

**VINÍCIUS ADÃO BARTNICKI**

**MATURAÇÃO E QUALIDADE NA COLHEITA E POTENCIAL  
DE ARMAZENAMENTO DE MAÇÃS CLONES MUTANTES DE  
'GALA' SOBRE DOIS PORTAENXERTOS**

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

Orientador: Ph.D. Cassandro Vidal Talamini do Amarante  
Coorientadores: Dr. Luiz Carlos Argenta  
Dr. Cristiano André Steffens

**LAGES – SC  
2014**

B291m Bartnicki, Vinícius Adão  
Maturação e qualidade na colheita e potencial  
de armazenamento de maçãs clones mutantes de  
'Gala' sobre dois portaenxertos / Vinícius Adão  
Bartnicki - Lages, 2014.  
102 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Cassandro Vidal Talamini do  
Amarante

Bibliografia: p. 90-102

Tese (doutorado) - Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agroveteinárias, Programa de Pós-Graduação em  
Produção Vegetal, Lages, 2014.

1. *Malus domestica*. 2. Mutações. 3. Maturação.  
4. Amadurecimento. 5. Pós-colheita. I. Bartnicki,  
Vinícius Adão. II. Amarante, Cassandro Vidal  
Talamini do. III. Universidade do Estado de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção  
Vegetal. IV. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do  
CAV/UDESC

VINÍCIUS ADÃO BARTNICKI

**MATURAÇÃO E QUALIDADE NA COLHEITA E POTENCIAL  
DE ARMAZENAMENTO DE MAÇÃS CLONES MUTANTES DE  
'GALA' SOBRE DOIS PORTAENXERTOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias,  
da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial  
para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

**Banca Examinadora**



Prof. Ph.D. Cassandro Vidal Talamini do Amarante  
UDESC/Lages - SC



Dr. Luiz Carlos Argenta  
Epagri/Caçador - SC

Prof. Dr. Cristiano André Steffens  
UDESC/Lages – SC



Ph.D. Sérgio Tonetto de Freitas  
Embrapa Semiárido/Petrolina - PE



Dr. João Caetano Fioravanço  
Embrapa Uva e Vinho/Bento Gonçalves - RS

**Lages – SC, 30/06/2014**



Aos meus pais, *Maria e Luiz*, e a  
minha esposa, *Rafaela*.

DEDICO



## AGRADECIMENTOS

A Deus.

Ao professor Cassandro Vidal Talamini do Amarante e ao pesquisador Luiz Carlos Argenta pela orientação e confiança.

Ao professor Cristiano André Steffens, por sua contribuição neste trabalho.

Ao CAV/UEDESC, pela oportunidade de realização do doutorado. Aos professores do Doutorado em Produção Vegetal, pelos ensinamentos transmitidos.

Ao Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação (PROMOP) da UDESC, pela concessão de Bolsa.

A EPAGRI por aceitar a minha participação no desenvolvimento do projeto de pesquisa na Estação Experimental de Caçador-SC.

A Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) pelo apoio financeiro do projeto de pesquisa.

Aos pesquisadores João Caetano Fioravanço, Marcelo Couto e José Massanori pela condução dos pomares e apoio na logística dos experimentos.

Aos funcionários e estagiários das Estações Experimentais da EPAGRI de Caçador-SC e de São Joaquim-SC, da Estação Experimental de Fruticultura Temperada/Embrapa Uva e Vinho de Vacaria-RS, e do Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UEDESC) de Lages-SC, pela amizade e ajuda na realização dos experimentos. Em especial à: Karyne, Cleiton, Ricardo, Émerson, Leonardo, Clodival, Andréia, Elis, Jairo e Sandra, que não mediram esforços para me ajudar na execução do projeto.

Aos colegas do IFC - Câmpus de Rio do Sul – pela amizade e incentivo.

Enfim, a todos os colegas e amigos que de uma maneira ou outra me ajudaram.





## RESUMO

**BARTNICKI, Vinícius Adão. Maturação e qualidade na colheita e potencial de armazenamento de maçãs clones mutantes de ‘Gala’ sobre dois portaenxertos.** 2014. 102 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal – Área: Biologia e Tecnologia Pós-Colheita) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2014.

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de frutos, mas grande parte da produção é perdida devido a armazenagem inadequada e à elevada incidência de doenças e distúrbios fisiológicos pós-colheita. Este trabalho teve como objetivo avaliar, na colheita e após o armazenamento em atmosfera controlada, a qualidade de maçãs provenientes de clones mutantes de ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo. Foram utilizados os clones mutantes ‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’, ‘Gala Real’, ‘Galaxy’, ‘Maxi Gala’ e ‘Baigent’, sobre dois portaenxertos (M9 e Marubakaido com filtro M9) e provenientes de pomares localizados nos municípios de Caçador-SC (CAC), São Joaquim-SC (SJ) e Vacaria-RS (VAC). Foram avaliadas a maturação e a qualidade na colheita, o padrão de maturação das maçãs na planta, e o potencial de conservação da qualidade durante a armazenagem e vida de prateleira. Na colheita, houve interação entre clones mutantes e portaenxertos para firmeza de polpa, índice de amido, acidez titulável (AT), cor vermelha, “russeting” e massa fresca de fruto. Na colheita, em CAC, a firmeza de polpa, o índice de iodo-amido e o índice de “russeting” na colheita foram superiores em ‘Royal Gala’ quando comparado aos outros clones mutantes no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9. Ainda na colheita, ‘Galaxy’ apresentou maiores valores de firmeza de polpa e coloração vermelha e menor índice de iodo-amido do que os demais clones mutantes sobre o Marubakaido com filtro de M9 em SJ. Nas três regiões (CAC, VAC e SJ), ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ apresentaram maior coloração vermelha da epiderme do que os demais clones mutantes, independente do portaenxerto. Após a armazenagem, houve interação entre clones mutantes e portaenxertos para firmeza de polpa, podridão, degenerescência senescente, rachadura senescente e escaldadura



superficial dos frutos. Em CAC, ‘Royal Gala’ e ‘Galaxy’ sobre o Marubakaido com filtro de M9 apresentaram maior firmeza de polpa do que os demais clones mutantes, enquanto que sobre o M9, ‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’ e ‘Gala Real’ foram superiores aos demais após o armazenamento. ‘Imperial Gala’ em VAC e ‘Galaxy’ em SJ apresentaram maior firmeza de polpa após a armazenagem sobre o Marubakaido com filtro de M9. Os clones mutantes, em ambos os portaenxertos, apresentaram a mesma taxa mensal de perda de firmeza durante o armazenamento. Além disso, os clones mutantes não diferiram quanto ao desvio padrão para a firmeza de polpa e para o índice de iodo-amido dos frutos na planta. Por outro lado, em SJ, clones mutantes enxertados no Marubakaido com filtro de M9 apresentaram maior desvio padrão do índice de iodo-amido do que sobre o M9. ‘Imperial Gala’, ‘Gala Real’ e ‘Maxi Gala’ apresentaram menor desvio padrão da firmeza de polpa no portaenxerto M9 do que no Marubakaido com filtro de M9 em CAC. O aspecto visual dos frutos (cor vermelha) é o principal parâmetro influenciado pelos clones mutantes de ‘Gala’ e portaenxertos.

**Palavras-chave:** *Malus domestica*. Mutações. Maturação. Amadurecimento. Pós-colheita.



## ABSTRACT

BARTNICKI, Vinícius Adão. **Maturity and quality at harvest and storage potential of mutant clones 'Gala' apples trees on two rootstocks**. 2014. 102 f. Dissertation (Doctorate in Plant Science – Area: Postharvest Biology and Technology) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Graduation Program in Plant Sciences, Lages, 2014.

Brazil is one of the main world producers of fruit, but much of the production is lost due to inadequate storage and the high postharvest incidence of decay and physiological disorders. This study aimed to assess fruit quality at harvest and after storage in controlled atmosphere of mutant clones of 'Gala' apples trees, on two rootstocks and three growing regions. The mutant clones were 'Royal Gala', 'Imperial Gala', 'Royal Gala', 'Galaxy', 'Maxi Gala' and 'Baigent', on two rootstocks (M9 and Marubakaido with the M9 filter), from orchards located in Caçador-SC (CAC), São Joaquim-SC (SJ) and Vacaria-RS (VAC). Fruit were assessed for maturity and quality at harvest, maturation pattern in the plant, and quality preservation during storage and shelf life. At harvest, there was interaction between mutant clones and rootstocks for flesh firmness, starch index, titratable acidity (TA), skin red color, russeting index and fruit fresh mass. At harvest, in CAC, the attributes of flesh firmness, starch index and russeting index were higher in 'Royal Gala' compared to the other mutant clones on Marubakaido with M9 filter. Also at the harvest, 'Galaxy' had higher firmness and skin red color and lower starch index than the other mutant clones on Marubakaido with M9 filter in SJ. In the three regions (CAC, VAC and SJ), 'Maxi Gala', 'Galaxy' and 'Baigent' had higher skin red color than other mutant clones, regardless of rootstock. After storage, there was interaction between mutant clones and rootstocks for flesh firmness, decay, senescent breakdown, skin cracking and superficial scald. In CAC, 'Royal Gala' and 'Galaxy' on Marubakaido with M9 filter had higher flesh firmness than the mutant clones, while on M9 rootstock, 'Royal Gala', 'Imperial Gala' and 'Gala Real' had higher firmness than the others mutant clones. 'Imperial Gala' in VAC and 'Galaxy' in SJ had the highest firmness after storage on Marubakaido with M9 filter.



Mutant clones in both rootstocks showed the same monthly rate of flesh firmness loss during storage. Furthermore, there was not difference of standard deviation for flesh firmness and the starch index of the fruit on the tree. On the other hand, mutant clones grafted on Marubakaido with M9 filter had higher standard deviation for starch index than on the M9in SJ. ‘Imperial Gala’, ‘Royal Gala’ and ‘Maxi Gala’ had a lower standard deviation for flesh firmness on M9 than on Marubakaido with M9 filter in CAC. The visual appearance of the fruit (red skin color) is the main parameter influenced by mutant clones of ‘Gala’ and rootstock.

**Key-words:** *Malus domestica*. Mutations. Maturity. Ripening. Postharvest.





## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 QUALIDADE DOS FRUTOS NA COLHEITA EM CLONES MUTANTES DE ‘GALA’ SOBRE DOIS PORTAENXERTOS E EM TRÊS REGIÕES DE CULTIVO .....</b>  | <b>19</b> |
| 1.1 RESUMO .....  | 19        |
| 1.2 INTRODUÇÃO .....  | 20        |
| 1.3 MATERIAL E MÉTODOS .....  | 22        |
| 1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 24        |
| 1.5 CONCLUSÕES.....   | 49        |
| <b>2 QUALIDADE PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DE CLONES MUTANTES DE ‘GALA’ SOBRE DOIS PORTAENXERTOS E EM TRÊS REGIÕES DE CULTIVO .....</b> | <b>50</b> |
| 2.1 RESUMO .....  | 50        |
| 2.2 INTRODUÇÃO .....  | 51        |
| 2.3 MATERIAL E MÉTODOS .....  | 54        |
| 2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 58        |
| 2.5 CONCLUSÕES.....   | 77        |
| <b>3 VARIAÇÃO NA MATURAÇÃO DE MAÇÃS ‘GALA’: EFEITOS DE CLONES MUTANTES E PORTAENXERTOS EM TRÊS REGIÕES DE CULTIVO .....</b>         | <b>78</b> |
| 3.1 RESUMO .....  | 78        |
| 3.2 INTRODUÇÃO .....  | 79        |
| 3.3 MATERIAL E MÉTODOS .....  | 81        |
| 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 83        |
| 3.5 CONCLUSÕES.....   | 88        |
| <b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>  | <b>89</b> |
| <b>5 REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>90</b> |



# **1 QUALIDADE DOS FRUTOS NA COLHEITA EM CLONES MUTANTES DE ‘GALA’ SOBRE DOIS PORTAENXERTOS E EM TRÊS REGIÕES DE CULTIVO**

## **1.1 RESUMO**

Este trabalho teve como objetivos avaliar o efeito de clones mutantes de ‘Gala’ e portaenxertos sobre a qualidade e maturação de maçãs na colheita, em três regiões de cultivo. O experimento foi conduzido em três pomares, localizados nas Estações Experimentais Experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural – EPAGRI em Caçador-SC (CAC) e São Joaquim-SC (SJ), e em Vacaria-RS (VAC), na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado – EFCT, da Embrapa Uva e Vinho, todos os pomares implantados em 2007. Os tratamentos foram seis clones mutantes (‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’, ‘Gala Real’, ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’) e dois portaenxertos (Marubakaibo com filtro de M9 e M9). Em cada região, o delineamento experimental foi em blocos ao acaso, segundo um fatorial 6 x 2 (seis clones mutantes e dois portaenxertos), com três blocos de dez plantas, sendo a unidade experimental 20 frutos. Em 2012 e 2013, as maçãs foram colhidas na semana correspondente a maturação comercial, em cada região, e avaliadas quanto a firmeza de polpa, índice de amido, acidez titulável (AT), teor de sólidos solúveis (SS), porcentagem de cor vermelha da epiderme, severidade de "russeting" e massa fresca de fruto. Houve interação entre clones mutantes e portaenxertos para firmeza de polpa, índice de amido, AT, cor vermelha, "russeting" e massa fresca de fruto. Em CAC, as combinações ‘Royal Gala’ e portaenxerto Marubakaido com filtro de M9 e ‘Imperial Gala’ sobre M9 apresentaram os maiores valores de firmeza de polpa. Em VAC, clones mutantes sobre o portaenxerto M9 apresentaram maior firmeza

de polpa. Por outro lado, em SJ, a combinação ‘Galaxy’ sobre Marubakaido com filtro de M9 apresentou frutos com maior firmeza de polpa e menor índice de iodo-amido. Quanto à percentagem de coloração vermelha na epiderme, nas três regiões estudadas, ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ apresentaram os maiores valores. A cor vermelha da epiderme é o principal atributo influenciado pelos portaenxertos e clones mutantes da cultivar Gala.

Palavras-chave: *Malus domestica*. Maçã. Mutações. Maturação.

## 1.2 INTRODUÇÃO

A cultivar ‘Gala’ foi criada em 1934 por JH Kidd, na Nova Zelândia, através do cruzamento entre Kidd’s Orange Red (oriunda do cruzamento entre Cox’ Orange Pippin x Red Delicious) x Golden Delicious. Ela foi testada como Kidd’s D8 em 1960 por Don McKenzie, o qual a nomeou como ‘Gala’ e a liberou em 1965. ‘Gala’ foi plantada extensivamente na Nova Zelândia no final dos anos 60 e início dos anos 70, até ser substituída pelo primeiro clone vermelho, ‘Tenroy’, que mais tarde foi renomeado para ‘Royal Gala’ (IGLESIAS; ECHEVERRÍA; SORIA, 2008).

O principal critério para seleção de novas mutações de uma cultivar é a maior coloração vermelha (FISHER; KETCHIE, 1989). Por isso, os clones mutantes de ‘Gala’ são produzidos mundialmente devido a maior coloração da epiderme, quando comparada à da cultivar original (IGLESIAS; ECHEVERRÍA; SORIA, 2008; SANSAVINI et al., 2005). A ‘Gala’ original não é uma maçã totalmente vermelha, mas ela é amarelo-creme, com uma face vermelho-alaranjado (WHITE; JOHNSTONE, 1991). Nos últimos anos tem sido lançado muitos clones mutantes de maçãs com maior coloração vermelha da epiderme (IGLESIAS; ECHEVERRÍA;

SORIA, 2008), de modo que os viveiristas estão vendo eles como altamente competitivos. Por outro lado, clones mutantes mais coloridos, embora muito atrativos, podem possuir qualidade inferior em relação a cultivar original, como é o caso de ‘Delicious’ e seus clones mutantes (NORTON, 1991).

Para o cultivo de maçãs, um grande número de portaenxertos estão disponíveis atualmente, oferecendo diferentes possibilidades do controle do vigor. Citações sobre a influência dos portaenxertos na precocidade, hábito de crescimento, tamanho e produtividade de macieiras estão mundialmente disponíveis (DENBY, 1982; LARSEN; FRITTS, 1982). Por outro lado, são poucos os estudos sobre o efeito do portaenxerto sobre a qualidade dos frutos. Rogers e Beakbane (1957) descrevem que o portaenxerto M9 reduz a vida de armazenagem e aumenta o conteúdo de açúcares redutores nos frutos armazenados. Assim, a redução da vida pós-colheita de frutos de cultivares sobre M9 pode ser um resultado da falta de reconhecimento de que nestas plantas a colheita deve ser antecipada, quando comparada a da mesma cultivar sobre portaenxertos vigorosos (LARSEN; FRITTS; OLSEN, 1985).

Nas áreas de produção de maçãs da Europa, o portaenxerto anão M9 tem sido um dos mais promissores (TROMP; WEBSTER; WERTHEIM, 2005). Porém, portaenxertos levemente mais vigorosos são utilizados em áreas de verão mais quente, reduzindo a ocorrência de escaldadura (BARRIT, 1995). Aqui no Brasil, um dos portaenxertos mais utilizados foi o Marubakaibo, sendo que nos últimos anos tem sido verificada a utilização crescente do portaenxerto M9, principalmente devido à utilização do sistema de plantio em alta densidade (PETERSON, 1989; KREUZ, 2002). Portaenxertos anões, como o M9, induzem precocidade de frutificação, alta produtividade e qualidade da fruta (PETRI; KREUZ; RAASCH, 1991; JACKSON et al. 1986). Uma técnica que tem sido muito explorada é a inserção de um segmento do lenho anão entre a raiz principal e a cultivar copa,

conhecida como interenxertia (PEREIRA, 1999). Macieiras propagadas sobre portaenxertos vigorosos e com interenxerto anão exibem características de plantas anãs, ou seja, tamanho reduzido e precocidade na produção (DANA; LANTZ; LOOMIS, 1962). Além do portaenxerto, o ambiente de produção também pode ser importante na maturação e qualidade dos frutos (LARSEN; FRITTS; OLSEN, 1985).

Assim, este trabalho objetivou avaliar a qualidade na colheita de seis clones mutantes de 'Gala' sobre dois portaenxertos em três regiões de cultivo no Sul do Brasil.

### 1.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos com clones mutantes de maçãs 'Gala', provenientes de pomares implantados em 2007, nas Estações Experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural – EPAGRI - em Caçador-SC e São Joaquim-SC, e na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado – EFCT – da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria-RS.

Os tratamentos avaliados foram compostos de seis clones mutantes da cultivar Gala ('Royal Gala', 'Imperial Gala', 'Gala Real', 'Galaxy', 'Maxi Gala' e 'Baigent') e dois portaenxertos (M9 e Marubakaido com interenxerto de 20 cm de M9), em três regiões de cultivo (Caçador-SC, São Joaquim-SC e Vacaria-RS) que representam a produção de maçãs no Brasil. Os espaçamentos de plantio foram 1,0 m x 3,5 m para o portaenxerto M9 e 1,4 m x 4,0 m para o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9. As plantas foram conduzidas com o auxílio de espaldeiras, no sistema de líder central.

Frutos de todos os clones mutantes foram colhidos em 2012 e 2013, nas três regiões. Em cada local, as maçãs foram colhidas em uma única data, na semana correspondente ao período de colheita comercial de maçãs destinadas à armazenagem por longos períodos, considerando a firmeza de

polpa e o índice iodo-amido como indicadores do ponto ideal de colheita. Porém, não foi possível realizar a colheita das maçãs na mesma maturação nas três regiões devido a problemas de logística. Em Caçador-SC, as colheitas foram realizadas em 13/02/2012 e 05/02/2013. Em Vacaria-RS, as colheitas foram realizadas em 10/02/2012 e 07/02/2013. Em São Joaquim-SC, as datas de colheita foram 02/03/2012 e 19/02/2013.

Os frutos foram avaliados no momento da colheita. As características avaliadas foram: firmeza de polpa, índice de iodo-amido, acidez titulável (AT; % de ácido málico), teor de sólidos solúveis (SS; °Brix), percentagem de cor vermelha, massa fresca de fruto (g/fruto) e severidade de “russetting”.

A firmeza da polpa foi medida em duas regiões opostas da superfície de cada fruto, pela utilização de um penetrômetro eletrônico motorizado com ponteira de 11 mm (Güss, África do Sul), expressando-se os valores em Newtons (N).

O índice de iodo-amido foi determinado por meio da comparação do escurecimento da metade peduncular dos frutos, tratada com uma solução de iodo, com a da tabela de fotografias desenvolvida por Bender e Ebert (1985), na qual o índice 1 indica o teor máximo de amido e o índice 9 representa o amido totalmente hidrolisado.

O teor de SS e a AT foram determinados no suco preparado com fatias longitudinais, retiradas da região equatorial dos frutos e processadas em um espremedor tipo Champion. O teor de SS foi medido usando-se refratômetro digital (Atago, Tokyo) e expresso em °Brix. A AT foi determinada em uma amostra de 10 mL de suco, de modo que cada amostra de suco foi diluída em 20 mL de água destilada e a solução titulada com solução NaOH 0,1 N até pH 8,1, com auxílio de um titulador automático (Radiometer, França), sendo expressa em porcentagem de ácido málico (ARGENTA; VIEIRA; SCOLARO, 2010).

A intensidade de cor vermelha (%) foi estimada visualmente, considerando a porcentagem de área vermelha relativa à superfície total do fruto e à densidade de cor vermelha, especialmente entre as estrias de cor vermelha. Considerou-se como menor densidade de vermelho para a superfície mais estriada (ARGENTA; VIEIRA; SCOLARO, 2010).

A massa fresca dos frutos foi determinada em gramas, com o auxílio de uma balança digital, com precisão de três dígitos após a vírgula. A severidade de “russeting” foi determinada por meio de observação visual, e separada em cinco classes, de 0 a 4 (classe 0: ausência de “russeting”; classe 1: presença de “russeting” não superando 10% da superfície do fruto; classe 2: incidência de “russeting” entre 10% e 30% da superfície do fruto; classe 3: incidência de “russeting” entre 30% e 50% da superfície do fruto e; classe 4: incidência de “russeting” superior a 50% da superfície do fruto) (DENARDI; CAMILO, 2001).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 6 (dois portaenxertos e seis clones mutantes), com 3 repetições, em cada região. Cada bloco foi composto de dez plantas em Caçador-SC e Vacaria-RS, e cinco plantas em São Joaquim-SC. A unidade experimental foi composta por 25 frutos. Os dados médios de dois anos (2012 e 2013) foram submetidos à análise de variância (PROC GLM), usando o programa SAS (LEARNING EDITION, 2002). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Caçador-SC, houve interação entre clones mutantes e portaenxertos para a firmeza de polpa (ver Tabela 1).



Tabela 1 - Firmeza de polpa (N) de maçãs clones mutantes de 'Gala' sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo. Dados médios de dois anos (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto       |                    | Média              |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                      | Marubakaido/M9     | M9                 |                    |
| Caçador, SC (CAC)    |                    |                    |                    |
| Royal Gala           | 84,2Aa             | 82,5Bab            | 83,3a              |
| Imperial Gala        | 82,3Bab            | 85,8Aa             | 84,0a              |
| Gala Real            | 81,9Ab             | 81,3Abc            | 81,6b              |
| Maxi Gala            | 81,7Ab             | 80,4Abc            | 81,2b              |
| Galaxy               | 81,1Ab             | 79,3Ac             | 80,2b              |
| Baigent              | 81,1Ab             | 79,3Bc             | 80,2b              |
| Média                | 82,0A              | 81,5A              | 81,5               |
| CV (%)               | 12,38              | 12,16              | 12,26              |
| Vacaria, RS (VAC)    |                    |                    |                    |
| Royal Gala           | 73,4 <sup>ns</sup> | 80,0 <sup>ns</sup> | 76,7 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 73,8               | 78,2               | 76,0               |
| Gala Real            | 74,2               | 78,7               | 76,5               |
| Maxi Gala            | 72,5               | 79,0               | 75,7               |
| Galaxy               | 74,2               | 79,6               | 76,9               |
| Baigent              | 73,8               | 78,6               | 76,2               |
| Média                | 73,7B              | 79,0A              | 76,3               |
| CV (%)               | -                  | -                  | 12,08              |
| São Joaquim, SC (SJ) |                    |                    |                    |
| Royal Gala           | 80,8Abc            | 77,8Bb             | 79,3c              |
| Imperial Gala        | 78,5Ac             | 77,8Ab             | 78,2c              |
| Gala Real            | 81,7Ab             | 80,5Aa             | 81,1ab             |
| Maxi Gala            | 81,6Ab             | 77,8Bb             | 79,7bc             |
| Galaxy               | 86,5Aa             | 78,5Bab            | 82,5a              |
| Baigent              | 82,9Ab             | 77,3Bb             | 80,1bc             |
| Média                | 82,0A              | 78,3B              | 80,0               |
| CV (%)               | 11,72              | 12,68              | 12,17              |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

No portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, o clone mutante ‘Royal Gala’ apresentou maior firmeza de polpa do que ‘Gala Real’, ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’. No portaenxerto M9, ‘Imperial Gala’ apresentou maior firmeza de polpa que ‘Gala Real’, ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’, enquanto que ‘Royal Gala’ apresentou maior firmeza de polpa que ‘Galaxy’ e ‘Baigent’.

Com relação ao efeito de portaenxertos, ‘Baigent’ e ‘Royal Gala’ tiveram maiores valores de firmeza de polpa no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, enquanto que ‘Imperial Gala’ maior firmeza de polpa no portaenxerto M9 (ver Tabela 1).

As maçãs dos clones mutantes cultivados em Vacaria-RS não diferiram quanto à firmeza de polpa, porém os clones mutantes sobre o portaenxerto M9 apresentaram maior firmeza de polpa do que sobre o Marubakaido com filtro de M9.

Os frutos oriundos de São Joaquim-SC também mostraram interação entre clones mutantes e portaenxertos. No Marubakaido com filtro M9, ‘Galaxy’ teve a maior firmeza de polpa, sendo diferente de todas os clones mutantes. No M9, a ‘Gala Real’ apresentou maior firmeza de polpa que os demais clones mutantes, com exceção à ‘Galaxy’. ‘Royal Gala’, ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ tiveram maior firmeza de polpa no Marubakaido com filtro M9, em relação a essas copas enxertadas no M9. Assim, considerando o efeito portaenxerto, diferente de Caçador-SC, em São Joaquim todos os clones mutantes apresentaram firmeza de polpa igual ou inferior no portaenxerto M9.

Em Caçador-SC e São Joaquim-SC, a firmeza de polpa não diferiu entre ‘Imperial Gala’ e ‘Royal Gala’, tanto sobre o portaenxerto M9 como no Marubakaido com filtro de M9. Sobre M26, um portaenxerto anão como o M9, Greene e Autio (1993) também verificaram que não houve diferença na firmeza de polpa entre ‘Royal Gala’ e ‘Imperial Gala’, em avaliações de dois ciclos da cultura. Da mesma forma, outros

autores (IGLESIAS; ECHEVERRÍA; SORIA, 2008) não observaram diferença na firmeza de polpa entre ‘Baigent’ e ‘Galaxy’, ambas enxertadas sobre M9, em diferentes datas de colheita, em um mesmo ciclo (2004/2005), resultado igual ao obtido neste estudo, com os mesmos clones mutantes e o mesmo portaenxerto.

Em Caçador-SC, ‘Royal Gala’ foi superior em firmeza de polpa quando comparada com ‘Galaxy’ e ‘Baigent’. De maneira geral, frutos colhidos com maior firmeza de polpa permanecem mais firmes durante o armazenamento, que pode ser prolongado quando comparado ao dos frutos de menor firmeza de polpa. Durante a comercialização, maçãs com maior firmeza de polpa apresentam menores perdas qualitativas e quantitativas durante o período de vida de prateleira (RATO et al., 2008). Por outro lado, em Vacaria-RS e São Joaquim-SC não foram observadas as mesmas diferenças, de modo que estes dois últimos locais possuem condições de clima mais apropriadas para o cultivo da macieira. Assim, em Caçador-SC, as condições adversas do clima, como temperaturas mais elevadas próximo da colheita, podem favorecer uma maior atividade metabólica e perda de firmeza de polpa em alguns clones mutantes.

O resultado observado em São Joaquim-SC, em que ‘Royal Gala’, ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ possuem menor firmeza de polpa sobre portaenxerto M9, do que sobre Marubakaido com filtro de M9, contradiz os de Drake et al. (1988). Estes autores estudaram o efeito de diferentes portaenxertos sobre a qualidade de maçãs ‘Goldspur’, e verificaram que os frutos provenientes desta cultivar sobre o portaenxerto anão M26 tiveram maior firmeza de polpa na colheita quando comparados a frutos da mesma cultivar sobre o portaenxerto semi-vigoroso MM111. Alguns trabalhos (FALLAHI et al., 1984; FALLAHI; RICHARDSON; WESTWOOD, 1985) relatam que a maior firmeza de polpa dos frutos em alguns portaenxertos, quando comparado a outros,

pode ser devido a frutos menores. Neste estudo, verificou-se que em São Joaquim-SC, os frutos de clones mutantes sobre portaenxerto M9 tiveram maior massa fresca do que os clones mutantes sobre o Marubakaido com filtro de M9 (ver Tabela 5), o que pode justificar a menor firmeza de polpa dos frutos sobre portaenxerto M9, concordando com as observações de Fallahi et al. (1984; 1985). Adicionalmente, Wallace (1930) verificou que frutos de macieiras sobre portaenxerto M9 maturaram mais cedo do que frutos de macieiras sobre portaenxertos mais vigorosos. Isto é devido ao menor vigor da copa sobre portaenxerto anão, que confere maior penetração de luz e conseqüentemente uma maturação mais precoce, quando comparado com os frutos de cultivares copa sobre portaenxertos vigorosos (GALARÇA et al., 2013; GIORGI et al., 2005; JACKSON, 1980; HEINICKE, 1966). Além disso, Robinson et al. (1983) verificaram em maçãs ‘Miller Sturdeespur Delicious’, que quanto maior a exposição do dossel a luz (incremento na exposição de 5 % para 100 % de luz do sol), menor será a firmeza de polpa dos frutos (redução de 7 %). Os mesmos autores descrevem que o efeito do aumento na exposição do dossel a luz na firmeza de polpa dos frutos, é um efeito indireto sobre o maior tamanho dos frutos e sobre a antecipação da maturação. Por outro lado, os resultados obtidos com ‘Imperial Gala’ e ‘Gala Real’ em São Joaquim-SC, e com ‘Gala Real’, ‘Maxi Gala’ e ‘Galaxy’ em Caçador-SC, concordam com os de Lord et al. (1985), obtidos com macieiras ‘Empire’, que não apresentaram diferenças na firmeza de polpa em função do tipo de portaenxerto.

Em Vacaria-RS, a firmeza de polpa foi maior em clones mutantes sobre o portaenxerto M9 do que sobre portaenxerto Marubakaido com interenxerto de M9. Esse resultado contradiz os observados em São Joaquim-SC, onde a firmeza foi inferior no portaenxerto M9, ou não houve efeito do portaenxerto. Corrêa et al. (2012), estudando o efeito de diferentes portaenxertos na cultivar ‘Fuji’, verificou que os portaenxertos

MM106 e Marubakaido com filtro de M9 apresentaram maiores valores de força para penetração da polpa do que o Marubakaido, resultado semelhante ao observado por Drake et al. (1988), e em Vacaria-RS neste trabalho. Drake et al. (1988) atribuiu a menor firmeza dos frutos de ‘Golden Delicious’ sobre o portaenxerto semi-vigoroso MM111 a menor concentração de cálcio (Ca) dos frutos, quando comparado aos produzidos na copa enxertada sobre o portaenxerto anão M26. Rato et al. (2008), associaram a maior manutenção da resistência da polpa em ameixas aos maiores teores de Ca nos frutos, uma vez que este nutriente está envolvido na manutenção da integridade da parede celular. Além disso, o Ca atua na permeabilidade seletiva das membranas celulares (POOVAIAH; GLENN; REDDY, 1988) e tem importante papel regulatório do metabolismo celular de frutos (SAURE, 2005).

O índice de iodo-amido em Caçador-SC foi superior em ‘Royal Gala’ no portaenxerto Marubakaido com filtro M9, enquanto que no M9 foi maior em ‘Galaxy’, indicando que nessa região esses dois clones mutantes maturam mais precocemente que os demais quando combinados com os respectivos portaenxertos. Quando comparado o índice de iodo-amido entre portaenxertos, para cada clone mutante, foi possível observar que ‘Royal Gala’ e ‘Imperial Gala’ apresentam maior índice no Marubakaido com filtro M9, enquanto ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ exibiram maior índice no M9 (ver Tabela 2).

Em Vacaria-RS, a ‘Galaxy’ apresentou maior índice de iodo-amido do que a ‘Royal Gala’, de modo que ambas foram iguais aos demais clones mutantes. Os clones mutantes enxertados sobre o Marubakaido com filtro de M9 apresentaram maior índice de amido.

Tabela 2 - Índice de amido (1 a 9) de maçãs clones mutantes de 'Gala' sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo. Dados médios de dois anos (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |        | Média  |
|----------------------|----------------|--------|--------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9     |        |
| Caçador, SC (CAC)    |                |        |        |
| Royal Gala           | 4,9Aa          | 3,3Bc  | 4,1ab  |
| Imperial Gala        | 4,3Ab          | 2,2Bd  | 3,2d   |
| Gala Real            | 3,6Acd         | 3,4Ac  | 3,5d   |
| Maxi Gala            | 3,5Bd          | 4,0Ab  | 3,8c   |
| Galaxy               | 3,6Bcd         | 4,8Aa  | 4,2a   |
| Baigent              | 3,8Bc          | 4,1Ab  | 3,9bc  |
| Média                | 4,0A           | 3,6B   | 3,9    |
| CV (%)               | 67,05          | 69,72  | 68,14  |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |        |        |
| Royal Gala           | 5,7            | 3,6    | 4,7b   |
| Imperial Gala        | 5,6            | 4,2    | 4,9ab  |
| Gala Real            | 5,7            | 3,9    | 4,8ab  |
| Maxi Gala            | 5,6            | 4,3    | 4,9ab  |
| Galaxy               | 6,0            | 4,6    | 5,3a   |
| Baigent              | 5,8            | 4,1    | 4,9ab  |
| Média                | 5,7A           | 4,1B   | 4,9    |
| CV (%)               | -              | -      | 51,70  |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |        |        |
| Royal Gala           | 6,0Bab         | 6,8Aa  | 6,4ab  |
| Imperial Gala        | 6,5Ba          | 7,2Aa  | 7,0a   |
| Gala Real            | 5,9Aab         | 5,7Ac  | 5,8cd  |
| Maxi Gala            | 5,4Bbc         | 6,5Aab | 5,9bcd |
| Galaxy               | 5,0Bc          | 6,1Abc | 5,6d   |
| Baigent              | 5,6Bbc         | 6,8Aa  | 6,2bc  |
| Média                | 5,8B           | 6,5A   | 6,1    |
| CV (%)               | 48,19          | 44,13  | 44,06  |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

No Marubakaido com filtro M9, a ‘Galaxy’ teve menor índice de iodo-amido do que ‘Gala Real’, ‘Imperial Gala’ e ‘Royal Gala’, em São Joaquim-SC. Nesta mesma região, a ‘Gala Real’ apresentou o menor índice quando comparada com ‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’, ‘Maxi Gala’ e ‘Baigent’, sobre o portaenxerto M9.

Ainda em São Joaquim-SC, os clones mutantes ‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’, ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ apresentaram maior índice de iodo-amido sobre o portaenxerto M9 quando comparado com o Marubakaibo com filtro de M9. Assim, com exceção da ‘Gala Real’, todos os clones mutantes apresentaram menores índices de amido no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, diferente do que ocorreu em Caçador-SC, em que dois clones mutantes de menor coloração da epiderme (‘Royal Gala’ e ‘Imperial Gala’) também apresentaram menor índice de amido no portaenxerto M9.

Muitos estudos têm mostrado que o portaenxerto ou o interenxerto podem afetar o amadurecimento e consequentemente a qualidade dos frutos (DRAKE et al., 1988; FALLAHI; RICHARDSON; WESTWOOD, 1985; LARSEN; OLSEN; FRITTS, 1986). Os resultados obtidos em São Joaquim-SC, onde cinco clones mutantes de ‘Gala’ tiveram maior índice de iodo-amido no portaenxerto M9 corroboram com os obtidos por Autio (1991), que observou em maçãs ‘Starkspur Supreme Delicious’ maior índice de iodo-amido na colheita quando enxertada sobre M27 (portaenxerto anão) do que sobre M7 (portaenxerto semianão). Fallahi et al. (1985) também verificaram, em macieiras ‘Golden Delicious’ sobre o portaenxerto anão M26, maturação antecipada dos frutos em relação aos portaenxerto semianões M7 e MM106. Por outro lado, os autores citam que o volume de dados é insuficiente para que este efeito de portaenxerto possa ser explorado comercialmente, na tentativa de reduzir a aplicação de daminozide para controlar a abscisão em pré-colheita dos frutos. Da mesma forma, aqui no Brasil não é possível afirmar

que a colheita pode ser antecipada nos pomares de ‘Gala’ sobre M9, ou atrasada sobre o Marubakaido com filtro de M9, ou até mesmo que um portaenxerto mais vigoroso possa atrasar a colheita de clones mutantes de ‘Gala’ a ponto de eliminar o uso de aminoetoxivinilglicina (AVG), um inibidor da síntese de etileno.

Nos resultados obtidos para índice de iodo-amido em Caçador-SC e São Joaquim-SC foi observada interação entre clones mutantes e portaenxertos. Em Caçador-SC, sobre o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, ‘Royal Gala’ apresentou o maior índice de amido, enquanto que no M9, a ‘Galaxy’ teve maior índice. Em Vacaria-RS, onde não houve interação, novamente a ‘Galaxy’ mostrou maior índice de amido na média dos portaenxertos. Por outro lado, em São Joaquim-SC, ‘Galaxy’ foi inferior a ‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’ e ‘Baigent’ no M9, e inferior a ‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’ e ‘Gala Real’ no Marubakaido com filtro de M9. Iglesias et al. (2008), estudando oito clones mutantes de ‘Gala’ sobre o portaenxerto M9, em cinco datas de colheita, em duas datas verificaram diferença entre clones mutantes, de modo que ‘Royal Beaut’ foi superior (apresentou maior índice de amido) em relação aos outros seis clones mutantes. Os mesmos autores verificaram que os clones mutantes ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ foram iguais no índice de iodo-amido, resultados diferente do observado aqui. Enquanto isso, outros autores (GREENE; AUTIO, 1993) observaram o mesmo índice de amido entre cinco clones mutantes de ‘Gala’ enxertados sobre M26, dentre eles ‘Royal Gala’ e ‘Imperial Gala’.

Os clones mutantes de macieiras diferem da cultivar original, principalmente em coloração vermelha da epiderme dos frutos, mas ainda não foi provado que as mutações foram unicamente para este atributo (IGLESIAS; ECHEVERRÍA; SORIA, 2008; GREENE; AUTIO, 1993). Pode ser que outros atributos de qualidade são afetados, devido a maior pigmentação vermelha da epiderme dos frutos, uma vez que a



alteração dos pigmentos afeta alguns atributos de qualidade, como o teor de SS e a AT (FALLAHI; RICHARDSON; WESTWOOD, 1985). Porém, se os clones mutantes apenas diferem na coloração da epiderme, as diferenças no índice de iodo-amido observadas entre eles neste experimento são devido à variação na exposição à luz (HEINICKE, 1963), sendo que o portaenxerto interfere sobre este parâmetro (VERHEIJ; VERWER, 1973). Embora a idade do pomar e métodos de manejo também afetem significativamente a qualidade e a maturação dos frutos (JACKSON, 1980), as diferenças observadas entre clones mutantes, portaenxertos e/ou regiões neste trabalho não podem ser atribuídas a esses fatores, porque os pomares eram da mesma idade e os métodos de manejo foram os mesmos.

A acidez titulável (AT) não diferiu entre clones mutantes sobre o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9 em Caçador-SC. Por outro lado, sobre o M9 a ‘Imperial Gala’ apresentou maior AT. Este mesmo clone mutante apresentou menor AT no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9 do que no M9, enquanto que a ‘Galaxy’ apresentou menor AT no portaenxerto M9. Em Vacaria-RS, não houve diferença entre clones mutantes para AT, sendo que entre os portaenxertos o M9 apresentou maior AT. Em São Joaquim-SC, não houve diferença entre portaenxertos, porém entre os clones mutantes, ‘Gala Real’ foi superior a ‘Imperial Gala’, porém ambas não diferiram dos demais clones mutantes, não apresentando um efeito consistente (ver Tabela 3).

Neste trabalho, as diferenças entre os clones mutantes não foram as mesmas para as regiões, sendo que ‘Imperial Gala’ foi superior que as demais em Caçador-SC, porém ela foi inferior a ‘Gala Real’ e igual aos outros clones mutantes em Vacaria-RS (ver Tabela 3).

Tabela 3 - Acidez titulável (AT; %) de maçãs clones mutantes de ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões. Dados médios de dois anos (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |         | Média               |
|----------------------|----------------|---------|---------------------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9      |                     |
| Caçador, SC (CAC)    |                |         |                     |
| Royal Gala           | 0,394Aa        | 0,398Ab | 0,396b              |
| Imperial Gala        | 0,406Ba        | 0,506Aa | 0,456a              |
| Gala Real            | 0,408Aa        | 0,378Ab | 0,393b              |
| Maxi Gala            | 0,418Aa        | 0,392Ab | 0,405b              |
| Galaxy               | 0,448Aa        | 0,365Bb | 0,407b              |
| Baigent              | 0,393Aa        | 0,381Ab | 0,387b              |
| Média                | 0,411A         | 0,404A  | 0,399               |
| CV (%)               | 13,70          | 12,14   | 13,06               |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |         |                     |
| Royal Gala           | 0,296          | 0,334   | 0,315 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 0,295          | 0,345   | 0,320               |
| Gala Real            | 0,302          | 0,336   | 0,319               |
| Maxi Gala            | 0,304          | 0,337   | 0,320               |
| Galaxy               | 0,296          | 0,346   | 0,321               |
| Baigent              | 0,285          | 0,338   | 0,311               |
| Média                | 0,296B         | 0,339A  | 0,318               |
| CV (%)               | -              | -       | 7,68                |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |         |                     |
| Royal Gala           | 0,439          | 0,429   | 0,434ab             |
| Imperial Gala        | 0,398          | 0,386   | 0,390b              |
| Gala Real            | 0,451          | 0,455   | 0,454a              |
| Maxi Gala            | 0,432          | 0,443   | 0,438ab             |
| Galaxy               | 0,440          | 0,419   | 0,428ab             |
| Baigent              | 0,428          | 0,430   | 0,428ab             |
| Média                | 0,431A         | 0,427A  | 0,432               |
| CV (%)               | -              | -       | 10,51               |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A AT é um parâmetro importante na determinação da qualidade dos frutos, uma vez que valores baixos na colheita, afetam a qualidade organoléptica após a armazenagem e a aceitabilidade pelo mercado consumidor (ARGENTA, 2006). Alguns autores citam que diferentes clones mutantes de maçãs, com maior ou menor coloração na epiderme, possuem a mesma qualidade dos frutos, como a AT (IGLESIAS; ALEGRE, 2006). Os resultados obtidos em São Joaquim-SC concordam com os obtidos por Iglesias et al. (2008), que verificaram a mesma AT em oito clones mutantes de ‘Gala’ analisados em cinco datas de colheita, em um local de produção na Espanha.

A AT menor observada nos clones mutantes enxertados sobre o Marubakaido com filtro de M9 quando comparados aos enxertados no M9, em Vacaria-RS, contradiz o que foi observado por Robinson et al. (1983). Estes autores observaram que quanto maior o vigor da copa maior é a AT dos frutos. Por outro lado, esses resultados estão de acordo com os obtidos por Drake et al. (1988), que observaram menor AT na cultivar Goldspur enxertada sobre o portaenxerto semivigoroso MM111 do que sobre o anão M26, em três datas de colheita. Larsen et al. (1985), avaliando em quatro ciclos de produção três portaenxertos vigorosos (M25, MM104 e MM109), dois semi-vigorosos (M2 e MM111), dois semianões (M7 e MM106) e um anão (M26), verificaram que nas três datas de colheita houve maior AT nos frutos da cultivar ‘Wellspur Delicious’ sobre os portaenxertos vigorosos do que sobre os semi-vigorosos. O portaenxerto vigoroso MM104 apresentou maior AT do que os semi-vigorosos M2 e MM111 em três e duas datas de colheita, respectivamente. Enquanto isso, no portaenxerto vigoroso MM109, a AT dos frutos foi superior em relação ao portaenxerto semi-vigoroso M2. Os mesmos autores, avaliando o efeito de três portaenxertos na cultivar ‘Red King Delicious’, verificaram diferenças em duas datas de colheita, sendo que o semianão M7 teve menor AT que o anão M26 e o semianão MM106. Desta forma, percebe-

se que as diferenças exercidas pelo portaenxerto sobre a qualidade dos frutos da cultivar copa não dependem unicamente dele, mas também das características da copa, das condições ambientais no ano de produção, da data de colheita e do local da produção, como observado nesse trabalho, em que a AT de ‘Imperial Gala’ foi superior aos demais clones mutantes em Caçador-SC, porém ela foi inferior a ‘Gala Real’ e igual aos outros mutantes em Vacaria-RS (ver Tabela 3). A não repetibilidade dos dados de AT dos clones mutantes, observados entre as regiões, demonstra a variabilidade e a inconsistência dos dados deste parâmetro para verificar diferenças entre clones mutantes de ‘Gala’. Além disso, o valor de alguns atributos de qualidade pode ser mascarado por técnicas de poda, que mudam a penetração da radiação no interior das plantas (MORGAN et al., 1984; BARRITT et al., 1987).

O teor de SS foi maior na ‘Imperial Gala’ (14,2 °Brix) do que na ‘Gala Real’ (13,4 °Brix) em Caçador-SC (ver Tabela 4).

Em Vacaria-RS e São Joaquim-SC, os clones mutantes não apresentaram diferenças no teor de SS. Os valores de SS não diferiram entre os portaenxertos nas três regiões. O teor de SS dos frutos aumenta devido a hidrólise do amido durante a maturação (LITTLE, 1992). Em Caçador-SC, ‘Imperial Gala’ apresentou maior teor de SS do que ‘Gala Real’. Outros autores também observaram diferenças no teor de SS entre os clones mutantes de ‘Gala’. Greene e Autio (1993) observaram que ‘Regal Gala’ apresentou maior teor de SS do que ‘Kidd’s D-8’, ‘Imperial Gala’ e ‘Royal Gala’, durante dois anos de produção, sendo todos os clones mutantes sobre portaenxerto M26. Da mesma forma, Iglesias et al. (2008) verificaram diferenças entre clones mutantes de ‘Gala’, sendo que ‘Royal Beaut’ apresentou teor de SS nos frutos superior a ‘Obrogala’, ‘Galaxy’ e ‘Mondial Gala’, em duas de cinco datas de colheita.

Tabela 4 - Sólidos solúveis (SS; °Brix) de clones mutantes de 'Gala' sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo. Dados médios de dois anos (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |       | Média              |
|----------------------|----------------|-------|--------------------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9    |                    |
| Caçador, SC (CAC)    |                |       |                    |
| Royal Gala           | 14,1           | 13,8  | 14,0ab             |
| Imperial Gala        | 14,0           | 14,4  | 14,2a              |
| Gala Real            | 13,5           | 13,4  | 13,4b              |
| Maxi Gala            | 13,7           | 13,8  | 13,7ab             |
| Galaxy               | 13,5           | 13,6  | 13,5ab             |
| Baigent              | 13,6           | 13,5  | 13,6ab             |
| Média                | 13,7A          | 13,7A | 13,7               |
| CV (%)               | -              | -     | 5,75               |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |       |                    |
| Royal Gala           | 12,8           | 12,7  | 12,7 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 12,6           | 12,5  | 12,6               |
| Gala Real            | 12,4           | 12,4  | 12,4               |
| Maxi Gala            | 12,6           | 12,8  | 12,7               |
| Galaxy               | 12,8           | 12,9  | 12,8               |
| Baigent              | 12,4           | 12,5  | 12,4               |
| Média                | 12,6A          | 12,6A | 12,6               |
| CV (%)               | -              | -     | 4,73               |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |       |                    |
| Royal Gala           | 12,9           | 13,0  | 12,9 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 13,2           | 13,5  | 13,4               |
| Gala Real            | 12,8           | 12,9  | 12,8               |
| Maxi Gala            | 12,7           | 13,4  | 13,1               |
| Galaxy               | 12,8           | 13,2  | 13,0               |
| Baigent              | 12,9           | 13,6  | 13,3               |
| Média                | 12,9A          | 13,3A | 13,1               |
| CV (%)               | -              | -     | 8,63               |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Dentre 10 variáveis de qualidade analisadas, Robinson et al. (1983) verificaram que a mais influenciada pela exposição a luz é o conteúdo de SS, de modo que quanto maior a exposição a luz, maior será o valor desta variável nos frutos. Assim, portaenxertos que reduzem o vigor da cultivar copa produzem frutos com maior teor de SS. Drake et al. (1988) observaram maior teor de SS na ‘Goldspur’ sobre o portaenxerto anão M26, do que sobre o semi-vigoroso MM111. Da mesma forma, Autio (1991) verificou maior conteúdo de SS em ‘Starkspur Supreme Delicious’ sobre o portaenxerto anão M27 do que no semianão M7. Porém neste trabalho não foi observada diferença no teor de SS dos frutos entre os dois portaenxertos, nas três regiões, o que pode estar relacionado ao uso do interenxerto entre a cultivar copa e o portaenxerto Marubakaido. Isto reduziu o vigor da copa, de maneira que a penetração de luz foi favorecida. Além disso, o aumento da penetração da radiação através de práticas culturais (como podas) possui efeitos na qualidade dos frutos similares aqueles observados pela influência do portaenxerto (MORGAN et al., 1984).

Em Caçador-SC, sobre portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, maçãs ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ apresentaram maior intensidade de coloração vermelha da epiderme, quando comparadas a maçãs oriundas dos demais clones mutantes, sendo de 79% e 81%, respectivamente. Neste mesmo portaenxerto, ‘Maxi Gala’ foi superior aos clones mutantes ‘Gala Real’, ‘Imperial Gala’ e ‘Royal Gala’. No portaenxerto M9, ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ apresentaram maior coloração em relação aos demais. Em ambos os portaenxertos, os clones mutantes que apresentaram menor coloração foram ‘Royal Gala’ e ‘Imperial Gala’ (<65,0%). Todos os clones mutantes produziram frutos de maior coloração sobre o portaenxerto M9 (ver Tabela 5).

Tabela 5 - Percentagem (0 a 100%) de coloração vermelha da epiderme de ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões. Dados médios de dois anos (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |        | Média  |
|----------------------|----------------|--------|--------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9     |        |
| Caçador, SC (CAC)    |                |        |        |
| Royal Gala           | 60,4Bd         | 66,2Ac | 63,3d  |
| Imperial Gala        | 59,6Bd         | 65,0Ac | 62,3d  |
| Gala Real            | 66,3Bc         | 70,4Ab | 68,3c  |
| Maxi Gala            | 74,3Bb         | 84,8Aa | 79,5b  |
| Galaxy               | 78,7Ba         | 83,9Aa | 81,3ab |
| Baigent              | 81,5Ba         | 83,0Aa | 82,2a  |
| Média                | 70,1B          | 75,5A  | 72,8   |
| CV (%)               | 18,53          | 14,21  | 16,43  |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |        |        |
| Royal Gala           | 43,6Ad         | 43,4Ad | 43,5e  |
| Imperial Gala        | 40,7Bd         | 43,6Ad | 42,1e  |
| Gala Real            | 62,3Ac         | 53,8Bc | 58,1d  |
| Maxi Gala            | 72,8Ab         | 69,1Bb | 71,0c  |
| Galaxy               | 80,3Aa         | 73,6Ba | 76,9a  |
| Baigent              | 72,8Bb         | 75,6Aa | 74,2b  |
| Média                | 62,1A          | 59,8B  | 61,0   |
| CV (%)               | 23,64          | 28,23  | 25,80  |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |        |        |
| Royal Gala           | 48,9Bd         | 61,6Ad | 55,5c  |
| Imperial Gala        | 47,1Bd         | 64,0Ad | 56,2c  |
| Gala Real            | 55,2Bc         | 75,1Ac | 65,4b  |
| Maxi Gala            | 78,3Bb         | 88,1Aa | 83,4a  |
| Galaxy               | 88,6Aa         | 81,5Bb | 85,6a  |
| Baigent              | 84,0Aa         | 83,1Ab | 83,7a  |
| Média                | 67,4B          | 75,9A  | 71,1   |
| CV (%)               | 26,51          | 18,53  | 22,37  |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

O percentual de coloração vermelha das maçãs oriundas dos clones mutantes cultivados em Vacaria-RS sobre Marubakaido com filtro de M9 foi superior na ‘Galaxy’ (80,3%) e, sobre o portaenxerto M9, na ‘Baigent’ (75,6%) e na ‘Galaxy’ (73,6%). Da mesma forma que em Caçador-SC, em Vacaria-RS os clones mutantes que apresentaram menor coloração foram ‘Royal Gala’ e ‘Imperial Gala’, porém em Vacaria-RS com valores inferiores a 45% para estes dois clones mutantes, e a menor média entre as regiões. Por outro lado, a diferença entre os portaenxertos observada em Caçador-SC, onde os clones mutantes produziram frutos mais coloridos sobre o M9, em Vacaria-RS isso não foi observado. Em Vacaria-RS, ‘Gala Real’, ‘Maxi Gala’ e ‘Galaxy’ apresentaram maior coloração no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, e apenas os clones mutantes ‘Imperial Gala’ e ‘Baigent’ apresentaram maior coloração no portaenxerto M9.

Em São Joaquim-SC, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ apresentaram 88,6% e 84,0% de coloração vermelha na epiderme, sendo superiores aos demais clones mutantes, sobre o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9. Por outro lado, ‘Maxi Gala’ teve 88,1% de coloração vermelha, e foi superior aos outros clones mutantes, sobre o portaenxerto M9. Em ambos os portaenxertos, ‘Royal Gala’ e ‘Imperial Gala’ apresentaram os menores percentuais de coloração vermelha da epiderme, Estes dois clones mutantes, bem como ‘Gala Real’ e ‘Maxi Gala’, tiveram maior coloração sobre o portaenxerto M9. ‘Galaxy’ teve maior coloração no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, enquanto ‘Baigent’ não mostrou diferença entre os portaenxertos estudados.

Em maçãs, o principal pigmento responsável pela coloração vermelha da epiderme é a cianidina-3-galactosídeo, a qual pertence à família dos pigmentos vermelhos chamados de antocianinas (SAURE, 1990). Atualmente, a principal mudança observada entre os diferentes clones mutantes de ‘Gala’ é a coloração vermelha da epiderme (IGLESIAS; ECHEVERRIA;



SORIA, 2008), a qual também foi saliente neste estudo, e com consistência dos dados obtidos (ver Tabela 5). Sobre o portaenxerto M9, ‘Galaxy’, ‘Baigent’ e ‘Maxi Gala’ apresentaram maior coloração vermelha na epiderme em Caçador-SC, enquanto que ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ em Vacaria-RS, e a ‘Maxi Gala’ em São Joaquim-SC. Iglesias et al. (2008) também verificaram diferenças entre clones mutantes de ‘Gala’ enxertados sobre M9. Dentre os clones mutantes avaliados pelos autores encontravam-se ‘Galaxy’ e ‘Baigent’, os quais apresentaram coloração inferior aos clones mutantes ‘Buckeye Gala’, ‘Royal Beaut’ e ‘Ruby Gala’. Neste mesmo estudo de Iglesias et al. (2008) foi observada menor coloração em ‘Galaxy’ quando comparada a ‘Baigent’, diferindo dos resultados obtidos nas três regiões estudadas.

Sobre o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ apresentaram maior coloração vermelha na epiderme que os demais clones mutantes, em Caçador-SC e em São Joaquim-SC. Enquanto isso, em Vacaria-RS, ‘Galaxy’ sobre o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9 foi superior aos demais clones mutantes. Singha et al. (1994) verificaram que alguns clones mutantes podem desenvolver coloração vermelha mais rapidamente que outros e, assim, um clone mutante pode ser superior em uma data de colheita e igual em outra. Essa observação torna-se importante neste trabalho, uma vez que está sendo avaliada a maturação dos clones mutantes em diferentes anos e regiões, sendo que foram diferentes datas de colheita entre regiões e entre anos. Assim, com base nos resultados, é possível afirmar que na média dos anos ocorreu o citado anteriormente, mas que é específico para cada região. Além disso, os dados referem-se aos primeiros anos de produção do pomar, o que não é recomendado por alguns autores, devido à possível inconsistência dos mesmos (TROMP; WEBSTER; WERTHEIM, 2005).

As diferenças na coloração se devem às antocianinas (SINGHA; BAUGHER; TOWNSEND, 1994), de modo que

clones mutantes mais coloridos possuem maior concentração de antocianinas na epiderme em ambos os lados – no lado mais exposto e no lado menos exposto ao sol durante o crescimento – quando comparados a clones mutantes menos coloridos (SINGHA et al., 1991). Da mesma maneira que Singha et al. (1994), neste experimento pode-se separar os clones mutantes em grupos de coloração vermelha, sendo os de maior coloração ‘Galaxy’, ‘Baigent’ e ‘Maxi Gala’; os de menor coloração ‘Royal Gala’ e ‘Imperial Gala’; e a ‘Gala Real’ em um nível intermediário.

Na evolução da maturação dos frutos, o índice de amido, a coloração vermelha, o conteúdo de SS e o índice de cor de fundo aumentam, enquanto que a firmeza de polpa diminui. Greene e Autio (1993) observaram que o clone mutante ‘Regal Gala’ mostrou evidências de possuir uma maturação mais precoce que outros quatro clones mutantes, uma vez que este clone foi superior em conteúdo de SS, coloração vermelha e índice de cor de fundo, enquanto que a firmeza foi menor. Adicionalmente, Singha et al. (1994) verificaram diferenças na maturação, além da coloração de maçãs, em um estudo com seis clones mutantes de ‘Delicious’. Por outro lado, dos dados obtidos neste trabalho, apenas os de Caçador-SC, sobre ambos os portaenxertos, indicam que os clones mutantes mais coloridos possuem menor firmeza de polpa (N), de modo que os dados dos demais atributos foram inconsistentes nesta comparação.

Independente de portaenxerto e região, ‘Royal Gala’ e ‘Imperial Gala’ apresentaram os menores percentuais de coloração vermelha, variando de 40 a 66%. Esse resultado concorda com os obtidos por Greene e Autio (1993) que não identificaram diferença na coloração entre estes mesmos clones mutantes enxertados sobre M26, na safra de 1990/1991, em Massachusetts (EUA). Na mesma safra, os autores também verificaram que ‘Imperial Gala’ e ‘Royal Gala’ foram iguais ou superiores em coloração quando comparadas aos outros clones

mutantes avaliados ('Kidd's D-8', 'Scarlet' e 'Regal Gala'). Assim, após duas décadas do trabalho realizado por Greene e Autio (1993), percebe-se que os clones mutantes mais coloridos na atualidade são outros ('Baigent', 'Galaxy' e 'Maxi Gala'), mostrando a evolução da seleção e cultivo de novos clones mutantes de 'Gala', e concorda com a discussão realizada por estes autores, de que a seleção estava ocorrendo e iria continuar, devido unicamente a busca por clones mutantes mais coloridos.

A maior coloração vermelha da epiderme dos clones mutantes de 'Gala' estão mais relacionadas com menores diferenças observadas entre o lado do fruto exposto ao sol quando comparado ao lado exposto à sombra, ou seja, há mais uniformidade na coloração de todo o fruto, de modo que não há relação com o tipo de coloração, ou seja, lisa ou estriada (WHITE; JOHNSTONE, 1991). Confirmando a afirmação dos autores citados acima, neste estudo, 'Baigent', que é considerado um clone mutante estriado, não foi inferior em percentagem de coloração a 'Galaxy', que é praticamente liso. Além disso, os clones mutantes mais coloridos possuem maior superfície da epiderme coberta por coloração vermelha do que clones mutantes menos coloridos, que tendem a ser bicolors (IGLESIAS; ECHEVERRIA; SORIA, 2008; KAPPEL et al., 1992).

O portaenxerto pode influenciar a coloração, o tamanho e a forma da maçã (LARSEN, FRITTS; OLSEN, 1985). Em Caçador-SC, todos os clones mutantes apresentaram maior coloração no portaenxerto M9 do que no Marubakaido com filtro de M9. Em Vacaria-RS, com exceção da 'Imperial Gala' e da 'Baigent', todos os demais clones mutantes apresentaram maior coloração no portaenxerto M9, enquanto que em São Joaquim-SC, apenas 'Galaxy' não apresentou maior coloração no portaenxerto M9. Da mesma forma, Tukey e Brase (1941) e Blair (1938) observaram maior coloração em frutos oriundos de cultivares sobre portaenxerto M9. Larsen et al. (1985)

verificaram na cultivar ‘Golden Delicious’ menor coloração sobre o portaenxerto semianão MM106 do que no anão M26. Estes autores e Hewestson (1944) acreditam que os frutos produzidos sobre portaenxertos anões possuem maior coloração devido à maturação precoce. Assim, neste estudo foram observadas algumas diferenças nos atributos de qualidade. Em São Joaquim-SC, de seis clones mutantes, quatro tiveram menor firmeza de polpa e cinco tiveram maior índice de degradação do amido sobre o M9. Entretanto, devido a inconsistência dos dados, ainda é cedo para afirmar que os frutos dos clones mutantes de ‘Gala’ sobre o portaenxerto M9 maturam mais cedo que sobre o Marubakaido com filtro.

A síntese de antocianinas aumenta durante a maturação dos frutos, especialmente nas duas semanas precedentes e uma semana posterior a colheita, quando os clones mutantes aproximam-se da sua coloração definitiva (IGLESIAS; ECHEVERRIA; SORIA, 2008). Comparando as médias das três regiões, observa-se que em Vacaria-RS os clones mutantes apresentaram a menor média de coloração (61,0%), e que apenas neste local - sobre o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9 - foi verificada diferença entre ‘Baigent’ e ‘Galaxy’. Assim, esta diferença pode ser devida a colheita antes do acúmulo total de antocianinas no clone mutante ‘Baigent’. Por outro lado, observa-se que a média de firmeza de polpa e da AT dos clones mutantes em Vacaria-RS sobre o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9 (73,7N e 0,296AT, respectivamente) foi inferior do que sobre o M9 (79,0N e 0,339AT, respectivamente), e que a média da região de Vacaria-RS (76,3N e 0,318AT, respectivamente) foi menor quando comparada com as de Caçador-SC (81,5N e 0,399AT, respectivamente) e São Joaquim-SC (80,0N e 0,432AT, respectivamente). O atraso na colheita, em Vacaria-RS, para aumentar a coloração dos clones mutantes é inviável, uma vez que pode resultar em menor qualidade organoléptica, como sabor e textura, não recomendada após a armazenagem. A

prática de atrasar a colheita para ganhar em coloração dos frutos é viável somente para a comercialização imediata dos mesmos (ARGENTA; MONDARDO, 1993). Desta forma, com os resultados, sugere-se que os produtores optem pelo plantio de clones mutantes mais coloridos, como ‘Galaxy’, ‘Baigent’ e ‘Maxi Gala’, uma vez que os mesmos apresentam coloração aceitável no ponto ideal de colheita (colheita antecipada) para longos períodos de armazenagem.

Sabe-se que apenas a coloração não serve como parâmetro para definir o ponto de colheita dos frutos. Entretanto, é possível utilizar a taxa de mudança no acúmulo de antocianinas como um índice de maturação em cultivares de maçãs vermelhas (CHALMERS; FARAGHER; RAFF, 1973). O acúmulo de antocianinas, responsável pela coloração vermelha dos frutos, se dá no vacúolo das células (LANCASTER, 1992). Conforme Dickinson e White (1986), ‘Regal Gala’ apresentou apenas pequenos vacúolos, enquanto que em outros clones mutantes de ‘Gala’ foram observados pequenos e grandes vacúolos. Adicionalmente, os mesmos autores observaram que ‘Gala’ e outros 25 clones mutantes desta cultivar apresentaram a mesma coloração da epiderme. Por outro lado, quatro dos clones mutantes tiveram maior coloração na hipoderme, a qual é derivada da segunda camada do meristema apical – a camada LII. Assim, com base nos dados obtidos neste estudo, a afirmação de que um clone mutante ou outro possui maior coloração na epiderme é incorreto, uma vez que, segundo Dickinson e White (1986), as diferenças podem ser encontradas apenas na hipoderme. Então, o correto é afirmar que as diferenças na coloração estão no acúmulo de antocianinas na casca ou pericarpo. Porém, neste estudo a palavra epiderme refere-se a toda a cobertura colorida presente na superfície da maçã.

A massa fresca dos frutos não diferiu entre os clones mutantes e entre portaenxertos em Caçador-SC (ver Tabela 6).

Tabela 6 - Massa fresca (g) de maçãs clones mutantes de 'Gala' sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo. Dados médios de dois anos (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |          | Média               |
|----------------------|----------------|----------|---------------------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9       |                     |
| Caçador, SC (CAC)    |                |          |                     |
| Royal Gala           | 139,0          | 144,8    | 142,7 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 143,4          | 131,0    | 137,2               |
| Gala Real            | 139,4          | 138,3    | 139,0               |
| Maxi Gala            | 146,0          | 149,1    | 148,0               |
| Galaxy               | 139,9          | 151,2    | 145,6               |
| Baigent              | 141,6          | 143,8    | 143,0               |
| Média                | 141,4A         | 143,0A   | 142,9               |
| CV (%)               | -              | -        | 13,86               |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |          |                     |
| Royal Gala           | 123,2Aa        | 122,2Ab  | 122,7 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 119,8Ba        | 142,2Aa  | 131,0               |
| Gala Real            | 114,2Aa        | 120,0Ab  | 117,1               |
| Maxi Gala            | 124,0Aa        | 131,0Aab | 127,5               |
| Galaxy               | 133,8Aa        | 126,7Aab | 130,2               |
| Baigent              | 130,7Aa        | 125,7Aab | 128,2               |
| Média                | 124,3A         | 127,9A   | 126,1               |
| CV (%)               | 10,16          | 8,61     | 9,27                |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |          |                     |
| Royal Gala           | 142,5          | 157,5    | 150,0 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 153,0          | -        | 153,0               |
| Gala Real            | 140,3          | 146,5    | 143,4               |
| Maxi Gala            | 144,7          | 168,0    | 156,3               |
| Galaxy               | 148,0          | 157,7    | 154,4               |
| Baigent              | 148,3          | 158,0    | 153,2               |
| Média                | 146,0B         | 157,5A   | 151,5               |
| CV (%)               | -              | -        | 13,12               |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em Vacaria-RS, ‘Imperial Gala’ apresentou maior massa fresca de fruto (142,2 g) do que ‘Royal Gala’ (122,2 g) e ‘Gala Real’ (120,0 g), sobre o portaenxerto M9. ‘Imperial Gala’ sobre o portaenxerto M9 teve maior massa quando comparada com os frutos sobre Marubakaido com filtro de M9. Não houve diferença entre os clones mutantes cultivados em São Joaquim-SC, porém, neste local, frutos de todos os clones mutantes tiveram maior massa fresca sobre M9 (157,5 g) do que sobre Marubakaido com filtro de M9.

Diferenças no tamanho dos frutos entre portaenxertos são inconsistentes (LORD et al., 1985), de modo que neste trabalho, apenas em São Joaquim-SC foram observadas diferenças. Neste local de cultivo, a menor massa fresca dos frutos observada sobre o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, quando comparada ao portaenxerto M9, é um resultado indesejável do ponto de vista da comercialização, uma vez que os consumidores preferem frutos maiores (HAMPSON; QUAMME, 2000). Frutos de maior tamanho também apresentaram menor firmeza de polpa (ver Tabela 1). Maçãs com maior firmeza de polpa tendem a ser menos maduras e, assim, mais ácidas, e possuem um perfil sensorial não desejável pelos consumidores, enquanto que maçãs de menor firmeza de polpa possuem uma maturação mais avançada, menor acidez e um perfil sensorial baseado na presença de ésteres que dão um sabor e aroma próprios de frutos (HARKER; GUNSON; JAEGER, 2003). Entretanto, a maior firmeza de polpa dos frutos torna possível o armazenamento dos mesmos por um maior tempo e a comercialização em um período com maior preço médio, com menor comprometimento da qualidade (ARGENTA et al., 1995; ARGENTA, 2006).

Houve interação entre clones mutantes e portaenxertos para a ocorrência de “russetting” em Caçador-SC (ver Tabela 7).

Tabela 7 - “Russeting” (notas de 0 a 4) na epiderme de maçãs ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo. Dados médios de dois anos (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |        | Média  |
|----------------------|----------------|--------|--------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9     |        |
| Caçador, SC (CAC)    |                |        |        |
| Royal Gala           | 1,7Ba          | 2,0Aa  | 1,8a   |
| Imperial Gala        | 1,4Bc          | 1,7Ac  | 1,5bc  |
| Gala Real            | 1,6Bab         | 1,9Aab | 1,8a   |
| Maxi Gala            | 1,5Bbc         | 1,7Ac  | 1,6b   |
| Galaxy               | 1,1Bd          | 1,8Abc | 1,4c   |
| Baigent              | 1,6Aab         | 1,7Ac  | 1,6b   |
| Média                | 1,5B           | 1,8A   | 1,6    |
| CV (%)               | 51,76          | 47,17  | 49,38  |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |        |        |
| Royal Gala           | 1,7            | 1,7    | 1,7a   |
| Imperial Gala        | 1,6            | 1,5    | 1,6ab  |
| Gala Real            | 1,5            | 1,5    | 1,5b   |
| Maxi Gala            | 1,2            | 1,2    | 1,2c   |
| Galaxy               | 1,3            | 1,5    | 1,4b   |
| Baigent              | 1,2            | 1,2    | 1,2c   |
| Média                | 1,4A           | 1,4A   | 1,4    |
| CV (%)               | -              | -      | 67,35  |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |        |        |
| Royal Gala           | 0,9            | 1,1    | 1,0a   |
| Imperial Gala        | 0,6            | 0,9    | 0,7bc  |
| Gala Real            | 0,6            | 0,7    | 0,7bc  |
| Maxi Gala            | 0,5            | 0,6    | 0,6c   |
| Galaxy               | 0,6            | 0,9    | 0,8b   |
| Baigent              | 0,4            | 0,7    | 0,6c   |
| Média                | 0,6B           | 0,8A   | 0,7    |
| CV (%)               | -              | -      | 119,34 |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



Em Caçador-SC, ‘Royal Gala’ teve mais “russeting” do que ‘Imperial Gala’, ‘Maxi Gala’ e ‘Galaxy’ no Marubakaido com filtro de M9, e mais “russeting” do que ‘Imperial Gala’, ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ no M9. Com exceção de ‘Baigent’, todos os demais clones mutantes tiveram maior intensidade do distúrbio no portaenxerto M9 (ver Tabela 7).

Em Vacaria-RS, uma maior intensidade de “russeting” foi observada em ‘Royal Gala’ quando comparado com os demais clones mutantes, com exceção de ‘Imperial Gala’. Enquanto isso, ‘Maxi Gala’ e ‘Baigent’ tiveram menor intensidade de “russeting”. Não foi detectada diferença entre portaenxertos neste local de cultivo.

Assim como ocorreu em Caçador-SC e em Vacaria-RS, em São Joaquim-SC o clone mutante ‘Royal Gala’ apresentou maior intensidade de “russeting” em relação aos demais clones mutantes. A intensidade do distúrbio foi inferior em clones mutantes produzidos sobre o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9.

## 1.5 CONCLUSÕES

Em Caçador-SC, os clones mutantes ‘Royal Gala’ e ‘Imperial Gala’ apresentam maior firmeza de polpa.

Em São Joaquim-SC, no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, ‘Galaxy’ apresenta maior firmeza de polpa, enquanto que no M9 a ‘Gala Real’ é superior.

‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ apresentam maior coloração vermelha na epiderme, independente do portaenxerto e região de produção.

## **2 QUALIDADE PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DE CLONES MUTANTES DE ‘GALA’ SOBRE DOIS PORTAENXERTOS E EM TRÊS REGIÕES DE CULTIVO**

### **2.1 RESUMO**

Este trabalho teve como objetivos verificar o efeito de clones mutantes de ‘Gala’ e portaenxertos sobre a qualidade em pós-colheita dos frutos, em três regiões de cultivo. O experimento foi conduzido nas Estações Experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural - EPAGRI - em Caçador-SC (CAC) e São Joaquim-SC (SJ), e na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado – EFCT – da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria-RS (VAC), todos implantados em 2007. Os tratamentos foram seis clones mutantes de ‘Gala’ (‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’, ‘Gala Real’, ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’) e dois portaenxertos (Marubakaibo com filtro de M9 e M9). Em cada região, foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, segundo um fatorial 6 x 2 (seis clones mutantes e dois portaenxertos), com dez plantas por bloco, sendo a unidade experimental 60 frutos. Em 2012 e 2013, as maçãs foram colhidas na maturação comercial, em cada região, e após o armazenamento em atmosfera controlada avaliadas quanto a firmeza de polpa, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, escaldadura profunda e superficial, murcha, degenerescência, "bitter pit", rachadura senescente, lenticelose, lenticelose podre, podridão carpelar e podridão. Houve interação entre clones mutantes e portaenxertos para firmeza de polpa, podridão, degenerescência, rachadura senescente e escaldadura superficial. Em CAC, ‘Royal Gala’ e ‘Galaxy’ sobre o Marubakaibo com filtro de M9 apresentaram maior firmeza de polpa do que os demais clones mutantes, enquanto que sobre o M9, ‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’ e ‘Gala Real’ foram

superiores aos demais. ‘Imperial Gala’ e ‘Galaxy’ sobre o Marubakaido com filtro de M9 apresentaram maior firmeza de polpa em VAC e em SJ, respectivamente. Os clones mutantes, em ambos os portaenxertos, apresentaram a mesma taxa mensal de perda de firmeza de polpa, de modo que os portaenxertos também não afetaram este parâmetro. O principal distúrbio fisiológico nos clones mutantes foi a degenerescência.

Palavras-chave: *Malus domestica*. Senescência. Armazenamento. Desordens.

## 2.2 INTRODUÇÃO

‘Gala’ é uma importante cultivar de maçã na maioria dos países produtores, principalmente pela sua elevada qualidade para consumo (DICKINSON; WHITE, 1986; RUTKOWSKI et al., 2005). De mutações, principalmente espontâneas desta cultivar, um grande número de clones mutantes – como são chamados aqui no Brasil – com maior coloração vermelha, surgiram nas últimas décadas (RUTKOWSKI et al., 2005). Dentre eles, ‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’, ‘Gala Real’, ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’ se destacam nas regiões produtoras no Sul do Brasil.

Clones mutantes possuem um genótipo similar à cultivar da qual derivam, sendo oriundos de mutações em poucos loci, que codificam para características fenotípicas herdáveis, tais como aumento da coloração vermelha da epiderme (CURRIE et al., 1997). Novos mutantes de maçãs surgem de uma alteração genética no núcleo de uma única célula localizada no meristema apical (DERMEN, 1960). O meristema apical é dividido em três camadas histogênicas, LI, LII e LIII (DERMEN, 1948; 1960). As alterações genéticas - comumente chamadas de mutações - podem ocorrer independentemente em alguma das três camadas, porém apenas as camadas LI e LII originam a epiderme dos frutos

(DERMEN, 1948). Conforme Dickinson e White (1986), em ‘Gala’, a mutação na camada LII é a mais aceita para o surgimento de mutantes mais coloridos, uma vez que a camada hipodérmica da epiderme é derivada da camada LII (DERMEN, 1948; 1960; PRATT et al., 1967), de modo que uma mutação na camada LII pode incrementar o número de células vermelhas na camada hipodérmica. A antocianina é o pigmento responsável pela coloração vermelha dos frutos e encontra-se armazenada no vacúolo das células.

A coloração das maçãs é um fator importante para a aceitação do mercado. Cultivares vermelhas são mais preferidas e, dentro de uma cultivar, frutos com maior coloração alcançam preços maiores (IGLESIAS; ECHEVERRIA; SORIA, 2008). A coloração da epiderme dos frutos apenas não é um bom preditor da maturação de clones mutantes de ‘Gala’ e, portanto, não pode ser usada para determinar a ótima janela de colheita (WALSH; VOLTZ, 1990). Por outro lado, sabe-se que mesmo considerando a firmeza de polpa média dos frutos como parâmetro de colheita (SCOLARO, 2012), muitas vezes os colhedores acabam coletando os frutos mais vermelhos ou de cor de fundo mais amarela, e ainda, outras vezes pode ocorrer de a colheita ser atrasada para melhorar a coloração dos frutos, devido à precipitação ou falta de mão-de-obra. Em frutos imaturos, a formação de antocianinas é reprimida, provavelmente pela giberelina endógena, enquanto que durante o amadurecimento os níveis de giberelina diminuem e os de etileno e de ácido abscísico, antagonistas de giberelina, aumentam (SAURE, 1990). Além disso, conforme Argenta (informação pessoal, 2014), todas as grandes empresas colhem frutos bem verdes e bem maduros de todos os clones mutantes, uma vez que a grande área plantada impede que os frutos sejam todos colhidos no ponto ideal de maturação. Além disso, para escalonar a colheita de maçãs ‘Gala’ e seus clones mutantes, é utilizado AVG (aminoetoxivinilglicina), o qual reduz a

produção de etileno e a degradação de amido, mas não retarda acentuadamente a perda de firmeza dos frutos durante a maturação dos mesmos na planta (PHAN-THIEN et al., 2004).

A qualidade dos frutos depende de fatores pré-colheita e pós-colheita, sendo que o portaenxerto é um dos fatores pré-colheita que podem afetar a qualidade dos frutos. Conforme Rutkowski et al. (2005), o portaenxerto M9 exerce forte efeito nanizante sobre a cultivar copa. Por outro lado, quanto maior a área de seção transversal do tronco, maior é a produtividade, sendo uma das vantagens dos portaenxertos semivigorosos e vigorosos. Além disso, outros trabalhos demonstraram o efeito do portaenxerto sobre a qualidade dos frutos. Cummins e Aldwinckle (1983) relataram que maçãs maturam antecipadamente quando a copa é enxertada em portaenxertos anões. Da mesma forma, Hewetson (1944) relataram que maçãs ‘McIntosh’ são antecipadas na colheita em aproximadamente uma semana quando são produzidas em plantas com interenxerto de M.9, quando comparadas às produzidas em plantas com outros interenxertos. Entretanto, Andziak e Tomala (2000) citam o oposto para maçãs ‘Jonagold’. Também, em pós-armazenagem, a firmeza de polpa foi maior em ‘Gala Must’ do que em ‘Gala’ (RUTKOWSKI et al., 2005). Além do portaenxerto, o ano e a região de produção também pode alterar a qualidade dos frutos (AUTIO et al., 1996).

Um dos distúrbios pós-colheita relacionados à senescência em maçãs ‘Gala’ é o escurecimento interno ou degenerescência senescente, que é um escurecimento cortical difuso através do córtex, a qual pode ocorrer mesmo na região hipodérmica, a qual se encontra envolvida com a coloração dos frutos (PRANGE et al., 2011). A incidência deste distúrbio é comum em maçãs armazenadas (SAKS; SONEGO; BEN-ARIE, 1990; JAMES; NOCK; WATKINS, 2010; PRANGE et al., 2011).

Apesar de muitos distúrbios serem controlados comercialmente através do atraso no resfriamento, o mesmo não ocorre com o escurecimento interno em maçãs, a qual está associada principalmente a frutos maiores, colhidos em estágio de maturação avançado e com baixos teores de cálcio (MEHERIUK et al., 1994; JAMES; NOCK; WATKINS, 2010; PRANGE et al., 2011). Da mesma forma, a incidência de podridões é maior em frutos colhidos tardiamente, e a avaliação após o armazenamento é de extrema importância, uma vez que sintomas de podridões são mais frequentemente observados na pós-colheita (VALDEBENITO-SANHUEZA et al., 2010; SCOLARO, 2012). Por outro lado, a incidência de “bitter bit” após a armazenagem é menor em frutos colhidos tardiamente (FERGUSON; WATKINS; VOLZ, 1993; PRANGE et al., 2011). Mesmo assim é possível obter frutos com menor incidência de distúrbios, podridões e com elevada percentagem de coloração vermelha, mas para isso os pomares devem ser bem conduzidos, com poda, nutrição, monitoramento e controle de pragas e doenças, métodos e equipamentos para aferir a maturação, e logística e condições de armazenamento adequadas; além de mão-de-obra treinada e disponível no momento adequado de colheita dos frutos.

Este trabalho objetivou avaliar a qualidade após o armazenamento de frutos de seis clones mutantes de ‘Gala’, sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo, no Sul do Brasil.

## 2.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos com clones mutantes de maçãs ‘Gala’, provenientes de pomares implantados em 2007, nas Estações Experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural – EPAGRI - em Caçador-SC e São Joaquim-SC, e na Estação Experimental de

Fruticultura de Clima Temperado – EFCT – da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria-RS.

Em cada região de produção, os tratamentos avaliados foram dois portaenxertos (M9 e Marubakaido com interenxerto de 20 cm de M9) e seis clones mutantes de 'Gala' ('Royal Gala', 'Imperial Gala', 'Gala Real', 'Galaxy', 'Maxi Gala' e 'Baigent'). Os espaçamentos de plantio foram 1,0 m x 3,5 m para o portaenxerto M9 e 1,4 m x 4,0 m para o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9. As plantas foram conduzidas com o auxílio de espaldeiras, no sistema de líder central.

Frutos de todos os clones mutantes foram colhidos em 2012 e 2013. Em cada local, as maçãs foram colhidas em uma única data, correspondente ao período de colheita comercial de maçãs destinadas a armazenagem por longos períodos, considerando a firmeza de polpa como indicador do pondo ideal de colheita. Em Caçador-SC, as colheitas foram realizadas em 13/02/2012 e 05/02/2013. Em Vacaria-RS, as colheitas foram realizadas em 10/02/2012 e 07/02/2013. Em São Joaquim-SC, as datas de colheita foram 02/03/2012 e 19/02/2013. Após a colheita, os frutos foram armazenados por 8 meses em 2012 e por 5 meses em 2013, em câmaras comerciais sob AC, com pressões parciais de 1,8 kPa de O<sub>2</sub> e 2,0 kPa de CO<sub>2</sub>, temperatura de 0,7±0,5°C e umidade relativa do ar de 92±4%. Após o armazenamento, os frutos foram mantidos sob atmosfera do ar (AA), a 23±0,3°C e umidade relativa de 68±6%, por sete dias, antes de serem analisados. Frutos das três regiões foram analisados em um único laboratório (da Epagri de Caçador-SC).

As características de qualidade avaliadas foram: firmeza de polpa, acidez titulável (AT; % de ácido málico) e teor de sólidos solúveis (SS; °Brix); os distúrbios fisiológicos avaliados foram: escaldadura profunda e superficial, murcha, degenerescência senescente superior e inferior, "bitter pit", degenerescência interna, rachadura senescente e lenticelose; e

as doenças avaliadas foram: lenticelose podre, podridão carpelar e podridão.

A firmeza de polpa foi determinada na região equatorial dos frutos, em dois lados opostos, após a remoção da epiderme superficial, com auxílio de um penetrômetro equipado com ponteira de 11,1 milímetros de diâmetro (ARGENTA; MONDARDO, 1994), e expressa em Newtons (N). Com os dados obtidos de firmeza de polpa inicial (Capítulo 1) e final (após armazenamento), foi calculada a taxa mensal de perda de firmeza de polpa, também em N.

A AT foi determinada em uma amostra de 10 mL de suco, extraído em uma centrífuga, de fatias longitudinais retiradas da região equatorial dos frutos. Cada amostra de suco foi diluída em 20 mL de água destilada e titulada com solução NaOH 0,1 N até pH 8,1, o qual foi determinado com o auxílio de um pHmetro digital (Oakto, Singapura) (ARGENTA; VIEIRA; SCOLARO, 2010).

Os teores de SS foram determinados através de um refratômetro, utilizando o suco extraído para a quantificação de AT, com correção do efeito da temperatura (ARGENTA; VIEIRA; SCOLARO, 2010).

A incidência de frutos com sintomas de rachadura senescente foi avaliada atribuindo escores 1 e 2, para ausência e presença, respectivamente. Para podridões foram atribuídos escores 1: para ausência; e 2 e 3: para uma ou duas lesões com somatório de diâmetro (s) inferior a 1 cm e superior a 1 cm de diâmetro, respectivamente. Escaldadura superficial e profunda foram avaliadas atribuindo nota 1 para ausência, nota 2 para sintoma <25% da área do fruto, nota 3 para sintoma entre 25 e 50% da área do fruto, e nota 4 para sintoma >50% da área do fruto. O índice de murcha determinou-se através de notas, sendo 1 para ausência, 2 para inicial (perceptível apenas apertando o fruto) e 3 para severa (perceptível visualmente – enrugamento da epiderme). As degenerescências senescentes superior (DSS) e inferior (DSI) foram avaliadas através de



notas de 1 a 4 (1=ausente, 2=leve, 3=moderada, e 4=severa). Enquanto a DSS ocorre da parte externa para a interna da polpa, e é perceptível pelos consumidores nas notas 3 e 4, a DSI ocorre da parte interna para a externa da polpa, e é visível pelos consumidores a partir da nota 2, de modo que esta última, além de estar envolvida ao envelhecimento (senescência), também pode ser devido a deficiência mineral (de cálcio) nos frutos.

A degenerescência interna foi avaliada na região inferior, no mesmo local de ocorrência de "bitter pit", com notas de 1 a 4 (1=ausente, 2=leve, 3=moderada, e 4=severa). A severidade de "bitter pit" foi avaliada através de notas, 1 para ausência do distúrbio, 2 para número de lesões  $>3$ , 3 para número de lesões entre 4 a 9, e 4 para número de lesões  $>10$ . A podridão carpelar – podridão que se inicia na região central da polpa, mais precisamente nos tecidos carpelares – foi avaliada com notas de 1 a 4 (1=ausente, 2=lesão  $<1$  cm de diâmetro, 3=lesão entre 1 e 3 cm de diâmetro, e 4=lesão  $>3$  cm de diâmetro na polpa). Lentilose e lenticelose podre foram avaliadas através de notas de 1 a 4 (1=para ausência, 2=inicial, 3=moderada, e 4=severa).

Em cada região de produção, o delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial  $6 \times 2$  (seis clones mutantes e dois portaenxertos), com 3 repetições. Cada bloco foi composto de dez plantas em Caçador-SC e Vacaria-RS, e cinco plantas em São Joaquim-SC. A unidade experimental foi composta por 60 frutos.

Os dados médios de dois anos (2012 e 2013) foram submetidos à análise de variância (PROC GLM), usando o programa SAS (LEARNING EDITION, 2002). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

## 2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos pomares das três regiões - Caçador-SC, Vacaria-RS e São Joaquim-SC - houve interação para a firmeza de polpa entre clones mutantes e portaenxertos (ver Tabela 1).

Em Caçador-SC, no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, 'Royal Gala' e 'Galaxy' apresentaram maior firmeza de polpa após a armazenagem, mais sete dias a 20°C. Sobre o mesmo portaenxerto, em São Joaquim-SC, a cultivar Galaxy apresentou firmeza de polpa maior do que as demais. Por outro lado, em Vacaria-RS, sobre Marubakaido com filtro de M9, a 'Imperial Gala' teve valores maiores de firmeza de polpa do que os clones mutantes de maior coloração vermelha da epiderme ('Maxi Gala', 'Galaxy' e 'Baigent' - Capítulo 1).

No portaenxerto M9, em Caçador-SC, os clones mutantes de maior coloração vermelha na epiderme ('Maxi Gala', 'Galaxy' e 'Baigent') apresentaram menores valores de firmeza de polpa após a armazenagem. Da mesma forma, em Vacaria-RS, 'Royal Gala' e 'Gala Real', dois clones mutantes de menor coloração, tiveram maior firmeza de polpa. Entretanto, em São Joaquim-SC, 'Galaxy', um dos clones mutantes de maior coloração vermelha, apresentou maior firmeza de polpa do que 'Royal Gala'.

Em Caçador, no portaenxerto M9, dois clones mutantes apresentaram maior firmeza de polpa ('Imperial Gala' e 'Gala Real') e um menor firmeza de polpa ('Galaxy'), quando comparados aos frutos produzidos nos clones mutantes enxertados sobre o Marubakaido com filtro de M9. Entretanto, em Vacaria-RS, apenas 'Imperial Gala' apresentou firmeza de polpa igual em ambos os portaenxertos, sendo que todos os demais clones mutantes apresentaram maiores valores para esta variável sobre o portaenxerto M9. Por outro lado, em São Joaquim-SC, com exceção da 'Gala Real' que não diferiu, todos os demais clones mutantes tiveram maior firmeza de polpa sobre o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9.

Tabela 1 - Firmeza de polpa (N) de ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo após a armazenagem. Dados médios (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto       |         | Média  |
|----------------------|--------------------|---------|--------|
|                      | Marubakaido/M9     | M9      |        |
| Caçador, SC (CAC)    |                    |         |        |
| Royal Gala           | 67,0Aa             | 67,6Aa  | 67,4a  |
| Imperial Gala        | 62,7Bb             | 68,8Aa  | 65,8ab |
| Gala Real            | 61,0Bb             | 66,9Aa  | 63,9c  |
| Maxi Gala            | 62,4Ab             | 60,8Abc | 61,6d  |
| Galaxy               | 66,9Aa             | 62,1Bb  | 64,7bc |
| Baigent              | 59,9Ab             | 59,0Ac  | 59,5e  |
| Média                | 63,3 <sup>ns</sup> | 64,1    | 63,7   |
| CV (%)               | 23,27              | 21,13   | 22,15  |
| Vacaria, RS (VAC)    |                    |         |        |
| Royal Gala           | 51,5Babc           | 60,5Aa  | 56,0a  |
| Imperial Gala        | 53,8Aa             | 54,3Ac  | 54,0b  |
| Gala Real            | 53,0Bab            | 61,1Aa  | 57,1a  |
| Maxi Gala            | 51,4Bbc            | 54,5Ac  | 52,9b  |
| Galaxy               | 49,5Bc             | 56,2Abc | 52,9b  |
| Baigent              | 50,4Bc             | 56,6Ab  | 53,5b  |
| Média                | 51,6B              | 57,2A   | 54,4   |
| CV (%)               | 28,37              | 23,97   | 26,03  |
| São Joaquim, SC (SJ) |                    |         |        |
| Royal Gala           | 49,1Ab             | 43,9Bb  | 46,5b  |
| Imperial Gala        | 47,6b              | -       | 47,6b  |
| Gala Real            | 48,0Ab             | 46,4Aab | 47,2b  |
| Maxi Gala            | 49,6Ab             | 46,2Bab | 47,9b  |
| Galaxy               | 54,8Aa             | 46,9Ba  | 50,2a  |
| Baigent              | 48,3Ab             | 44,5Bab | 46,4b  |
| Média                | 49,3A              | 45,6B   | 47,5   |
| CV (%)               | 27,30              | 32,17   | 29,50  |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A firmeza da polpa de maçãs é menor em frutos provenientes de clones mutantes sobre portaenxertos anões, como o M9, do que sobre portaenxertos vigorosos, como Marubakaido (BARDEN; MARINI, 1992). Neste estudo, o efeito do portaenxerto sobre a firmeza de polpa dependeu do clone mutante utilizado. ‘Gala Real’ apresentou menor firmeza de polpa sobre o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, em Caçador-SC e Vacaria-RS. Assim, a utilização do interenxerto ou filtro anão foi tão eficaz na redução do vigor das plantas, que não foi observada maior firmeza de polpa dos frutos oriundos de clones mutantes enxertados sobre o Marubakaido com filtro de M9. Estes resultados estão em acordo com os obtidos no capítulo 1 (ver Tabela 1), e revelam que a interenxertia é uma maneira eficaz de reduzir o vigor da copa, como se estivesse utilizando um portaenxerto anão (DANA; LANTZ; LOOMIS, 1961).

A taxa de perda de firmeza mensal média das safras 2012 e 2013 foi igual para todos os clones mutantes e portaenxertos, nas três regiões estudadas (ver Tabela 2).

A AT e o teor de SS dos frutos foram iguais para todos os clones mutantes, dentro de cada região. Em Caçador-SC, clones mutantes de ‘Gala’ enxertados sobre M9 produziram frutos com menores valores de AT e SS. Por outro lado, em Vacaria-RS, os clones mutantes sobre Marubakaido com filtro de M9 apresentaram frutos com menores valores de AT e SS. Em São Joaquim-SC não houve diferença para estas variáveis entre os dois portaenxertos (ver Tabelas 3 e 4).

A intensidade de podridão carpelar foi igual para todos os clones mutantes e para os dois portaenxertos, em Caçador-SC e São Joaquim-SC. Em Vacaria-RS, frutos oriundos de clones mutantes sobre M9 tiveram menor intensidade de podridão carpelar do que os sobre o Marukaido com filtro de M9 (ver Tabela 5).

Tabela 2 - Taxa mensal de perda de firmeza (N) de maçãs ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo. Dados médios de dois anos (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto      |     | Média             |
|----------------------|-------------------|-----|-------------------|
|                      | Marubakaido/M9    | M9  |                   |
| Caçador, SC (CAC)    |                   |     |                   |
| Royal Gala           | 4,0               | 4,4 | 4,2 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 4,2               | 4,2 | 4,2               |
| Gala Real            | 4,2               | 3,3 | 3,8               |
| Maxi Gala            | 4,3               | 4,3 | 4,3               |
| Galaxy               | 3,9               | 3,9 | 3,9               |
| Baigent              | 4,4               | 4,2 | 4,3               |
| Média                | 4,2 <sup>ns</sup> | 4,0 | 4,1               |
| CV (%)               | -                 | -   | 43,8              |
| Vacaria, RS (VAC)    |                   |     |                   |
| Royal Gala           | 3,9               | 3,6 | 3,7 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 3,9               | 4,1 | 4,0               |
| Gala Real            | 3,8               | 3,5 | 3,6               |
| Maxi Gala            | 3,9               | 4,2 | 4,0               |
| Galaxy               | 4,2               | 4,1 | 4,1               |
| Baigent              | 4,3               | 4,0 | 4,1               |
| Média                | 4,0 <sup>ns</sup> | 3,9 | 3,9               |
| CV (%)               | -                 | -   | 42,0              |
| São Joaquim, SC (SJ) |                   |     |                   |
| Royal Gala           | 4,9               | 4,6 | 4,8 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 4,8               | -   | 4,8               |
| Gala Real            | 4,8               | 5,0 | 4,9               |
| Maxi Gala            | 4,7               | 4,5 | 4,6               |
| Galaxy               | 4,6               | 4,5 | 4,6               |
| Baigent              | 4,8               | 4,6 | 4,7               |
| Média                | 4,8 <sup>ns</sup> | 4,6 | 4,7               |
| CV (%)               | -                 | -   | 15,4              |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 3 - Acidez titulável de maçãs ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo, após a armazenagem. Dados médios (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |        | Média               |
|----------------------|----------------|--------|---------------------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9     |                     |
| Caçador, SC (CAC)    |                |        |                     |
| Royal Gala           | 0,400          | 0,396  | 0,398 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 0,381          | 0,397  | 0,391               |
| Gala Real            | 0,405          | 0,401  | 0,403               |
| Maxi Gala            | 0,447          | 0,391  | 0,419               |
| Galaxy               | 0,438          | 0,384  | 0,413               |
| Baigent              | 0,417          | 0,383  | 0,401               |
| Média                | 0,418A         | 0,392B | 0,405               |
| CV (%)               | -              | -      | 9,59                |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |        |                     |
| Royal Gala           | 0,301          | 0,374  | 0,337 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 0,295          | 0,324  | 0,310               |
| Gala Real            | 0,284          | 0,327  | 0,306               |
| Maxi Gala            | 0,302          | 0,311  | 0,306               |
| Galaxy               | 0,309          | 0,331  | 0,320               |
| Baigent              | 0,285          | 0,326  | 0,305               |
| Média                | 0,296B         | 0,332A | 0,314               |
| CV (%)               | -              | -      | 13,30               |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |        |                     |
| Royal Gala           | 0,327          | 0,342  | 0,334 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 0,305          | -      | 0,305               |
| Gala Real            | 0,311          | 0,335  | 0,323               |
| Maxi Gala            | 0,339          | 0,358  | 0,348               |
| Galaxy               | 0,301          | 0,341  | 0,325               |
| Baigent              | 0,295          | 0,330  | 0,311               |
| Média                | 0,313A         | 0,341A | 0,326               |
| CV (%)               | -              | -      | 44,5                |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 4 - Sólidos solúveis (SS) de maçãs ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo, após a armazenagem. Dados médios (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |       | Média              |
|----------------------|----------------|-------|--------------------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9    |                    |
| Caçador, SC (CAC)    |                |       |                    |
| Royal Gala           | 15,4           | 14,5  | 14,9 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 14,8           | 14,6  | 14,7               |
| Gala Real            | 15,1           | 14,3  | 14,7               |
| Maxi Gala            | 15,4           | 14,4  | 14,9               |
| Galaxy               | 15,0           | 14,0  | 14,5               |
| Baigent              | 14,9           | 14,0  | 14,5               |
| Média                | 15,1A          | 14,3B | 14,7               |
| CV (%)               | -              | -     | 5,99               |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |       |                    |
| Royal Gala           | 13,0           | 13,5  | 13,3 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 13,0           | 13,8  | 13,4               |
| Gala Real            | 13,0           | 13,2  | 13,1               |
| Maxi Gala            | 13,0           | 13,3  | 13,2               |
| Galaxy               | 13,2           | 13,5  | 13,4               |
| Baigent              | 12,7           | 13,3  | 13,0               |
| Média                | 13,0B          | 13,4A | 13,2               |
| CV (%)               | -              | -     | 4,81               |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |       |                    |
| Royal Gala           | 14,2           | 13,8  | 14,0 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 14,2           | -     | 14,2               |
| Gala Real            | 13,9           | 13,9  | 13,9               |
| Maxi Gala            | 14,1           | 14,1  | 14,1               |
| Galaxy               | 14,1           | 13,8  | 13,9               |
| Baigent              | 14,2           | 14,0  | 14,1               |
| Média                | 14,1A          | 13,9A | 14,0               |
| CV (%)               | -              | -     | 4,17               |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 5 - Podridão carpelar (1 a 4) em maçãs ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo, após a armazenagem. Dados médios (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |        | Média               |
|----------------------|----------------|--------|---------------------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9     |                     |
| Caçador, SC (CAC)    |                |        |                     |
| Royal Gala           | 1,000          | 1,002  | 1,001 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Gala Real            | 1,002          | 1,004  | 1,003               |
| Maxi Gala            | 1,002          | 1,000  | 1,001               |
| Galaxy               | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Baigent              | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Média                | 1,001A         | 1,001A | 1,001               |
| CV (%)               | -              | -      | 3,55                |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |        |                     |
| Royal Gala           | 1,004          | 1,000  | 1,002 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 1,006          | 1,000  | 1,003               |
| Gala Real            | 1,006          | 1,002  | 1,004               |
| Maxi Gala            | 1,007          | 1,000  | 1,004               |
| Galaxy               | 1,000          | 1,003  | 1,002               |
| Baigent              | 1,001          | 1,003  | 1,002               |
| Média                | 1,004A         | 1,001B | 1,003               |
| CV (%)               | -              | -      | 6,32                |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |        |                     |
| Royal Gala           | 1,000          | 1,000  | 1,000 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Gala Real            | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Maxi Gala            | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Galaxy               | 1,003          | 1,002  | 1,003               |
| Baigent              | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Média                | 1,000A         | 1,000A | 1,000               |
| CV (%)               | -              | -      | 2,10                |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).



Em Caçador-SC e Vacaria-RS, a intensidade de escaldadura profunda foi inferior em frutos de clones mutantes sobre o portaenxerto M9. Em Caçador-SC, ‘Galaxy’ e ‘Royal Gala’ tiveram menor intensidade deste distúrbio que ‘Imperial Gala’. Nas outras regiões não houve diferença na intensidade de escaldadura profunda entre clones mutantes (ver Tabela 6).

Houve interação entre clones mutantes e portaenxertos para o índice de podridão em maçãs ‘Gala’ (ver Tabela 7).

No portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, ‘Baigent’ apresentou maior índice de podridão do que a ‘Galaxy’, em Caçador-SC, enquanto que em Vacaria-RS, ‘Baigent’ teve menor índice do que a ‘Galaxy’, sendo que ‘Gala Real’ apresentou menor índice nesta região. Ainda no Marubakaido com filtro de M9, ‘Imperial Gala’ apresentou maiores índices de podridão do que ‘Royal Gala’, ‘Gala Real’, ‘Maxi Gala’ e ‘Baigent’ em São Joaquim-SC.

Assim como no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, frutos de ‘Baigent’ enxertada no M9 tiveram maiores índices de podridão do que ‘Galaxy’, e também do que ‘Gala Real’ e ‘Imperial Gala’, em Caçador-SC. Em Vacaria-RS, no portaenxerto M9 não houve diferença entre clones mutantes, enquanto que em São Joaquim, a ‘Gala Real’ apresentou a menor média de podridão.

‘Imperial Gala’ em Caçador-SC e ‘Galaxy’ em Vacaria-RS apresentaram maiores índices de podridão no Marubakaido com filtro de M9 do que no M9. Por outro lado, em São Joaquim-SC, ‘Royal Gala’ e ‘Maxi Gala’ tiveram menores valores de podridão no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9 do que no M9.

Tabela 6 - Escaldadura profunda (1 a 4) em maçãs ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo, após a armazenagem. Dados médios (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |        | Média               |
|----------------------|----------------|--------|---------------------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9     |                     |
| Caçador, SC (CAC)    |                |        |                     |
| Royal Gala           | 1,000          | 1,004  | 1,002b              |
| Imperial Gala        | 1,049          | 1,029  | 1,039a              |
| Gala Real            | 1,035          | 1,006  | 1,020ab             |
| Maxi Gala            | 1,038          | 1,004  | 1,021ab             |
| Galaxy               | 1,000          | 1,000  | 1,000b              |
| Baigent              | 1,033          | 1,002  | 1,018ab             |
| Média                | 1,026A         | 1,007B | 1,016               |
| CV (%)               | -              | -      | 18,29               |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |        |                     |
| Royal Gala           | 1,007          | 1,006  | 1,007 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 1,007          | 1,000  | 1,004               |
| Gala Real            | 1,003          | 1,002  | 1,002               |
| Maxi Gala            | 1,012          | 1,003  | 1,007               |
| Galaxy               | 1,020          | 1,000  | 1,010               |
| Baigent              | 1,017          | 1,006  | 1,012               |
| Média                | 1,011A         | 1,003B | 1,007               |
| CV (%)               | -              | -      | 10,88               |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |        |                     |
| Royal Gala           | 1,002          | 1,000  | 1,001 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 1,000          | -      | 1,000               |
| Gala Real            | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Maxi Gala            | 1,002          | 1,000  | 1,001               |
| Galaxy               | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Baigent              | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Média                | 1,001A         | 1,000A | 1,000               |
| CV (%)               | -              | -      | 2,10                |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 7 - Podridão (1 a 3) em maçãs ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo, após a armazenagem. Dados médios (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |          | Média    |
|----------------------|----------------|----------|----------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9       |          |
| Caçador, SC (CAC)    |                |          |          |
| Royal Gala           | 1,091Aab       | 1,092Aab | 1,091abc |
| Imperial Gala        | 1,096Aab       | 1,034Bc  | 1,064c   |
| Gala Real            | 1,088Aab       | 1,064Abc | 1,076bc  |
| Maxi Gala            | 1,100Aab       | 1,113Aab | 1,107ab  |
| Galaxy               | 1,049Ab        | 1,069Abc | 1,058c   |
| Baigent              | 1,112Aa        | 1,127Aa  | 1,120a   |
| Média                | 1,088A         | 1,084A   | 1,086    |
| CV (%)               | 27,47          | 26,99    | 27,22    |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |          |          |
| Royal Gala           | 1,022Abc       | 1,018Aa  | 1,020bc  |
| Imperial Gala        | 1,013Abc       | 1,008Aa  | 1,010c   |
| Gala Real            | 1,009Ac        | 1,003Aa  | 1,006c   |
| Maxi Gala            | 1,016Abc       | 1,004Aa  | 1,010c   |
| Galaxy               | 1,076Aa        | 1,018Ba  | 1,047a   |
| Baigent              | 1,039Ab        | 1,018Aa  | 1,029b   |
| Média                | 1,029A         | 1,012B   | 1,021    |
| CV (%)               | 18,21          | 11,78    | 15,45    |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |          |          |
| Royal Gala           | 1,086Bb        | 1,199Aa  | 1,142bc  |
| Imperial Gala        | 1,230a         | -        | 1,230a   |
| Gala Real            | 1,123Ab        | 1,071Ab  | 1,097c   |
| Maxi Gala            | 1,080Bb        | 1,215Aa  | 1,149bc  |
| Galaxy               | 1,159Aab       | 1,224Aa  | 1,198ab  |
| Baigent              | 1,118Ab        | 1,163Aab | 1,140bc  |
| Média                | 1,132B         | 1,174A   | 1,152    |
| CV (%)               | 39,80          | 42,80    | 41,24    |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Brackmann et al., (2008) já haviam relatado diferenças entre frutos de clones mutantes de ‘Gala’, de um pomar comercial de Vacaria-RS, para a incidência de podridões após o armazenamento em condições de atmosfera controlada por oito meses, mais 7 dias a 20°C, porém em uma única safra e sem identificação do portaenxerto. Por outro lado, os resultados obtidos aqui não concordam com os dos autores citados anteriormente, em que ‘Galaxy’ apresentou menor podridão que ‘Royal Gala’. Contudo, Brackmann et al. (2008) observaram maior firmeza de polpa nos frutos com menor incidência de podridões, o que também foi observado aqui (ver Tabelas 1 e 7). Assim, a colheita dos frutos com elevada firmeza de polpa é indispensável para a redução de perdas de clones mutantes de ‘Gala’ por podridões em pós-colheita.

A severidade de frutos murchos foi igual para todos os clones mutantes e portaenxertos, nas três regiões estudadas, de modo que nos dois anos (2012 e 2013), a incidência foi praticamente nula (dados não apresentados).

Foi elevada a incidência de degenerescência senescente superior (DSS) nos frutos, de modo que houve interação entre clone mutante e portaenxerto para este distúrbio (ver Tabela 8).

Em Caçador-SC, no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, ‘Gala Real’ e ‘Baigent’ apresentaram as maiores severidades de DSS, enquanto a ‘Galaxy’ a menor. Por outro lado, no mesmo portaenxerto (Marubakaido com filtro de M9), ‘Imperial Gala’, ‘Gala Real’ e ‘Baigent’ apresentaram as maiores severidades de DSS, em São Joaquim-SC.

No portaenxerto M9, assim como no Marubakaido com filtro de M9, ‘Baigent’ apresentou a maior severidade de DSS, porém não diferiu de ‘Maxi Gala’, em Caçador-SC. No portaenxerto M9, ‘Gala Real’ apresentou menor severidade de DSS comparada a ‘Galaxy’ em Vacaria-RS. Em São Joaquim-SC, ‘Royal Gala’ apresentou maior severidade de DSS do que ‘Gala Real’ e ‘Maxi Gala’.

Em Caçador-SC, ‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’ e ‘Gala Real’ apresentaram maior severidade de DSS no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9 do que no M9. Em Vacaria-RS, com exceção da ‘Imperial Gala’, todos os clones mutantes apresentaram menor severidade de DSS no M9. Entretanto, todos os clones mutantes apresentaram maior severidade de DSS no portaenxerto M9 em São Joaquim-SC, exceto ‘Imperial Gala’ que não foi avaliada.

A degenerescência senescente está associada à deficiência de Ca nos frutos, que por sua vez está relacionada com o número de sementes e o tamanho dos frutos (BRAMLAGE; WEIS; GREENE, 1990). Assim, frutos com baixas concentrações de Ca são mais suscetíveis à ocorrência deste distúrbio (SHARPLES, 1979; AUTIO; BRAMLAGE; WEIS, 1986). Streif et al. (2003) descreveram que a degenerescência senescente em maçãs ocorre principalmente devido o alto CO<sub>2</sub> durante a armazenagem, além de ser influenciada pelo tempo até o resfriamento, duração e temperatura do armazenamento, mas isso é válido apenas para as cultivares mais sensíveis ao CO<sub>2</sub>, como a ‘Fuji’ e seus clones mutantes. Este distúrbio em maçãs ‘Gala’ aumenta com o avanço da maturação dos frutos (WILKINSON; SHARPLES, 1967; SCOLARO, 2012). Nas três regiões estudadas, em duas delas foi possível verificar uma combinação ideal de clone mutante e portaenxerto para reduzir a severidade de degenerescência senescente. ‘Gala Real’ enxertada sobre M9 produziu frutos com menor severidade do distúrbio, em Caçador-SC e Vacaria-RS (ver Tabela 8). Em portaenxertos anões, como o M9, há redução do vigor da copa e, conseqüentemente, menor desenvolvimento da parte vegetativa e maior direcionamento de nutrientes para os frutos. Porém, em São Joaquim-SC, as combinações mais indicadas para reduzir a severidade de degenerescência senescente foram ‘Maxi Gala’ e ‘Galaxy’ sobre Marubakaido com filtro de M9, concordando com os autores acima citados (WILKINSON; SHARPLES,

1967; SCOLARO, 2012), que mostraram que o distúrbio está associado ao estágio de maturação avançado.

Scolaro (2012) verificou que em clones mutantes de 'Gala', os principais distúrbios foram escurecimento interno e rachadura senescente, de modo que a combinação colheita tardia (firmeza de polpa abaixo de 66,7N) e armazenamento por sete meses em AC resultou em maior escurecimento interno dos frutos. A DSS é um tipo de escurecimento interno, e pode ser consequência do dano por frio (BRACKMANN; ARGENTA; MAZARO, 1996), uma vez que frutos armazenados em AR e por menor período apresentam menor intensidade do distúrbio (SCOLARO, 2012). Scolaro (2012) verificou que frutos de 'Imperial Gala' enxertada em Marubakaido com filtro de M9 apresentaram maior escurecimento interno que frutos de 'Royal Gala' enxertada no M7. Entretanto, neste trabalho 'Royal Gala' apresentou maior intensidade do distúrbio do que 'Imperial Gala' quando ambas foram enxertadas sobre Marubakaido com filtro de M9 e produzidas em Vacaria-RS.

A severidade de "bitter pit" e de degenerescência interna nos frutos não diferiu entre clones mutantes e portaenxertos, nas três regiões (dados não apresentados).

A ocorrência de frutos rachados foi igual para todos os clones mutantes e para ambos os portaenxertos, em Caçador-SC. Em Vacaria-RS, não houve diferença entre clones mutantes, mas o portaenxerto M9 apresentou menor incidência de frutos rachados quando comparado ao Marubakaido com filtro de M9 (ver Tabela 9).

Tabela 8 - Degenerescência senescente superior (1 a 4) em ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões, após a armazenagem. Dados médios (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |          | Média    |
|----------------------|----------------|----------|----------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9       |          |
| Caçador, SC (CAC)    |                |          |          |
| Royal Gala           | 1,059Aab       | 1,010Bb  | 1,030bcd |
| Imperial Gala        | 1,026Abc       | 1,005Bb  | 1,015cd  |
| Gala Real            | 1,078Aa        | 1,008Bb  | 1,043ab  |
| Maxi Gala            | 1,046Aabc      | 1,027Aab | 1,037bc  |
| Galaxy               | 1,007Ac        | 1,010Ab  | 1,008d   |
| Baigent              | 1,075Aa        | 1,054Aa  | 1,064a   |
| Média                | 1,047A         | 1,020B   | 1,033    |
| CV (%)               | 21,11          | 14,47    | 18,14    |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |          |          |
| Royal Gala           | 1,223Aa        | 1,075Bab | 1,149bc  |
| Imperial Gala        | 1,130Ab        | 1,100Aab | 1,114cd  |
| Gala Real            | 1,130Ab        | 1,052Bb  | 1,091d   |
| Maxi Gala            | 1,220Aa        | 1,080Bab | 1,150bc  |
| Galaxy               | 1,295Aa        | 1,120Ba  | 1,208a   |
| Baigent              | 1,247Aa        | 1,093Bab | 1,170ab  |
| Média                | 1,207A         | 1,087B   | 1,1483   |
| CV (%)               | 43,58          | 27,41    | 37,42    |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |          |          |
| Royal Gala           | 1,248Bab       | 1,803Aa  | 1,524a   |
| Imperial Gala        | 1,354a         | -        | 1,354b   |
| Gala Real            | 1,345Ba        | 1,520Ab  | 1,434ab  |
| Maxi Gala            | 1,202Bb        | 1,550Ab  | 1,379b   |
| Galaxy               | 1,127Bb        | 1,610Aab | 1,416ab  |
| Baigent              | 1,385Ba        | 1,688Aab | 1,535a   |
| Média                | 1,286B         | 1,634A   | 1,449    |
| CV (%)               | 53,00          | 63,80    | 59,93    |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Houve interação para a ocorrência de frutos rachados entre clones mutantes e portaenxertos, em São Joaquim-SC. No portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, 'Baigent' apresentou maior incidência de frutos rachados do que 'Galaxy'. No M9, 'Royal Gala' apresentou maior índice de frutos rachados que 'Maxi Gala' e 'Gala Real'. Com relação aos portaenxertos, 'Royal Gala', 'Maxi Gala' e 'Galaxy' apresentaram maiores valores de frutos rachados no M9 do que no Marubakaido com filtro de M9.

A ocorrência de rachadura senescente em clones mutantes de 'Gala' está associada a longos períodos de armazenamento em frio comum – atmosfera refrigerada – e colheita com maturação avançada dos frutos (ARGENTA; MONDARDO, 1994; BRACKMANN, 2008; SCOLARO, 2012). Na safra 2009/2010, a rachadura senescente foi um grave problema para maçãs clones mutantes de 'Gala' armazenados em frio comum, uma vez que naquela safra o excesso de precipitação durante a maturação comercial dos frutos impediu que a colheita fosse realizada no momento mais adequado. Assim, para clones mutantes de 'Gala' é recomendado, além de colher na maturação indicada, o armazenamento em AC, composta de 1,0 kPa de O<sub>2</sub> e 3,0 kPa de CO<sub>2</sub> (LIMA, 1999). Neste estudo percebe-se que em uma das regiões, São Joaquim-SC, o índice de frutos rachados foi maior que nas demais (ver Tabela 9), mesmo utilizando AC. A justificativa para a maior ocorrência deste distúrbio nesta região é a baixa firmeza de polpa dos frutos na colheita (ver Tabela 1). Steffens et al. (2005) também verificaram o aumento no desenvolvimento de rachadura senescente em maçãs com menor firmeza de polpa. A incidência de rachadura senescente implica menor rendimento de empacotamento (produtividade) após a armazenagem.

A severidade de lenticelose podre foi superior nos frutos oriundos dos clones mutantes enxertados sobre



Marubakaido com filtro de M9 do que no M9, em Vacaria-RS e São Joaquim-SC (ver Tabela 10).

Não houve diferença na severidade de lenticelose e de degenerescência senescente inferior (DSI) entre os clones mutantes e portaenxertos, nas três regiões de cultivo (dados não mostrados).

A severidade de escaldadura superficial foi igual para todos os clones mutantes e portaenxertos, em Caçador-SC e São Joaquim-SC (ver Tabela 11).

Em Vacaria-RS houve interação entre clones mutantes e portaenxertos para a severidade de escaldadura superficial. No portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, 'Imperial Gala' apresentou maior severidade de escaldadura superficial, enquanto que no M9 não houve diferenças entre os clones mutantes. Dentre os clones mutantes, apenas 'Imperial Gala' apresentou diferença entre os portaenxertos, de modo que no M9 a severidade de escaldadura foi menor.

Tabela 9 - Rachadura senescente (1 a 2) em maçãs ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões após a armazenagem. Dados médios (2012 e 2013).

| Clone mutante   | Portaenxerto   |          | Média               |
|-----------------|----------------|----------|---------------------|
|                 | Marubakaido/M9 | M9       |                     |
| Caçador, SC     |                |          |                     |
| Royal Gala      | 1,000          | 1,000    | 1,000 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala   | 1,000          | 1,000    | 1,000               |
| Gala Real       | 1,000          | 1,000    | 1,000               |
| Maxi Gala       | 1,000          | 1,000    | 1,000               |
| Galaxy          | 1,000          | 1,000    | 1,000               |
| Baigent         | 1,002          | 1,002    | 1,002               |
| Média           | 1,000A         | 1,000A   | 1,000               |
| CV (%)          | -              | -        | 1,90                |
| Vacaria, RS     |                |          |                     |
| Royal Gala      | 1,010          | 1,000    | 1,005 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala   | 1,013          | 1,003    | 1,008               |
| Gala Real       | 1,004          | 1,002    | 1,003               |
| Maxi Gala       | 1,013          | 1,000    | 1,006               |
| Galaxy          | 1,003          | 1,000    | 1,002               |
| Baigent         | 1,012          | 1,000    | 1,006               |
| Média           | 1,009A         | 1,001B   | 1,005               |
| CV (%)          | -              | -        | 7,11                |
| São Joaquim, SC |                |          |                     |
| Royal Gala      | 1,030Bab       | 1,147Aa  | 1,088a              |
| Imperial Gala   | 1,052ab        | -        | 1,052ab             |
| Gala Real       | 1,051Aab       | 1,033Ac  | 1,042b              |
| Maxi Gala       | 1,032Bab       | 1,090Ab  | 1,061ab             |
| Galaxy          | 1,021Bb        | 1,123Aab | 1,082a              |
| Baigent         | 1,067Aa        | 1,094Aab | 1,081a              |
| Média           | 1,043B         | 1,097A   | 1,069               |
| CV (%)          | 19,5           | 26,8     | 23,41               |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 10 - Lenticelose podre (1 a 4) em maçãs ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo, após a armazenagem. Dados médios (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |        | Média               |
|----------------------|----------------|--------|---------------------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9     |                     |
| Caçador, SC (CAC)    |                |        |                     |
| Royal Gala           | 1,000          | 1,000  | 1,000 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Gala Real            | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Maxi Gala            | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Galaxy               | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Baigent              | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Média                | 1,000A         | 1,000A | 1,000               |
| CV (%)               | -              | -      | -                   |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |        |                     |
| Royal Gala           | 1,004          | 1,000  | 1,002 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Gala Real            | 1,001          | 1,000  | 1,001               |
| Maxi Gala            | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Galaxy               | 1,000          | 1,000  | 1,000               |
| Baigent              | 1,007          | 1,000  | 1,002               |
| Média                | 1,002A         | 1,000B | 1,001               |
| CV (%)               | -              | -      | 3,71                |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |        |                     |
| Royal Gala           | 1,002          | 1,000  | 1,001 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 1,005          | 1,000  | 1,005               |
| Gala Real            | 1,002          | 1,000  | 1,001               |
| Maxi Gala            | 1,002          | 1,000  | 1,001               |
| Galaxy               | 1,011          | 1,000  | 1,004               |
| Baigent              | 1,002          | 1,000  | 1,001               |
| Média                | 1,004A         | 1,000B | 1,002               |
| CV (%)               | -              | -      | 4,45                |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 11 - Escaldadura superficial (1 a 4) em maçãs ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões após a armazenagem. Dados médios (2012 e 2013).

| Clone mutante        | Portaenxerto   |         | Média               |
|----------------------|----------------|---------|---------------------|
|                      | Marubakaido/M9 | M9      |                     |
| Caçador, SC (CAC)    |                |         |                     |
| Royal Gala           | 1,000          | 1,000   | 1,000 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 1,000          | 1,000   | 1,000               |
| Gala Real            | 1,000          | 1,000   | 1,000               |
| Maxi Gala            | 1,000          | 1,000   | 1,000               |
| Galaxy               | 1,000          | 1,000   | 1,000               |
| Baigent              | 1,000          | 1,000   | 1,000               |
| Média                | 1,000A         | 1,000A  | 1,000               |
| CV (%)               | -              | -       | -                   |
| Vacaria, RS (VAC)    |                |         |                     |
| Royal Gala           | 1,001Ab        | 1,000Aa | 1,001b              |
| Imperial Gala        | 1,031Aa        | 1,000Ba | 1,015a              |
| Gala Real            | 1,000Ab        | 1,000Aa | 1,000b              |
| Maxi Gala            | 1,000Ab        | 1,000Aa | 1,000b              |
| Galaxy               | 1,000Ab        | 1,000Aa | 1,000b              |
| Baigent              | 1,000Ab        | 1,000Aa | 1,000b              |
| Média                | 1,005A         | 1,000B  | 1,003               |
| CV (%)               | 9,02           | -       | 6,46                |
| São Joaquim, SC (SJ) |                |         |                     |
| Royal Gala           | 1,000          | 1,000   | 1,000 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala        | 1,000          | 1,000   | 1,000               |
| Gala Real            | 1,000          | 1,000   | 1,000               |
| Maxi Gala            | 1,000          | 1,000   | 1,000               |
| Galaxy               | 1,000          | 1,000   | 1,000               |
| Baigent              | 1,000          | 1,000   | 1,000               |
| Média                | 1,000A         | 1,000A  | 1,000               |
| CV (%)               | -              | -       | -                   |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 2.5 CONCLUSÕES

Os parâmetros acidez titulável, sólidos solúveis, podridão carpelar, murcha, “bitter pit”, degenerescência interna, lenticelose, lenticelose podre, degenerescência senescente interna e escaldadura superficial não são influenciados pelos diferentes clones mutantes de Gala.

Não há efeito de clones mutantes de ‘Gala’ e de portaenxertos na taxa mensal de perda de firmeza de polpa dos frutos.

No portaenxerto Marubakaido com filtro de M9 e em São Joaquim-SC, ‘Galaxy’ apresenta maior firmeza de polpa após a armazenagem do que os demais clones mutantes.

Em Caçador-SC, ‘Baigent’ e ‘Gala Real’ apresentam maior degenerescência senescente do que os demais clones mutantes no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, enquanto que apenas no M9, ‘Baigent’ é superior aos demais.

Em São Joaquim-SC, ‘Royal Gala’ apresenta maior degenerescência senescente do que ‘Gala Real’ e ‘Maxi Gala’ no portaenxerto M9.

### **3 VARIAÇÃO NA MATURAÇÃO DE MAÇÃS ‘GALA’: EFEITOS DE CLONES MUTANTES E PORTAENXERTOS EM TRÊS REGIÕES DE CULTIVO**

#### **3.1 RESUMO**

Este trabalho teve como objetivos verificar, através da análise do desvio padrão, a variabilidade de maturação dos frutos na planta, em seis clones mutantes de ‘Gala’, sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo. O experimento foi conduzido em três pomares, implantados em 2007, localizados nas Estações Experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural – EPAGRI em Caçador-SC e São Joaquim-SC, e na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado – EFCT – da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria-RS. Os tratamentos foram seis clones mutantes (‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’, ‘Gala Real’, ‘Maxi Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Baigent’) e dois portaenxertos (Marubakaibo com filtro de M9 e M9). Em cada região, o delineamento foi em blocos ao acaso, segundo um fatorial 6 x 2 (seis clones mutantes e dois portaenxertos), com dez plantas por bloco, sendo a unidade experimental todos os frutos de uma planta por bloco. Em 2012 e 2013, as maçãs foram colhidas na maturação comercial, em cada região, e avaliadas quanto à firmeza de polpa e índice de iodo-amido. Nas três regiões, os clones mutantes apresentaram o mesmo desvio padrão para a firmeza de polpa e para o índice de iodo-amido, em ambos os portaenxertos. Em São Joaquim-SC, clones mutantes enxertados no Marubakaido com filtro de M9 apresentaram maior desvio padrão para o índice de iodo-amido do que sobre o M9. Em Caçador-SC, houve interação entre mutante e portaenxerto para o desvio padrão da firmeza da polpa. ‘Imperial Gala’, ‘Gala Real’ e ‘Maxi Gala’ apresentaram menor desvio padrão para a firmeza de polpa no portaenxerto M9 do que no Marubakaido com filtro de M9.

Palavras-chave: *Malus domestica*. Colheita. Firmeza de polpa. Índice de iodo-amido.

### 3.2 INTRODUÇÃO

No Brasil e em outros países produtores de maçãs, a cultivar ‘Gala’ e seus clones mutantes predominam nas regiões de produção (RUTKOWSKI et al., 2005; PETRI; LEITE; ARGENTA, 2007; IGLESIAS; ECHEVERRIA; SORIA, 2008). A cultivar ‘Gala’ já não é mais encontrada em pomares implantados nos últimos 10 anos, de modo que os produtores têm optado pela implantação de novos pomares com as mutações espontâneas da ‘Gala’, que são comumente chamadas de clones mutantes. Os clones mutantes diferem da cultivar ‘Gala’ principalmente devido a maior coloração vermelha da epiderme (DICKINSON; WHITE, 1986).

Embora a seleção dos clones mutantes mais coloridos seja importante, deve-se avaliar a uniformidade na maturação dos frutos na planta em cada um deles. No Brasil, a maioria dos produtores e embaladoras de frutos colhe, classifica e armazena os clones mutantes juntos, uma vez que a maioria das empresas possui mais de dois clones mutantes em produção. Algumas empresas relatam que alguns são mais indicados para o armazenamento. Da mesma forma, há mais de 20 anos, fruticultores da Nova Zelândia já questionavam sobre a qualidade dos frutos nos novos clones mutantes de ‘Gala’ que estavam sendo produzidos no país (WALS; VOLZ, 1990). São poucas as informações publicadas relacionadas à maturação dos diferentes clones mutantes de maçãs. Iglesias et al. (2008) não observaram diferenças na maturação de oito clones mutantes de ‘Gala’. Por outro lado, não há dados publicados sobre a variação da maturação dos frutos na planta, o que pode ser útil para produtores no momento da implantação do pomar, para planejamento da colheita dos frutos, armazenagem e comercialização.

A coloração vermelha da epiderme não pode ser usada como parâmetro para indicar o ponto ideal de colheita dos clones mutantes de ‘Gala’, uma vez que a coloração varia com o clima e com a cultivar (IGLESIAS; ECHEVERRIA; SORIA, 2008). Os índices de maturação mais utilizados para a colheita de maçãs são firmeza de polpa, índice de iodo-amido e cor de fundo, de modo que a colheita de maçãs ‘Gala’ e seus clones mutantes deve ser realizada com firmeza de polpa superior a 71,1N, para armazenagem por períodos de três a quatro meses (ARGENTA; MONDARDO, 1994). O avanço na maturação dos frutos, devido o atraso na colheita ou no estabelecimento das condições de refrigeração em AR ou AC, aumenta a incidência de desordens fisiológicas e podridões (LIDSTER; PORRIT, 1978), e reduz a qualidade de maçãs (DRAKE; EISELE, 1994). Assim, clones mutantes que possuem maiores diferenças de maturação na planta podem ser mais viáveis para as empresas, uma vez que podem escalonar a colheita sem perda da qualidade dos frutos, porém isso vai depender da intensidade de coloração vermelha do clone mutante, do treinamento das pessoas envolvidas na colheita e dos parâmetros de colheita utilizados, uma vez que clones mutantes mais coloridos poderão mascarar a grande variabilidade existente e consequentemente impossibilitar o uso dela como uma vantagem.

Portaenxertos são componentes importantes nos sistemas de produção de maçãs, pois regulam o crescimento vegetal, a precocidade de frutificação e o rendimento (TOMALA et al., 2008). Os efeitos de portaenxertos nesses parâmetros, assim como na nutrição mineral, são bem documentados na literatura (SADOWSKI; DZIUBAN; JABLONSKI, 2004). Entretanto são escassas as informações disponíveis sobre o efeito do portaenxerto na variabilidade de maturação na planta de maçãs na colheita.

Pomares com portaenxerto anão estão se tornando cada vez mais populares no mundo, pois condicionam o



amadurecimento precoce dos frutos (RUTKOWSKI et al., 2005). Por outro lado, os efeitos de muitos portaenxertos estudados não foram consistentes de um local para outro. Dessa forma, para avaliar o potencial de um portaenxerto é importante levar em consideração outras fontes de variabilidade, como regiões de produção e cultivares.

O objetivo deste trabalho foi avaliar, através da análise do desvio padrão, a variabilidade de maturação dos frutos, em seis clones mutantes de 'Gala', sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos com clones mutantes de maçãs 'Gala', provenientes de pomares implantados em 2007, nas Estações Experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural - EPAGRI - em Caçador-SC e São Joaquim-SC, e na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado - EFCT - da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria-RS.

Os tratamentos avaliados foram compostos pela combinação de três regiões de cultivo (Caçador-SC, São Joaquim-SC e Vacaria-RS), dois portaenxertos (M9 e Marubakaido com interenxerto de 20 cm de M9), e seis clones mutantes da cultivar Gala ('Royal Gala', 'Imperial Gala', 'Gala Real', 'Galaxy', 'Maxi Gala' e 'Baigent'). Os espaçamentos de plantio foram 1,0 m x 3,5 m para o portaenxerto M9 e 1,4 m x 4,0 m para o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9. As plantas foram conduzidas com o auxílio de espaldeiras, no sistema de líder central.

Frutos de todos os clones mutantes foram colhidos em 2012 e 2013. Em cada local, as maçãs foram colhidas em uma única data, correspondente ao período de maturação comercial, considerando a firmeza de polpa e o índice iodo-amido como indicadores do ponto ideal de colheita, de modo que a colheita

foi na totalidade dos frutos das plantas. Em Caçador-SC, as colheitas foram realizadas em 13/02/2012 e 13/02/2013. Em Vacaria-RS, as colheitas foram realizadas em 16/02/2012 e 05/02/2013. Em São Joaquim-SC, as datas de colheita dos frutos foram 01/03/2012 e 14/02/2013. Após a colheita, os frutos foram analisados no laboratório de pós-colheita da Epagri de Caçador-SC.

Em cada região, o delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 6 x 2 (seis clones mutantes e dois portaenxertos), com 3 repetições. Cada bloco foi composto de dez plantas em Caçador-SC e Vacaria-RS, e cinco plantas em São Joaquim-SC. A unidade experimental foi composta por todos os frutos de uma mesma planta em cada bloco.

As características de qualidade avaliadas foram: firmeza de polpa e índice de iodo-amido. A firmeza de polpa foi determinada na região equatorial dos frutos, em dois lados opostos, após a remoção da epiderme superficial, com auxílio de um penetrômetro equipado com ponteira de 11,1 milímetros de diâmetro, expressa em Newtons (N) (ARGENTA; VIEIRA; SCOLARO, 2010). O índice de iodo-amido foi determinado por meio da comparação do escurecimento da metade peduncular dos frutos, tratada com uma solução de iodo, com a tabela de fotografias desenvolvida por Bender e Ebert (1985), na qual o índice 1 indica o teor máximo de amido e o índice 9 representa o amido totalmente hidrolisado.

Em cada região, os dados de desvio padrão dos tratamentos (mutação e portaenxerto) foram submetidos à análise de variância (PROC GLM), usando o programa SAS (Learning Edition, 2002). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Caçador-SC, houve interação entre clones mutantes e portaenxertos para o desvio padrão da firmeza de polpa dos frutos (ver Tabela 1).

Não foi verificada diferença entre clones mutantes dentro de cada portaenxerto. Por outro lado, alguns clones mutantes apresentaram maior desvio padrão no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9 do que no M9 (ver Tabela 1). Assim, no portaenxerto Marubakaido com filtro de M9, ‘Imperial Gala’, ‘Gala Real’ e ‘Maxi Gala’ apresentaram desvios padrões de 17,1N, 15,5N e 19,0N, sendo superiores as mesmas cultivares sobre o M9, que tiveram valores de 13,2N, 10,5N e 12,2N, respectivamente.

Em Vacaria-RS e em São Joaquim-SC, não houve efeito de portaenxerto e de clone mutante para o desvio padrão da firmeza de polpa.

Não houve efeito de clone mutante e portaenxerto para o desvio padrão do índice de amido em Caçador-SC e Vacaria-RS (ver Tabela 2).

Em São Joaquim-SC, não houve efeito de clone mutante para o desvio padrão do índice de iodo-amido, mas houve efeito de portaenxerto. No Marubakaido com filtro de M9, o desvio padrão do índice de iodo-amido dos frutos oriundos dos mutantes foi de 2,2, valor este superior a 2,0, verificado nos frutos oriundos dos clones mutantes enxertados no M9.

Neste estudo, observou-se que o desvio padrão da firmeza de polpa e do índice de iodo-amido foram os mesmos para os frutos de todos os clones mutantes e de ambos os portaenxertos, com exceção do pomar localizado em Caçador-SC.

Tabela 1 - Desvio padrão para a firmeza de polpa (N) de maçãs de ‘Gala’ sobre dois portaenxertos e em três regiões de cultivo. Dados médios de dois anos (2012 e 2013).

| Clone mutante   | Portaenxerto      |        | Média              |
|-----------------|-------------------|--------|--------------------|
|                 | Marubakaido/M9    | M9     |                    |
| Caçador, SC     |                   |        |                    |
| Royal Gala      | 14,7Aa            | 14,2Aa | 14,4 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala   | 17,1Aa            | 13,2Ba | 15,1               |
| Gala Real       | 15,5Aa            | 10,5Ba | 13,0               |
| Maxi Gala       | 19,0Aa            | 12,2Ba | 15,6               |
| Galaxy          | 14,3Aa            | 13,1Aa | 13,7               |
| Baigent         | 16,8Aa            | 12,3Aa | 14,5               |
| Média           | 16,3A             | 12,6B  | 14,4               |
| CV (%)          | -                 | -      |                    |
| Vacaria, RS     |                   |        |                    |
| Royal Gala      | 9,2               | 9,4    | 9,3 <sup>ns</sup>  |
| Imperial Gala   | 9,5               | 7,7    | 8,6                |
| Gala Real       | 9,5               | 9,1    | 9,3                |
| Maxi Gala       | 10,2              | 8,4    | 9,3                |
| Galaxy          | 9,9               | 9,2    | 9,6                |
| Baigent         | 8,4               | 8,4    | 8,4                |
| Média           | 9,5 <sup>ns</sup> | 8,7    | 9,1                |
| CV (%)          | -                 | -      | 14,5               |
| São Joaquim, SC |                   |        |                    |
| Royal Gala      | 10,1              | 10,1   | 10,1 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala   | 10,8              | -      | 10,8               |
| Gala Real       | 8,2               | 9,4    | 8,8                |
| Maxi Gala       | 10,0              | 9,5    | 9,7                |
| Galaxy          | 10,1              | 10,5   | 10,3               |
| Baigent         | 10,0              | 10,0   | 10,0               |
| Média           | 9,9 <sup>ns</sup> | 9,9    | 9,9                |
| CV (%)          | -                 | -      | 12,4               |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 2 - Desvio padrão para o índice de amido (1-9) de maçãs 'Gala'. Dados médios (2012 e 2013).

| Clone mutante   | Portaenxerto      |      | Média             |
|-----------------|-------------------|------|-------------------|
|                 | Marubakaido/M9    | M9   |                   |
| Caçador, SC     |                   |      |                   |
| Royal Gala      | 2,5               | 2,3  | 2,4 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala   | 2,6               | 2,6  | 2,6               |
| Gala Real       | 2,4               | 2,4  | 2,4               |
| Maxi Gala       | 2,7               | 2,5  | 2,6               |
| Galaxy          | 2,5               | 2,6  | 2,6               |
| Baigent         | 2,5               | 2,6  | 2,6               |
| Média           | 2,5 <sup>ns</sup> | 2,5  | 2,5               |
| CV (%)          | -                 | -    | 6,0               |
| Vacaria, RS     |                   |      |                   |
| Royal Gala      | 2,5               | 2,5  | 2,5 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala   | 2,1               | 2,4  | 2,2               |
| Gala Real       | 2,5               | 2,6  | 2,5               |
| Maxi Gala       | 2,1               | 2,4  | 2,2               |
| Galaxy          | 2,2               | 2,2  | 2,2               |
| Baigent         | 2,0               | 2,5  | 2,2               |
| Média           | 2,2 <sup>ns</sup> | 2,4  | 2,3               |
| CV (%)          | -                 | -    | 12,2              |
| São Joaquim, SC |                   |      |                   |
| Royal Gala      | 2,2               | 1,9  | 2,0 <sup>ns</sup> |
| Imperial Gala   | 2,1               | -    | 2,1               |
| Gala Real       | 2,1               | 2,1  | 2,1               |
| Maxi Gala       | 2,3               | 1,9  | 2,1               |
| Galaxy          | 2,4               | 2,1  | 2,2               |
| Baigent         | 2,2               | 2,1  | 2,1               |
| Média           | 2,2A              | 2,0B | 2,1               |
| CV (%)          | -                 | -    | 8,8               |

Fonte: produção do próprio autor.

\*Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em Caçador-SC, os frutos provenientes de alguns clones mutantes enxertados sobre Marubakaido com filtro de M9 tiveram maior desvio padrão na firmeza de polpa, porém isso não foi observado para o índice de iodo-amido. O maior desvio pode ser benéfico para empresas que realizam várias passadas de colheita, selecionando os frutos de cor de fundo mais amarela e com epiderme mais vermelha, uma vez que a colheita pode ser otimizada mesmo com pouca mão-de-obra, que tem sido um dos problemas enfrentados pelas empresas nos últimos anos. Também, a maioria das empresas prefere contratar a mesma mão-de-obra, tanto para a colheita dos clone mutantes de ‘Gala’, como para a colheita dos clones mutantes de ‘Fuji’. Neste caso, a colheita da ‘Gala’ se aproximaria mais da ‘Fuji’, devido ao maior período de tempo de colheita de ‘Gala’, além de a mão-de-obra ser mais seleta, evitando nova contratação, o que poderia resultar em pessoas pouco treinadas para o fim proposto. Além disso, devido a maior variabilidade de maturação a quantidade colhida diariamente seria muito menor, colaborando com a logística toda da empresa, reduzindo assim os riscos de danos nos frutos por insolação ou por atraso no armazenamento. Por outro lado, combinações de clone mutante e portaenxerto com menor desvio padrão exigem maior disponibilidade de pessoas na colheita, porém em um período concentrado, de modo que o benefício seria a colheita em menor número de passadas em uma mesma área, o que diminuiria o período de colheita e conseqüentemente o número de dias pagos aos colhedores. Além disso, o menor desvio padrão favoreceria a manutenção da qualidade dos frutos pelos seguintes motivos: 1) maturação mais uniforme dentro de um mesmo ‘bin’ e de uma mesma câmara, reduzindo as perdas por distúrbios e podridões em pós-colheita, e agilizando o processo de classificação dos frutos; 2) menor permanência da fruta no pomar aguardando o transporte, resultando em menor perda de qualidade devido a insolação; 3) fechamento das câmaras em menor período de tempo, e 4) maior disponibilidade de frutos

para comercialização em um único período, resultando em maiores lucros.

Normalmente os produtores desejam colher mais tarde, para ter frutos maiores e mais coloridos, mas para armazenar por longos períodos, os frutos precisam estar com alta firmeza de polpa (PETRI; LEITE; ARGENTA, 2007). Portanto, o critério mais importante é a elevada firmeza da polpa, para frutos destinados a armazenagem por longos períodos. Assim, em anos que os frutos possuem pouca coloração vermelha, os produtores retardam a colheita. Porém, a partir de certo ponto, quando o fruto começa a perder muito a firmeza de polpa, degradar muito o amido ou adquirir cor de fundo muito amarelo, os produtores colhem mesmo que os frutos não tenham a coloração vermelha adequada. Isto resulta em menor valor pago pelos frutos, uma vez que um dos critérios de classificação pós-colheita dos frutos é a coloração vermelha da epiderme (BRASIL, 2002).

Em relação a outras cultivares, a ‘Gala’ e seus clones mutantes possuem maior produção de etileno, resultando em rápido avanço na maturação ainda na planta (ARGENTA, 1993), de modo que parte da produção é colhida após o período de maturação indicado para armazenamento por longos períodos. Assim, em anos com pouca disponibilidade de mão-de-obra, as empresas aplicam aminoetoxivinilglicina (AVG) para controlar a maturação dos frutos e escalonar a colheita dos mesmos (PETRI; LEITE; ARGENTA, 2007). A pulverização de AVG em maçã na pré-colheita reduz a produção de etileno, a degradação do amido, o amolecimento da polpa, o desenvolvimento de coloração vermelha e a abscisão dos frutos (GREENE, 2005; YAUN; CARBAUGH, 2007). Assim, se as empresas tiverem pomares com combinação de clones mutantes e portaenxertos que produzem frutos com maior desvio padrão da firmeza de polpa na colheita, como ocorreu em Caçador-SC, poderão limitar o uso do AVG, reduzindo os custos de produção. Além disso, mesmo frutos com amido

pouco degradado, pouca coloração vermelha na epiderme e cor de fundo bem verde, porém com a firmeza de polpa em 70 N, os frutos devem ser colhidos, de modo que isso é comum para frutas tratadas com AVG. O contrário também é verdadeiro, ou seja, mesmo frutos que apresentam alta firmeza de polpa, porém cor de fundo amarela e amido degradado, devem ser colhidos, pois a cor de fundo amarela é considerado um sinal de senescência dos frutos (AKBUDAK et al., 2009).

### 3.5 CONCLUSÕES

Os clones mutantes de ‘Gala’ não diferem quanto à variabilidade de maturação na planta, usando como parâmetros a firmeza de polpa e o índice de iodo-amido.

Em São Joaquim, clones mutantes enxertados sobre o Marubakaido com filtro de M9 apresentam maior desvio padrão no índice de iodo-amido.

Em Caçador-SC, clones mutantes sobre o portaenxerto Marubakaido com filtro de M9 apresentam maior desvio padrão da firmeza de polpa do que sobre o portaenxerto M9.



## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que a maturação e a qualidade dos clones mutantes de ‘Gala’ variam de uma região de produção para outra.

O efeito de portaenxerto sobre os clones mutantes pode variar em função do local de produção.

Clones mutantes sobre portaenxertos vigorosos com interenxerto anão não significam frutos de baixa coloração e maturação tardia, assim como clones mutantes sobre portaenxertos anões não significam frutos de elevada coloração e maturação precoce.

Clones mutantes de ‘Gala’ selecionados para maior coloração vermelha da epiderme podem possuir características de qualidade internas iguais aos clones mutantes de menor coloração vermelha.

Grandes áreas de produção de dois ou mais clones mutantes exigem análises individuais para colheita dos frutos.

A coloração da epiderme é uma variável consistente para comparação dos diferentes clones mutantes de ‘Gala’.

Estudos mais avançados da epiderme dos frutos, como quantidade de antocianinas, deverão ser realizados para os clones mutantes de ‘Gala’.

Análises do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante das maçãs provenientes dos diferentes clones mutantes poderão auxiliar na comparação dos mesmos.

## 5 REFERÊNCIAS

AKBUDAK, B. et al. Response of 1-methylcyclopropene treated ‘Granny Smith’ apple fruit to air and controlled atmosphere storage conditions. **Journal of Food Quality**, v.32, n.1, p.18-33, 2009.

ANDZIAK, J.; TOMALA, K. Influence of rootstock on physiological status of 'Jonagold' apples. **Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach**, v.8, p.79-85, 2000.

ARGENTA, L.C. Concentração de etileno interno e maturação de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.15, n.1, p.125-132, 1993.

ARGENTA, L.C.; MONDARDO, M. Maturação na colheita e qualidade de maçãs ‘Gala’ após a armazenagem. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.6, n.2, p.135-140, 1994.

ARGENTA, L.C. et al. Padrões de maturação e índices de colheita de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.10, p.1258-1266, 1995.

ARGENTA, L.C. Fisiologia pós-colheita: Maturação, colheita e armazenagem dos frutos. In: **A cultura da macieira**. Epagri, Florianópolis, 2006. 743p.

ARGENTA, L.C.; VIEIRA, M.J.; SCOLARO, A.M.T. Validação de catálogos de cores como indicadores do estágio de maturação e do ponto de colheita de maçã. **Agropecuária Catarinense**, v.23, n.3, 2010.

AUTIO, W. R.; BRAMLAGE, W.J.; WEIS, S.A. Predicting poststorage disorders of ‘Cox’s Orange Pippin’ and ‘Bramley’s

Seedling' apples by regression equations. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.111, p.738-742, 1986.

AUTIO, W.R. et al. Rootstock affects ripening, color, and shape of 'Starkspur Supreme Delicious' apples in the 1984 NC – 140 Cooperative Planting. **Fruit Varieties Journal**, v.50, n.1, p.45-53, 1996.

AUTIO, W.R. Rootstock affect ripening and other qualities of 'Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.116, n.3, p.378-382, 1991.

BARDEN, J.A.; MARINI, M.E. Maturity and aality of 'Delicious' apples as influenced by rootstock. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.117, n.4, p.547-550, 1992.

BARRITT, B.H. et al. Canopy position and light effects on spur, leaf, and fruit characteristics of 'Delicious' apple. **HortScience**, v.22, p.402-405, 1987.

BARRIT, B.H. New dwarfing rootstocks compared with standards. **Good Fruit Grower**, v.46, n.1, p. , 1995.

BENDER, R.J.; EBERT, A. **Determinação do ponto de colheita de cultivares de macieira**. Teste iodo-amido. Florianópolis: Empasc, 1985. 6p.

BLAIR, D.S. Rootstock and scion relationship in apple trees. **Scientia Agricola**, v.19, p.85-94, 1938.

BRACKMANN, A.; ARGENTA, L.C.; MAZARO, S. Concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> na qualidade de maçãs (*Malus domestica* Borck) cv. Gala, armazenadas a 0,5°C e 2,5°C. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.2, p.51-56, 1996.

BRACKMANN, A. et al. Manutenção da qualidade pós-colheita de maçãs 'Royal Gala' e 'Galaxy' sob armazenamento em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, v.38, n.9, p.2478-2484, 2008.

BRAMLAGE, W.J.; WEIS, S.A.; GREENE, D.W. Observations on the relationships among seed number, fruit calcium, and senescent breakdown in apples. **HortScience**, v.25, n.3, p.351-353, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 50. **Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação de maçã**. Brasília, 2002. 11p.

CAMILO, A.P.; DENARDI, F. Effect of carbaryl on russetting of apple (*Malus domestica* Borkh.), cultivars Gala, Fuji and Golden Delicious. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.3, p.580-583, 2001.

CHALMERS, D.J.; FARAGHER, J.D.; RAFF, J.W. Changes in anthocyanin synthesis as an index of maturity in red apple varieties. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.48, p.387-392, 1973.

COMIOTTO, A. et al. Vigor, floração, produção e qualidade de pêssegos 'Chimarrita' e 'Maciel' em função de diferentes portaenxertos. **Ciência Rural**, v.42, n.5, p.788-794, 2012.

CORRÊA, T.R. et al. Composição mineral, qualidade e degenerescência de polpa de maçãs 'Fuji' em diferentes porta-enxertos durante armazenamento em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.1, p.33-40, 2012.

CUMMINS, J.N.; ALDWINCKLE, H.S. Apple rootstock breeding. **Plant Breeding Reviews**, p.294-394, 1983.

CURRIE, A.J. et al. Preliminary results of differentiating apple sports by pollen ultrastructure. **Euphytica**, v.98, p.155-161, 1997.

DANA, M.N.; LANTZ, H.L.; LOOMIS, W.E. Effects of interstock grafts on growth of Golden Delicious Apples. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.81, p.1-11, 1962.

DENBY, L.G. Performance of 6 apple cultivars on M9, M26, and M7 rootstocks. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.107, n.1, p.14-16, 1982.

DERMEN, H. Chimeral apple sports and their propagation through adventitious buds. **Journal of Heredity**, v.39, n.8, p.235-242, 1948.

DERMEN, H. Nature of plant sports. **American Horticultural Magazine**, v.39, p.123-173, 1960.

DICKINSON, J.P.; WHITE, A.G. Red colour distribution in the skin of Gala apple and some of its sports. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.29, n.4, p.695-698, 1986.

DRAKE, S. R.; EISELE, T. A. Influence of harvest date and controlled atmosphere storage delay on the color and quality of 'Delicious' apples stored in a purge-type controlled-atmosphere environment. **HortTechnology**, v.4, n.3, p.260-263, 1994.

DRAKE, S.R. et al. Maturity, storage quality, carbohydrate, and mineral content of 'Goldspur' apples as influenced by rootstock. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.113, p.949-952, 1988.

FALLAHI, E. et al. Influence of apple rootstocks and K and N fertilizers on leaf mineral composition and yield in a high density orchard. **Journal of Plant Nutrition**, v.7, n.8, p.1161-1177, 1984.

FALLAHI, E.; RICHARDSON, D.G.; WESTWOOD, M.N. Quality of apple fruit from a high density orchard as influenced by rootstock, fertilizers, maturity, and storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.110, p.71-74, 1985.

FERGUSON, I., WATKINS, C.B.; VOLZ, R.K. Assessment and reduction of bitter pit risk in apple fruit. **Acta Horticulturae**, v.326, p.157-164, 1993.

FISCHER, D.V.; KETCHIE, D.O. Survey of literature on red strains of 'Delicious'. **Washington State University Cooperative Extension**, Bulletin EB1515.

GALARÇA, S.P. et al. Os porta-enxertos influenciam a qualidade pós-colheita de peras 'Carrick' armazenadas em câmara fria. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.14, n.1, p.59-63, 2013.

GIORGI, M. et al. The rootstock effects on plant adaptability, production, fruit quality, and nutrition in the peach (cv. 'Suncrest'). **Scientia Horticulturae**, v.107, p.36-42, 2005.

GREENE, D.W.; AUTIO, W.R. Comparison of tree growth, fruit characteristics, and fruit quality of five 'Gala' apple strains. **Fruit Varieties Journal**, v.47, n.2, p.103-109, 1993.

GREENE, D.W. Time of aminoethoxyvinylglycine application influences preharvest drop and fruit quality of 'McIntosh' apples. **HortScience**, v.40, p.2056-2060, 2005.

HAMPSON, C.R.; QUAMME, H.A. Use of preference testing to identify tolerance limits for fruit visual attributes in apple breeding. **HortScience**, v.25, n.5, p.921-924, 2000.

HARKER, F.R.; GUNSON, F.A.; JAEGER, S.R. The case for fruit quality: an interpretive review of consumer attitudes, and preferences for apples. **Postharvest Biology and Technology**, v.28, p.333-347, 2003.

HEINICKE, D.R. The micro-climate of fruit trees. II. Foliage and light distribution patterns in apple trees. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.83, p.1-11, 1963.

HEINICKE, D.R. Characteristics of McIntosh and Red Delicious apples as influenced by exposure to sunlight during the growing season. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.91, p.113-119, 1966.

HEWETSON, J.N. Growth and yields of McIntosh apple trees as influenced by the use of various intermediate stem-pieces. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.45, p.181-186, 1944.

IGLESIAS, I.; ECHEVERRIA, G.; SORIA, Y. Differences in fruit colour development, anthocyanin content, fruit quality and consumer acceptability of eight 'Gala' apple strains. **Scientia Horticulturae**, v.119, n.1, p.32-40, 2008.

IGLESIAS, I.; ALEGRE, S. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples. **Journal of Applied Horticulture**, v.8, n.2, p.91-100, 2006.

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

JACKSON, J.E.; WHITE, G.C.; DUNCAN, C. Economic appraisal of orchards of Cox's orange pippin apple on M9 and MM.106 rootstocks. **Acta Horticulturae**, n.160, p.383-387, 1986.

JAMES, H.J.; NOCK, J.F.; WATKINS, C.B. The Failure of postharvest treatments to control firm flesh browning in Empire apples. **New York Fruit Quarterly**, v.18, n.3, p.5-7, 2010.

KREUZ, C.L. Rentabilidade da cultura da macieira cultivar Gala em duas densidades de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.229-235, 2002.

LANCASTER, J.E. Regulation of skin colour in apples. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.10, p.487-502, 1992.

LARSEN, F.E.; FRITTS, R.Jr. Sixteen-year summary of apple rootstock influence on yield, yield efficiency and trunk growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.107, p.23-27, 1982.



LARSEN, F.E.; FRITTS, R.Jr.; OLSEN, K.L. Rootstock influence on 'Delicious' and 'Golden Delicious' apple fruit quality at harvest and after storage. **Scientia Horticulturae**, v.26, p.339-349, 1985.

LARSEN, F.E.; OLSEN, K.L.; FRITTS, R.Jr. Rootstock effects on apple maturity studied. **The Goodfruit Grower**, v.37, n.7, p.42-47, 1986.

LIDSTER, P.D.; PORRIT, S.W. Influence of maturity and delay of storage on fruit firmness and disorders in 'spartan' apple. **Hortscience**, v.13, p.253-254, 1978.

LITTLE, C.R. **A manual of procedures for assessing apple maturity for storage schedules**. Victoria: Horticulture Research Institute, Knoxfield, 1992. 80p.

LIMA, L.C. **Armazenamento de maçãs cv. 'Royal Gala' sob refrigeração e atmosfera controlada**. Dissertação -Mestrado em Ciência dos Alimentos - Universidade Federal de Lavras. 1999. 96p.

LORD, W.J. et al. Effects of stempiece and rootstock combinations on growth, leaf mineral concentrations, yield, and fruit quality of 'Empire' apple trees. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.110, p.422-425, 1985.

MEHERIUK, M. et al. **Postharvest disorders of apples and pears**. Ottawa: Agriculture and Agri-Food Canada, 1994. 67p.

MORGAN, D.C. et al. Summer pruning of 'Gala' apples: The relationship between pruning time, radiation penetration and fruit quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.109, n.5, p.637-642, 1984.

NORTON, R.A. The apple strain game. **Good Fruit Grower**, v.42, n.17, p.3, 1991.

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

PETRI, J.L.; KREUZ, C.L.; RAASCH, Z. Influência da densidade de plantio na coloração dos frutos e na produção da macieira cv. Fuji nas duas primeiras produções. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.13, n.1, p. 25-34, 1991.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; ARGENTA, L.C. Eficácia do tratamento de AVG no controle da queda e maturação dos frutos de maçã, cultivar Imperial Gala. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.239-244, 2007.

PETERSON, A.B. Intensive orcharding. **Good Fruit Grower**, Washington, 1989. 187p.

PHAN-THIEN, K.Y. et al. Delay in ripening of Gala and Pink Lady apples in commercial orchards following pre-harvest applications of aminoethoxyvinylglycine. **Animal Production Science**, v.44, n.8, p.807-812, 2004.

POOVAIAH, B.W.; GLENN, G.M.; REDDY, A.S.N. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. **Horticultural Reviews**, v.10, p.107-152, 1988.

PRANGE, R. et al. Effect of fruit maturity on the incidence of bitter pit, senescent breakdown, and other post-harvest disorders in 'Honeycrisp'™ apple. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.86, n.3, p.245-248, 2011.

RATO, A.E. et al. Soil and rootstock influence on fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.). **Scientia Horticulturae**, v.118 p.218-222, 2008.

ROBINSON, T.L.; SEELEY, E.J.; BARRITT, B.H. Effect of light environment and spur age on 'Delicious' apple fruit size and quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.108, p.855-861, 1983.

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

RUTKOWSKI, K.P. et al. The influence of rootstocks M.9 and P.60 on quality and storability in 'Gala' and 'Gala Must' apples. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v.13, p.71-78, 2005.

SADOWSKI, A.; DZIUBAN, R.; JABLONSKI, K. Growth and cropping of three apple cultivars on different rootstocks over the 7-year period. **Acta Horticulturae**, v.658, p.257-263, 2004.

SCOLARO, A.M.T. **Manejo da maturação na planta e conservação da qualidade de maçãs pela inibição da síntese ou da ação do etileno**. Dissertação – Mestrado em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina, 85p., 2012.

SAKS, Y.; SONEGO, L.; BEN-ARIE, R. Senescent breakdown of 'Jonathan' apples in relation to the water-soluble calcium content of the fruit pulp before and after storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.115, n.4, p.615-618, 1990.

SANSAVINI, S. et al. Il miglioramento genetico del melo in Europa: tipologie di frutto, obiettivi e nuove varietà. **Frutticoltura: speciale melo**, v.11, p.14-27, 2005.

SAS INSTITUTE. **Getting started with the SAS learning edition**. Cary, 2002. 200p.

SAURE, M.C. External control of anthocyanin formation in apple. **Scientia Horticulturae**, v.42, p.131-218, 1990.

SAURE, M.C. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. **Scientia Horticulturae**, v.105, n.1, p.65-89, 2005.

SHARPLES, R.O. **The influence of orchard nutrition on the storage quality of apples and pears grown in the United Kingdom**. In: Symposium on Mineral Nutrition and Fruit Quality of Temperate Zone Fruit Trees, v.92, p.17-28, 1979.

SINGHA, S.S.; BAUGHER, T.A.; TOWNSEND, E.C. In situ differences in fruit color development of six 'Delicious' apple strains. **Fruit Varieties Journal**, v.48, n.2, p.103-108, 1994.

SINGHA, S.S. et al. Anthocyanin distribution in 'Delicious' apples and relationship between anthocyanin concentration and chromaticity values. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.116, p.497-499, 1991.

STEFFENS, C.A.; GIEHL, R.F.H.; BRACKMANN, A. Maçã 'Gala' armazenada em atmosfera controlada e tratada com aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.9, p.837-843, 2005.

STREIF, J.; SAQUET, A.A.; XUAN, H. CA-related disorders of apples and pears. **Acta Horticulturae**, n.600, p.223-230, 2003.

TOMALA, K. et al. Influence of rootstock on the quality of 'Jonalgold' apples at harvest and after storage. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v.16, p.31-38, 2008.

TROMP, J.; WEBSTER, A.D.; WERTHEIM, S.J. **Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production**. Backhuys Publishers, 400p, 2005.

TUKEY, H.B.; BRASE, K.D. The behavior of Malling apple rootstocks in the nursery. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.36, p.113-115, 1939.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; SPOLTI, P.; DEL PONTE, E.M. Controle do inóculo inicial para redução dos danos pela podridão 'olho-de-boi' em macieiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1044-1054, 2010.

VERHEIJ, E.W.M.; VERWER, F.L.J.A.W. Light studies in a spacing trial with apple on a dwarfing and a semi-dwarfing rootstock. **Scientia Horticulturae**, v.1, p.25-42, 1973.

WALLACE, T. Factors influencing the storage qualities of fruit. **Proceedings First Imperial Horticultural Conference**, v.3, p.9-25, 1930.

WALSH C.S.; VOLZ R. 'Gala' and the red 'Gala' sports: A preliminary comparison of fruit maturity. **Fruit Varieties Journal**, v.44, n.1, p.18-22, 1990.

WHITE, A.G.; JOHNSTONE, A. Measurement of fruit surface colour in 'Gala' apple (*Malus pumila* Mill.) and twenty of its sports by image analysis. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v.19, p.221-223, 1991.

WILKINSON, B. G.; SHARPLES, R. O. The relation between time of picking and storage disorders in Cox's Orange Pippin apple fruits. **Journal of Horticultural Science**, v.42, p.67-82, 1967.

YUAN, R.; CARBAUGH, D.H. Effects of ANA, AVG, and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity and quality 'Golden Delicious' apples. **HortScience**, v.42, n.1, p.101-105, 2007.