enxertada sobre M.9 (B) em relação ao acúmulo de horas de frio e aos graus dias, Vacaria-RS, 2018.

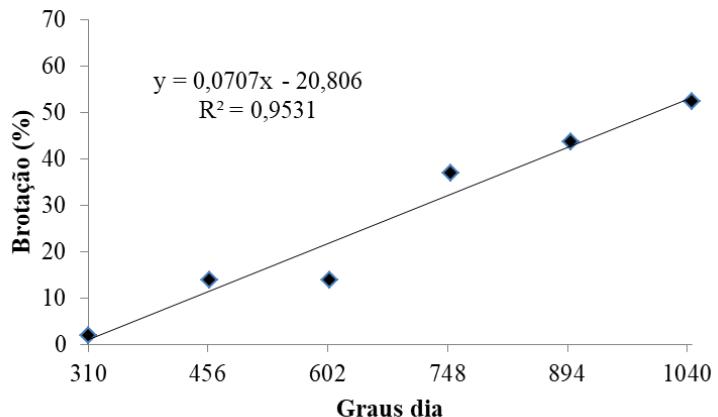


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Não foi observada interação tripla entre a %BR/HF/GD para a cv. Maxi Gala enxertada sobre G.757, ou seja, não se verificou efeito do acúmulo de frio na porcentagem de brotação em função do acúmulo de calor. Verificou-se apenas a interação entre a porcentagem de brotação e os graus dia, onde, a brotação aumentou linearmente de acordo com o aumento nos graus dia (Gráfico 15). Sendo que na faixa de 456 a 602 GD, Maxi Gala enxertada sobre G.757 brotou o equivalente a 15 %, passando dos 30 % com 758 GD e atingindo 50 % brotações com o acúmulo de 1040 GD.

Ao comparar a brotação da cv. Maxi Gala enxertada sobre G.757, G.202, G.213, G.814 e M.9, é possível verificar que ela brota menos com G.757 e G.202 em relação aos outros três porta-enxertos. ‘Maxi Gala’ com G.213 e G.814 alcançou brotações equivalentes a 100 % e com M.9 o equivalente a 80 % com o acúmulo de 1040 GD e 1000 HF. Já, com os porta-enxertos G.757 e G.202 a cv. Maxi Gala não ultrapassou os 60 e 70 % de brotação, respectivamente.

Gráfico 15 - Porcentagem de brotação de estruturas reprodutivas da cv. Maxi Gala enxertada sobre G.757 em relação aos graus dias, Vacaria-RS, 2018.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

As macieiras do grupo Gala necessitam de aproximadamente 700 horas de frio abaixo de 7,2 °C para a superação da dormência (PETRI, 2006). O resultado deste experimento corrobora com Petri (2006), pois é possível observar que as maiores brotações foram alcançadas acima de 600 horas de frio. Embora esta observação seja possível apenas com os porta-enxertos G.213, G.814 e M.9, com os quais se verificou correlação entre %BR/HF/GD.

Segundo Chariani & Stebbins (1994) o requerimento em frio estará satisfeito quando no mínimo 50 % das gemas brotarem, após um período de 30 dias submetido ao calor. Neste trabalho foram verificados 50 % de brotação aos 36 dias de calor com a cv. Maxi Gala enxertada sobre M.9 e G.213, quando submetida a 800 HF. Já, ‘Maxi Gala’ enxertada sobre

G.814 verificou-se brotações superiores a 50 % (61 %) aos 22 dias, quando esta combinação copa/porta-enxerto foi submetida a 800 HF. Lordan et al. (2017) comparando a brotação durante o inicio da estação de crescimento da cv. Honeycrisp, enxertada sobre dez distintos porta-enxertos em NY-EUA, verificaram que o G.814 foi o porta-enxerto que proporcionou uma das melhores brotações à cv. copa.

Young & Werner (1985) teorizam que porta-enxertos com menor exigência em frio e calor, podem influenciar na saída da dormência e na antecipação da brotação da cultivar copa. Ao observar os dados deste trabalho verifica-se que a hipótese de Young & Werner (1985) é verdadeira, pois, determinados porta-enxertos, como o G.814, precisam de menor acúmulo de calor para proporcionar as mesmas porcentagens de brotações que os demais, dado o mesmo acúmulo de frio.

Putti et al. (2003b) avaliando a necessidade de frio de cultivares de macieiras, verificaram que o menor tempo para a brotação ocorreu quando as plantas receberam maior número de horas de frio, demonstrando que há relação inversa e significativa entre o tempo médio da brotação e o suprimento de frio hibernal, associado às necessidades térmicas para brotação. Os dados encontrados neste trabalho corroboram com a afirmação de Putti et al. (2003b), tanto para a cv. Maxi Gala enxertada sobre os distintos porta-enxertos, como para os mesmos em ‘pé franco’.

Mesmo em anos com maiores acúmulos de frio no município de Vacaria-RS, não são supridas as necessidades de frio para superação da dormência das principais cultivares de macieiras utilizadas na região, sendo necessária a utilização de produtos químicos para a superação da dormência (CARDOSO et al., 2012). Os mesmos autores sugerem que o número de horas de frio não deve ser utilizado como único parâmetro indicativo para recomendar o cultivo da macieira em novas regiões ou para caracterizar as necessidades de novos genótipos. Corroborando com Cardoso et al. (2012), sugere-se nesse trabalho que deve ser levado em consideração a combinação de horas de frio, disponibilidade e constância de calor na primavera (graus dias) e a combinação da cv. copa com o porta-enxerto. Pois, através dos resultados encontrados neste estudo é possível observar que os porta-enxertos influenciam na brotação da cultivar copa, logo, se faz necessário à utilização de porta-enxertos que proporcionem melhores brotações em condições de inverno ameno.

## 6.6 CONCLUSÃO

- O porta-enxerto em ‘pé-franco’ G.814 é menos exigente em calor para brotar que os porta-enxertos G.213, G.202 e M.9, independente do suprimento de frio.
- A brotação da cultivar Maxi Gala varia em função das horas de frio, calor acumulado, expresso em graus dias e o porta-enxerto em que está enxertada; quando enxertada sobre G.213 e M.9 necessita de 800 HF e 748 GD e com G.814 parece necessitar menos de 800 HF e 602 GD.
- Com o acúmulo de 400 horas de frio, a cultivar Maxi Gala brota melhor quando enxertada sobre o porta-enxerto G.213 e G.814, do que com M.9.
- A cultivar Maxi Gala enxertada sobre G.202 e G.757 necessita de maior acúmulo de calor do que com os porta-enxertos G.213, G.814 e M.9 para atingir as mesmas brotações, independente do acúmulo de frio.

## 6.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da exigência em frio e calor de porta-enxertos e sua influência na brotação da cultivar copa torna-se uma ferramenta na identificação de materiais com potencial para regiões com inverno ameno. Pois ao identificar um porta-enxerto que influencie positivamente a brotação da cultivar copa, esse se torna uma ferramenta importante para plantios em regiões marginais de produção de maças. Bem como, pode vir a contribuir na redução de aplicação de fitorreguladores para a quebra de dormência. Esse tema necessita de atenção, pois ao identificar a combinação de materiais que naturalmente tenham facilidade de brotar, fruticultores poderiam estar economizando recursos com a aplicação de produtos, além da contribuição ambiental na diminuição destes no meio ambiente.

Ao verificar os dados deste trabalho é possível observar que o porta-enxerto semi-anão G.814 tem potencial para ser produzido em regiões de invernos ameno, pois com poucas horas de frio acumulada, se obteve consideráveis porcentagens de brotações. Além disso, esse mesmo porta-enxerto tem potencial para plantios em regiões de invernos rigorosos e primaveras amenas, como é o caso do município de São Joaquim, pois com poucas horas de calor acumulada o G.814 brotou melhor que os demais porta-enxertos testados. No entanto, é importante fazer ressalvas sobre este porta-enxerto sobre o fato do mesmo ter apresentado problemas com pulgão lanígero e suscetibilidade a algumas viroses.

## **7 CAPITULO IV: BALANÇO HORMONAL NA SEIVA DA CULTIVAR MAXI GALA ENXERTADA SOBRE DISTINTOS PORTA-ENXERTOS.**

### **7.1 RESUMO**

Os hormônios vegetais fazem parte e estão envolvidos nas principais etapas de desenvolvimento das plantas. Em plantas frutíferas, o efeito dos hormônios está relacionado com a indução e diferenciação de gemas, crescimento e arquitetura, formação, crescimento e maturação dos frutos, entre outros mecanismos. O objetivo deste trabalho foi extrair a seiva do xilema de plantas de macieiras da cultivar Maxi Gala enxertada sobre G.213, G.202, G.757, G.814, M.9, CAT16 e Marubakaido e quantificar os principais hormônios vegetais, correlacionando com aspectos ligados ao desenvolvimento das plantas. A extração da seiva foi realizada na primavera de 2017, quando plantas com três anos de idade, mantidas em vasos, iniciaram a brotação. Foi coletado um volume de 8 ml de seiva, extraído de três plantas. As amostras foram congeladas instantaneamente com nitrogênio líquido e armazenadas em ultrafreezer (-80 °C). A leitura e quantificação dos hormônios foram realizadas em UPLC-ESI-MS/MS, na Embrapa Uva e Vinho em Bento Gonçalves. Foram encontradas maiores concentrações de ácido salicílico na seiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos da série CG e M.9, do que com os porta-enxertos Marubakaido e CAT16. A citocinina Zeatin foi encontrada em maiores proporções com o porta-enxerto M.9, e a *trans*-Zeatin-Riboside com os porta-enxertos da série CG, M.9 e CAT16. As proporções máximas (100 %) de auxina, GA<sub>3</sub> e ABA foram encontradas na seiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre Marubakaido. Ácido Jasmônico foi encontrado em maiores proporções na seiva da cv. Maxi Gala sobre os porta-enxertos G.213, G.814 e Marubakaido. Não foi encontrado/quantificado GA<sub>4</sub> com nenhum porta-enxerto.

Palavras-chave: *trans*-Zeatin-Riboside. Zeatina. IAA. GA<sub>3</sub>. ABA.



## 7.2 ABSTRACT

Plant hormones are involved in the main stages of plant development. In fruit plants, the effect of hormones is related to the induction and differentiation of buds, growth and architecture, formation, growth and fruit maturation and other mechanisms. The aim of this work was extract sap from the xylem of apple plant cv. Maxi Gala grafted on different rootstocks and quantify the main plant hormones, correlating with aspects related to plant development. The sap extraction was carried out in 2017 spring, when three-year-old plants kept in pots started the budburst. A volume of 8 ml of sap, extracted from three plants was collected. Samples were frozen instantaneously with liquid nitrogen and stored in ultra-freezer (-20 ° C). The hormone quantification was performed in UPLC-ESI-MS/MS, at Embrapa Uva e Vinho in Bento Gonçalves-RS. Higher concentrations of salicylic acid were found in the sap of cv. Maxi Gala grafted on CG rootstocks series than in Marubakaido with M.9 and CAT16 rootstocks. Zeatin cytokinin was found in larger proportions in M.9 rootstock and *trans*-Zeatin-Riboside in CG series rootstocks, M.9 and CAT16. The maximum proportions (100 %) of auxin, GA<sub>3</sub> and ABA were found in the sap of cv. Maxi Gala grafted on Marubakaido. Jasmonic acid was found in larger proportions in the sap of cv. Maxi Gala on the rootstocks G.213, G.814 and Marubakaido. No GA<sub>4</sub> was found in any one rootstock.

Keywords: *trans*-Zeatin-Riboside. Zeatin. IAA. GA<sub>3</sub>. ABA.



### 7.3 INTRODUÇÃO

Os hormônios endógenos das plantas são responsáveis por regular/controlar diversos processos fisiológicos, inerentes ao desenvolvimento e produção das mesmas (DAVIES, 2010). Para Tworkoski et al. (2006), os hormônios relacionados com o crescimento das plantas têm funções específicas no desenvolvimento das mesmas, e podem ser afetados pelas práticas de manejo. Para Sumida e Komiyama (1997) o hábito de crescimento e a arquitetura das plantas são fatores cruciais para o sucesso de um pomar, pois o arranjo dos ramos afetará a distribuição das folhas e consequentemente a eficiência nos processos produtivos. A arquitetura da planta é influenciada pela angulação e posição dos ramos e pode ser modificado intencionalmente através da poda, arqueamento ou pelo uso de porta-enxertos (TWORKOSKI & MILLER, 2007). Um complexo grupo de sinais metabólicos, incluindo os hormônios, pode regular a ramificação das plantas (BEVERIDGE et al., 2003).

As concentrações de auxinas e citocininas presentes nas plantas influenciam a arquitetura das mesmas, regulando a dominância apical e o tempo padrão de crescimento de ramos axilares do corrente ciclo (BANGERTH et al., 2000). Além disso, a auxina produzida nos ápices caulinares e folhas jovens difundem-se para outras partes da planta, inibindo a formação de ramos laterais (SAZO & ROBINSON, 2011).

Em plantas frutíferas enxertadas, o controle do tamanho, relacionado ao vigor, e a forma das plantas se deve principalmente ao efeito conhecido de cada porta-enxerto (ROGERS & BEAKBANE, 1957). Os mecanismos de controle no tamanho da planta em função do uso de porta-enxertos anões não estão totalmente elucidados. O controle pode estar relacionado ao ponto de união entre o porta-enxerto e a cultivar copa, contribuindo para a redução do vigor da copa, pois, limita à comunicação hidráulica e hormonal do sistema radicular e a parte aérea (ATKINSON et al., 2003; TWORKOSKI & FAZIO, 2015). A redução do crescimento em plantas de macieiras enxertadas sobre porta-enxertos anões em relação aos vigorosos é atribuído à alteração/redução na concentração dos hormônios endógenos, incluindo a auxina, giberelina, ácido abscísico e citocinina (KAMBOJ et al., 1999).

Lordan et al. (2017) verificaram que, dentre cinco distintas auxinas, o indol-3-acético (IAA) é o mais abundante encontrado na seiva de plantas de macieiras enxertadas sobre distintos porta-enxertos. Lockard & Schneider (1981) teorizaram que os porta-enxertos anões controlam o vigor da macieira reduzindo o transporte basipetal de ácido indol-3-acético (IAA) para a raiz, o que limita o crescimento radicular e/ou a biossíntese de citocinina e

consequentemente a quantidade de citocinina produzida pela raiz e fornecida à copa. Concordando com essa hipótese, Kamboj et al. (1999) identificaram menores quantidades de citocinina (zeatin) no xilema de plantas de macieiras enxertadas sobre M.9, quando comparada com as plantas enxertadas sobre o porta-enxerto MM.106.

Ao contrário dos hormônios promotores de crescimento, a produção de inibidores do crescimento como ABA pode ser maior em porta-enxertos anões do que nos vigorosos (ROBITAILLE & CARLSON, 1976; YADAVA & DAYTON, 1972). Claramente, a natureza do porta-enxerto pode influenciar as relações hormonais das plantas de macieira (KAMBOJ & QUINLAN, 1997), afetando o desenvolvimento geral das mesmas (TWORKOSKI & FAZIO, 2016; TWORKOSKI, et al., 2016).

A quantificação hormonal em porta-enxertos e plantas de macieiras e em outras espécies frutíferas pode ser realizada através da maceração e extração de gemas e de casca ou por sucção de seiva diretamente do xilema. Kamboj et al. (1999) quantificaram hormônios em plantas de macieiras através da extração pela casca, Garighan (2017), utilizou metodologia de extração hormonal em gemas dormentes, enquanto Tworkoski & Fazio (2011) e Lordan et al. (2017) utilizaram a metodologia de extração de seiva pelo xilema.

Partindo do pressuposto que os porta-enxertos de macieiras têm influência no balanço hormonal das cultivares produtoras e, consequentemente, interferem nos processos fisiológicos das mesmas, objetivou-se quantificar os hormônios vegetais Ácido Indol-3-Acético, Zeatin, *trans*-Zeatin-Riboside, Ácido Giberélico - GA<sub>3</sub> e GA<sub>4</sub>, Ácido Abscísico, Ácido Jasmônico e Ácido Salicílico em plantas de macieiras ‘Maxi Gala’ enxertadas sobre distintos porta-enxertos.

## 7.4 MATERIAL E MÉTODOS

### 7.4.1 Coleta do Material

Coletou-se a seiva de plantas de ‘Maxi Gala’ enxertadas sobre os porta-enxertos G.213, G.757, G.202, G.814, M.9, CAT 16 e Marubakaido. As plantas tinham três anos de idade no momento da coleta e foram mantidas em vasos de polietileno preto com capacidade de 20 litros. No momento do plantio das mudas, os vasos foram preenchidos com uma mistura de 40 % de terra, 40 % de cinza carbonizada e 20 % de substrato comercial. As plantas foram mantidas nas condições de campo, sendo irrigadas e adubadas igualmente quando necessário.

A seiva das plantas foi coletada com o auxílio de um equipamento construído para esse fim (Protótipo (Figura 6 A), com funcionamento semelhante à bomba de 'Scholander'. Esse equipamento foi construído com capacidade para comportar uma planta inteira (planta de pequeno porte em vaso) (Figura 6 B e C). Este protótipo é uma réplica do equipamento do Dr. Tom Tworkoski da USD West Virginia - USA, que gentilmente forneceu a maquete por eles elaborada. A construção do protótipo foi realizada pelos técnicos do SENAI-Lages, os quais aceitaram o desafio de construir a referida máquina.

Para realizar a extração, cada planta foi acondicionada dentro da máquina (sistema radicular, ramos e folhas), deixando apenas um ramo exposto (Figura 6 D), para que desta forma se pudesse coletar a seiva, a qual era conduzida sob pressão de ar, com aproximadamente 8 kgf.

Figura 6 - Protótipo construído para extração de seiva de plantas (A), planta de macieira acondicionada em vaso (B), planta sendo acondicionada dentro da máquina (C) e detalhe de ramo exposto fora da máquina para coleta de seiva (D).



Fonte: Tiago Afonso de Macedo

As extrações foram efetuadas na primavera de 2017, quando as plantas iniciaram a brotação, sempre no período da manhã. As plantas não receberam tratamento químico para superação da dormência, e as extrações foram realizas quando cada combinação copa/porta-enxerto atingia ao menos a gema apical do tronco brotada e com no mínimo duas folhas expandidas (Figura 7). Utilizaram-se 3 plantas por combinação para extrair um volume de aproximadamente 8 ml de seiva. Para evitar possíveis perdas por evaporação ou termodegradação, foi utilizado gelo para resfriar a amostra que se acondicionava dentro de tubo tipo Falcon. A mangueira de polietileno branca, utilizada para conduzir a seiva da planta até o tubo Falcon foi recoberta com papel alumínio, evitando assim possíveis degradações

pela luz. Imediatamente após ser coletado o volume desejado, a amostra foi congelada em nitrogênio líquido e após foi armazenada em ultrafreezer com temperatura de -20°C.

Figura 7 - Imagens das plantas da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos e utilizadas para extração de seiva e quantificação de hormônios.



Fonte: Tiago Afonso de Macedo

#### 7.4.2 Quantificação Hormonal

As análises hormonais foram realizadas na Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves-RS, de acordo com protocolo elaborado e descrito por Garighan (2017). As amostras foram purificadas em colunas de extração em fase sólida (SPE - Solid Phase Extraction). Foram utilizadas colunas com sorbente polimérico de modo misto, para extração de compostos básicos com grupos catiônicos (Oasis® MCX 6cc. 150 mg) provenientes da Waters Corp. (USA).

- Inicialmente a coluna MCX recebe 5 ml de Metanol (Methanol, 99,9 %),

- Após é adicionado 5 ml de água Milli-Q (Merck Millipore), fracionado em duas vezes de 2,5 ml,
- Aplica-se o volume disponível da amostra, tendo como ideal 3 ml,
- Lava-se a coluna com 2 ml (1 M) de ácido fórmico,
- Processo de Eluição 1: adiciona-se 3 ml de Metanol (Methanol 99,9 %) e em seguida 1 ml de água MilliQ,
- Processo de Eluição 2: adiciona-se 1,5 ml de Hidróxido de Amônio (0,004M) (Ammonium Hydroxide), após adiciona-se mais 1,5 ml de Hidróxido de Amônio (0,04M) e por último mais 2 ml de Hidróxido de Amônio (0,4M), todos em água:metanol (4:1, v;v).
- Coleta-se o material em Tubo tipo Falcon e transfere-se para microtubo tipo eppendorff em volume de 2 ml, leva-se para secagem em centrifugação a vácuo, com 1000 rpm, temperatura de 40 °C com vácuo. A cada 40 minutos aproximadamente, completa-se o volume do eppendorff e volta a ligar a centrífuga, esse processo é realizado até a completa secagem da amostra.
- Após seca, a amostra é suspensa com 75 µL de Metanol e filtrada em filtro de PVDF 0,22 µm.

A leitura e quantificação dos hormônios Ácido Indol-3-Acético - AIA, Zeatin - Z, *trans*-Zeatin-Riboside – t-ZR, Ácido Giberélico - GA<sub>3</sub> e GA<sub>4</sub>, Ácido Abscísico - ABA, Ácido Jasmônico – JA e Ácido Salicílico - SA, foi realizada em UPLC-ESI-MS/MS (Waters Corp. USA). Para cada combinação porta-enxerto/Maxi Gala foi realizada uma extração em duplicatas com um padrão interno de concentração conhecida para verificar a eficiência de recuperação e o efeito de matriz durante as etapas de extração e quantificação. Os resultados foram expressos em nanogramas de hormônio por mililitros de amostra (ng/ml).

A análise estatística foi realizada em GraphPad Prism v6 usando repetição de médias para ANOVA de duas vias (two-way ANOVA) seguida pelo teste de Tukey para amostras paramétricas. As amostras não paramétricas foram analisadas por ANOVA de duas vias (two-way ANOVA), seguida do Teste de Friedman.

## 7.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

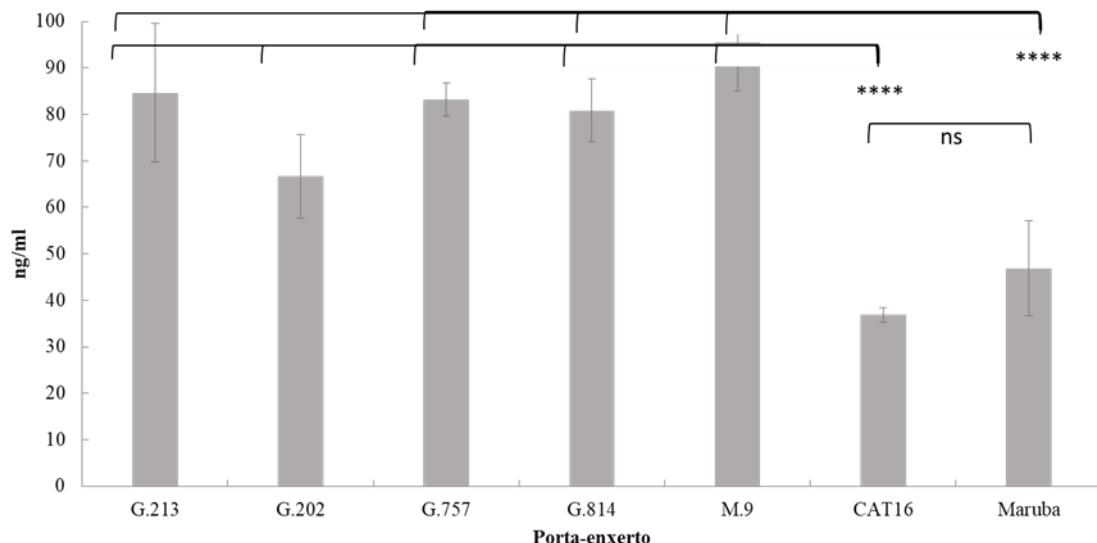
Não foi identificado (quantificado) GA<sub>4</sub> nas leituras de amostras de seiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre os distintos porta-enxertos. Motosugi et al. (1996), analisando diversas giberelinas com a cv. Fuji enxertada sobre Marubakaido e M.26, também não verificaram a presença de GA<sub>4</sub> em suas amostras. Os autores associaram este resultado com o trabalho de Looney et al. (1988), os quais verificaram relação entre GA<sub>4</sub> e a formação de gemas floríferas, sendo que, nas plantas utilizadas para extrair seiva e quantificar as giberelinas no experimento de Motosugi et al. (1996) não haviam flores. As plantas de Maxi Gala utilizadas para extração de seiva e quantificação de hormônios desta tese também não continham gemas floríferas no momento da extração.

Verificou-se diferença significativa entre os porta-enxertos apenas para o hormônio Ácido Salicílico (SA) ( $p<0.001$ ), não sendo observadas diferenças significativas na quantificação dos demais hormônios avaliados. As plantas de Maxi Gala enxertadas sobre todos os porta-enxertos da série CG e M.9 continham maiores concentrações de SA que CAT16 e Maruba, sendo que os dois últimos não diferiram entre si (Gráfico 16).

O ácido salicílico é um fitormônio fenólico que regula muitos aspectos do crescimento e do desenvolvimento vegetal, bem como várias respostas a estresses bióticos e abióticos (TAIZ & ZEIGER, 2017). Os mesmos autores explicam que este fitormônio está relacionado como sinalizador à indução de resistência por agentes patogênicos, como por exemplo quando ocorre o ataque de insetos sugadores, como os pulgões; rotas metabólicas relacionadas com o ácido salicílico serão ativadas na planta em resposta ao ataque. Todos os porta-enxertos da série CG são desenvolvidos para ser resistentes ao pulgão lanígero, o que poderia estar associado às altas concentrações de SA na seiva da cv. copa combinado com estes porta-enxertos. É conhecido que plantas com crescimento vigoroso, ou em condições de sombreamento, apresentam maior sensibilidade a ataques de patógenos, uma vez que seu metabolismo está direcionado ao crescimento (WANG *et al.*, 2017; RIVAS-SAN VICENTE & PLASENCIA, 2011). Os mesmos autores explicam que o oposto, ou seja, plantas anãs tendem a apresentar resistência a patógenos, pois seu mecanismo não está direcionado ao crescimento e sim mais sensível à sinalização de estresses. Apesar da gama de vigor encontrada entre os porta-enxertos da série CG, os mesmos encontram-se no mesmo nível do anão M.9 na quantificação hormonal do SA, indicando uma poderosa combinação de maior crescimento e resistência a patógenos. A menor concentração de SA e maior porcentagem de IAA (Gráfico 17 C) na seiva da cv. Maxi Gala sobre o porta-enxerto Maruba pode estar

associado à dominância apical. Pois, existem relatos que maiores concentrações endógenas de IAA e baixas de SA favorecem a dominância apical (SHAKIROVA et al., 2003; WANG et al., 2007; RIVAS-SAN VICENTE & PLASENCIA, 2011).

Gráfico 16 – Ácido Salicílico (SA) em amostras de seiva extraídas de plantas em vaso da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos. Two-way ANOVA + Friedman test, \*\*\*\* P<0.001.



Fonte: Elaborado pelo autor e Julio de Andrade Garighan, 2018.

A citocinina Zeatin foi observada em maiores proporções com o porta-enxerto M.9 e G.213 (Gráfico 17 A), e a *trans*-Zeatin-Riboside com os porta-enxertos da série CG, ao ser comparados com Maruba, M.9 e CAT16 (Gráfico 17 B). Segundo Davies (2010), a *trans*-Zeatin-Riboside é a citocinina encontrada em maiores quantidades na seiva de plantas de macieiras. Ao observar os Gráficos 17 A e B, verifica-se que as proporções de *trans*-Zeatin-Riboside são mais expressivas que a Zeatin na maioria dos porta-enxertos, corroborando com a afirmação de Davies (2010).

Os principais sítios de biossínteses das citocininas são os ápices radiculares das plantas (LETHAM, 1994; VAN STADEN & DAVEY, 1979). No entanto, sabe-se que hormônios produzidos em uma parte da planta, por exemplo, as raízes, podem ser transportados para o seu local de ação, como por exemplo, os ramos, onde influenciam no crescimento (KAMBOJ et al., 1999). O controle do crescimento dos ramos pelas raízes e vice-versa é conhecido como conceito de ‘mensagem hormonal’ de desenvolvimento de plantas (JACKSON, 1993). Verificou-se que o controle no crescimento dos ramos e o vigor da planta da cv. Maxi Gala, como um todo, é obtido principalmente com os porta-enxertos anões G.213 e M.9 (experimento 1 dos capítulos I e II), os quais conferiram as maiores concentrações de

Zeatin. Kamboj et al. (1999) encontraram maiores concentrações de Zeatin na cultivar copa Fiesta enxertada sobre porta-enxertos de menor vigor (M.9 e M.27) e maiores concentrações de *trans*-Zeatin-Riboside em porta-enxertos de maior vigor (MM.106). Os autores teorizam que essa diferença encontrada entre as citocininas nos distintos vígores entre os porta-enxertos, não está necessariamente relacionada com o controle do vigor conferido pelos porta-enxertos, e pode resultar das diferenças no período de crescimento dos mesmos. Erez (2000) sugere que as citocininas produzidas nas raízes do porta-enxerto estão ligadas à dormência da parte aérea, tendo efeito reconhecido na indução da brotação, pois, ao ter sua atividade antecipada nas raízes, poderia elevar os níveis destes fitohormônios na copa e assim promover antecipação da brotação. Belding & Young (1989) relataram que a citocinina (t-ZR) é necessária para dar início à brotação de gemas de macieiras, no entanto, não é a única responsável por dar início a esse processo. Lordan et al (2017) verificaram a maior uniformidade de brotação em plantas da cv. Honeycrisp enxertada sobre os porta-enxertos que conferiram as maiores concentrações de t-ZR. Partindo destes pressupostos, com a soma dos dados de brotação do capítulo III com o resultado da quantificação de Citocininas (principalmente a t-ZR) e ainda com observações relacionadas à uniformidade de brotação que vêm sendo acompanhadas em plantas no campo, sugere-se que a quantidade maior desse hormônio em porta-enxertos da série CG é um dos motivos pelo qual os mesmos proporcionam maior uniformidade de brotação da cultivar copa Maxi Gala.

A auxina IAA foi encontrada em maiores proporções com o porta-enxerto Maruba, e uma pequena quantidade com o porta-enxerto G.213, sendo que com os demais porta-enxertos avaliados não foi possível quantificar este hormônio (Gráfico 17 C). Kamboj & Quinlan (1997) encontraram maiores concentrações de IAA em porta-enxertos vigorosos (MM.104 e MM.111), quando comparados com de menor vigor (M.9 e M.27). Segundo Tworkoski & Miller (2007) a natureza do porta-enxerto influencia na relação entre a auxina e a citocinina que, por sua vez, está correlacionada com a brotação de plantas de macieiras. Para estes autores, quando a concentração de auxina for maior, ocorre dominância apical e o desfavorecimento da brotação lateral e, contrariamente, quando a concentração de citocinina é maior, a brotação lateral é favorecida. Lordan et al. (2017) encontraram correlação negativa entre a concentração de auxina e a brotação de plantas de Honeycrisp enxertada sobre distintos porta-enxertos.

Estas afirmações corroboram com a realidade dos pomares brasileiros que estão implantados sobre Maruba e Maruba/M.9, os quais apresentam alta dominância apical e brotação desuniforme no decorrer da primavera. Ao observar o Gráfico 17 C, verifica-se o

pico máximo de auxina presente no porta-enxerto Maruba; em contraposição, esse mesmo porta-enxerto tem menores concentrações de citocininas quando comparados com os porta-enxertos da série Geneva® (Gráfico 17 A e B), os quais vêm sendo relatados como porta-enxertos que induzem brotações uniformes às cultivares copas (DENARDI et al., 2013).

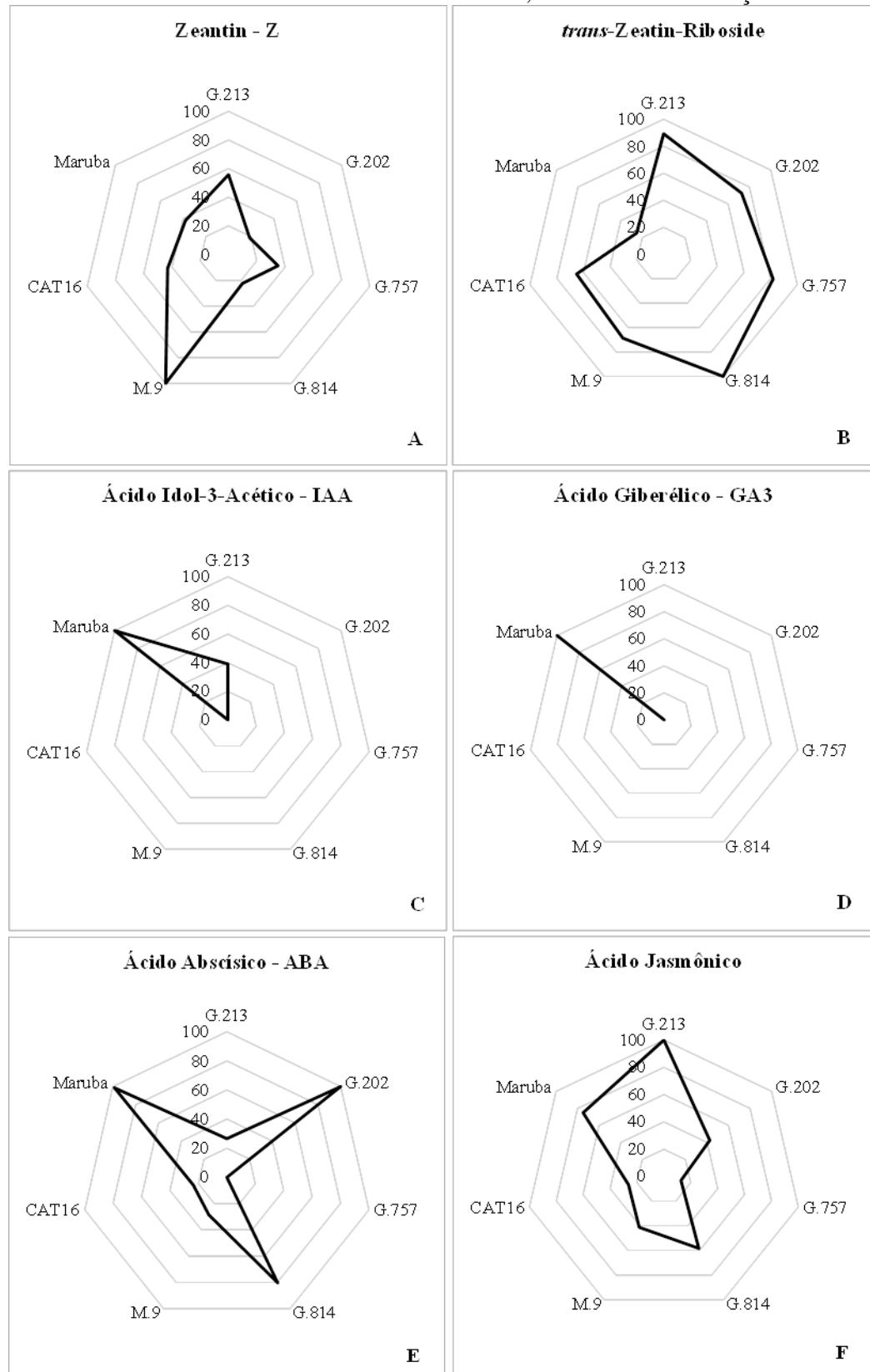
O ácido giberélico – GA<sub>3</sub> só foi quantificado com o porta-enxerto Maruba (Gráfico 17 D). Um dos efeitos mais admiráveis das giberelinas biologicamente ativas é alcançado por seu papel na promoção do alongamento celular, na indução do alongamento do entrenó, expansão foliar e germinação de sementes (TAIZ & ZEIGER, 2017; HEDDEN & KAMIYA, 1997). Bulley et al. (2005) verificaram que o efeito ananizante de porta-enxertos é devido aos níveis reduzidos de giberelinas bioativas, causada pela diminuição da expressão do gene da 20-oxidase. De acordo com a literatura acima, e em função do resultado encontrado, pode-se teorizar que, além do fator genético, a alta concentração da giberelina GA<sub>3</sub> presente no ‘Maruba’ é um dos motivos que fazem deste, ser um porta-enxerto vigoroso.

Verificaram-se maiores proporções de ácido abscísico – ABA, em plantas de Maxi Gala enxertadas com os porta-enxertos Maruba, G.202 e G.814. Os porta-enxertos G.213, M.9 e CAT16 apresentaram pequenas proporções de ABA e no porta-enxerto G.757 não foi verificado esse hormônio (Gráfico 17 E). Tworkoski & Fazio (2015), avaliando a cv. Fuji enxertada sobre quatro porta-enxertos Geneva®, encontraram maiores concentrações de ABA nos porta-enxertos de menor vigor (G.5087 e G.11) em relação aos mais vigorosos (G.41 e G.935). Elevados níveis de ABA, podem estar relacionados à capacidade do porta-enxerto em diminuir o vigor da planta (Kamboj et al., 1999; Kamboj & Quinlan, 1997; Tworkoski & Miller, 2007). Os resultados encontrados neste trabalho não corroboram com os encontrados pelos autores citados acima, pois no presente trabalho, verificaram-se maiores concentrações de ABA com a cv. Maxi Gala enxertada sobre os porta-enxertos vigorosos, em relação aos anões. Tendo em vista os relatos anteriores e verificando os resultados deste trabalho, sugere-se que o ABA encontrado em maiores concentrações, principalmente no porta-enxerto vigoroso Maruba, pode estar relacionado com o fato da não saída completa da dormência, ou seja, essa combinação copa/porta-enxerto ainda estava na transição da endodormência para ecodormência, sob efeito de altas concentrações de ABA e baixas concentrações de citocinina. Uma planta pode estar, simultaneamente, em diferentes estádios de dormência, visto que há uma grande diversidade de estado fisiológico na população de gemas das plantas (FAUST, 1997). Outra hipótese para o porta-enxerto Maruba é a forte dominância apical vista com as cultivares copas, quando enxertadas no mesmo. Pois, altas concentrações de auxinas na parte aérea da planta podem auxiliar a manter os níveis elevados de ABA nas gemas

laterais, impedindo a brotação e o crescimento das mesmas (TAIZ & ZEIGER, 2017). Ao observar a Figura 7 é possível visualizar que a planta de Maxi Gala enxertada sobre Maruba apresentava apenas a gema apical do tronco principal brotada, sendo que as gemas laterais estavam sem brotação no momento de extração de seiva. Em concordância com esse fato e com a teoria de Taiz & Zeiger (2017) e ao observar o Gráfico 17 C e E, se verifica maiores proporções de auxina e ABA com o porta-enxerto Maruba, reforçando a hipótese de que estes dois hormônios estão fortemente ligados à dominância apical. O que justificaria o fato de Maxi Gala enxertada sobre G.814 e G.202 não estarem sob efeito da dominância apical, é o fato de que estes porta-enxertos apresentam maiores concentrações de citocininas que Maruba (Gráfico 17 B), pois, a citocinina exerce uma inibição da auxina sobre o metabolismo de ABA (TAIZ & ZEIGER, 2017).

O Ácido Jasmônico (JA) foi observado em maiores proporções na cv. Maxi Gala sobre os porta-enxertos G.213 e Maruba, sendo que com G.757 verificou-se a menor proporção para esse hormônio (Gráfico 17 F). O JA está relacionado aos mecanismos de defesa da planta, sendo considerado um indutor de ‘Resistência Sistêmica Induzida’ (ISR, induced systemic-resistance) (TAIZ & ZEIGER, 2017). É considerado como sinalizador contra o ataque de insetos herbívoros, promotor de senescência foliar, indutor na formação de tricomas foliares e pelos radiculares (TAIZ & ZEIGER, 2017; DAVIES, 2010), indutor de resistência contra injúrias por baixas temperaturas em frutos de macieiras (YOSHIKAWA, et al., 2007), indutor do fechamento estomático em folhas de oliveiras (*Olea europaea* L.) (SANZ et al., 1993). Neste trabalho não foi possível correlacionar a presença de JA com possíveis resistências ou características que este hormônio pudesse estar influenciando no desenvolvimento da cv. Maxi Gala enxertada sobre os distintos porta-enxertos.

Gráfico 17 – Zeatin-Z (A), *trans*-Zeatin-Riboside (B), Ácido Indol-3-acético – IAA (C), Ácido Giberélico - GA3 (D), Ácido Abscísico - ABA (E) e Ácido Jasmônico-JA (F) em amostras de seiva, extraídas de plantas em vaso da cv. Maxi Gala enxertada sobre distintos porta-enxertos. Valores expressos em porcentagem, sendo definido como maior valor 100 %, e os outros em relação a ele.



Fonte: Elaborado pelo autor e Julio de Andrade Garighan, 2018.

## 7.6 CONCLUSÕES

- Existem maiores concentrações de ácido salicílico na seiva da cv. Maxi Gala quando enxertada sobre os porta-enxertos da série CG e M.9, que com os porta-enxertos Marubakaido e CAT16.
- A citocinina Zeatin apresenta maiores proporções com o porta-enxerto M.9, e a *trans*-Zeatin-Riboside com os porta-enxertos da série CG, M.9 e CAT16.
- As proporções máximas (100 %) de auxina, GA<sub>3</sub> e ABA são encontradas na seiva da cv. Maxi Gala enxertada sobre Marubakaido.
- Ácido Jasmônico é encontrado em maiores proporções na seiva da cv. Maxi Gala sobre os porta-enxertos G.213, G.814 e Marubakaido.

## 7.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A quantificação hormonal pode auxiliar na elucidação de muitos questionamentos inerentes a cultura da macieira. Aspectos como, distintos padrões de crescimento de uma mesma cultivar enxertada sobre diferentes porta-enxertos, produtividade, resistência contra patógenos e estresses ambientais entre outros. Para isso é necessário realizar a extração de seiva de plantas para posterior quantificação hormonal em distintos estágios de desenvolvimento, bem como em condições extremas, simulando modificações ambientais.

É importante ressaltar o cuidado que se deve ter no momento da extração da seiva, como por exemplo, o estádio de desenvolvimento das plantas, idade, tamanho, condições onde estão acondicionadas, nutrição e irrigação, pois pequenas alterações em algum destes quesitos podem resultar em grandes diferenças na leitura e quantificação dos hormônios, conduzindo o pesquisador a possíveis erros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAPOMI. Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã. 2016 a. **Dados estatísticos**. Disponível em: <http://agapomi.com.br/wp-content/uploads/Evol.-Ma%C3%A7%C3%A3s-3.pdf>. Acesso em 12 dez. 2017.

AGAPOMI. Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã. 2016 b. **Dados estatísticos**. Disponível em: <http://agapomi.com.br/wp-content/uploads/%C3%81rea-Vacaria-1.pdf>. Acesso em 12 dez. 2017.

ALVAREZ, R.; NISSEN, S. J.; SUTTER, E. G. Relationship between indole-3-acetic acid levels in apple (*Malus pumila* Mill) rootstocks cultured in vitro and adventitious root formation in the presence of indole-3-butyric acid. **Plant Physiology**, Bethesda, v.89, n.2, 439-443, 1989.

ALAYÓN LUACES, P. et al. 2008. Comportamiento de combinaciones portainjerto/cultivar de plantas jóvenes de manzanos de bajo requerimiento de horas de frío en San Luis del Palmar - Corrientes, Argentina. **AGROTECNIA**, In: [http://agr.unne.edu.ar/baunne/digital/AG\\_18\\_08\\_Alayon%20et%20al.pdf](http://agr.unne.edu.ar/baunne/digital/AG_18_08_Alayon%20et%20al.pdf). Acesso em 04 dez. de 2013.

ARMENDARIZ-ACOSTA, F.M. et al. Evaluación de portainjertos y metam sodium aplicado al suelo para resolver problemas de replante em manzano. **Tecnociencia**, Chihuahua, v.4, n.3, 126-131, 2010.

AQUINO, M. F.; BENITEZ, M. R. **Cadeia produtiva da maçã: produção, armazenagem, comercialização, industrialização e financiamentos do BRDE na região sul do Brasil**. Porto Alegre: BRDE, 2005. 65p.

ATKINSON, C.J. et al. Root and stem hydraulic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple (*Malus pumila* Mill.). **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.54, 1221–1229, 2003.

AUTIO, W. et al. Performance of 'Gala' apple trees on supporter 4 and different strains of 'B.9', 'M.9', and 'M.26' rootstocks as part of the 2002 NC-140 apple rootstock trial. **Acta Horticulturae**, Haia, v.903, 311–318, 2011a.

AUTIO, W. et al. Performance of Several Semi-Dwarfing Rootstocks with 'Fuji' and 'McIntosh' as Scion Cultivars in the 1999 NC-140 Semi-Dwarf Apple Rootstock Trials. **Acta Horticulturae**, Haia, v.903, n.8, 327-334, 2011b.

BANGERTH, F.; LI, C. J.; GRUBER, J. Mutual interaction of auxin and cytokinins in regulating correlative dominance. **Plant growth regulation**, v.32, n.2, 205-217, 2000.

BARRITT, B.H.; KONISHI, B.S.; DILLEY, M.A. Tree size. Yield and biennial bearing relationships with 40 apple rootstocks and tree scion cultivars. **Acta Horticulturae**, Haia, v.451, 105–112, 1997.

BELDING, R.; YOUNG, E. Shoot and root temperature effects on xylary cytokinin levels during budbreak in young apple trees. **HortScience**, Alexandria, v.24, n.1, 115–117, 1989.

BESSHO, H. et al. Breeding and genetic analysis of apple in Japan. In: HAYASHI, T., OMURA, M., SCOTT, N.S. (Ed.) **Techniques on gene diagnosis and breeding in fruit trees**. Tsukuba: Fruit Tree Research Station (FTRS), 231-240, 1993.

BERNARDI, J.; DENARDI, F.; HOFFMAN, A. Cultivares e porta-enxertos. In: Nachtigall, G.R. (Ed.) - Maçã: produção. Brasília, **Embrapa Informação Tecnológica**, 32-46, 2008. (Frutas do Brasil, 37).

BEVERIDGE, C. A. et al. Additional signaling compounds are required to orchestrate plant development. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.22, 15–24, 2003.

BLASCO, A.B.; ELSENFAZ, S.M.; JACKSON, J.E. The effect of rootstocks on the response of "Cox Orange Pippin" apple to fruit setting hormone sprays. **Journal Horticultural Science**, n.57, v.3, 267-275, 1982.

BLUM, U. et al. Phenolic acid content of soil from wheatno till; wheat- conventional till, and fallow-conventional till soybean cropping systems. **Journal of Chemical Ecology**. v.17, n.6, 1045-1067, 1991.

BONETI, J.I.S.; KATSURAYAMA, Y.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. Manejo da Sarna na Produção Integrada de Maçã. **Circular Técnica**, Bento Gonçalves: EMBRAPA. 2001, n.30, 19p.

BOUFALIS, A.; PELLISSIER, F. Allelopathic Effects of Phenolic Mixtures on Respiration of Two Spruce Mycorrhizal Fungi. **Journal of Chemical Ecology**, v.20, n.9, 2283-2289, 1994.

BOTELHO, R.V.; AYUB, R.A.; MÜLLER, M.M. Somatória de horas de frio e de unidades de frio em diferentes regiões do estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.7, n.1, 89-96, 2006.

BULLEY, S. M et al. Modification of gibberellin biosynthesis in the grafted apple scion allows control of tree height independent of the rootstock. **Plant Biotechnology Journal**, v.3, n.2, 215-223, 2005.

CAMELATTO, D et al. Efeito de flutuações de temperatura, horas de frio hibernal e reguladores de crescimento no abortamento de gemas florais de pereira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.1, 111-117, 2000.

CARDOSO, L.S. et al. Disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.11, 1960-1967, 2012.

CARDOSO, L.S. et al. Chill units for apples trees in the region of Vacaria-RS, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.2, 289-295, 2015.

CARLSON, R. F. Influence of interstem lengths of M8 clones (*Malus sylvestris* Mill.) on growth, precocity, yield and spacing of 2 apple cultivars. **Journal of The American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.10, 450-452, 1975.

COUVILLON, G.A. et al. Rootstock influences the chilling requirement of "Rome Beauty" apple in Brazil. **HortScience**, Alexandria, v.19, n.2, 255-256, 1984.

CHARIANI, K.; STEBBINS, R.L. Chilling requirements of Apples and Pear cultivars. **Fruit Varieties Journal**, v.48, n.4, 215-222, 1994.

CRUZ, G. et al. Levantamento de horas de frio nas diferentes regiões de Santa Catarina. **Agropecuaria Catarinense**, Florianópolis, v.22, n.1, 44-47, 2009.

CUMMINS, L.N.; ALDWINCKLE, H.S. Geneva 65-A disease-resistant superdwarfing rootstock for apples. **Compact Fruit Tree**, Chesterfield, v.25, 61-64, 1992.

CUMMINS, J.; ALDWINCKLE, H.; ROBINSON, T. **Apple tree rootstock named 'G.202'**. U.S. Patent Application n. 11/010,982, 15 jun. 2006. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US20060130195P1/en>. Acesso em: 12 dez. 2017.

CZYNCZYK, A. New dwarfing apple rootstocks from the Polish Breeding program. **Compact Fruit Tree**, Chesterfield, v.28, 68-76, 1995.

DAVIES, P.J. **The Plant Hormones: Their Nature, Occurrence, and Functions**, in: Plant Hormones., Springer Netherlands, Dordrecht, 2010, pp.1–15.

DENARDI, F. In: A Cultura da Macieira. Epagri. Florianópolis, 2006. Editora Pallotti. **Porta-enxertos**. 743p. p 169 - 227.

DENARDI, F.; SPENGLER, M.M. Comportamento da cultivar macieira Fuji (*Malus domestica*, Borkh) sobre três diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, 630-633, 2001.

DENARDI, F. et al. Efeito de porta-enxertos da indução de brotação à copa da cultivar de macieira Monalisa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22, 2012, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 3432-3435, 2012.

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

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

DENARDI, F. et al. Performance of new apple rootstocks for Gala variety in Southern Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.16, n.2, 147-152, 2016.

DENARDI, F.; KVITSCHAL, M. V.; HAWERROTH, M. C. Porta-enxertos de macieira: passado, presente e futuro. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.28, n.2, 89-95, 2015.

DI VAIO, C. et al. Effect of interstock (M.9 and M.27) on vegetative growth and yield of apple trees (cv "Annurca"). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.119, 270-274, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura da Maçã**. Brasilia: EMBRAPA/SEDE, 2004. 81p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**, 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2006. 306p.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. 2015. **Informativo Técnico**. N°: 005/15. Disponível em: [http://agapomi.com.br/wp-content/uploads/Informe-T%C3%A9cnico-005-15-AGOSTO-2015-rev-MC\\_AAS-C%C3%BCria.pdf](http://agapomi.com.br/wp-content/uploads/Informe-T%C3%A9cnico-005-15-AGOSTO-2015-rev-MC_AAS-C%C3%BCria.pdf). Acesso em: 18 dez.2017.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina 2017. **Informativo Técnico**. N°: 004/17. Disponível em: [http://ciram.epagri.sc.gov.br/images/monitora\\_frio/it00417\\_setembro2017.pdf](http://ciram.epagri.sc.gov.br/images/monitora_frio/it00417_setembro2017.pdf). Acesso em: 18 dez.2017.

EREZ, A. Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: Temperate fruit crops in warm climates. **Springer**, Dordrecht, p.17-48, 2000.

FAHAD, S. et al. Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review. **Plant Growth Regulation**, v.75, 391–404, 2015.

FAUST, M. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. **HortScience**, Alexandria, v.32, 623-629, 1997.

FAZIO, G. et al.. Implementation of molecular marker technologies in the Apple Rootstock Breeding program in Geneva - challenges and successes. **Acta Horticulturae**, Haia, v.903, p.61-68, 2011.

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

FAZIO, G. et al. 2017. **Apple tree rootstock 'G.213'**. United States Cornell University (Ithaca, NY, US), The United States of America, as Represented by the Secretary of Agriculture (Washington, DC, US). U.S. Patent: 20170094854. Disponível em: <http://www.freepatentsonline.com/y2017/0094854.html>. Acesso em: 12 dez. 2017.

FAZIO, G. et al. 2015. **Apple tree named 'G.814'**. United States Cornell University (Ithaca, NY, US), The United States of America, as Represented by the Secretary of Agriculture (Washington, DC, US). U.S. Paten: 20150342101. Disponível em: <http://www.freepatentsonline.com/y2015/0342101.html>. Acesso em: 12 dez. 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statisticalanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v.35, n.6, 1039-1042, 2011.

FERREE, D.C.; SCHMID, J.C. Early production of apple cultivars on M.9 and Mark rootstock. **Fruit Varieties Journal**, Warrington, v.48, n.2, 130-132, 1994.

FAO, Food and Agriculture Organization Of The United Nation. 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 12 dez. 2017.

FINETTO, G. A. The behaviour of some apple rootstocks in relation to the chilling requirement. In: **VII International Symposium on Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics 662**. 245-251, 2003.

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

GARIGHAN, J.A. Dissertação: **Padrão Hormonal durante a dormência de gemas de Macieira**. UFRGS. Porto Alegre-RS, dez. 2017, 116p.

GJAMOVSKI, V.; KIPRIJANOVSKI, M. Influence of nine dwarfing apple rootstocks on vigour and productivity of apple cultivar 'Granny Smith'. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.129, n.4, 742-746, 2011.

GREGORY, P.J.; GEORGE, T.S. Feeding nine billion: the challenge to sustainable crop production. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, n.62, 5233–5239, 2011.

GREGORY, P. J. et al. Contributions of roots and rootstocks to sustainable, intensified crop production. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.64, n.5, 1209-1222, 2013.

HARTMANN, N.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T. **Plant propagation: principles and practices**. 5. ed. Englewood Cliffs: Regents/Prentice-Hall, 1990. 647p.

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

HEDDEN, P.; KAMIYA, Y. Gibberellin biosynthesis: enzymes, genes and their regulation. **Annual review of plant physiology and plant molecular biology**, v.48, 431–460, 1997.

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. **Produção Agrícola**. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 12 dez. 2017.

IRIBARREN, A. C. I. Epidemiología del problema de replante en huertos de manzanas (*Malus domestica* Borkh.). Universidad de Talca. Fac. de Ciencias Agrarias. **Tesis**. Talca. 1997. 55 p.

JACKSON, M.B. Are plant hormones involved in root to shoot communication?. **Advances in Botanical Research**, v.1, 104–181, 1993.

- JACKSON, J. E. The shoot system. In: JACKSON, J. E. **Biology of apples and pears**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. p.157-211.
- JENSEN, P.J. et al. Rootstock-regulated gene expression profiling in apple trees reveals genes whose expression levels are associated with fire blight resistance. **Acta Horticulture**, Haia v.903, 87-93, 2011.
- JONKERS, H. Biennial bearing in apple and pear: a literature survey. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.11, n.4, 303-317, 1979.
- JOHNSON, W. C. et al. The USDA-ARS/Cornell University apple rootstock breeding and evaluation program. **Acta Horticulturae**, Haia, v.557, 35-40, 2001.
- KAMBOJ, J.S.; QUINLAN, J. D. The apple rootstock and its influence on endogenous hormones. In: **VIII International Symposium on Plant Bioregulation in Fruit Production**, v.463, 143-152, 1997.
- KAMBOJ, J. S. et al. Identification and quantitation by GC-MS of zeatin and zeatin riboside in xylem sap from rootstock and scion of grafted apple trees. **Plant Growth Regulation**, v.28, n.3, 199-205, 1999.
- KATSURAYAMA, J. M. Novos porta-enxertos e aumento da sensidade 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.
- KOIKE, H.; TSUKAHARA, K. Various interstem effects in combination with 'Marubakaido N-1' rootstock on 'Fuji' apple growth. **HortScience**, Alexandria, v.23, 580-581, 1988.
- LEITE, G.B. et al. Physiological and biochemical evolution of peach leaf buds during dormancy course under two contrasted temperature patterns. **International Journal of Horticultural Science**, Budapest, v.12, n.4, 15-19, 2006.
- LETHAM, D.S. (1994) Cytokinins as phytohormones – sites of biosynthesis, translocation, and function of transported cytokinin. In: **Mok DWS and Mok MC (eds) Cytokinins Chemistry, Activity, and Function**. London/Boca Raton: CRC Press, pp 57-81.
- LOCKARD, R.G.; SCHNEIDER, G.W. Stock and scion relationships and the dwarfing mechanism in apple. **Horticultural Reviews**, New York, v.3, 315–375, 1981.
- LOPES, F. et al. Evolução do uso do solo em uma área piloto da região de Vacaria, RS. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.10, 1038-1044, 2010.
- LOONEY, N. E., TAYLOR, J. S., PHARIS, R. P. Relationship of endogenous gibberellin and cytokinin levels in shoot tips to apical form in four strains of 'McIntosh' apple. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.113, 395-398, 1988.
- LORDAN, J. et al. Effects of apple (*Malus*× *domestica*) rootstocks on scion performance and hormone concentration. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.225, 96-105, 2017.

LUCKWILL, L.C. The control of growth and fruitfulness of apple trees. In: Luckwill LC and Cutting CV (eds) **Physiology of Tree Crops**. London, New York: Academic Press. p.237–254, 1970.

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

MACEDO, T. A et al. In: ORCHAD SYSTEMS SYMPOSIUM, 11., 2016. Integrating Canopy, Rootstock and Environment Physiology in Orchard Systems: **Anais...** Bologna, 2016. p.108.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2016/2017 a 2026/2027 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília: Mapa/ACS, 2017. 79 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projcoes-do-agronegocio/projcoes-do-agronegocio-2017-a-2027-versao-preliminar-25-07-17.pdf> . Acesso em: 25 de novembro de 2017.

MARCON FILHO, L.J. et al. Aspectos produtivos e vegetativos de macieiras cv. Imperial Gala interenxertadas com M.9. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.3, 2009.

MAZZOLA, M. et al. Interaction of brassicaceous seed meal and apple rootstock on recovery of Pythium spp. and Pratylenchus penetrans from roots grown in replant soils. **Plant Disease**, v.93, 51–57, 2009.

MERWIN, I.A. et al. Developing an integrated program for diagnosis and control of replant problems in New York apple orchards. **New York Fruit Quarterly**, Geneva, v.9, 11–15, 2001.

MONDIN, P.V.; LESSA, O.A. **A Cultura da Macieira**. Epagri. Florianópolis, 2006. Editora Pallotti. Cap. 10 Preparo do solo e implantação do pomar. 743p. p.335 - 339.

MOTOSUGI, H. et al. Endogenous gibberellins in the xylem exudate from apple trees. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v.60, n.9, 1500-1502, 1996.

MÜLLER, M.; MUNNÉ-BOSCH, S. Rapid and sensitive hormonal profiling of complex plant samples by liquid chromatography coupled to electrospray ionization tandem mass spectrometry. **Plant Methods**, v.7, n.37, 2011.

NACHTIGAL, G.R.; SANHUEZA, R.M.V.; PROTAS, J.F.S. (Ed.). Normas para produção integrada de maçãs no Brasil. In: Reunião sobre o sistema de produção integrada de macieira no Brasil, v.1, 1998, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA – Uva e Vinho, 1998. p.30-40.

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

PALMER, J. W. 1989: Canopy manipulation for optimum utilization of light. Pp. 245-262 in: **Manipulation of fruiting**. 47th Nottingham Easter School. Wright, C. J. ed. London, Butterworths.

PARRA, Q.; GUERRERO, P. Efecto del portainjerto sobre la calidad del fruto em manzano (*Malus domestica* Borkh) cv. Starkspur Supreme Delicius. **Revista Fitotecnica**, México, v.21, 37-48, 1998.

PASA, M.S. et al. Hábito de frutificação e produção de pereiras sobre diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Florianópolis, v.46, n.9, 998-1005, 2011.

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

PASA, M. S. et al. Desempenho produtivo de macieiras ‘Fuji’ em porta-enxertos da série CG. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.30, n.1, 61-65, 2017.

PELEG, Z.; BLUMWALD, E. Hormone balance and abiotic stress tolerance in crop plants. **Current Opinion in Plant Biology**, v.14, p.290–295, 2011.

PEREIRA, A.J. Influência de interenxertos sobre o vigor e produtividade de plantas de macieira cvs. Gala e Fuji. **Jornal da Fruta**, Lages, n.65, p.10, 1999.

PEREIRA, T. P.; FONTANA, D. C.; BERGAMASCHI, H.. O Clima da Região dos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul: condições térmicas e hídricas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.15, n.2, 145-157, 2009.

PEREIRA, L. B.; SIMIONI, F.J.; CARIO, S. A.F. Evolução da produção de maçã em Santa Catarina: novas estratégias em busca de maior competitividade. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v.31, n.1, 1-26, 2010.

PÉREZ, F.J.; LIRA, W. Possible role of catalase in post-dormancy bud break in grapevines. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v.162, 301-308, 2005.

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

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

PUTNAM, A.R.; DUKE, W.D. Allelopathy in agroecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.16, 431-451, 1978.

PUTTI, G. L.; MENDEZ, M.; PETRI, J. Unidades de frio e de calor para a brotação de macieira (*Malus domestica*, B.) “Gala” e “Fuji”. **Current Agricultural Science and Technology**, v.6, n.3, 2000.

PUTTI, G. L.; PETRI, J. L.; MENDEZ, M. E. Temperaturas efetivas para a dormência da macieira (*Malus domestica*, Borkh). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, 210-212, 2003(a).

PUTTI, G. L.; PETRI, J. L.; MENDEZ, M. E. Efeito da intensidade do frio no tempo e percentagem de gemas brotadas em macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, 199-202, 2003 (b).

REGINATO, G.; MESA, J.K. Replante em huertos de manzana. **Revista Fruticultura**, v.2, 24-29, 2008.

REGINATO, G. M. La Replantación de Frutales, Ensayos controlados en Chile Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, 2009. **Serie Ciencias Agronómicas**, n.13,120 p. 2009.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2.ed. New York: Academic Press, Orlando, 1984. 422 p.

RIOS-VELASCO, C. et al. Enfermedades radiculares en manzano (*Malus domestica* Borkh) en huertos del estado de Chihuahua y su manejo. **Boletín técnico**. Proyecto 362, Fundación Produce. 2014.

RIVAS-SAN VICENTE, M.; PLASENCIA, J. Salicylic acid beyond defence: Its role in plant growth and development. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.62, n.10, 3321–3338, 2011.

ROBINSON, T.L. 2003. **Apple-orchard planting systems**. In: Apple; botany, production and uses. P 345-407. D.C. Ferree and I.J Warrington (ed). CABI Publishing, Cambridge, MA, USA.

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

ROBINSON, T.L.; WÜNSCHE, J.; LAKSO, A.N. The influence of orchard system and pruning severity on yield, light interception, conversion efficiency, partitioning index and leaf area index. **Acta Horticulturae**, Haia, v.349, 123-127, 1993.

ROBINSON, T.; ALDWINCKLE, H.; FAZIO, G.; HOLLERAN, T. The Geneva series of apple rootstocks from Cornell: performance, disease resistance, and commercialization. **Acta Horticulturae**, Haia, v.622, 513-520, 2003.

ROBINSON, T.L.; HOYING, S.A.; FAZIO, G. Performance of Geneva rootstocks in on-farm trials in New York. **Acta Horticulture**, Haia, v.903, 249-256, 2011.

ROBINSON, T. L. et al. Field performance of Geneva® apple rootstocks in the Eastern USA. **Sodininkystė ir daržininkystė**, v.25, n.3, 181-191, 2006.

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**, Geneva, v.23, 293- 302, 2014.

ROBINSON, T. et al. A vision for apple orchard systems of the future. **New York Fruit Quaterly**, Geneva, v.21, 11-16, 2013.

ROBITAILLE, H.; CARLSON, R.F. Gibberellic and abscisic acid-like substances and the regulation of apple shoot extension. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.101, 388–392, 1976.

ROGERS, W.S.; BEAKBANE, A.B. Stock and scion relations. **Annual Review of Plant Physiology**, Bethesda, v.8, 217-236, 1957.

ROSS, J.J. et al. Plant hormone interactions: How complex are they?. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.141, 299–309, 2011.

RUMBERGER, A. et al. Rootstock genotype and orchard replant position rather than soil fumigation or compost amendment determine tree growth and rhizosphere bacterial community composition in an apple replant soil. **Plant and Soil**, Johannesburg, v.264, 247–260, 2004.

SANSAVINI, S. Nuovi impianti e qualità delle melle. In: SANSAVINI, S.; ERRANI, A. *Frutticoltura ad alta densità, forme e tecniche di potatura*. Bologna: **Edagricola**, p.3-25, 1998.

SANZ, L.C. et al. Effect of methyl jasmonate on ethylene biosynthesis and stomatal closure in olive leaves. **Phytochemistry**, v.33, 285–289, 1993.

SAUD, S. et al. Silicon application increases drought tolerance of kentucky bluegrass by improving plant water relations and morphophysiological functions. **Scientific World Journal**, v.2014, 2014.

SAURE, M.E. Dormancy release in deciduous fruit trees. **Horticultural Reviews**, New York, v.7, 239-300, 1985.

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

SELEZNYOVA, A.N. et al. Analysis of the earliest-observed expression of dwarfing rootstock effects on Young apple trees, using application of Markovian models. **Acta Horticulturae**, Haia, v.732, 79–84, 2007.

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

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

SHAKIROVA, F.M. et al. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. **Plant Science**, Limerick, v.164, 317–322, 2003.

SUMIDA, A.; KOMIYAMA, A. Crown spread patterns for five deciduous broad-leaved woody species: ecological significance of the retention patterns of larger branches. **Annals of Botany**, v.80, 759–766, 1997.

SKIRYCZ, A.; INZÉ, D. More from less: plant growth under limited water. **Current Opinion in Biotechnology**, v.21, 197–203, 2010.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Tradução: Alexandra Antunes Mastroberti, .... et al.] ; revisão técnica: Paulo Luiz de Oliveira. – 6. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TUTEJA, N. Mechanisms of high salinity tolerance in plants. **Methods Enzymol**, v.428, 419–438, 2007.

TWORKOSKI, T.; MILLER, S. Endogenous hormone concentrations and budbreak response to exogenous benzyl adenine in shoots of apple trees with two growth habits grown on three rootstocks. **Journal of Horticultural Science**, Asford, v.82, 960–966, 2007.

TWORKOSKI, T.; MILLER, S.; SCORZA, R. Relationship of pruning and growth morphology with hormone ratios in shoots of pillar and standard peach trees. **Journal of plant growth regulation**, v.25, n.2, 145-155, 2006.

TWORKOSKI, T.; FAZIO, G. Physiological and morphological effects of size-controlling rootstocks on 'Fuji' apple scions. **Acta Horticulturae**, Haia, v.903, 865-872, 2011.

TWORKOSKI, T.; FAZIO, G. Effects of size-controlling apple rootstocks on growth, abscisic acid, and hydraulic conductivity of scion of different vigor. **International journal of fruit science**, v.15, n.4, 369-381, 2015.

TWORKOSKI, T.; FAZIO, G. Hormone and growth interactions of scions and size-controlling rootstocks of young apple trees. **Plant growth regulation**, v.78, n.1, 105-119, 2016.

TWORKOSKI, T.; FAZIO, G.; GLENN, D.M. Apple rootstock resistance to drought. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.204, 70–78, 2016.

VAN STADEN, J.; DAVEY, J.E. The synthesis, transport and metabolism of endogenous cytokinins. **Plant Cell Environment**, v.2, 93–106, 1979.

WANG, D. et al. Salicylic acid inhibits pathogen growth in plants through repression of the auxin signaling pathway. **Current Biology**, v.17, n.20, 1784-1790, 2007.

WANG, S.Y.; STEFFENS, G.L.; FAUST, M. Breaking bud dormancy in apple with a plant bioregulator, thidiazuron. **Phytochemistry**, v.25, 311-317, 1986.

WEBSTER, A. D. Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigour, precocity, and yield productivity. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v.23, n.4, 373-382, 1995.

WEBSTER, A.D.; WERTHEIM, S.J. **Apple rootstocks**. In: Ferree DC, Warrington IJ (ed.) Apples: Botany, Production and Uses. Wallingford: CABI Publishing, CAB International, 2003: 91–124.

WERTHEIM, S.J. **Rootstock guide: apple, pear, cherry**, European plum. Fruit Research Station, Wilhelminadorp, The Netherlands. 1998, 144p.

YADAVA, U.L.; DAYTON, D.F. The relation of endogenous abscisic acid to the dwarfing capability of East Malling apple rootstocks. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.97, 701–705, 1972.

YOSHIKAWA, H.; HONDA, C.; KONDO, S. Effect of low-temperature stress on abscisic acid, jasmonates, and polyamines in apples. **Plant Growth Regulation**, v.52, n.3, 199-206, 2007.

YOUNG E.; WERNER D.J. Effects of rootstock and scion chilling during rest on resumption of growth in apple and peach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.109, n.4, 548-551, 1984.

YOUNG E.; WERNER D.J. Effects of shoot, root and shank chilling during rest in apple and peach on growth resumption and carbohydrates. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, 769-774, 1985.

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

ZUCCONI, F. Allelopathies and Biological degradation in agricultura soils: an:introduction to problem of soil sickness and other soil-born diseases. **Acta Horticulturae**, Haia, v.233, 11-22, 1993.

## APÊNDICES

Apêndice 1 - Quadro descritivo e comparativo de doze porta-enxertos da série CG em relação ao vigor das plantas, a resistência ao pulgão lanígero, fogo bacteriano, complexo de replantio, podridão do colo e ao frio, comparativo em produtividade e eficiência produtiva ao M.9, presença ou ausência de emissão de rebrotes e galhas aéreas e suscetibilidade a vírus latente.

Traits	GENEVA® Apple Rootstocks											
	D1147	D3610	D3539	D4950	D6263	D3609	D4190	D2737	D4951	D3785	D3540	D5107
	G.16	G.41 <sup>(a)</sup>	New! G.213	G.214	New! G.814	G.935	G.222	G.202	G.969	G.30	G.210	G.890
Arranged in order by size (smallest to largest)	M.9 T337	M.9 T337	M.9 T337	M.9/M.26	M.9/M.26	M.26	M.26	M.26	M.7	M.7	M.7	M.7/ MM.106
Woolly Apple Aphid Resistance	No	High	High	High	No	No	High	High	High	No	High	High
Fire Blight Resistance	Resistant	Very Resistant	Very Resistant	Very Resistant	Very Resistant	Very Resistant	Very Resistant	Very Resistant	Very Resistant	Very Resistant	Very Resistant	Very Resistant
Replant Disease Complex Resistance	Partial	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant	No	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant
Crown and Root Rots ( <i>Phytophthora</i> )	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant	Tolerant
Cold Hardiness	Partial: Good Mid-winter, Bad early-cold	Yes	TBD	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes-Good, Mid-winter	Yes	Yes	Yes	Yes
Productivity/Yield Efficiency- as good or better than M.9	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Low suckering and burr knots	Yes	Yes	Yes	Yes	Medium	Yes	Medium	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Susceptibility to latent viruses	Yes	No	No	No	Yes	Yes	No	No	No	No	No	No

TBD: To Be Determined.  
 (a) Remarks: G.41 has presented weak graft unions with the following scions: Cripps Pink, Scilate, and Honeycrisp. The well feathered trees are prone to breakage in strong winds in the first 2-3 years and additional care needs to be taken to prevent breakage. Breakage risk decreases with time.  
 Recommendation: Use plant materials that have been tested and are "clean" of viruses.  
 Licensing for all varieties is available as exclusive or non-exclusive in selected Domestic and International Territories.  
 Chart data valid as of July 22, 2016, and supplied by Cornell University apple rootstock breeding team members, Gennaro Fazio, PhD., USDA Breeder, Terence Robinson, PhD, Cornell Breeder, and Herb Aldwinckle, PhD., Professor Emeritus.

Fonte: Cornell University, 2016.

