

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE
AGRONOMIA

Luana Bourscheidt

**INTERFERÊNCIA DO INTERENXERTO M9 SOBRE MARUBAKAIDO NA
QUALIDADE DOS FRUTOS DE MACIEIRAS DA SELEÇÃO F2P101 APÓS
ARMAZENAMENTO REFRIGERADO**

São Miguel do Oeste – SC (2023)

Luana Bourscheidt

**INTERFERÊNCIA DO INTERENXERTO M9 SOBRE MARUBAKAIDO NA
QUALIDADE DOS FRUTOS DE MACIEIRAS DA SELEÇÃO F2P101 APÓS
ARMAZENAMENTO REFRIGERADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Agronomia do Câmpus São Miguel do
Oeste do Instituto Federal de Santa
Catarina como requisito parcial à
obtenção do título de **Engenheira
agrônoma.**

Orientadora

Prof^ª Dra. Aquidauana Miqueloto Zanardi

São Miguel do Oeste

Luana Bourscheidt

**INTERFERÊNCIA DO INTERENXERTO M9 SOBRE MARUBAKAIDO NA
QUALIDADE DOS FRUTOS DE MACIEIRAS DA SELEÇÃO F2P101 APÓS
ARMAZENAMENTO REFRIGERADO**

Este trabalho foi aprovado pela Banca examinadora composta por Aquidauana Miqueloto Zanardi, Francieli Lima Cardoso e Odimar Zanuzo Zanardi na data de 15 de agosto de 2023, cujas notas e assinaturas constam em Ata de Defesa. Por fim, as considerações propostas pela Banca foram incorporadas no trabalho, estando esse apto para arquivamento.



Prof^ª Dra. Aquidauana Miqueloto Zanardi

Instituto Federal Santa Catarina - Câmpus São Miguel do Oeste

RESUMO

No Brasil, a produção de maçãs em áreas de maior altitude vem utilizando os porta-enxertos Marubakaido ou Marubakaido com interenxerto (filtro) M.9 (MB/M.9). A utilização de M9 como interenxerto sobre Marubakaido, está sendo usado em razão de permitir um sistema de plantio de alta densidade de plantas, com redução do vigor das variedades usadas como copa (enxertadas) e diminuição dos problemas de produtividade. Neste sentido, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI) de Santa Catarina desenvolveu a seleção F2P101, que vem sendo investigada quanto aos atributos de qualidade dos frutos em plantas enxertadas sobre os porta-enxertos Marubakaido e Marubakaido com interenxerto M.9 (MB/M.9). Assim, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da utilização do porta-enxerto Marubakaido com interenxerto M9 na qualidade de maçãs da seleção F2P101 armazenadas em atmosfera refrigerada. Para isso, os frutos foram colhidos no estágio de maturação comercial em pomares experimentais localizados no município de São Joaquim – SC. Após a colheita, os frutos foram transportados ao laboratório de Pós-colheita do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UEDESC) para armazenamento em atmosfera refrigerada (temperatura de $1,5 \pm 0,5$ °C e umidade relativa do ar de $94 \pm 2\%$) por quatro meses. Após o armazenamento, os frutos foram removidos e expostos à temperatura ambiente (25 °C) e UR de $70 \pm 5\%$ por oito dias (vida de prateleira). Decorrido este período, os frutos foram submetidos à avaliação quanto a massa fresca, coloração da epiderme (ângulo hue, °h) do lado exposto à radiação solar, textura, sólidos solúveis, acidez titulável e incidência de distúrbios fisiológicos/podridões. O experimento foi realizado no delineamento inteiramente aleatorizado com seis repetições com 21 frutos/repetição. Os resultados indicaram que maçãs produzidas sobre porta-enxerto Marubakaido com interenxerto M.9 apresentaram menores taxas respiratória e de produção de etileno e maior coloração vermelha (h°) da epiderme na saída da câmara e aos oito dias de exposição a temperatura ambiente quando comparado aos frutos produzidos sobre Marubakaido sem interenxerto. No entanto, maçãs produzidas sobre porta-enxerto Marubakaido com interenxerto M.9 apresentam maior incidência de podridões e maior queimadura do sol. As outras variáveis analisadas não foram influenciadas pelos porta-enxertos utilizados para produção dos frutos. Portanto, o uso do porta-enxerto Marubakaido com interenxerto M.9 mantém a qualidade físico-química dos frutos quando comparado ao porta-enxerto Marubakaido. Além disso, maçãs produzidas sobre porta-enxerto Marubakaido com interenxerto M.9 apresentam menor evolução do processo de maturação e maior incidência de doenças fúngicas em relação aos frutos produzidos sobre Marubakaido.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh., porta-enxerto, atributos físico-químicos, qualidade, distúrbios fisiológicos.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Taxas respiratória ($\text{nmol CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) e de produção de etileno ($\text{nmol C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$), coloração da epiderme (h° , fundo/vermelha) e incidência de podridão (IP, %) em maçãs da seleção F2P101 produzidas sobre porta-enxerto Marubakaido (MB) ou Marubakaido com interenxerto M.9 (MB/M.9)..... 13
- Tabela 2. Sólidos solúvel (SS, °Brix), acidez titulável (AT, % ácido málico), firmeza de polpa (FP, N), escaldadura na casca (EC, %) e na polpa (EP, %), queimadura do sol (QS, %) e bitter pit (BP, %) em maçãs da seleção F2P101 produzidas sobre porta-enxerto Marubakaido (MB) ou Marubakaido com interenxerto M.9 (MB/M9) 16

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 7 |
| 2. OBJETIVOS | 9 |
| 2.1. Objetivo geral..... | 9 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 9 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 9 |
| 3.1. Local..... | 9 |
| 3.2 Colheita dos frutos..... | 9 |
| 3.3. Análises dos frutos | 10 |
| <i>3.3.1. Avaliação das taxas respiratória e de produção de etileno de maçãs F2P101.....</i> | 10 |
| <i>3.3.2. Coloração da epiderme dos frutos.....</i> | 10 |
| <i>3.3.3. Firmeza da polpa dos frutos</i> | 10 |
| <i>3.3.4. Acidez titulável dos frutos.....</i> | 11 |
| <i>3.3.5. Sólidos solúveis dos frutos</i> | 11 |
| <i>3.3.6. Incidência de distúrbios fisiológicos,podridão nos frutos e queimadura do sol</i> | 11 |
| 3.4. Delineamento e análise dos dados | 11 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 12 |
| 4.1. TAXA RESPIRATÓRIA E PRODUÇÃO DE ETILENO..... | 12 |
| 4.2. COLORAÇÃO DA EPIDERME DOS FRUTOS | 14 |
| 4.3. INCIDÊNCIA DE PODRIDÃO NOS FRUTOS..... | 14 |
| 4.4. QUEIMADURA DO SOL NOS FRUTOS | 15 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 17 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 18 |

1. INTRODUÇÃO

A macieira (*Malus domestica* Borkh.) é uma frutífera pertencente à ordem Rosales, família Rosaceae e subfamília Pomoideae. Apesar de existir inúmeras espécies, apenas algumas são exploradas comercialmente para a produção de frutos, como porta-enxertos, plantas ornamentais e como fonte de germoplasma (NACHTIGALL et al., 2009). No Brasil, o cultivo da macieira está concentrado na região Sul, sendo essa responsável por 98,5% da produção nacional. Dentre os estados da região Sul, Santa Catarina é considerado o maior produtor nacional de maçãs ((NACHTIGALL et al., 2009). As principais regiões catarinenses produtoras contam com uma produção de aproximadamente 635 mil toneladas de maçã (EPAGRI, 2022).

A produção brasileira de maçã está concentrada em duas variedades e seus clones ‘Gala’ e ‘Fuji’ o que gera instabilidades de produção devido às diferentes condições climáticas, biológicas e econômicas existentes no país (NACHTIGALL et al., 2009).

Dessa forma, a busca de novas cultivares que atendam às exigências do mercado e das principais regiões produtoras do estado de Santa Catarina com a colheita ocorrendo entre o período de maturação das maçãs dos grupos ‘Gala’ e ‘Fuji’ é uma necessidade (NACHTIGALL et al., 2009). Nesse sentido, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI) de Santa Catarina vem buscando desenvolver novas cultivares com esse propósito. Dentre as seleções desenvolvidas pela EPAGRI, a F2P101 é uma das mais promissoras e será lançada como cultivar nos próximos anos. A F2P101 é originária do cruzamento entre a ‘Gala’ e uma seleção de macieira sem uso comercial (D1R98T188) que foi selecionada e desenvolvida na Estação Experimental da EPAGRI de São Joaquim (EESJ), Santa Catarina.

A F2P101 é caracterizada por apresentar resistência à sarna-da-macieira (*Venturia inaequalis*). Essa doença é um dos principais problemas fitossanitários que acometem a cultura (MARTIN et al., 2021). Assim, uma cultivar com resistência a essa doença proporcionará redução nos custos de produção (devido ao menor número de aplicações) e menor risco de contaminação dos produtores, dos frutos e do meio ambiente. De acordo com os pesquisadores da EPAGRI, ao longo dos anos de estudos, observou-se uma redução de até 50% no número de pulverizações nas áreas experimentais utilizando macieiras da seleção F2P101 em comparação às demais cultivares de macieiras amplamente utilizadas para o cultivo comercial (MARTIN et al., 2021). Além da redução da incidência de *V. inaequalis*, a maturação dos frutos de

macieiras da seleção F2P101 ocorre na primeira quinzena de março, período que coincide com a entressafra das macieiras dos grupos ‘Gala’ e ‘Fuji’. A seleção F2P101 também possui média exigência em frio hibernal (em torno de 600 horas frio), florescendo cerca de sete dias antes das cultivares Gala e Fuji e simultaneamente com as cultivares Monalisa, Kinkas e Joaquina (MARTIN et al., 2021).

No Brasil, os sistemas de produção de maçãs em regiões de maior altitude vêm utilizando os porta-enxertos Marubakaido e Marubakaido com interenxerto (filtro) ananizante M.9 (MB/M.9) (MARTIN et al., 2021). O Marubakaido é considerado um porta-enxerto vigoroso, com alta adaptação a diferentes condições de solo, com resistência à podridão de colo e tolerância ao pulgão lanígero [*Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Hemiptera: Aphididae)]. Porém, a combinação de Marubakaido com o porta-enxerto ananizante MB/M.9 tem possibilitado maior adensamento dos pomares, sendo uma alternativa para reduzir o vigor excessivo das plantas e facilitar os tratos culturais e a colheita dos frutos (DENARDI et al., 2015). Por isso, a seleção F2P101 vem sendo testada e avaliada sobre os porta-enxertos Marubakaido e Marubakaido com interenxerto M.9.

O potencial produtivo da seleção F2P101 sobre esses porta-enxertos é elevado podendo atingir até 95 toneladas de maçãs por hectare quando cultivado sobre Marubakaido e de até 93 toneladas de maçãs por hectare quando enxertado sobre Marubakaido com interenxerto M.9. Os frutos dessa seleção pesam de 154 a 167 g e possuem formato levemente alongado com excelente coloração vermelha da epiderme, sendo que 50 e 66% dos frutos se enquadram na categoria de classificação extra (> 75% de cor vermelha) quando a seleção F2P101 é cultivada sobre os porta-enxertos Marubakaido e Marubakaido com interenxerto M.9, respectivamente. Além disso, a F2P101 apresenta bom potencial de conservação pós-colheita, com capacidade de armazenamento superior aos frutos do grupo ‘Gala’. Entretanto, dependendo do porta-enxerto utilizado a qualidade e a ocorrência de distúrbios fisiológicos/podridões após o armazenamento refrigerado dos frutos pode ser diferenciada. Por isso, estudos que visam avaliar o efeito do interenxerto na qualidade e ocorrência de distúrbios/podridões dos frutos após o armazenamento refrigerado são de grande importância para definir estratégias de manejo nos pomares e de armazenamento dos frutos mais adequados para os produtores e empresas (MARTIN et al., 2021).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o efeito do interenxerto M9 na qualidade de maçãs da seleção F2P101 armazenadas em atmosfera refrigerada.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar os atributos físico-químicos (coloração da epiderme, firmeza de polpa, acidez titulável e sólidos solúveis) de maçãs da seleção F2P101 produzidas sobre MB e MB/M.9 e armazenados em atmosfera refrigerada;
- Analisar a ocorrência de distúrbios fisiológicos, podridões em maçãs e queimadura do sol da seleção F2P101 produzidas com o uso do interenxerto e armazenadas em atmosfera refrigerada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O trabalho foi realizado em um pomar experimental de macieiras da seleção avançada F2P101 (copa) implantado em 2009 no município de São Joaquim, SC (28° 17' 39'' S, 49° 55' 56'' O, 1.415 m de altitude). A seleção avançada F2P101 foi enxertada sobre os porta-enxertos Marabukaido ou Marubakaido com interenxerto M9. O pomar de macieira F2P101 sobre porta-enxerto Marubakaido foi implantado no espaçamento de 2 m entre plantas × 5 m entre linhas (densidade aproximada de 1.000 plantas ha⁻¹), enquanto o pomar com F2P101 sobre Marubakaido + interenxerto de 20 cm de M9 foi implantado no espaçamento de 1,5 m entre plantas × 4 m entre linhas (densidade de 1.667 plantas ha⁻¹). Em ambos os pomares as plantas foram conduzidas no sistema líder central utilizando como polinizadoras as cultivares Monalisa e Joaquina.

3.2 Colheita dos frutos

Os frutos foram colhidos na maturação comercial, colocados em caixas de polietileno, transportados ao Laboratório de Fisiologia e Pós-colheita da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, Santa Catarina e armazenados em câmaras de refrigeração sob temperatura de 1,5 ± 0,5 °C e umidade relativa do ar (UR) de 94 ± 2%). Após quatro meses de armazenamento, os frutos foram removidos das câmaras de refrigeração, colocados à temperatura ambiente (25 °C) e UR de 70 ± 5% por oito dias. Na saída da câmara e após oito dias de exposição as condições de

temperatura e UR ambiente os frutos foram avaliados quanto as taxas respiratória e de produção de etileno, coloração da epiderme (ângulo hue, °h) do lado exposto à radiação solar e incidência de podridões. Já os parâmetros de firmeza de polpa, sólidos solúveis, acidez titulável e incidência de distúrbios fisiológicos foram avaliados 8 dias após a saída da câmara de armazenamento.

3.3. Análises dos frutos

3.3.1. Avaliação das taxas respiratória e de produção de etileno de maçãs F2P101

As taxas respiratórias ($\eta\text{mol CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) e de produção de etileno ($\text{nmol C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) foram quantificadas por meio de analisador de gases e cromatografia gasosa, respectivamente. Para isso, frutos de cada unidade experimental (repetição) foram colocados em recipientes hermeticamente fechados de 10 L e mantidos por 60 minutos. As taxas respiratória e de produção de etileno foram obtidas pela concentração de CO_2 e C_2H_4 no interior do recipiente, respectivamente. Após este período, a taxa respiratória dos frutos foi aferida usando um analisador de gases, modelo CheckPoint com precisão de 2 a 3% e os resultados expressos em porcentagem de CO_2 e O_2 no interior dos recipientes. Para produção de etileno, três amostras (1 mL) da atmosfera do espaço livre de cada recipiente foram coletadas utilizando seringas plásticas de 1,0 mL e imediatamente injetadas em um cromatógrafo gasoso modelo Clarus 580 GC (PerkinElmer, USA).

3.3.2. Coloração da epiderme dos frutos

A cor da epiderme dos frutos foi avaliada usando um colorímetro Minolta CR 400 (Konica Minolta) quanto aos valores de L (lightness), C (cromaticidade) e ângulo hue, (h°). Os valores L indicam o brilho da epiderme. Valores de L próximos a 0 e 100 indicam baixa e alta intensidade de brilho nos frutos, respectivamente. Valores de C próximos a 0 e 90 indicam tonalidades de cor mais escura e clara, respectivamente. O hue (h°) define a coloração básica, onde: 0° = vermelho, 90° = amarelo, 180° = verde, 270° = azul. A avaliação da cor da epiderme dos frutos foi realizada em duas medidas na região equatorial e oposta dos frutos.

3.3.3. Firmeza da polpa dos frutos

Para determinação da firmeza de polpa dos frutos foi utilizado um penetrômetro eletrônico (GÜSS Manufacturing Ltda, Cidade 48 do Cabo, África do Sul) equipado

com ponteira de 11 mm de diâmetro. As leituras foram realizadas na porção central com remoção da epiderme e em um dos lados dos frutos.

3.3.4. Acidez titulável dos frutos

A acidez titulável dos frutos foi determinada utilizando amostras de 5 g de polpa dos frutos (trituradas e homogeneizadas), diluída em 45 mL de água destilada e titulada com hidróxido de sódio 0,1 M sob agitação constante até atingir pH de 8,2. A titulação foi realizada com um titulador automático.

3.3.5. Sólidos solúveis dos frutos

A determinação dos teores de sólidos solúveis (SS) foi realizada com um refratômetro digital de precisão ($^{\circ}\text{Brix} \pm 0,2\%$) com compensação automática de temperatura. Os resultados foram expressos em $^{\circ}\text{Brix}$.

3.3.6. Incidência de distúrbios fisiológicos, podridão nos frutos e queimadura do sol

A incidência de distúrbios fisiológicos, podridões e queimadura do sol foram determinadas por meio de análise visual. Para isso, foram contabilizados o número de frutos com a ocorrência de distúrbios fisiológicos e podridão e os resultados expressos em porcentagem.

3.4. Delineamento e análise dos dados

O experimento foi realizado no delineamento inteiramente aleatorizado com dois tratamentos e quatro repetições/tratamento, sendo cada repetição constituída por 21 frutos. Os dados obtidos foram inicialmente submetidos à análise ao teste de Bartlett (BARTLETT, 1937) para verificar a homogeneidade das variâncias e de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) para verificar a normalidade dos resíduos. Como os dados atenderam as pressuposições do modelo normal, estes foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste *t* de Student ($P < 0,05$) usando o software estatístico *R*, versão 4.0.3 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. TAXA RESPIRATÓRIA E PRODUÇÃO DE ETILENO

Os resultados obtidos das análises relacionados a taxa respiratória e produção de etileno obtiveram resultado significativo entre os tratamentos tanto logo após a saída da câmara quanto 8 dias após a saída. Já para a coloração da epiderme houve diferença significativa entre os tratamentos, assim o ângulo hue (*h*) do lado mais exposto a radiação solar apresentou diferença logo após a saída da câmara, e o fator L teve diferença significativa em ambas as situações. Também em relação com a incidência de podridão os frutos obtiveram maior perda da qualidade logo após a saída da câmara. Frutos da seleção F2P101 produzidos sobre Marubakaido com interenxerto MB/M.9 apresentaram menores taxas respiratória e de produção de etileno na saída da câmara e oito dias após a exposição a condição ambiente em relação aos frutos produzidos sobre porta-enxerto Marubakaido sem interenxerto (Tabela 1). A respiração é um processo responsável por reduzir o oxigênio a água e produzir energia para os órgãos das plantas. No entanto, quando a taxa respiratória é elevada há um aumento no metabolismo que pode levar uma rápida perda na qualidade dos frutos. Por outro lado, o etileno é um fitorregulador relacionado ao amadurecimento dos frutos (TAIZ; ZEIGER, 2017). Quando os frutos apresentam incremento na produção de etileno pode ocasionar aceleração no processo de amadurecimento e redução na qualidade dos frutos. Assim, os resultados obtidos no presente estudo sugerem que os frutos da seleção F2P101 produzidos sobre porta-enxerto Marubakaido com interenxerto M.9 tiveram um atraso no processo de amadurecimento e no metabolismo dos frutos quando comparado as maçãs do Marubakaido sem interenxerto. Sanchez (2022), demonstra que as combinações de porta enxertos consistem em apresentar maior controle do vigor das plantas, desempenho produtivo e conferindo qualidade aos frutos. Assim, em relação a qualidade o porta enxerto pode apresentar um adiantamento do amadurecimento dos frutos que tiveram maior calibre e maior teor de sólidos solúveis.

TABELA 1 - Taxas respiratória (nmol CO₂ kg⁻¹ s⁻¹) e de produção de etileno (nmol C₂H₄ kg⁻¹ s⁻¹), coloração da epiderme (L e C média do lado mais e menos exposto a radiação solar, h° do lado menos e mais exposto a radiação solar) e incidência de podridão (IP, %) em maçãs da seleção F2P101 produzidas sobre porta-enxerto Marubakaido ou Marubakaido com interenxerto M.9 na saída da câmara e expostas por oito dias a temperatura de 25 °C e umidade relativa de 70 ± 5%.

| Porta-enxerto | Respiração | Etileno | Coloração da epiderme ¹ | | | | Incidência de podridão (%) |
|---------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| | | | L | C | h° lado menos exposto a radiação | h° lado mais exposto a radiação solar | |
| Saída da câmara | | | | | | | |
| Marubakaido | 96,8 ± 3,12 a | 225,5 ± 6,71 a | 75,8 ± 0,46 b | 40,1 ± 0,29 a | 96,1 ± 0,27 a | 51,8 ± 0,82 a | 6.600 ± 0,45 a |
| Marubakaido com interenxerto M9 | 80,8 ± 1,78 b | 170,1 ± 6,23 b | 73,3 ± 0,75 a | 40,0 ± 0,28 a | 96,1 ± 1,38 a | 44,1 ± 1,37 b | 9.755 ± 0,55 b |
| Valor de <i>P</i> | 0,0035 | 0,0002 | 0,0344 | 0,8862 | 0,9804 | 0,0021 | 0,002748 |
| g.l. | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| <i>t</i> | -4,1605 | -5,5131 | -2,5283 | 0,1468 | -0,025 | -4,3912 | -3,9961 |
| 8 dias após a saída da câmara | | | | | | | |
| Marubakaido | 214,3 ± 6,07 a | 741,8 ± 36,41 a | 72,0 ± 0,21 a | 41,7 ± 0,43 a | 88,5 ± 0,82 a | 0,9 ± 0,82 a | 13,9 ± 0,18 a |
| Marubakaido com interenxerto M9 | 160,1 ± 6,51 b | 608,6 ± 54,07 b | 73,5 ± 0,25 b | 41,1 ± 0,22 a | 88,3 ± 0,82 a | 0,9 ± 0,82 a | 13,9 ± 0,16 a |
| <i>P</i> | 0,0002 | 0,0206 | 0,0027 | 0,3368 | 0,9 | 0,8 | 0,9 |
| g.l | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Valor <i>t</i> | -5,5509 | -2,8567 | 4 | -1,0258 | -0,1265 | -0,2465 | -0,1465 |

¹Dados (média ± EP) seguidos pela mesma letra, nas colunas não diferem pelo teste *t* de Student (*P*<0,05)

4.2. COLORAÇÃO DA EPIDERME DOS FRUTOS

Frutos da seleção F2P101 produzidos sobre Marubakaido com interenxerto M.9 tiveram maior coloração vermelha (h°) da epiderme do lado mais exposto a radiação solar na saída da câmara quando comparado aos frutos produzidos sobre Marubakaido sem interenxerto (Tabela 1). O valor de L na saída da câmara foi inferior em frutos do produzidos sobre Marubakaido com interenxerto M.9 em comparação as maçãs produzidas sobre Marabukaido sem interenxerto. Já aos oito dias de exposição às condições ambiente, os frutos apresentam valores de L superiores para os frutos de Marubakaido com interenxerto. (Tabela 1).

A radiação solar é um fator abiótico que pode contribuir para a síntese de antocianinas, pigmento que confere coloração vermelha aos frutos (DENARDI et al., 2013). Maçãs que recebem maior quantidade de luz solar têm a tendência de apresentar uma maturação uniforme e maior coloração vermelha na epiderme (DENARDI et al., 2013). A intensidade e quantidade de radiação solar que chega até os frutos pode ativar os genes que codificam para a chalcona sintase, enzima responsável pela produção de antocianinas nos frutos (WEISS, 2000). Assim, frutos da seleção F2P101 produzidos sobre porta-enxerto Marubakaido com interenxerto M.9 tiveram maior coloração vermelha na epiderme (menor ângulo h°) no lado mais exposto a radiação solar, provavelmente porque o interenxerto reduziu o crescimento da parte vegetativa da copa das plantas o que pode ter contribuído para a maior incidência de radiação solar e maior intensidade de coloração vermelha na epiderme dos frutos quando comparado às maçãs produzidas sobre Marubakaido.

4.3. INCIDÊNCIA DE PODRIDÃO NOS FRUTOS

Maçãs da seleção F2P101 produzidas sobre Marubakaido com interenxerto M.9 tiveram 3,2% a mais de podridão quando comparada aos frutos colhidos sobre Marubakaido na saída da câmara (Tabela 1). Por outro lado, aos oito dias de exposição a temperatura de 25 °C não apresentaram diferença significativa quanto a incidência de podridões nos frutos (Tabela 1). A podridão de maçãs é uma característica da ocorrência da deterioração progressiva dos frutos, no qual pode ser resultado da ação de agentes patogênicos primários ou da atividade de um complexo de patógenos que crescem na presença de fatores ambientais favoráveis (OLIVEIRA, 2017).

Dentre as doenças fúngicas mais importantes que acometem a cultura da macieira pode-se citar a mancha-da-gala causada por *Colletotrichum gloeosporioides*,

podridão amarga (*Glomerella cingulata* e *Colletotrichum acutatum*), e a podridão-carpelar (*Alternaria* sp), ao qual tendem a serem doenças que comprometem a produção pela gravidade das suas perdas (ALVES, 2013).

Macieiras enxertadas sobre Marubakaido com interenxerto M.9 apresentam menor vigor e translocação de carboidratos, hormônios e minerais como o cálcio (RUFATO et al., 2010). Porém, plantas enxertadas sobre Marubakaido possuem boa capacidade de absorver o cálcio (DENARDI, 2006). O cálcio é um elemento mineral presente na lamela média da parede celular dos frutos que confere maior rigidez na epiderme, reduzindo a ocorrência de podridões. Andziak e Tomala (2004) em trabalho realizado com maçãs observaram que frutos produzidos sobre Marubakaido com interenxerto M.9 apresentaram baixos teores de cálcio na colheita e exibiram uma elevada incidência de distúrbios fisiológicos e podridões em comparação às maçãs produzidas sobre Marubakaido sem interenxerto. Assim, com os resultados obtidos pode-se inferir que a maior incidência de podridões em maçãs da seleção F2P101 produzidas sobre Marubakaido com interenxerto M.9 pode estar associada a menor resistência da epiderme.

4.4. QUEIMADURA DO SOL NOS FRUTOS

Maças da seleção F2P101 produzidas sobre Marubakaido com interenxerto M.9 tiveram maior incidência de queimadura do sol em relação aos frutos produzidos sobre Marubakaido sem interenxerto (Tabela 2). A radiação solar incidente sobre a superfície dos frutos pode ocasionar o distúrbio fisiológico denominado de queimadura de sol. Maças produzidas sobre Marubakaido com interenxerto M.9 tendem a apresentar maior incidência de queimadura de sol do que frutos produzidos sobre Marubakaido. Isso ocorre, porque o interenxerto pode reduzir o crescimento da copa das plantas, expondo os frutos a maior luminosidade (LUGARESI, 2021). Assim, os resultados obtidos demonstram que maçãs produzidas sobre Marubakaido com interenxerto M.9 tiveram maior queimadura de sol em decorrência da maior incidência de radiação solar no dossel de plantas em função do menor desenvolvimento da cultivar copa.

TABELA 2 - Sólidos solúvel (SS, °Brix), acidez titulável (AT, % ácido málico), firmeza de polpa (FP, N), escaldadura na polpa (EP, %) e na casca (EC, %), queimadura do sol (QS, %) e Bitter Pit (BP, %) em maçãs da seleção F2P101 produzidas sobre porta-enxerto Marubakaido ou Marubakaido com interenxerto M.9 exposta por 8 dias a temperatura de 25 °C e umidade relativa do ar de 70 ± 5% após o armazenamento refrigerado.

| Porta-enxerto | SS (° Brix) | AT (%) | Firmeza de polpa (N) | Escaldadura na casca (%) | Queimadura de sol (%) | BP (%) | Escaldadura de polpa (%) |
|---------------------------------------|----------------|--------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------------|
| 8 dias após a saída da câmara | | | | | | | |
| Marubakaido | 13,9 ± 0,08 a | 0,4 ± 0,01 a | 69,3 ± 0,50 a | 0,8 ± 0,22 a | 4,8 ± 0,37 a | 6,5 ± 0,99 a | 9,5 ± 1,74 a |
| Marubakaido com interenxerto M9 | 13,9 ± 0,05 a | 0,4 ± 0,02 a | 69,2 ± 0,67 a | 0,8 ± 0,22 a | 7,1 ± 0,63 b | 6,9 ± 0,43 a | 6 ± 0,51 a |
| <i>P</i> | 0,8869 | 0,9596 | 0,958 | 1,000 | 0,0225 | 0,8000 | 0,1460 |
| g.l | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Valor <i>t</i> | -0,1460 | 0,0520 | -0,0540 | 0 | 2,8110 | 0,3080 | -1,6230 |

¹Dados (média ± EP) seguidos pela mesma letra, nas colunas não diferem pelo teste *t* de Student ($P < 0,05$).

Para sólidos solúveis, acidez titulável, firmeza de polpa, incidência de escaldadura na casca e na polpa e bitter pit não diferiram significativamente entre os tratamentos.

5 CONCLUSÃO

Maçãs produzidas sobre Marubakaido com interenxerto M.9 apresentam menores taxas respiratória e de produção de etileno e maior coloração vermelha (h°) da epiderme na saída da câmara e aos oito dias de exposição a temperatura ambiente quando comparado aos frutos produzidos sobre Marubakaido sem interenxerto.

Portanto, maçãs produzidas sobre porta-enxerto Marubakaido com interenxerto M.9 apresentam estágio de maturação menos avançado e maior incidência de doenças fúngicas e ocorrência de queimadura de sol em relação aos frutos produzidos sobre Marubakaido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Silvio André Meirelles et al. Manejo de doenças. 2013.
- ANDZIAK, J.; TOMALA, K. Influence of rootstocks on mineral nutrition, fruit maturity and quality of ‘Jonagold’ apples. **Sodininkyste ir Darzininkyste, Lithuanian Babtai**, v. 23, n. 1, p. 20-32, 2004.
- BARTLETT, M.S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceeding of the Royal Society A**, v. 160, n. 901, p. 268–282, 1937.
- DENARDI, F.; KVITSCHAL, M.V.; BASSO, C.; BONETI, J.I.S.; KATSURAYAMA, Y. Desempenho agrônômico de porta-enxertos de macieira da série americana ‘Geneva’ no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 104-111, 2015.
- DENARDI, F.; KVITSCHAL, M. V.; FIOVARANÇO, J. C.; DE OLIVEIRA, P. R. D. Variedades. In: FIOVARANÇO, J. C.; SANTOS, R. S. S (Ed.). **Maçã: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Bento Gonçalves, RS: EMBRAPA Uva e Vinho, 2013. cap. 4, p. 41-56, (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- DENARDI, F. In: A Cultura da Macieira. Epagri. Florianópolis, 2006. Editora Pallotti. Porta-enxertos. 743p. p 169 - 227.
- LUGARESI, A. **Qualidade pós-colheita de maçãs ‘fuji’ em função da época de poda verde**. 79 f. Dissertação (Mestrado) Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Lajes, 2021.
- MARTIN, M.S.; BRIGHENTI, A.F.; PINTO, F.A.M.F.; ARAUJO, L.; COUTO, M.; ARIOLI, C.J. Potencial produtivo e qualidade de frutos da macieira F2P101 sobre diferentes porta-enxertos. 2021. **Anais...** XXVII Congresso Brasileiro de Fruticultura, Epagri, Estação Experimental de São Joaquim, Florianópolis, 2021. 4p.
- NACHTIGAL, G.R.; FIORAVANÇO, J.C.; HOFFMANN, A. **Macieira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. 14p. (INFOTECA-E).
- OLIVEIRA, Joaquim Rodrigo de. **Comparação dos processos de pré-resfriamento e armazenagem para a manutenção da qualidade da maçã Fuji**. 2017, 286 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2017.
- RUFATO, L.; RUFATO, A.R.; MARCON-FILHO, J.L. O uso do interenxerto na cultura da macieira. **Agapomi**, n. 197, p. 6-7, 2010.
- SANCHEZ, Leonardo Arthur Valeriano. Desempenho produtivo de porta-enxertos de macieira–revisão bibliográfica. 2022.
- SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3, p. 591–611, 1965.
- TAIZ L et.al. 2017. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6º ed.- Porto Alegre RS.
- WEISS, D. Regulação da pigmentação e crescimento das flores: múltiplas vias de sinalização controlam a síntese de antocianinas em pétalas em expansão. **Physiologia Plantarum**, v. 110, n. 2, p. 152-157, 2000.