



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MAÍRA TIAKI HIGUCHI

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA UVA DE MESA
'ITÁLIA' COM FOLHAS GERADORAS DE SO₂ NA PRÉ-
EMBALAGEM E DURANTE O ARMAZENAMENTO
REFRIGERADO**

Londrina
2023

MAÍRA TIAKI HIGUCHI

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA UVA DE MESA
'ITÁLIA' COM FOLHAS GERADORAS DE SO₂ NA PRÉ-
EMBALAGEM E DURANTE O ARMAZENAMENTO
REFRIGERADO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Ruffo Roberto

Coorientador: Prof. Dr. Khamis Youssef

Londrina
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

H634c Higuchi, Maíra Tiaki.
Conservação pós-colheita da uva de mesa 'Itália' com folhas geradoras de SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado / Maíra Tiaki Higuchi. - Londrina, 2023.
108 f. : il.

Orientador: Sérgio Ruffo Roberto.
Coorientador: Khamis Youssef.
Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2023.
Inclui bibliografia.

1. Armazenamento refrigerado - Tese. 2. Botrytis cinerea Pers - Tese. 3. Dióxido de enxofre - Tese. 4. Mofo cinzento - Tese. I. Roberto, Sérgio Ruffo . II. Youssef, Khamis . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 63

MAÍRA TIAKI HIGUCHI

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA UVA DE MESA
'ITÁLIA' COM FOLHAS GERADORAS DE SO₂ NA PRÉ-
EMBALAGEM E DURANTE O ARMAZENAMENTO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Agronomia, da Universidade Estadual de
Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Sergio Ruffo Roberto
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Coorientador: Prof. Dr. Khamis Youssef
Agricultural Research Center, Giza, Egito

Prof. Dr. Marcel Bellato Sposito
Universidade de São Paulo - ESALQ/USP

Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi
Universidade Federal do Paraná - UFPR

Prof. Dr. Alessandro Jefferson Sato
Universidade Federal do Paraná - UFPR

Prof. Dr. Fábio Yamashita
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 28 de fevereiro de 2023

Dedico aos meus pais, Fernando Chin Iti
Higuchi e Helena Yooko Suzuki Higuchi

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Gohonzon, por me iluminar e guiar por todos os caminhos, conceder sabedoria e proteção, dando-me coragem, força e fé para não desistir.

À Universidade Estadual de Londrina, pela oportunidade de realizar o doutorado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia por todo suporte durante o Curso.

À CAPES, pelo apoio à pesquisa e pela bolsa de estudos concedida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Sergio Ruffo Roberto, pela compreensão, paciência e orientação no decorrer deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Youssef Khamis, Egito, pelo apoio e suporte durante o doutorado.

À Suragra S.A., por ter fornecido os materiais necessários para o desenvolvimento da minha pesquisa.

Aos meus amigos e colegas de Laboratório de Análise de Frutas da Universidade Estadual de Londrina, Luana Tainá Machado Ribeiro, Aline Cristina de Aguiar, Bruna Evelise Bosso, Beatriz Costa Dantas, Carolina de Sousa Moreno e Talia Nunes de Oliveira pela contribuição nas análises de campo e de laboratório.

Ao meu grande amigo Gabriel Danilo Shimizu, por sempre estar disponível e presente nos momentos que eu mais preciso.

Ao Osvaldo Matsuo (*in memoriam*), por toda a alegria, parceria e sabedoria.

Ao meu namorado Raphael Hideki Ueno, por todo o amor, admiração e incentivo.

Aos membros da comissão examinadora, pela disponibilidade e contribuição desprendida ao trabalho.

Aos meus pais, Fernando Chin Iti Higuchi e Helena Yooko Suzuki Higuchi e aos meus irmãos, Guilherme Hideaki Higuchi e Vinícius Yukihiro Higuchi por todo o apoio, paciência e amor dedicados a mim.

A todos que de uma forma ou de outra colaboraram para a execução deste trabalho.

HIGUCHI, Maíra Tiaki. **Conservação pós-colheita da uva de mesa ‘Itália’ com folhas geradoras de SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado.** 2023. Tese de Doutorado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a conservação pós-colheita da uva ‘Itália’ empregando-se folhas de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem, associadas ou não às folhas de liberação lenta ou dupla fase de SO₂ durante o armazenamento refrigerado. Os experimentos foram realizados em quatro safras consecutivas entre 2019 e 2021, sendo as uvas obtidas em um parreiral comercial localizado em Cambira, PR, Brasil. Em todos os tratamentos, as caixas de papelão corrugado contendo as cumbucas com os cachos foram forradas com filmes plásticos perfurados. Para o tratamento controle, não empregou-se nas caixas folha alguma geradora de SO₂, somente os filmes plásticos perfurados. As uvas foram armazenadas em câmara refrigerada a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e 95% de umidade relativa do ar, e posteriormente em temperatura ambiente ($22,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$) sem os filmes plásticos e as folhas de SO₂ por 3 dias. Foi realizada a quantificação de fungos filamentosos na superfície das bagas anterior e posteriormente ao tratamento com a folha de campo de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem. Foram avaliadas a incidência de mofo cinzento, quantificação de fungos filamentosos na superfície das bagas, perda de massa, firmeza da baga, escurecimento da ráquis, índice de cor da baga, degrana e propriedades químicas das bagas. De modo geral, a utilização da folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem, associada às folhas geradoras de SO₂ na câmara refrigerada foram eficientes para controlar o mofo cinzento, com destaque para a folha de liberação dupla fase, que conferiu a menor incidência até os 45 dias, bem como aos 90 dias de armazenamento refrigerado, enquanto a folha de liberação lenta resultou em eficácia intermediária. Os tratamentos contendo a combinação das folhas geradoras de SO₂ proporcionaram baixa degrana e perda de massa, e com bom frescor da ráquis, sem quaisquer prejuízos à cor, firmeza e propriedades químicas das bagas. Além disso, a alta redução da incidência da doença também foi obtida quando empregada somente a folha de liberação dupla fase em câmara refrigerada, com boa manutenção da qualidade físico-química dos cachos.

Palavras-chave: Armazenamento refrigerado. *Botrytis cinerea* Pers. Dióxido de enxofre. Mofo cinzento. *Vitis vinifera* L.

HIGUCHI, Máira Tiaki. **Postharvest conservation of ‘Italia’ table grape with different SO₂-generating pads and plastic liners in harvest box and under cold storage.** 2023. Tese de Doutorado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, 2023.

ABSTRACT

The objective of this research was to assess the postharvest conservation of ‘Italia’ table grapes by using ultra-fast SO₂-releasing pads before packaging, associated or not with slow or dual phase release pads during cold storage. The trials were carried out during four consecutive harvest seasons, and the bunches were harvested from a commercial vineyard located in Cambira, PR, Brazil. In all treatments, corrugated cardboard boxes containing clamshell-packaged bunches lined with perforated plastic liners were used. As a control, no SO₂-generating pads was used, only perforated plastic liners. The bunches were stored in a cold chamber at $1.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ and 95% relative humidity, and eventually at room temperature ($22.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$) without plastic liners and SO₂ pads for 3 days. The quantification of filamentous fungi on the surface of the berries was performed before and after grapes had been subjected to the ultra-fast SO₂-generating pads before packaging. It was evaluated the incidence of gray mold, quantification of filamentous fungi on the surface of the berries, mass loss, berry firmness, stem browning, berry color index, shattered berries and chemical properties of the berries. In general, the ultra-fast SO₂-generating pads before packaging combined with SO₂-generating pads during cold storage were effective in controlling the gray mold, especially when the dual phase pad was used, with the lowest disease incidence at 45 days, as well as 90 days of storage, while the slow pad had intermediate efficacy. In addition, when combined, these pads resulted in low shattered berries and mass loss, good preservation of freshness of rachis and without any impairment to the color, firmness and chemical properties of the berries. In addition, a high decrease of the disease incidence was also observed when using only the dual release generating pads in cold storage, with good maintenance of the physicochemical quality of bunches.

Key words: Cold storage. *Botrytis cinerea* Pers. Sulfur dioxide. Gray mold. *Vitis vinifera* L.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.3.1** - Uva fina de mesa 'Itália'. Fonte: o próprio autor.....22
- Figura 2.3.2** - Parreiral da cultivar Itália. Fonte: o próprio autor23
- Figura 2.6.1** - Cachos de uva de mesa 'Itália' com sintomas causados por *Botrytis cinerea* Pers. A: fungo crescendo por meio de fissuras nas bagas; B: escurecimento circular marrom a avermelhado e afrouxamento da película das bagas; C: micorrização branca e esporulação cinzenta na superfície das bagas; D: micorrização branca e esporulação cinzenta na superfície da ráquis. Fonte: o próprio autor.....27
- Figura 3.4.3.1** - Etapas de embalagem das uvas 'Itália' recém-colhidas e submetidas ao tratamento com folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem. A: disposição de folha amortecedora de impacto no fundo da caixa de colheita com capacidade de 20 kg; B: caixa de colheita forrada internamente com o filme plástico perfurado com 0,3% de área de ventilação; C: acomodação dos cachos dentro da caixa de colheita; D: disposição do dosímetro Gastec Passive Dosi-Tube para quantificação do SO₂ liberado pela folha de liberação ultra-rápida; E: disposição da folha de liberação ultra-rápida em cima dos cachos; F: selagem do filme plástico perfurado. Fonte: o próprio autor45
- Figura 3.4.3.2** - Etapas de embalagem dos cachos da uva 'Itália' para o armazenamento refrigerado. A: caixa de papelão corrugado forrada internamente com o filme plástico perfurado; B: disposição da folha de papel absorvente de umidade no fundo da embalagem; C: acomodação dos cachos armazenados nas cumbucas plásticas dentro da caixa; D: disposição da folha geradora de SO₂ em cima das cumbucas; E: selagem do filme plástico perfurado; F: fechamento da caixa para o armazenamento em câmara refrigerada. Fonte: o próprio autor46
- Figura 3.5.1.1** - Cachos de uvas de mesa 'Itália' aos 3 dias de armazenamento em temperatura ambiente a $22,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas. A: Controle (sem folhas geradoras de SO₂, somente filme plástico perfurado); B: LUR; C: LL; D: LD; E: LUR + LL; F: LUR + LD. LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO₂, respectivamente, durante o armazenamento refrigerado. Fonte: o próprio autor51

- Figura 3.5.1.2** - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’ aos 3 dias de armazenamento em temperatura ambiente a $22,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas durante a safra de 2020. A: Controle (sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico perfurado); B: LUR; C: LL; D: LD; E: LUR + LL; F: LUR + LD. LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado. Fonte: Youssef Khamis.....52
- Figura 3.5.1.3** - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra de 2019 (A) e na safra de 2020 (B) aos 45 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e aos 3 dias em temperatura ambiente a $22,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ após o período de armazenamento refrigerado, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas e submetidas a tratamentos com folhas geradoras de SO_2 . Letras minúsculas nos mesmos períodos de avaliação não diferem entre si pelo teste de Fisher LSD ($P \leq 0,05$). Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado; UFC: unidade formadora de colônias; AR: armazenamento refrigerado; TA: temperatura ambiente53
- Figura 3.6.1** - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’, antes (A) e após (B) o tratamento com a folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem na safra 2020. Fonte: Youssef Khamis56
- Figura 4.4.3.1** - Etapas de embalagem dos cachos da uva ‘Itália’. A: caixa de papelão corrugado; B: caixa de papelão corrugado forrada internamente com o filme plástico perfurado; C: disposição da folha de papel absorvente de umidade no fundo da embalagem; D: acomodação dos cachos armazenados nas cumbucas plásticas dentro da caixa; E: disposição da folha geradora de SO_2 em cima das cumbucas; F: selagem do filme plástico perfurado e fechamento da caixa para o armazenamento em câmara refrigerada. Fonte: o próprio autor75
- Figura 4.5.1** - Análise de regressão da evolução da incidência de mofo cinzento (% de bagas sintomáticas) de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de

SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO₂, somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO₂, respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.....79

Figura 4.5.2 - Análise de regressão da evolução da perda de massa de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a 1,0 ± 1,0°C, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO₂, somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO₂, respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.....80

Figura 4.5.3 - Análise de regressão da evolução do escurecimento da ráquis de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a 1,0 ± 1,0°C, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO₂, somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO₂, respectivamente, durante o armazenamento refrigerado81

Figura 4.5.4 - Análise de regressão da evolução da degrana de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a 1,0 ± 1,0°C, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO₂, somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO₂, respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.....82

Figura 4.5.5 - Cachos de uvas de mesa ‘Itália’ aos 90 dias de armazenamento refrigerado a 1,0 ± 1,0°C, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. A: controle; B: folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem associada à folha de liberação lenta durante o armazenamento refrigerado; C: folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem

associada à folha de liberação dupla fase durante o armazenamento refrigerado.

Fonte: o próprio autor... 84

Figura 4.5.6 - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020 antes e após terem sido submetidas ao tratamento com a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; UFC: unidade formadora de colônias85

Figura 4.5.7 - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO₂, somente filme plástico. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO₂, respectivamente, durante o armazenamento refrigerado; UFC: unidade formadora de colônias.....86

Figura 4.5.8 - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’ aos 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. A: controle; B: folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem associada à folha de liberação lenta durante o armazenamento refrigerado; C: folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem associada à folha de liberação dupla fase durante o armazenamento refrigerado. Fonte: o próprio autor87

Figura 4.5.9 - Análise de regressão da evolução da incidência de mofo cinzento (% de bagas sintomáticas) de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO₂, somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO₂, respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.....89

- Figura 4.5.10** - Análise de regressão da evolução da perda de massa de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.....90
- Figura 4.5.11** - Análise de regressão da evolução do escurecimento da ráquis de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado91
- Figura 4.5.12** - Análise de regressão da evolução da degrana de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.....92
- Figura 4.5.13** - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 antes e após terem sido submetidas à folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; UFC: unidade formadora de colônias94
- Figura 4.5.14** - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o

armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO₂, somente filme plástico. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO₂, respectivamente, durante o armazenamento refrigerado; UFC: unidade formadora de colônias.....95

Figura 4.6.1 - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’, antes (A) e após (B) o tratamento com a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem na safra 2021. Fonte: o próprio autor97

LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.5.1.1** - Incidência de mofo cinzento de uvas de mesa 'Itália' aos 45 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e 3 dias em temperatura ambiente a $22,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado nas safras 2019 e 2020.....49
- Tabela 3.5.2.1** - Perda de massa e escurecimento da ráquis de uvas de mesa 'Itália' cultivadas em um sistema de duas safras por ano aos 45 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na caixa de colheita e na câmara refrigerada nas safras de 2019 e 2020.....54
- Tabela 3.5.2.2** - Degrana, firmeza e índice de cor das bagas de uvas de mesa 'Itália' cultivadas em um sistema de duas safras por ano aos 45 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na caixa de colheita e na câmara refrigerada nas safras de 2019 e 2020.....55
- Tabela 4.5.1** - Análise de variância (quadrados médios) para a incidência de mofo cinzento (MC), perda de massa (PM), degrana (DE) e escurecimento da ráquis (ER) de uvas de mesa 'Itália' cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado.....78
- Tabela 4.5.2** - Incidência de mofo cinzento, perda de massa, escurecimento da ráquis e degrana de uvas de mesa 'Itália' cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado83
- Tabela 4.5.3** - Análise de variância (quadrados médios) para sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (SS/AT) e pH do mosto de uvas de mesa 'Itália' cultivadas na safra 2020, no início do armazenamento refrigerado e aos 45 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado87

Tabela 4.5.4 - Análise de variância (quadrados médios) para a incidência de mofo cinzento (MC), perda de massa (PM), degrana (DE) e escurecimento da ráquis (ER) de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado.....	88
Tabela 4.5.5 - Incidência de mofo cinzento, perda de massa, escurecimento da ráquis e degrana de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado	93
Tabela 4.5.6 - Análise de variância (quadrados médios) para sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (SS/AT) e pH do mosto de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021, no início do armazenamento refrigerado e aos 45 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>B. cinerea</i>	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.
SO ₂	Dióxido de enxofre
Na ₂ S ₂ O ₅	Metabissulfito de sódio
LL	Folha de liberação lenta de SO ₂
LD	Folha de liberação dupla fase de SO ₂
LUR	Folha de liberação ultra-rápida de SO ₂
i.a.	Ingrediente ativo
AV	Área de ventilação
AR	Armazenamento refrigerado
TA	Temperatura ambiente
UFC	Unidade formadora de colônias
BDA	Batata dextrose ágar
SS	Sólidos solúveis
AT	Acidez titulável
SS/AT	Índice de maturação
MC	Incidência de mofo cinzento
PM	Perda de massa
DE	Degrana
ER	Escurecimento da ráquis

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	18
2.	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	VITICULTURA NO MUNDO E NO BRASIL.....	20
2.2	CARACTERÍSTICAS DA VIDEIRA.....	21
2.3	UVA DE MESA ‘ITÁLIA’ (<i>VITIS VINIFERA</i> L.)	22
2.4	FATORES QUE DETERMINAM A QUALIDADE DA UVA.....	24
2.5	CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA UVA DE MESA	24
2.6	MOFO CINZENTO.....	25
2.7	CONSERVAÇÃO DE UVAS DE MESA EM ARMAZENAMENTO REFRIGERADO	27
2.7.1	Embalagens	27
2.7.2	Folhas Geradoras de SO ₂	29
2.8	REFERÊNCIAS.....	30
3.	ARTIGO A – CONSERVAÇÃO DA UVA DE MESA ‘ITÁLIA’ COM FOLHAS DE LIBERAÇÃO ULTRA-RÁPIDA DE SO₂ NA PRÉ-EMBALAGEM ASSOCIADAS ÀS FOLHAS DE LIBERAÇÃO LENTA E DUPLA FASE DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO	38
3.1	RESUMO.....	38
3.2	ABSTRACT.....	39
3.3	INTRODUÇÃO.....	39
3.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3.4.1	Local	42
3.4.2	Tratamentos e Delineamento Experimental.....	43
3.4.3	Embalagem das Uvas.....	43
3.4.4	Variáveis Analisadas	44
3.4.5	Incidência de Mofo Cinzento e Quantificação de Fungos Filamentosos nas Bagas	47
3.4.6	Características Físicas dos Cachos	47
3.4.7	Características Químicas dos Frutos.....	48
3.4.8	Análises Estatísticas	48

3.5	RESULTADOS.....	48
3.5.1	Incidência de Mofo Cinzento e Quantificação de Fungos Filamentosos nas Bagas	48
3.5.2	Características Físicas dos Cachos e Características Químicas dos Frutos	54
3.6	DISCUSSÃO.....	56
3.7	CONCLUSÃO.....	61
3.8	REFERÊNCIAS.....	61
4.	ARTIGO B – CONSERVAÇÃO PROLONGADA DA UVA DE MESA ‘ITÁLIA’ COM FOLHAS GERADORAS DE SO₂ NA PRÉ-EMBALAGEM E DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO...66	
4.1	RESUMO.....	66
4.2	ABSTRACT.....	67
4.3	INTRODUÇÃO.....	68
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	70
4.4.1	Local	70
4.4.2	Tratamentos e Delineamento Experimental	71
4.4.3	Embalagem das Uvas.....	72
4.4.4	Variáveis Analisadas	73
4.4.5	Análises Estatísticas	75
4.5	RESULTADOS.....	75
4.6	DISCUSSÃO.....	97
4.7	CONCLUSÃO.....	101
4.8	REFERÊNCIAS.....	102
5.	CONCLUSÕES GERAIS.....	107

1. INTRODUÇÃO

Tanto a produção como o consumo de uvas de mesa são uma tendência crescente não só no Brasil, mas em diversos países. Dentre os principais atributos de qualidade que influenciam na compra de uvas pelos consumidores, destacam-se o seu sabor e a sua aparência, que estão relacionadas à cor das bagas, a forma e o tamanho do cacho, a ausência de defeitos, doenças, manchas e resíduos, entre outros (SILVA-SANZANA et al., 2016). Nesse sentido, tem-se exigido cada vez mais frutos de melhor qualidade, e por esse motivo, é necessário manter as características de colheita e viabilizar o aumento do seu tempo de prateleira, uma vez que o fruto é submetido a longos períodos de armazenamento até o seu destino final (MAIA et al., 2013; CHAMPA, 2015).

Entre as principais e mais conhecidas uvas finas de mesa cultivadas no mundo destaca-se a 'Itália' (*Vitis vinifera* L.), sendo que muitas regiões produtoras no Brasil se estabeleceram a partir da introdução dessa cultivar. De forma geral, as uvas finas de mesa podem ser conservadas por longos períodos em ambiente refrigerado, desde que sejam armazenadas de forma adequada. No entanto, por se tratar de um fruto com alto teor de umidade e apresentar tecido delicado, são muito perecíveis e suscetíveis a danos mecânicos e podridões, sendo difícil evitar as deteriorações (LIU et al., 2015). Nas uvas de mesa, o maior responsável pelas perdas pós-colheita é o fungo *Botrytis cinerea* Pers., agente causal da doença mofo cinzento. Esse patógeno pode permanecer latente no campo e somente se expressar durante o transporte e o armazenamento refrigerado dos cachos (MELGAREJO-FLORES et al., 2013; PARISI; HENRIQUE; PRATI, 2015). Assim, por mais eficiente que seja o tratamento fitossanitário efetuado no campo, o mesmo não deve ser dispensado na pós-colheita (ZOFFOLI et al., 1999).

O uso de embalagens apropriadas associado ao armazenamento refrigerado são as técnicas de conservação pós-colheita que mais contribuem para prolongar o tempo de prateleira e garantir o sucesso da comercialização das uvas de mesa (YAMASHITA et al., 2000). A combinação dessas práticas reduz consideravelmente a incidência dos processos fisiológicos prejudiciais aos frutos e impede o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos (CHOUDHURY; COSTA, 2004).

O filme plástico perfurado é uma das opções de embalagens que permite a melhor preservação da qualidade das uvas, pois evita a desidratação dos cachos, além de possibilitar a melhor eficiência do uso das folhas geradoras do gás dióxido de enxofre (SO₂) (YAMASHITA et al., 2000; PALOU et al., 2002; CHAVES et al., 2019). Esse gás tem como

principal objetivo impedir o desenvolvimento do mofo cinzento (FERNÁNDEZ-TRUJILLO et al., 2012), demonstrando bons resultados no controle dessa e de outras doenças quando utilizadas na câmara refrigerada (YOUSSEF et al., 2015; DOMINGUES et al., 2018; AHMED et al., 2018; 2019; CHAVES et al., 2019; COLOMBO et al., 2020; YOUSSEF et al., 2020; MÜHLBEIER et al., 2021). Existem diversos modelos de folhas geradoras que proporcionam diferentes modos e quantidades de liberação de SO₂, como as de liberação lenta e dupla fase do gás (rápida e lenta) em câmara refrigerada (LICHTER et al., 2008).

Atualmente, uma alternativa inovadora que tem sido praticada com grande sucesso na embalagem de uvas de mesa é o uso de cumbucas plásticas perfuradas, em que os cachos são armazenados individualmente. Esse material, não só facilita o manuseio no momento da compra e no acondicionamento doméstico, como também agrega valor ao produto, pois é uma das embalagens preferidas pelos consumidores (ZOFFOLI; LATORRE, 2011; LORENZI et al., 2014).

Porém, mesmo com a aplicação dessas tecnologias, dependendo das condições em que as uvas foram cultivadas, sintomas de mofo cinzento podem ainda surgir, principalmente quando as uvas são armazenadas por longos períodos. Sendo assim, com o objetivo de superar essas dificuldades, recentemente foi desenvolvida uma folha de liberação ultra-rápida de SO₂ de campo que é utilizada no momento da colheita dos cachos, juntamente com um filme plástico perfurado dentro da caixa de colheita. Essa alternativa permite reduzir ainda mais a ocorrência do mofo cinzento através da sanitização dos cachos durante a pré-embalagem (DANTAS et al., 2022; AGUIAR et al., 2023).

Por se tratar de uma tecnologia recém desenvolvida, ainda não se sabe o efeito do uso das folhas de campo de liberação ultra-rápida de SO₂ quando utilizadas de maneira combinada ou não com diferentes tipos de folhas geradoras de SO₂ em câmara refrigerada na conservação pós-colheita de uvas de mesa 'Itália', principalmente quanto à incidência de mofo cinzento e a manutenção das características físico-químicas quando os frutos são armazenados por períodos prolongados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 VITICULTURA NO MUNDO E NO BRASIL

A videira é uma das principais plantas frutíferas cultivadas no mundo, ocupa o quarto lugar no ranking mundial, atrás apenas da banana, melancia e maçã (FAO, 2017). Na safra de 2021 ocupou uma área de aproximadamente 7,3 milhões de hectares, com produção de 74,8 milhões de toneladas. Do total produzido, 52% foi destinada à elaboração de vinho, mosto e suco, 41% ao consumo de uvas de mesa e 7% à produção de uva passa (OIV, 2021).

Em 2021, o Brasil produziu aproximadamente 0,9 milhão de toneladas de uvas de mesa, que corresponderam a 3% da produção mundial, de 30,1 milhões de toneladas, situando o país na sexta posição dentre os maiores produtores mundiais no segmento, empatado com os Estados Unidos e a Itália. Distante, porém, da produção alcançada pela China, que concentrou 36% da produção mundial, esse país juntamente com a Índia (12%) e a Turquia (6%), são os responsáveis por mais de 50% da produção mundial de uvas de mesa (OIV, 2021).

A produção nacional de uvas de mesa é voltada especialmente para a comercialização no mercado interno, no qual o volume exportado representa cerca de apenas 1% do total das exportações mundiais. Historicamente, o maior volume de uvas de mesa exportado pelo Brasil foi alcançado em 2008, com mais de 80 mil toneladas, porém, nos últimos três anos houve uma estabilização em torno de 40 mil toneladas, destinados principalmente ao mercado europeu (VISÃO AGRÍCOLA, 2021).

Em relação aos principais Estados brasileiros produtores de uva, o Rio Grande do Sul é o maior produtor, com 735 mil toneladas, seguido de Pernambuco, São Paulo, Bahia e Paraná, com produção de 399; 164; 61; 56 mil toneladas, respectivamente (IBGE, 2022). Os frutos produzidos no Rio Grande do Sul são destinados principalmente à industrialização, para a produção de bebidas como sucos e vinhos. Já os Estados de São Paulo e Paraná destinam a maior parte da sua produção para o consumo interno de fruta fresca, assim como Pernambuco e Bahia, porém, esses mais voltados ao mercado externo (MELLO, 2019).

A área cultivada com videiras no Paraná representa cerca de 4 mil hectares, destacando-se a Região Metropolitana de Curitiba, localizada ao leste do Estado, que caracteriza-se pela produção de uvas americanas e híbridas destinadas à vinificação, como ‘Bordô’ e ‘Isabel’. Por outro lado, nos municípios de Londrina, Marialva, Maringá e Rolândia, localizados na região norte do Estado, há o predomínio de uvas finas de mesa, principalmente ‘Itália’, ‘Rubi’, ‘Benitaka’, ‘Brasil’ e ‘Red Globe’ e uvas híbridas ‘BRS Núbia’, ‘BRS Vitória’

e ‘BRS Ísis’ (PROTAS; CAMARGO, 2011; KISHINO; MARUR; ROBERTO, 2019; IBGE, 2022).

Na região norte paranaense é possível obter duas safras anuais, a partir da tecnologia desenvolvida com dupla poda anual e o uso de reguladores vegetais. Desta forma, além da primeira safra conhecida como safra de verão, obtida de novembro a janeiro, tem-se a segunda safra, também chamada de temporã, que ocorre na entressafra, em meados de maio a junho, período em que a oferta de uvas de mesa é baixa ou inexistente em outras regiões do Brasil (ROBERTO et al., 2005; CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011; AHMED et al., 2019).

2.2 CARACTERÍSTICAS DA VIDEIRA

A partir de evidências fósseis e sementes de uva, descobriu-se que o centro de origem da videira é a Groelândia, sendo que há aproximadamente 300 mil anos, durante a Era Cenozoica no Período Terciário, surgiu a primeira espécie, que se dispersou em duas direções principais: américo-asiático e euro-asiático. As espécies ancestrais colonizaram novas áreas e foram diferenciando-se em novas espécies, considerando-se atualmente três centros de dispersão da videira: Europa, Ásia e América (GIOVANINNI, 2014). No Brasil, a videira foi introduzida em 1532, quando Martim Afonso de Sousa trouxe as primeiras vinhas para a capitania de São Vicente (BOLIANI; CORRÊA, 2001).

A videira é considerada uma planta de clima temperado, perene, trepadora, caducifólia e sarmentosa, pertencente à família botânica Vitaceae, gênero *Vitis*, único de importância econômica. Dentro desse gênero, a produção comercial de uvas está concentrada nas videiras americanas (*Vitis labrusca* L.) e europeias (*Vitis vinifera* L.), além de híbridos interespecíficos (*Vitis* spp.) entre essas e outras espécies e seus mutantes (QUEIROZ-VOLTAN; PIRES, 2003; KISHINO; MARUR; ROBERTO, 2019).

As uvas americanas também conhecidas como rústicas, produzem frutos com sabor e aroma típicos e são utilizadas tanto para produção de uva de mesa quanto para a elaboração de vinhos e sucos. Já as uvas europeias ou finas compreendem a espécie mais importante do gênero e inclui as principais cultivares de uvas de mesa consumidas mundialmente, além de ser utilizada na elaboração de vinhos finos e espumantes (PEREIRA; GUERRA; MANFROI, 2009; GIOVANINNI, 2014).

2.3 UVA DE MESA ‘ITÁLIA’ (*VITIS VINIFERA* L.)

A uva ‘Itália’ é uma tradicional uva fina de mesa de película branca, resultado do cruzamento ‘Bicane’ × ‘Moscatel de Hamburgo’, realizado na Itália em 1911, por Ângelo Piróvano, e originalmente chamado de Piróvano 65 (Figura 2.3.1). Foi introduzida no Brasil, possivelmente, por Francisco Marengo, na década de 1920 (CAMARGO, 1994). Sua produção comercial foi iniciada pelo viticultor Sussumu Usui no começo da década de 1950, em Ferraz de Vasconcelos, SP. No Paraná, em escala comercial, as primeiras plantas de ‘Itália’ foram enxertadas no ano de 1958, em Londrina e Marialva, sobre porta-enxertos plantados no ano anterior (NACHTIGAL; CAMARGO, 2005; KISHINO; MARUR; ROBERTO, 2019).



Figura 2.3.1 - Uva fina de mesa ‘Itália’. Fonte: o próprio autor.

A uva ‘Itália’ produz cachos grandes, podendo chegar a 2 kg, tem formato cônico e por ser levemente compacto, exige a descompactação por meio de raleio. Destaca-se por apresentar baga grande, de coloração verde-amarelada quando madura, polpa carnosa, aroma levemente moscado e resistência ao transporte e ao armazenamento, resultando na boa aceitação pelo mercado consumidor, tanto nacional quanto internacional (NACHTIGAL; CAMARGO, 2005; KISHINO; MARUR; ROBERTO, 2019).

Por ser uma cultivar muito suscetível à antracnose, míldio, oídio e podridão do fruto, necessita de um bom manejo integrado de doenças, além de também ser suscetível à escaldadura, à seca do racimo e à rachadura de baga. A uva ‘Itália’ é uma planta vigorosa, produz bem com poda longa, mas pode ser submetida à poda mista, deixando-se varas para produção e esporões para renovação do sarmento, em um pomar bem manejado, pode alcançar potencial produtivo de 40 t ha⁻¹ (Figura 2.3.2) (KISHINO; MARUR; ROBERTO, 2019).



Figura 2.3.2 - Parreiral da cultivar Itália. Fonte: o próprio autor.

2.4 FATORES QUE DETERMINAM A QUALIDADE DA UVA

As demandas do setor brasileiro de produção de uvas finas de mesa incluem a necessidade de cultivares mais rústicas, menos suscetíveis às principais doenças fúngicas da videira, menos exigentes em mão-de-obra, que não precisem de manejo específico e que apresentem padrão de qualidade exigido pelo mercado, pois tais condições influenciarão na qualidade final do produto (SILVESTRE et al., 2017).

Para a produção de uvas de alta qualidade, é necessário se atentar tanto ao desempenho da videira (tempo de colheita, resistência aos patógenos, rendimento da planta e tamanho da baga), quanto às características sensoriais (cor, sabor, aroma e firmeza) e nutricionais (fibras, vitaminas, minerais, compostos fenólicos e atividade antioxidante) das bagas das uvas (ANESE; FRONZA, 2015). Todos esses atributos de qualidade podem variar em função de uma combinação complexa de fatores que incluem a pré-colheita, como a escolha da cultivar e do porta-enxerto, a incidência de pragas ou doenças, as condições climáticas da região e as práticas culturais adotadas no vinhedo, como o tipo de poda, o raleio e o uso de defensivos e reguladores vegetais (CHAMPA, 2015).

O momento da colheita também é fundamental para que se obtenha um produto final de alta qualidade, pois por se tratar de um fruto não climatérico, com atividade respiratória relativamente baixa, somente deve ser colhido quando apresentar as características apropriadas para o consumo (CHOUDHURY; COSTA, 2004), ou seja, quando atender aos requisitos exigidos pelo mercado consumidor (CHAMPA, 2015). Dessa forma, ao longo da maturação as bagas perdem a rigidez, há o aumento dos teores de antocianinas e de açúcares e ocorre uma diminuição pronunciada da acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O manejo pós-colheita também é imprescindível para que o consumidor possa desfrutar de um fruto com a mesma qualidade daquele que acabara de ser colhido. Cada vez mais a expectativa do consumidor, seja no mercado interno ou no externo, é de que o produto a ser consumido seja fresco e mantenha as suas características funcionais conservadas, entretanto é um desafio cumprir tais exigências do mercado, uma vez que os frutos sofrem alterações em suas propriedades físico-químicas durante o seu manuseio, transporte e armazenamento (PIAZZOLLA et al., 2016).

2.5 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA UVA DE MESA

Por se tratar de um fruto muito perecível, a uva é suscetível à ocorrência de

diversos tipos de danos, como as podridões, a desidratação, a secagem da ráquis, a facilidade de degrana e o escurecimento e amolecimento das bagas durante o manuseio pós-colheita, acarretando no aumento das perdas (ARTÉS-HERNÁNDEZ; TOMÁS-BARBERÁN, 2006; SEN et al., 2012). O uso de tecnologias de conservação pós-colheita, como o armazenamento em câmara refrigerada, em que há o controle da temperatura e da umidade, é imprescindível para atenuar os efeitos da degradação e aumentar o período de comercialização e a qualidade dos frutos (CERQUEIRA et al., 2011).

Quando os cachos são armazenados em condições de alta temperatura e baixa umidade relativa do ar, há severa perda de massa (CENCI; SOARES; FREIRE JÚNIOR, 1997; CASTRO; PARK; HONÓRIO, 2000). Por esse motivo, após a colheita, os cachos devem ser pré-resfriados o mais rápido possível, com o objetivo de remover o “calor de campo”. Esse processo visa reduzir a perda de massa provocada pela respiração excessiva do fruto, uma vez que a temperatura se encontra elevada, além de evitar injúrias pelo frio caso as uvas fossem armazenadas diretamente a temperatura ao redor de 0°C (BRACKMANN et al., 2010; ROMANAZZI et al., 2016).

O processo de refrigeração após a eliminação do “calor de campo” é considerado o método físico mais indicado para prolongar a vida útil e manter as características desejáveis do fruto (BENATO, 2003; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Sendo assim, os cachos devem ser armazenados em temperatura entre -1°C e 1°C, com umidade relativa do ar de 90 a 95%, pois nessa condição as uvas de mesa podem ser conservadas por longos períodos (ZOFFOLI; LATORRE, 2011). Entretanto, a interrupção da cadeia do frio associada à alta e constante umidade requerida para evitar a ação severa da desidratação, pode acarretar no desenvolvimento de doenças fúngicas como o mofo cinzento.

2.6 MOFO CINZENTO

A doença comumente chamada de mofo cinzento ou podridão cinzenta é causada pelo fungo *Botrytis cinerea* Pers., sendo a única espécie do gênero *Botrytis* com amplo espectro de hospedeiros. O fungo é o principal responsável por provocar doenças pós-colheita em frutíferas, como amora, mirtilo, morango, entre outras, reduzindo significativamente a produtividade e a qualidade dos frutos (RIBEIRO, 2003). Em videiras, também é o responsável pela principal doença pós-colheita de uvas de mesa (TESSMANN et al., 2019).

O *B. cinerea* é caracterizado como um fungo necrotrófico, porém, pode viver saprofiticamente a partir da produção de micélio e estruturas de resistência, denominadas

esclerócios. Em condições favoráveis, os esclerócios produzem os conídios, que se constituem como o principal inóculo do patógeno para infecção, sendo facilmente disseminados pelo vento e pela chuva (BENATO, 2003). Por outro lado, em condições desfavoráveis o fungo pode permanecer na forma de micélio dormente, em restos de plantas ou em partes mortas das mesmas (GRABKE, 2014). Quando a temperatura se encontra entre 15 e 20°C, com presença de água ou umidade relativa do ar superior a 90% o fungo volta a se reproduzir, no entanto, os conídios podem germinar numa ampla faixa de temperatura, que varia entre -1°C e 33°C (MICHAILIDES; ELMER, 2000). A germinação dos conídios pode ocorrer em diversas etapas da produção, seja na maturação dos frutos, durante o armazenamento refrigerado, na comercialização, ou até mesmo após a compra pelo consumidor (DEAN et al., 2012; LEROCH et al., 2013; ELAD; VIVIER; FILLINGER, 2015).

Os sintomas causados pela infecção de *B. cinerea* podem ser observados na planta toda, mas principalmente nos cachos. Nas folhas, os sintomas ocorrem na forma de lesões marrom-escuras, porém, são pouco frequentes em condições de campo. Nas bagas, o fungo cresce por meio de fissuras ocasionadas por aberturas naturais ou ferimentos (Figura 2.6.1 A), e em seguida, observa-se um escurecimento circular marrom a avermelhado, seguido do afrouxamento da película (Figura 2.6.1 B). Como a infecção mais característica do fungo é por meio da penetração direta do micélio pela epiderme das bagas, é vista uma micorrização branca e abundante esporulação cinzenta que cobrem a superfície das bagas (Figura 2.6.1 C) e da ráquis (Figura 2.6.1 D), dando a aparência de mofo cinzento (ZOFFOLI; LATORRE, 2011).

O fungo *B. cinerea* pode disseminar-se de uma única ou poucas bagas infectadas para todas as bagas do cacho, formando um aglomerado de bagas apodrecidas, e também, pode rapidamente progredir para cachos ainda saudáveis, resultando em extensa perda de produção e qualidade (WILLIAMSON et al., 2007; TESSMANN et al., 2019).

O controle do *B. cinerea* é difícil, pois as aplicações de fungicidas pré-colheita nem sempre são eficazes para prevenir e controlar a infecção durante o armazenamento refrigerado (COLOMBO et al., 2018), uma vez que o fungo consegue sobreviver em condições menos favoráveis por longos períodos e devido ao surgimento de isolados resistentes a fungicidas (WILLIAMSON et al., 2007; SAITO; MICHAILIDES; XIAO, 2019). Além disso, muitos países não permitem o tratamento dos frutos após a colheita com fungicidas sintéticos e são poucos os ingredientes ativos permitidos contra doenças pós-colheita, dificultando ainda mais o seu controle (SMILANICK et al., 2010; HASHIM; YOUSSEF; ABD-ELSALAM, 2019).

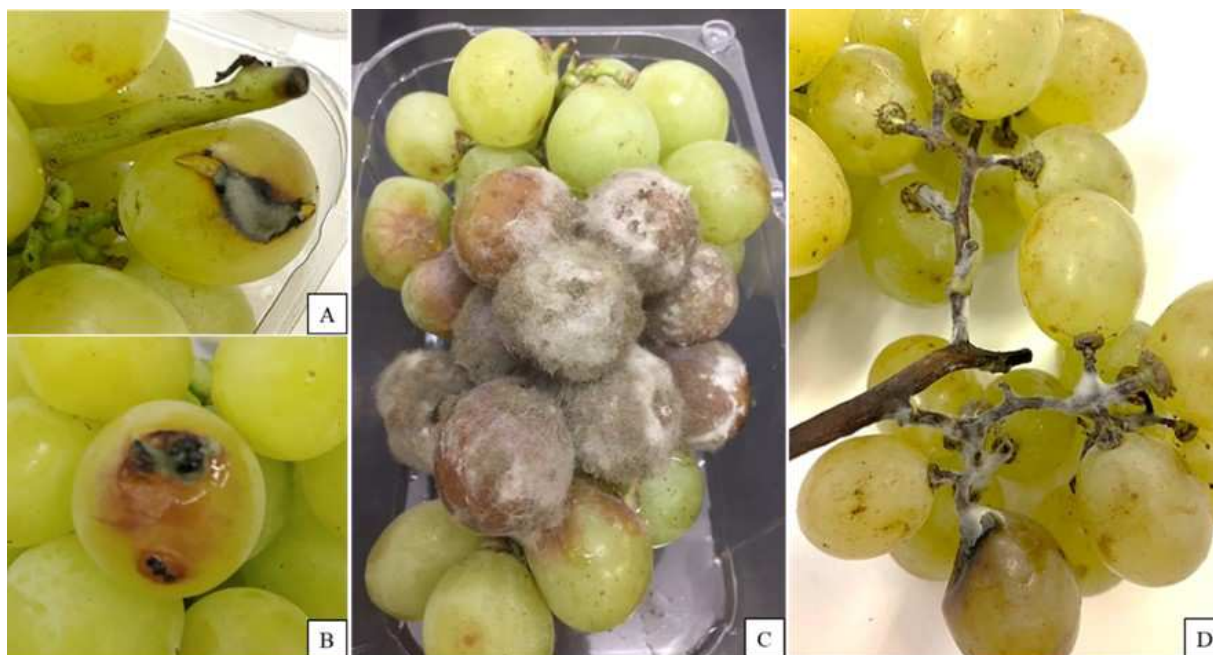


Figura 2.6.1 - Cachos de uva de mesa ‘Itália’ com sintomas causados por *Botrytis cinerea* Pers. A: fungo crescendo por meio de fissuras nas bagas; B: escurecimento circular marrom a avermelhado e afrouxamento da película das bagas; C: micorrização branca e esporulação cinzenta na superfície das bagas; D: micorrização branca e esporulação cinzenta na superfície da ráquis. Fonte: o próprio autor.

Sendo assim, esforços que minimizem o mofo cinzento são de extrema importância em todas as etapas do desenvolvimento da videira, e principalmente no estágio de colheita e pós-colheita, sendo necessária a busca por medidas alternativas (MELGAREJO-FLORES et al., 2013; YOUSSEF; ROBERTO, 2014).

2.7 CONSERVAÇÃO DE UVAS DE MESA EM ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

2.7.1 Embalagens

O armazenamento em câmara refrigerada é considerado a principal técnica no manejo pós-colheita de uvas de mesa, por essa razão, estratégias que funcionem de maneira combinada com o resfriamento são essenciais (CERQUEIRA et al., 2011). A utilização de embalagens como método complementar é uma opção, pois permite prolongar a vida útil dos frutos, uma vez que visa reduzir as injúrias e as desordens de natureza fisiológica, como a perda

de massa, o escurecimento das bagas e o ressecamento da ráquis, ocasionadas quase sempre durante o armazenamento refrigerado (YAMASHITA, 2009; LIGUORI et al., 2015).

A escolha da embalagem exige uma análise criteriosa, devendo ser feita com base nas necessidades do fruto, no método de embalagem, resistência, custo e disponibilidade, além das exigências do mercado que variam de acordo com os padrões definidos por eles (BORDIN, 1998; MOTOIKE; BOREM, 2018). O conjunto de embalagens em que as uvas de mesa normalmente são acondicionadas incluem: caixas de papelão, cumbucas plásticas perfuradas, filmes plásticos perfurados, entre outros (CASTRO; PARK; HONÓRIO, 2000; LIMA, 2009).

A embalagem externa utilizada para acondicionar as uvas de mesa consiste na utilização de caixas de papelão corrugado de parede dupla e peça única do tipo bandeja, com capacidade para 4,5 a 10 kg de uva. Esse material deve ser de fácil montagem, resistente ao umedecimento e ajustável ao manuseio e acomodação dos cachos. Deve apresentar orifícios que permitam a circulação do ar, de forma a promover o rápido resfriamento dos frutos, além de possuir aletas nas laterais que facilitem o seu empilhamento e permitam a sua paletização (ANTONIOLLI; LIMA, 2008).

As cumbucas plásticas perfuradas são embalagens internas que têm como principal finalidade acomodar individualmente cachos de aproximadamente 0,5 kg, evitando o contato físico da uva com o ambiente externo. Além disso, elas reduzem os impactos mecânicos que ocorrem durante o transporte, minimizam a perda de massa do fruto e proporcionam uma atmosfera modificada, desacelerando os processos fisiológicos prejudiciais à qualidade das uvas, bem como atuam no controle indireto de fungos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; CAMILI et al., 2007). Por esses motivos, as cumbucas têm se tornado uma alternativa inovadora, que não só oferece maior comodidade ao consumidor, como também possibilita a maior integridade do cacho até que o seu destino final seja alcançado (GABLER et al., 2010; KARACA; SMILANICK, 2011).

Os cachos de uva, estando acomodados em cumbucas plásticas ou não, devem ser embalados em filmes plásticos perfurados que forram o interior das caixas de papelão (HENRÍQUEZ; PINOCHET, 2016). Os filmes apresentam perfurações que proporcionam diferentes áreas de ventilação, o intuito é reduzir ainda mais a perda de massa decorrente da desidratação dos frutos, além de possibilitarem uma melhor eficiência do uso das folhas geradoras do gás dióxido de enxofre (SO₂) (CHAVES et al., 2019).

2.7.2 Folhas Geradoras de SO₂

A associação de embalagens com folhas geradoras de SO₂, tem sido utilizada para prolongar o armazenamento refrigerado das uvas de mesa. O objetivo desse gás é inibir o crescimento fúngico, possibilitando que os frutos sejam armazenados em ambientes com alta umidade (CHERVIN; WESTERCAMP; MONTEILS, 2005). Além de controlar o desenvolvimento de microrganismos, possui ação antioxidante, influenciando nos processos fisiológicos do próprio fruto, como a manutenção da coloração verde da ráquis (MUÑOZ et al., 2000; SARANTÓPULOS; MORAES, 2009; ZOFFOLI; LATORRE, 2011).

O uso de SO₂ é uma prática sanitária comumente utilizada para a conservação de uvas de mesa em armazenamento refrigerado, podendo ser realizada por meio de fumigação nos *packing-houses* ou a partir do uso de folhas geradoras do gás, que são dispostas sobre as cumbucas no interior das caixas de papelão e embaladas com o filme plástico perfurado (CRISOSTO; GARNER; CRISOSTO, 2002; RETAMALES et al., 2003). Quando utilizado como fumigante, as uvas de mesa são expostas a uma concentração elevada do gás por um curto período de tempo, proporcionando a descontaminação das uvas através da eliminação dos esporos ativos de *B. cinerea* (CRISOSTO; MITCHELL, 2002).

Por outro lado, as folhas geradoras de SO₂ liberam o gás de maneira controlada e suficiente para inibir o inóculo latente do fungo ao longo de todo o período de armazenamento refrigerado. As folhas ao absorverem o vapor de água que se origina da respiração do fruto e da alta umidade relativa do ar presente na câmara refrigerada, reagem com o ingrediente ativo (i.a.) metabissulfito de sódio (Na₂S₂O₅), liberando o gás SO₂ (MUSTONEN, 1992; SARANTÓPULOS; MORAES, 2009; ZOFFOLI; LATORRE, 2011). Comercialmente, existem folhas geradoras de SO₂ de liberação lenta e de liberação dupla fase do gás (rápida e lenta), com diferentes concentrações do i.a., que são utilizadas nas câmaras refrigeradas. As folhas de liberação lenta apresentam menor permeabilidade, emitindo uma concentração baixa e contínua de SO₂ podendo chegar até 60 dias de armazenamento. Já as folhas de liberação dupla fase, apresentam diferentes permeabilidades, resultando na emissão rápida do gás nas primeiras 48 horas de armazenamento, conferindo um efeito fumigante nessa fase, e posterior liberação lenta e contínua do gás por até 60 dias (FERNÁNDEZ-TRUJILLO et al., 2012; CHAMPA, 2015).

No entanto, a eficiência das folhas geradoras de SO₂ na embalagem de uvas de mesa pode ser influenciada por diversos fatores, como a cultivar, a temperatura, a umidade relativa do ar, a concentração de SO₂, o tempo de contato do gás com os frutos, além do uso de

embalagens, pois a distribuição e a retenção do SO₂ depende do tipo de material escolhido e da quantidade de frutos armazenados (SMILANICK et al., 1990; CASTRO; PARK; HONÓRIO, 2000; LIMA, 2009). Sendo assim, mesmo com a utilização do SO₂ em câmara refrigerada, dependendo das condições em que as uvas foram cultivadas, sintomas de mofo cinzento podem ainda surgir, principalmente quando as uvas são armazenadas por longos períodos.

Com o objetivo de superar essas dificuldades, recentemente foi desenvolvida uma folha de liberação ultra-rápida de SO₂ que é utilizada no momento da colheita dos cachos, juntamente com um filme plástico perfurado na caixa de colheita de capacidade de 20 kg. A liberação de seu i.a. ocorre em cerca de 4-6 horas, aproximadamente o mesmo tempo entre a colheita e o início da embalagem da uva no *packing-house*. Essa técnica tem por objetivo diminuir ainda mais os riscos de ocorrência do mofo cinzento na pós-colheita, uma vez que a liberação ultra-rápida de SO₂ apresenta efeito fumigante sobre os esporos de *B. cinerea*, e pode potencializar o efeito das folhas geradoras de SO₂ utilizadas para a embalagem das uvas (DANTAS et al., 2022; AGUIAR et al., 2023).

Entretanto, a utilização das folhas geradoras de SO₂ tanto na caixa de colheita como em câmara refrigerada não pode ocorrer de maneira indiscriminada, pois o gás em excesso pode acarretar danos às uvas, como o branqueamento das bagas, o escurecimento precoce da ráquis, degrana e alterações desagradáveis no sabor dos frutos (ZOFFOLI; LATORRE, 2011). Dessa forma, as folhas geradoras de SO₂ devem ser utilizadas de modo a permitir uma proteção adequada dos frutos, sem que haja o comprometimento da qualidade final do produto (LURIE et al., 2006; ZUTAHY et al., 2008).

Sendo assim, torna-se necessário o estudo aprofundado das diferentes combinações de técnicas de manejo pós-colheita, principalmente envolvendo as folhas de campo de liberação ultra-rápida de SO₂, pois por se tratar de uma tecnologia desenvolvida recentemente ainda não se sabe o seu efeito quando utilizadas de maneira combinada ou não com diferentes tipos de folhas geradoras de SO₂ em câmara refrigerada na conservação pós-colheita de uvas de mesa 'Itália'.

2.8 REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. C.de.; HIGUCHI, M. T.; RIBEIRO, L. T. M.; LELES, N. R.; BOSSO, B. E. C.; SHIMIZU, G. D.; SILVA, M. J. R.da.; MARQUES, V. V.; YAMASHITA, F.; YOUSSEF, K.; ROBERTO, S. F. Bio-based and SO₂-generating plastic liners to extend the shelf life of 'Benitaka' table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 197, p. 112217, 2023.

- AHMED, S.; ROBERTO, S. R.; DOMINGUES, A. R.; SHAHAB, M.; CHAVES, O. J. JR.; SUMIDA, C. H.; SOUZA, R. T. de. Effects of different sulfur dioxide pads on *Botrytis* mold in 'Italia' table grapes under cold storage. **Horticulturae**, v. 4, n. 4, p. 29-41, 2018.
- AHMED, S.; ROBERTO, S. R.; YOUSSEF, K.; COLOMBO, R. C.; SHAHAB, M.; CHAVES, O. J. JR.; SUMIDA, C. H.; SOUZA, R. T. de. Postharvest preservation of the new hybrid seedless grape, 'BRS Isis', grown under the double-cropping a year system in a subtropical area. **Agronomy**, v. 9, n. 10, p. 603, 2019.
- ANESE, R. de O.; FRONZA, D. **Fisiologia pós-colheita em fruticultura**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil, 2015. 130 p.
- ANTONIOLLI, L.; LIMA, M. A. C. de. **Boas práticas de fabricação e manejo na colheita e pós-colheita de uvas finas de mesa**. Circular Técnico. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. 13 p.
- ARTÉS-HERNÁNDEZ, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Modified atmosphere packaging preserves quality of SO₂-free 'Superior seedless' table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, n. 2, p. 146-154, 2006.
- BENATO, E. A. Tecnologia, fisiologia e doenças pós-colheita de uvas de mesa. In: POMMER, C. V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 635-723.
- BOLIANI, A. C.; CORRÊA, L. S. **Cultura de uvas de mesa do plantio à comercialização**, 2001. 328 p.
- BORDIN, M. R. **Embalagem para frutas e hortaliças**. Boletim de tecnologia e desenvolvimento de embalagens. [S.l.]: Informativo CETEA, v. 10, n. 2, abr./ maio/ jun. 1998. 4 p.
- BRACKMANN, A.; CERETTA, M.; PINTO, J. A. V.; VENTURINI, T. L.; LUCIO, A. D. L. Tolerância de maçãs 'Gala' a baixas temperaturas durante o armazenamento. **Ciência Rural**, v. 40, n. 9, p. 1909-1915, 2010.
- CAMARGO, U. A. **Uvas do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1994. 90 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 9).
- CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, p. 144-149, 2011.
- CAMILI, E. C.; BENATO, E. A.; PASCHOLATI, S. F.; CIA, P. Avaliação de quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 3, p. 215-221, 2007.
- CASTRO, J. V. de; PARK, K. J.; HONÓRIO, S. L. Determinação de curvas de resfriamento de uvas 'Itália' em dois sistemas de acondicionamento. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 20, n. 1, p. 34-44, 2000.

CENCI, S. A.; SOARES, A. G.; FREIRE JUNIOR, M. **Manual de perdas pós-colheita em frutos e hortaliças**. Documentos. Rio de Janeiro: Embrapa-CTAA, n. 27, 1997. 29 p.

CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. G.; SASAKI, F. F.; ALLEONI, C. C. Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 216-221, 2011.

CHAMPA, H. Pre and postharvest practices for quality improvement of table grapes (*Vitis vinifera* L.). **Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka**, v. 43, n. 1, p. 3-9, 2015.

CHAVES, O. J. JR.; YOUSSEF, K.; KOYAMA, R.; AHMED, S.; DOMINGUES, A. R.; MÜHLBEIER, D. T.; ROBERTO, S. R. Control of gray mold on clamshell-packaged 'Benitaka' table grapes using sulphur dioxide pads and perforated liners. **Pathogens**, v. 8, n. 4, p. 271, 2019.

CHERVIN, C.; WESTERCAMP, P.; MONTEILS, G. Ethanol vapours limit *Botrytis* development over the postharvest life of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 36, n. 3, p. 319-322, 2005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CHOUDHURY, M. M.; COSTA, T. S. da. Colheita e pós colheita. In: LEÃO, P. C. S. **Cultivo da Videira**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2004. p. 61-66.

COLOMBO, R. C.; CARVALHO, D. U.; CRUZ, M. A. da; SUMIDA, C. H.; AHMED, S.; BASSOLI, P. A.; SOUZA, R. T. de; ROBERTO, S. R. Cold storage and biocontrol agents to extend the storage period of 'BRS Isis' seedless table grapes. **Horticulturae**, v. 4, n. 3, p. 18, 2018.

COLOMBO, R. C.; CARVALHO, D. U. de; CRUZ, M. A. da; SUMIDA, C. H.; AHMED, S.; SHAHAB, M.; ROBERTO, S. R. Control of postharvest gray mold of 'BRS Nubia' table grape under cold storage. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 6, p. 3457-3464, 2020.

CRISOSTO, C. H., MITCHELL, F. G. Postharvest handling systems: table grapes. In: KADER, A. A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. Oakland: University of California, 2002. p. 357-363.

CRISOSTO, C. H.; GARNER, D.; CRISOSTO, G. Carbon dioxide-enriched atmospheres during cold storage limit losses from *Botrytis* but accelerate rachis browning of 'Redglobe' table grapes. **Postharvest Biology and Tecnology**, v. 26, n. 2, p. 181-189, 2002.

DANTAS, B. C.; HIGUCHI, M. T.; AGUIAR, A. C.de.; BOSSO, B. E.; ROBERTO, S. R. Postharvest conservation of 'BRS Nubia' hybrid table grape subjected to field ultra-fast SO₂-generating pads before packaging. **Horticulturae**, v. 8, n. 4, p. 285, 2022.

DEAN, R.; VAN KAN, J. A. L.; PRETORIUS, Z. A.; HAMMOND-KOSACK, K. E.; DI PIETRO, A.; SPANU, P. D.; RUDD, J. J.; DICKMAN, M.; KAHMANN, R.; ELLIS, J.; FOSTER, G. D. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. **MolecularPlant Pathology**, v. 13, n. 4, p. 414-430, 2012.

DOMINGUES, A. R.; ROBERTO, S. R.; AHMED, S.; SHAHAB, M.; CHAVES, O. J. JR.; SUMIDA, C. H.; SOUZA, R. T de. Postharvest techniques to prevent the incidence of *Botrytis* mold of 'BRS Vitoria' seedless grape under cold storage. **Horticulturae**, v. 4, n. 3, p. 17, 2018.

ELAD, Y.; VIVIER, M.; FILLINGER, S. *Botrytis*: the good, the bad and the ugly. In: FILLINGER, S.; ELAD, Y.; VIVIER, M. **Botrytis - the fungus, the pathogen and its management in agricultural systems**. Heidelberg, Germany: Springer, 2015. p. 1-15.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Fruticultura**. 2017. Disponível em: <

https://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Fruticultura_2016_17.pdf>. Acesso em: 3 set. 2021.

FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J. P.; OBANDO-ULLOA, J. M.; BARÓ, R.; MARTÍNEZ, J. A. Quality of two table grape guard cultivars treated with single or dual-phase release SO₂ generators. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 82, n. 1, p. 1-8, 2012.

GABLER, F. M.; MERCIER, J.; JIMENEZ, J. I.; SMILANICK, J. L. Integration of continuous biofumigation with *Muscodor albus* with pre-cooling fumigation with ozone or sulfur dioxide to control postharvest gray mold of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 55, n. 2, p. 78-84, 2010.

GIOVANINNI, E. **Manual de Viticultura**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 259 p.

GRABKE, A. **Fungicide Resistance in *Botrytis cinerea* from Strawberry - Molecular Mechanisms and Management**. 2014. 106 f. Tese (Ciências Agronômicas e de Cultivos comuns, Biologia comum e Patologias Farmacêuticas) - Universidade de Clemson, Carolina do Sul, 2014.

HASHIM, A. F.; YOUSSEF, K.; ABD-ELSALAM, K. A. Ecofriendly nanomaterials for controlling gray mold of table grapes and maintaining postharvest quality. **European Journal of Plant Pathology**, v. 154, n. 2, p. 377-388, 2019.

HENRÍQUEZ, J. L.; PINOCHET, S. Impact of ventilation area of the liner bag, in the performance of SO₂ generator pads in boxed table grapes. **Acta Horticulturae**, v. 1144, p. 267-272. 2016.

IBGE. Área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto das lavouras. 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadcm>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

KARACA, H.; SMILANICK, J. L. The influence of plastic composition and ventilation area on ozone diffusion through some food packaging materials. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, n. 1, p. 85-88, 2011.

KISHINO, A. Y.; MARUR, C. J.; ROBERTO, S. R. Características da Planta. Variedades-copa e Porta-enxertos. In: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C. de; ROBERTO, S. R. **Viticultura Tropical: o sistema de produção de uvas de mesa do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2019. p. 201-249.

- LEROCH, M.; PLESKEN, C.; WEBER, R. W. S.; KAUFF, F.; SCALLIET, G.; HAHN, M. Gray mold populations in German strawberry fields are resistant to multiple fungicides and dominated by a novel clade closely related to *Botrytis cinerea*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 79, n. 1, p. 159-67, 2013.
- LICHTER, A.; ZUTAHY, Y.; KAPLUNOV, T.; LURIE, S. Evaluation of table grapes storage in boxes with sulfur dioxide-releasing pads with either an internal plastic liner or external wrap. **HortTechnology**, v. 18, n. 2, p. 206-214, 2008.
- LIGUORI, G. Effects of modified atmosphere packaging on quality parameters of minimally processed table grapes during cold storage. **Advances in Horticultural Science**, v. 29, n. 3, p. 152-154, 2015.
- LIMA, M. A. C. de; **Tecnologias pós-colheita para conservação de uvas apirênicas produzidas no submédio do Vale do São Francisco**. In: CARVALHO, J. M. M. de (Org.). Livro Técnico-Científico. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. p. 191-210.
- LIU, P.; LI, D. L.; XU, W. C.; FU, Y. B. Research on SO₂ controlled release packaging on the preservation performance of 'Kyoho' grapes. **Applied Mechanics and Materials**, v. 731, p. 369-373, 2015.
- LORENZI, C. O.; JULIÃO, F.; SANTOS, F. G. R.; OLIVEIRA, F. V. Embalagens de HF: das "de sempre" para as sofisticadas. **Revista Hortifruti Brasil**, v. 12, n. 137, p. 8-26, 2014.
- LURIE, S.; PESIS, E.; GADIYEVA, O.; FEYGENBERG, O.; BEN-ARIE, R.; KAPLUNOV, T.; ZUTACHI, Y.; LICHTER, A. Modified ethanol atmosphere to control decay of table grapes during storage. **Postharvest Biology and Pathology**, v. 42, n. 3, p. 222-227, 2006.
- MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P.; CAMARGO, U. A.; de SOUZA, R. T.; FAJARDO, T. V. M.; GIRARDI, C. L. **BRS Núbia: nova cultivar de uva de mesa com sementes e coloração preta uniforme (Comunicado Técnico 139)**, Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2013. 12 p.
- MELGAREJO-FLORES, B. G.; ORTEGA-RAMÍREZ, L. A.; SILVA-ESPINOZA, B. A.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; MIRANDA, M. R. A.; AYALA-ZAVALA, J. F. Antifungal protection and antioxidant enhancement of table grapes treated with emulsions, vapors, and coatings of cinnamon leaf oil. **Postharvest Biology and Technology**, v. 86, n. 1, p. 321-328, 2013.
- MELLO, L. M. R. de. Uvas - Desempenho do setor em 2018. In: Anuário HF 2019. **Revista Campo & Negócios**, [S.l.], 2019. p. 112-116.
- MICHAILIDES, T. J.; ELMER, P. A. G. *Botrytis* gray mold of kiwifruit caused by *Botrytis cinerea* in the United States and New Zealand, **Plant Disease**, v. 84, n. 3, p. 208-223, 2000.
- MOTOIKE, S.; BOREM, A. **Uva: do plantio à colheita**, Viçosa: UFV, 2018, 185 p.

MÜHLBEIER, D. T.; RIBEIRO, L. T. M.; HIGUCHI, M. T.; KHAMIS, Y.; CHAVES, O. J. JR.; KOYAMA, R.; ROBERTO, S. R. SO₂-generating pads reduce gray mold in clamshell-packaged 'Rubi' table grapes grown under a two-cropping per year system. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1069-1086, 2021.

MUÑOZ, V.; BENATO, E. A.; SIGRIST, J. M. M.; OLIVEIRA, J. D. V.; CORRÊA, A. C. C. Effect of SO₂ for controlling *Botrytis cinerea* in Italia and Red Globe grapes stored at different temperatures. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. especial, p.100-105, 2000.

MUSTONEN, H. M. The efficacy of a range of sulfur dioxide generating pads against *Botrytis cinerea* infection & on out-turn quality of Calmeria table grapes. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 32, n. 3, p. 389-393, 1992.

NACHTIGAL, J. C.; CAMARGO, U. A. **Sistema de produção de uva de mesa no Norte de Minas Gerais**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2005.

OIV INTERNATIONAL ORGANISATION OF VINE AND WINE. **Statistical Report on World Vitiviniculture**. 2021. Disponível em:<
https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/OIV_Annual_Assessment_of_the_World_Vine_and_Wine_Sector_in_2021.pdf> Acesso em: 22 mar. 2023.

PALOU, L.; CRISOSTO, C. H.; GARNER, D.; BASINAL, L. M.; SMILANICK, J. L.; ZOFFOLI, J. P. Minimum constant sulfur dioxide emission rates to control gray mold of coldstored table grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 53, n. 2, p. 110-115, 2002.

PARISI, M. C. M.; HENRIQUE, C. M.; PRATI, P. **Doenças pós-colheita: um entrave na comercialização**. Informações tecnológicas. [S.l]: Apta Regional Pesquisa & Tecnologia, v. 12, n. 2, jul-dez 2015. 5 p.

PEREIRA, G. E.; GUERRA, C. C.; MANFROI, L. Vitivinicultura e enologia. In: SOARES, J. M.; LEAO, P. C. de S. (Ed.). **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. p. 679-724.

PIAZZOLLA, F.; PATI, S.; AMODIO, M. L.; COLELLI, G. Effect of harvest time on table grape quality during on vine storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 1, p. 131-139, 2016.

PROTAS, J. F. da S.; CAMARGO, U. A. **Vitivinicultura Brasileira**. Panorama Setorial em 2010. Brasília: SEBRAE, 2011. 109 p.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; PIRES, E. J. P. A videira. In: POMMER, C. V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 37-61.

RETAMALES, J.; DEFILIPPI, B. G.; ARIAS, M.; CASTILLO, P.; MANRÍQUEZ, D. High-CO₂ controlled atmospheres reduce decay incidence in 'Thompson Seedless' and 'Red Globe' table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 29, n. 2, p. 177-182, 2003.

RIBEIRO, I. J. A. Doenças e pragas. In: POMMER, C. V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 525-633.

ROBERTO, S. R.; KANAI, H.; YANO, M.; SASANO, E.; GENTA, W. Efeito da poda de frutificação sobre a fertilidade de gemas da videira 'Niagara Rosada' produzida fora de época no Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 23, n. 2, p.148, 2005.

ROMANAZZI, G.; JOSEPH, L. S.; ERICA, F.; DROBY, S. Integrated management of postharvest gray mold on fruit crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 113, n. 1, p. 69-76, 2016.

SAITO, S.; MICHAILIDES, T. J.; XIAO, C. L. Fungicide-resistant phenotypes in *Botrytis cinerea* populations and their impact on control of gray mold on stored table grapes in California. **European Journal of Plant Pathology**, v. 154, n. 2, p. 203-213, 2019.

SARANTÓPULOS, C. I. G. L.; MORAES, B. B. **Embalagens ativas e inteligentes para frutas e hortaliças**. Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, 2009.

SEN, F.; ALTUN, A.; KESGIN, M.; INAN, M. S. Effect of different shading practices used in the pre-harvest stage on quality and storage life of sultana seedless grapes. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 2, p. 1234-1240, 2012.

SILVA-SANZANA, C.; BALIC, I.; SEPÚLVEDA, P.; OLMEDO, P.; LEÓN, G.; DEFILIPPI, B. G.; CAMPOS-VARGAS, R. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) on rachis quality of 'Red Globe' table grape variety. **Postharvest Biology and Technology**, v. 119, p. 33-40, 2016.

SILVESTRE, J. P.; ROBERTO, S. R.; COLOMBO, R. C.; GONÇALVEZ, L. S. A.; KOYAMA, R.; SHAHAB, M.; AHMED, S.; de SOUZA, R. T. Bunch sizing of 'BRS Nubia' table grape by inflorescence management, shoot tipping and berry thinning. **Scientia Horticulturae**, v. 225, p. 764-770, 2017.

SMILANICK, J. L.; HARVEY, J. M.; HARTSELL, P. L.; HENSEN, D. J.; HARRIS, C. M.; FOUSE, D. C.; ASSEMI, M. Factors influencing sulfite residues in table grapes after sulfur dioxide fumigation. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 41, n. 2, p. 131-136, 1990.

SMILANICK, J. L.; MANSOUR, M. F.; MLIKOTA GABLER, F.; MARGOSAN, D. A.; HASHIM-BUCKEY, J. Control of postharvest gray mold of table grapes in the San Joaquin Valley of California by fungicides applied during the growing season. **Plant Disease**, v. 94, n. 2, p. 250-257, 2010.

TESSMANN, D. J.; VIDA, J. B.; GENTA, W.; ROBERTO, S. R.; KISHINO, A. Y. Doenças e seu manejo. In: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C. de; ROBERTO, S. R. **Viticultura Tropical: o sistema de produção de uvas de mesa do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2019. p. 453-548.

VISÃO AGRÍCOLA. **Viticultura**. Piracicaba: Esalq USP, 2021. 104 p.

WILLIAMSON, B.; TUDZYNSKI, B.; TUDZYNSKI, P.; VAN KAN, J. A. L. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. **Molecular Plant Pathology**, v. 8, p. 561-580, 2007.

YAMASHITA, F.; TONZAR, A. C.; FERNANDES, J. G.; MORIYA, S.; BENASSI, M. D. T. Influência de diferentes embalagens de atmosfera modificada sobre a aceitação de uvas finas de mesa var. Itália mantidas sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, p. 1-9, 2000.

YAMASHITA, F. Embalagem pós-colheita para frutos. In: NEVES, L. C. (Org.). **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Londrina: EDUEL, 2009. p. 163-187.

YOUSSEF, K.; ROBERTO, S. R. Applications of salt solutions before and after harvest affect the quality and incidence of postharvest gray mold of 'Italia' table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 87, n. 1, p. 95-102, 2014.

YOUSSEF, K.; ROBERTO, S. R.; CHIAROTTI, F.; KOYAMA, R.; HUSSAIN, I.; SOUZA, R. T. de. Control of *Botrytis* mold of the new seedless grape 'BRS Vitoria' during cold storage. **Scientia Horticulturae**, v. 193, p. 316-321, 2015.

YOUSSEF, K.; CHAVES, O. J. JR.; MÜHLBEIER, D. T.; ROBERTO, S. R. Sulphur dioxide pads can reduce gray mold while maintaining the quality of clamshell-packaged 'BRS Nubia' seeded table grapes grown under protected cultivation. **Horticulturae**, v. 6, n. 20, p. 20-28, 2020.

ZOFFOLI, J. P.; LATORRE, B. A.; RODRIGUEZ, E. J.; ALDUNCE, P. Modified atmosphere packaging using chlorine gas generators to prevent *Botrytis cinerea* on table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 2, p. 135-142, 1999.

ZOFFOLI, J. P.; LATORRE, B. A. Table grapes: (*Vitis vinifera* L.). In: YAHIA, E. **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**: volume 3 Coco to mango. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011. p. 179-207.

ZUTAHY, Y.; LICHTER, A.; KAPLUNOV, T.; LURIE, S. Extended storage of 'Red Globe' grapes in modified SO₂ generating pads. **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, n. 1, p. 12-17, 2008.

3. ARTIGO A - CONSERVAÇÃO DA UVA DE MESA 'ITÁLIA' COM FOLHAS DE LIBERAÇÃO ULTRA-RÁPIDA DE SO₂ NA PRÉ-EMBALAGEM ASSOCIADAS ÀS FOLHAS DE LIBERAÇÃO LENTA E DUPLA FASE DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

3.1 RESUMO

As folhas geradoras de dióxido de enxofre (SO₂), associadas aos filmes plásticos perfurados nas embalagens de uvas de mesa, são comumente empregadas para o controle do mofo cinzento causado por *Botrytis cinerae* durante o armazenamento refrigerado. Mesmo assim, a doença pode causar danos às uvas armazenadas por períodos prolongados. Recentemente foi desenvolvida uma folha de liberação ultra-rápida de SO₂ para ser empregada no campo imediatamente após a colheita e antes da embalagem das uvas, sendo uma alternativa de sanitização das uvas. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a conservação pós-colheita da uva 'Itália', embalada em cumbuca plástica perfurada, empregando-se folhas de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem, associadas ou não às folhas de liberação lenta ou dupla fase de SO₂ durante o armazenamento refrigerado. Em todos os tratamentos, as uvas foram embaladas em caixas de papelão corrugado forradas com filmes plásticos perfurados, e como controle, não empregou-se nas caixas folha alguma geradora de SO₂, somente os filmes plásticos perfurados. As uvas foram armazenadas em câmara refrigerada a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e 95% de umidade relativa do ar. O trabalho foi realizado durante duas safras consecutivas, sendo as uvas obtidas em um parreiral comercial localizado em Cambira, PR, Brasil. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada parcela composta por uma caixa de papelão corrugado contendo 10 cachos embalados individualmente em cumbucas plásticas perfuradas. Após 45 dias de armazenamento refrigerado, as uvas foram mantidas em temperatura ambiente ($22,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$) sem os filmes plásticos e as folhas de SO₂ por 3 dias. Antes e após o tratamento com a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem, foi realizada a quantificação de fungos filamentosos na superfície das bagas. Após 45 dias de armazenamento refrigerado e 3 dias em temperatura ambiente, foram analisadas as variáveis: incidência de mofo cinzento e quantificação de fungos filamentosos na superfície das bagas. Adicionalmente, após 45 dias de armazenamento refrigerado também foram analisadas as seguintes variáveis: perda de massa, firmeza da baga, escurecimento da ráquis, índice de cor da baga, degrana e propriedades químicas das bagas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste LSD de Fisher a 5% de probabilidade. A utilização da folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem, combinada às folhas de liberação lenta ou dupla fase de SO₂, resultaram na menor incidência de mofo cinzento até os 45 dias de armazenamento refrigerado, com baixa perda de massa e degrana, boa conservação do frescor da ráquis e sem quaisquer prejuízos à cor, firmeza e propriedades químicas das bagas. Além disso, a alta redução da incidência da doença também foi obtida quando empregada somente a folha de liberação dupla fase em câmara refrigerada, com boa manutenção da qualidade físico-química dos cachos.

Palavras-chave: *Botrytis cinerea* Pers. Dióxido de enxofre. Filmes plásticos. Pós-colheita. *Vitis vinifera* L.

CONSERVATION OF 'ITALIA' TABLE GRAPE WITH ULTRA-FAST SO₂-RELEASING PADS BEFORE PACKAGING ASSOCIATED WITH SLOW AND DUAL PHASE RELEASE PADS DURING COLD STORAGE

3.2 ABSTRACT

The sulfur dioxide (SO₂) generating pads associated with perforated plastic liners are efficient to controlling gray mold in table grape during cold storage. Recently, it was developed the ultra-fast SO₂-releasing pad to be used in the field, between harvesting and packaging the grapes in the packing-house, as an alternative for sanitizing the grapes during pre-packaging. This study aimed to assess the postharvest conservation of 'Italia' table grapes packaged in plastic clamshell, by using ultra-fast SO₂-releasing pads before packaging, associated or not with slow or dual phase release pads during cold storage. In all treatments, the clamshells containing the grapes were packed in corrugated cardboard boxes lined with perforated plastic liners. As a control, no SO₂-generating pad was used in the boxes, only perforated plastic liners. The packaged grapes were stored in a cold chamber at $1.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ and 95% relative humidity. The trials were carried out during two consecutive harvest seasons, and grapes were harvested from a commercial vineyard located in Cambira, PR, Brazil. The experimental design was completely randomized, with four replications, and each plot consisted of a corrugated cardboard box containing 10 bunches individually packaged in clamshells. After 45 days of cold storage, the grapes were placed at room temperature ($22.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$) without plastic liners and SO₂ pads for 3 days. Before and after the grapes had been subjected to ultra-fast SO₂-releasing pad in the field, the quantification of filamentous fungi on the surface of the berries was performed. After 30 and 45 days of cold storage and 3 days at room temperature, the following variables were assessed: incidence of gray mold and quantification of filamentous fungi on the surface of the berries. Additionally, after 45 days of cold storage, the following variables were assessed: mass loss, berry firmness, stem browning, berry color index, shattered berries and chemical properties of the berries. Data were subjected to analysis of variance and treatment means were compared by Fisher's LSD test at 5% probability. The use of ultra-fast SO₂-generating pads before packaging, combined with slow-release or dual release SO₂ generating pads, resulted in a lower incidence of gray mold at 45 days of cold storage, with low mass loss and shattered berries, good preservation of freshness of rachis and without any impairment to the color, firmness and chemical properties of the berries. In addition, a high decrease of the disease incidence was also observed when using only the dual release generating pads in cold storage, with good maintenance of the physicochemical quality of bunches.

Key-words: *Botrytis cinerea* Pers. Plastic liners. Postharvest. Sulfur dioxide. *Vitis vinifera* L.

3.3 INTRODUÇÃO

Em diversas áreas de produção de uvas no mundo, a uva de mesa 'Itália' (*Vitis vinifera* L.) destaca-se por ser uma das mais conhecidas e apreciadas pelos consumidores. Essa cultivar foi obtida em 1911 por meio do cruzamento entre as videiras 'Bicane' e 'Moscatel de Hamburgo', e tem como principais características a baga grande, elipsoide e alongada, verde-

amarelada quando madura, polpa carnosa com aroma levemente moscado, e resistência à degrana (KISHINO; MARUR; ROBERTO, 2019).

No sistema de produção de uvas finas de mesa, os cachos das cultivares que apresentam excelente desempenho produtivo, conservação pós-colheita prolongada e características desejáveis de consumo, como sanidade, baixa degrana, ráquis verde e coloração característica das bagas têm sido as mais preferidas (CHAMPA, 2015; CHAVES et al., 2019). Por essa razão, a uva 'Itália' mantém ainda sua posição de preferência em diversas regiões no mundo.

Cada vez mais a expectativa dos consumidores é que as uvas sejam frescas e mantenham as suas propriedades funcionais preservadas, entretanto, é um desafio cumprir tais exigências do mercado, uma vez que os frutos após serem colhidos são expostos a diversos tipos de danos, incluindo injúrias pelo manuseio, perda de água e ataque de patógenos (YOUSSEF et al., 2019). Esses fatores podem acarretar na redução da qualidade final do produto, prejudicando na comercialização das uvas de mesa, uma vez que o mercado interno e, principalmente o mercado externo, exigem alto padrão de qualidade dos frutos (CHAVES et al., 2019).

Com o objetivo de manter a qualidade pós-colheita das uvas frescas, o acondicionamento dos cachos em cumbucas plásticas perfuradas tornou-se uma alternativa inovadora que atende as necessidades locais e de mercados exportadores. Esse tipo de embalagem evita o contato físico da uva com o ambiente externo, resultando em menos danos, prolongando a vida útil dos frutos (ZOFFOLI; LATORRE, 2011). Além disso, permite a melhor integridade dos cachos até o seu destino final, e oferece maior atratividade e praticidade ao consumidor (GABLER et al., 2010; KARACA; SMILANICK, 2011).

No entanto, o fungo *Botrytis cinerea* Pers., agente causal do mofo cinzento, é capaz de causar prejuízos significativos mesmo quando os cachos são individualmente embalados em cumbucas e armazenadas em câmaras refrigeradas. Este fungo pode permanecer latente no campo e só se expressar durante o transporte e o armazenamento dos frutos, podendo se desenvolver em baixas temperaturas ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) (ELAD; VIVIER; FILLINGER, 2015). Além disso, pode ser disseminado durante a comercialização e mesmo após a compra pelos consumidores, resultando em cachos com bagas com podridões, que rapidamente afetam outros cachos, afetando a qualidade final do produto (MICHAILIDES; ELMER, 2000; WILLIAMSON et al., 2007; TESSMANN et al., 2019).

O controle do mofo cinzento em uvas de mesa é bastante desafiador, uma vez que tratamentos pós-colheita com fungicidas sintéticos não são permitidos em vários países

(YOUSSEF et al., 2015). Por este motivo, o manejo integrado com tratamentos fitossanitários no campo e o uso de embalagens apropriadas durante o armazenamento refrigerado são as estratégias comerciais que mais contribuem para a redução de perdas e controle de doenças pós-colheita.

A utilização de folhas geradoras do gás dióxido de enxofre (SO₂) dentro das caixas de papelão durante o armazenamento refrigerado tem demonstrado um bom desempenho para impedir o desenvolvimento do mofo cinzento, além de prolongar a longevidade dos frutos durante o armazenamento refrigerado (YOUSSEF et al., 2015; DOMINGUES et al., 2018; AHMED et al., 2018; 2019; CHAVES et al., 2019; COLOMBO et al., 2020; YOUSSEF et al., 2020; MÜHLBEIER et al., 2021). Essa tecnologia, além de ser eficiente no controle de doenças, apresenta facilidade de uso, custo acessível e baixo risco à saúde quando comparado ao uso de fungicidas, resultando na grande adesão ao uso deste produto (MELGAREJO-FLORES et al., 2013). O gás SO₂, além de possibilitar o controle de microrganismos, também exerce influência nos processos fisiológicos do próprio fruto por apresentar ação antioxidante, mantendo o frescor da ráquis (ZOFFOLI; LATORRE, 2011).

As folhas geradoras de SO₂ contêm diferentes concentrações do ingrediente ativo (i.a.) metabissulfito de sódio (Na₂S₂O₅), que ao absorverem a umidade relativa do ar da câmara refrigerada, liberam o gás SO₂. Comercialmente há dois modelos de folhas geradoras de SO₂, a de liberação lenta e contínua, e a de liberação dupla fase (rápida, e lenta e contínua) (CHAMPA, 2015). A escolha do tipo de folha deve ser criteriosa, pois o gás em alta concentração e/ou resíduos pode causar o escurecimento da ráquis e afetar as características físico-químicas e sensoriais das uvas, além de ser prejudicial aos seres humanos e ao meio ambiente (PIRES et al., 2008; NGCOBO et al., 2013).

Para a melhor eficiência das folhas geradoras de SO₂ no armazenamento refrigerado das uvas de mesa, essas são embaladas em filmes ou bolsões plásticos perfurados compostos de polietileno de baixa densidade, que quando utilizados corretamente, facilitam a circulação e saída do gás na embalagem, e também evitam a perda de massa dos frutos (ZUTAHY et al., 2008; LEESCH et al., 2014; CHAVES et al., 2019). Entretanto, mesmo com a aplicação dessa tecnologia, dependendo das condições em que as uvas foram cultivadas, sintomas de mofo cinzento podem ainda surgir nas bagas, principalmente quando as uvas são armazenadas por longos períodos em câmaras refrigeradas.

Recentemente foi desenvolvido uma folha de liberação ultra-rápida de SO₂ para ser utilizada ainda no campo, no período entre a colheita e o embalamento das uvas no *packing-house*, sendo uma alternativa de sanitização das uvas durante a pré-embalagem. As

uvas, logo após de serem colhidas no campo, são dispostas em caixas de colheita de capacidade de 20 kg forradas com filmes plásticos perfurados. Quando a caixa de colheita é preenchida com as uvas, a folha de liberação ultra-rápida é colocada por cima dos frutos e o filme plástico é selado por um período de 4 à 6 horas. Dessa forma, com a umidade do interior do filme, as uvas entram em contato com o gás SO₂ gerado logo após serem colhidas no campo, e permanecem dessa forma até serem embaladas definitivamente no *packing-house*. Essa tecnologia tem por objetivo diminuir ainda mais os riscos de ocorrência do mofo cinzento, uma vez que a liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem apresenta efeito erradicante dos esporos de *B. cinerea*, e pode potencializar o efeito das folhas geradoras de SO₂ utilizadas para a embalagem das uvas durante o armazenamento refrigerado, se essas foram necessárias (DANTAS et al., 2022; AGUIAR et al., 2023).

Entretanto, ainda é desconhecido o efeito do uso das folhas de campo de liberação ultra-rápida de SO₂ no controle do mofo cinzento em uvas de mesa, combinadas ou não a diferentes tipos de folhas geradoras de SO₂ empregadas durante o armazenamento refrigerado. Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar a conservação pós-colheita da uva ‘Itália’ embalada individualmente em cumbucas plásticas, empregando-se folhas geradoras de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem, associadas ou não ao uso de folhas geradoras de SO₂ de liberação lenta e dupla fase nas caixas de papelão durante o armazenamento refrigerado.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Local

Os cachos de uva ‘Itália’ (*Vitis vinifera* L.) utilizados nesse trabalho, após atingirem a plena maturação, foram colhidos em um vinhedo comercial de 10 anos de idade em que as videiras foram enxertadas sobre o porta-enxerto ‘IAC-766 Campinas’, conduzidas em sistema latada e protegidas por tela plástica preta 18% de sombreamento, localizado no município de Cambira, Paraná, Brasil (23°34’58’’S, 51°34’40’’O, altitude de 1.017 m). O clima da região segundo a classificação proposta por Köppen é do tipo Cfa, subtropical, com precipitação média anual de 1.633,5 mm, temperatura mínima média de 18°C e máxima de 22°C (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2017). Os cachos da uva ‘Itália’ foram colhidos em duas safras consecutivas, durante a safra de verão de 2019 e na safra temporã de 2020. A

área foi selecionada por apresentar histórico recorrente de mofo cinzento (AHMED et al., 2018; CHAVES et al., 2019; MÜHLBEIER et al., 2021).

3.4.2 Tratamentos e Delineamento Experimental

Os tratamentos consistiram de diferentes tipos de folhas geradoras de SO₂, associadas ou não, para o controle do mofo cinzento da uva ‘Itália’ durante o seu armazenamento refrigerado, assim descritos: a) Controle; b) Folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem; c) Folha de liberação lenta durante o armazenamento refrigerado; d) Folha de liberação dupla fase durante o armazenamento refrigerado; e) Folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem associada à folha de liberação lenta durante o armazenamento refrigerado; e f) Folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem associada à folha de liberação dupla fase durante o armazenamento refrigerado.

Em todos os tratamentos, as cumbucas contendo as uvas foram embaladas em caixas de papelão corrugado forradas com filmes plásticos perfurados. Como controle, não foi empregada nas caixas folha alguma geradora de SO₂, somente os filmes plásticos perfurados com 0,3% de área de ventilação (AV).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições, sendo cada parcela composta por uma caixa de papelão corrugado contendo 10 cachos de uvas embalados individualmente em cumbucas plásticas.

As folhas de campo de liberação ultra-rápida de SO₂ (1,4 g de ingrediente ativo - i.a., metabissulfito de sódio), bem como as folhas de liberação lenta (4 g de i.a.), as de liberação dupla fase (5 g de i.a.) (Uvas Quality Grape Guard[®]) e os filmes plásticos perfurados (0,3% de AV) foram fornecidas pela empresa Suragra S.A., San Bernardo, Chile. Todas as folhas contendo SO₂ apresentavam dimensões de 46 × 26 cm.

3.4.3 Embalagem das Uvas

Os cachos submetidos aos tratamentos com a folha de campo de liberação ultra-rápida de SO₂ foram acomodados em caixas plásticas de colheita de capacidade de 20 kg, as quais foram previamente forradas por um filme plástico com 0,3% de AV. Em seguida, uma folha de liberação ultra-rápida foi disposta sobre as uvas e os filmes foram então selados, ficando os cachos expostos à essa condição por 5 h. Durante esse período, compreendido entre o transporte das uvas do campo até a sua embalagem no *packing-house*, foi quantificada a

concentração de SO₂ emitida pela folha de campo de liberação ultra-rápida utilizando-se um dosímetro (Gastec Passive Dosi-Tube, Kanagawa, Japão), sendo constatada a liberação de 160, 410 e 600 ppm após 1, 2 e 3 h, respectivamente (Figura 3.4.3.1). Os cachos submetidos aos tratamentos com as folhas de liberação lenta ou de dupla fase de SO₂ somente foram dispostos diretamente nas caixas de papelão.

Após o período de 5 h, os filmes plásticos das caixas contendo a folha de liberação ultra-rápida foram abertos. Em seguida, todos os cachos colhidos foram limpos, eliminando-se as bagas com defeitos, padronizados para aproximadamente 0,5 kg, e em seguida acondicionados individualmente em cumbucas plásticas perfuradas de capacidade de 0,5 kg e dimensões de 20 × 10 cm cada.

O processo de embalagem das uvas antes do armazenamento refrigerado seguiu as seguintes etapas: as caixas de papelão corrugado medindo 60 × 40 × 10 cm e capacidade de armazenamento para 10 cumbucas plásticas foram forradas internamente com o filme plástico perfurado de 0,3% de AV. Acima do filme plástico, no fundo da caixa foi colocada uma folha de papel unilaminar absorvente de umidade medindo 37 × 28 cm. As cumbucas plásticas com os cachos submetidos ou não à folha de campo de liberação ultra-rápida de SO₂, foram acomodadas nas caixas e acima destas foi disposta uma folha geradora de SO₂ (de liberação lenta ou dupla fase), dependendo do tratamento. Por fim, procedeu-se a selagem do filme plástico com fita adesiva (Figura 3.4.3.2).

As caixas com as uvas foram armazenadas por um período de 45 dias em câmara refrigerada a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e 95% de umidade relativa do ar. Após 45 dias, as caixas foram retiradas do armazenamento refrigerado e mantidas por 3 dias sem os filmes plásticos perfurados e as folhas geradoras de SO₂ em temperatura ambiente ($22,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$) para simular o ambiente de uma gôndola de supermercado.

3.4.4 Variáveis Analisadas

Antes e após o tratamento com a folha de campo de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem, foi realizada a quantificação de fungos filamentosos na superfície das bagas (\log_{10} UFC/baga). Após 45 dias de armazenamento refrigerado e 3 dias em temperatura ambiente após o período de armazenamento refrigerado, foram analisadas as variáveis: incidência de mofo cinzento (%) e quantificação de fungos filamentosos na superfície das bagas. Após 45 dias de armazenamento refrigerado também foram analisadas as seguintes

variáveis: perda de massa (%), firmeza da baga (N), escurecimento da ráquis, índice de cor da baga (CIRG), degrana (%) e propriedades químicas do mosto das uvas.



Figura 3.4.3.1 - Etapas de embalagem das uvas 'Itália' recém-colhidas e submetidas ao tratamento com folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem. A: disposição de folha amortecedora de impacto no fundo da caixa de colheita com capacidade de 20 kg; B: caixa de colheita forrada internamente com o filme plástico perfurado com 0,3% de área de ventilação; C: acomodação dos cachos dentro da caixa de colheita; D: disposição do dosímetro Gastec Passive Dosi-Tube para quantificação do SO_2 liberado pela folha de liberação ultra-rápida; E: disposição da folha de liberação ultra-rápida em cima dos cachos; F: selagem do filme plástico perfurado. Fonte: o próprio autor.



Figura 3.4.3.2 - Etapas de embalagem dos cachos da uva ‘Itália’ para o armazenamento refrigerado. A: caixa de papelão corrugado forrada internamente com o filme plástico perfurado; B: disposição da folha de papel absorvente de umidade no fundo da embalagem; C: acomodação dos cachos armazenados nas cumbucas plásticas dentro da caixa; D: disposição da folha geradora de SO₂ em cima das cumbucas; E: selagem do filme plástico perfurado; F: fechamento da caixa para o armazenamento em câmara refrigerada. Fonte: o próprio autor.

3.4.5 Incidência de Mofo Cinzento e Quantificação de Fungos Filamentosos nas Bagas

A incidência de mofo cinzento foi calculada a partir da seguinte fórmula: Incidência (%) = (número de bagas sintomáticas/número total de bagas do cacho) × 100 (YOUSSEF; ROBERTO, 2014).

A quantificação das populações epifíticas de fungos filamentosos presentes na superfície das bagas foi determinada de acordo com Youssef e Roberto (2014). Foram colocadas 10 bagas de cada parcela em 100 mL de água destilada estéril, em um agitador rotativo a 150 rpm por 30 min. Com o auxílio de uma micropipeta foi inoculada 0,1 mL por placa da suspensão em meio de cultura BDA (batata dextrose ágar), contendo ampicilina e sulfato de estreptomicina (250 mg L⁻¹ de cada antibiótico). As placas inoculadas foram incubadas a 24°C e, após 4 dias, foi realizada a contagem do número de colônias em log₁₀ UFC/baga.

3.4.6 Características Físicas dos Cachos

A perda de massa do cacho foi determinada pela pesagem do cacho no momento inicial do armazenamento refrigerado e aos 45 dias após empregando-se a fórmula: Perda de massa (%) = [(massa inicial – massa no tempo avaliado)/massa inicial] × 100 (MATTIUZ et al., 2009).

Para a determinação da firmeza das bagas foram avaliadas 10 bagas por parcela, empregando-se o texturômetro TA.XT Plus[®] (Stable Micro Systems, Surrey, UK), no qual cada baga foi comprimida em seu eixo equatorial por uma sonda de formato cilíndrico (diâmetro de 35 mm, P35), com força constante de 0,05 N à velocidade de 1,0 mm s⁻¹. A firmeza foi determinada como a força necessária (N) para deformar a baga em 20% do seu diâmetro equatorial (LIJAVETZKY et al., 2012).

O escurecimento das ráquis dos cachos foi avaliado por meio de avaliação visual, de acordo com a metodologia descrita por Ngcobo et al. (2013), atribuindo-se notas com base no nível de escurecimento: 1 (fresco e verde); 2 (leve escurecimento); 3 (escurecimento significativo); e 4 (escurecimento severo).

A degrana foi avaliada por meio da contagem das bagas que estavam desprendidas do cacho dentro de cada cumбуca, calculada a partir da fórmula: Degrana (%) = (número de bagas soltas/número total de bagas do cacho) × 100 (AHMED et al., 2018).

Para a determinação dos atributos de cor da casca das bagas, foram coletadas 10 bagas por parcela, realizando-se as leituras com um colorímetro CR-10Plus[®] (Konica Minolta, Tóquio, Japão), obtendo-se: L^* (luminosidade), C^* (croma) e h° (matiz). A partir dessas variáveis, calculou-se o índice de cor das bagas (CIRG), empregando-se a fórmula: $CIRG = (180 - h^\circ)/(L^* + C^*)$ (CARREÑO et al., 1995).

3.4.7 Características Químicas dos Frutos

As propriedades químicas das bagas foram avaliadas por meio da extração do suco de 10 bagas por parcela para a determinação do teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (SS/AT) e pH. O teor de SS foi obtido por meio de refratômetro digital DR301-95[®] (Krüss Optronic, Hamburgo, Alemanha), e o resultado foi expresso em °Brix. Para a determinação da AT, foi realizada a titulação de 10 mL de suco diluído em 40 mL de água destilada, com solução padronizada de NaOH 0,1 N em titulador semiautomático, expresso em porcentagem de ácido tartárico (YOUSSEF; ROBERTO, 2014). O índice de maturação das bagas foi obtido a partir da razão entre SS e AT. O pH do suco das uvas foi mensurado utilizando-se o peagâmetro 3510[®] (Jenway, Reino Unido).

3.4.8 Análises Estatísticas

Os dados de porcentagem foram transformados em \log ou $\sqrt{x + 1}$ conforme a necessidade para variar a normalização antes da análise ANOVA. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o software Statística 6.0[®] e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste LSD de Fisher a 5% de probabilidade.

3.5 RESULTADOS

3.5.1 Incidência de Mofo Cinzento e Quantificação de Fungos Filamentosos nas Bagas

Em ambas as safras, os cachos de uva de mesa ‘Itália’ submetidos aos tratamentos com folhas de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem bem como as de liberação lenta ou dupla fase durante o armazenamento refrigerado, associadas ou não, resultaram nas menores médias de incidência de mofo cinzento quando comparados ao

tratamento controle, que continha apenas o filme plástico perfurado, indicando que o SO₂ foi eficiente no controle do mofo cinzento (Tabela 3.5.1.1).

Tabela 3.5.1.1 - Incidência de mofo cinzento de uvas de mesa ‘Itália’ aos 45 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e 3 dias em temperatura ambiente a $22,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado nas safras 2019 e 2020.

Tratamentos	Incidência de mofo cinzento (% de bagas sintomáticas)			
	Após 45 dias em armazenamento refrigerado		Após 3 dias em temperatura ambiente	
	2019	2020	2019	2020
Controle ^a	15,00 a	6,73 a	19,75 a	8,72 a
LUR	4,44 b	1,12 b	4,87 c	2,70 b
LL	3,29 bc	1,48 b	7,43 b	3,27 b
LD	4,25 b	0,61 bc	5,26 c	1,38 c
LUR + LL	2,20 c	0,10 c	2,97 d	0,26 c
LUR + LD	0,00 d	0,00 c	1,80 d	0,31 c

^a Sem folhas geradoras de SO₂, somente filme plástico. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não apresentaram diferença significativa, de acordo com o teste de Fisher LSD ($P \leq 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO₂, respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.

Aos 45 dias de armazenamento refrigerado, nas duas safras avaliadas, a menor incidência do mofo cinzento nas bagas da uva ‘Itália’ foi verificada quando foi utilizada a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem associada à folha de liberação lenta ou dupla fase de SO₂ durante o armazenamento refrigerado, sendo que quando utilizada a dupla fase nessa combinação, nenhum sintoma sequer da doença foi observado (Tabela 3.5.1.1). Aos 3 dias de armazenamento em temperatura ambiente, na safra de 2019 constatou-se também que a melhor eficiência de controle do mofo cinzento foi obtida quando empregou-se a associação das folhas na pré-embalagem e no armazenamento refrigerado, o que foi semelhante na safra de 2020, sendo que nessa última o uso isolado da folha de liberação dupla fase também foi eficiente.

Em todas as situações, verificou-se que o uso isolado da folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem resultou em menor eficiência de controle da doença quando comparado ao uso dessa associada às folhas de liberação lenta ou dupla fase durante o armazenamento refrigerado, e que as maiores incidências da doença foram observadas no controle, que ao fim do trabalho apresentaram abundante esporulação cinzenta que cobriu parte da superfície das bagas (Figura 3.5.1.1).

Esses resultados se assemelham aos da avaliação da população de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa 'Itália, em que foi possível constatar a maior eficiência da associação entre a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem com as de liberação lenta ou dupla fase durante o armazenamento refrigerado (Figuras 3.5.1.2 e 3.5.1.3).

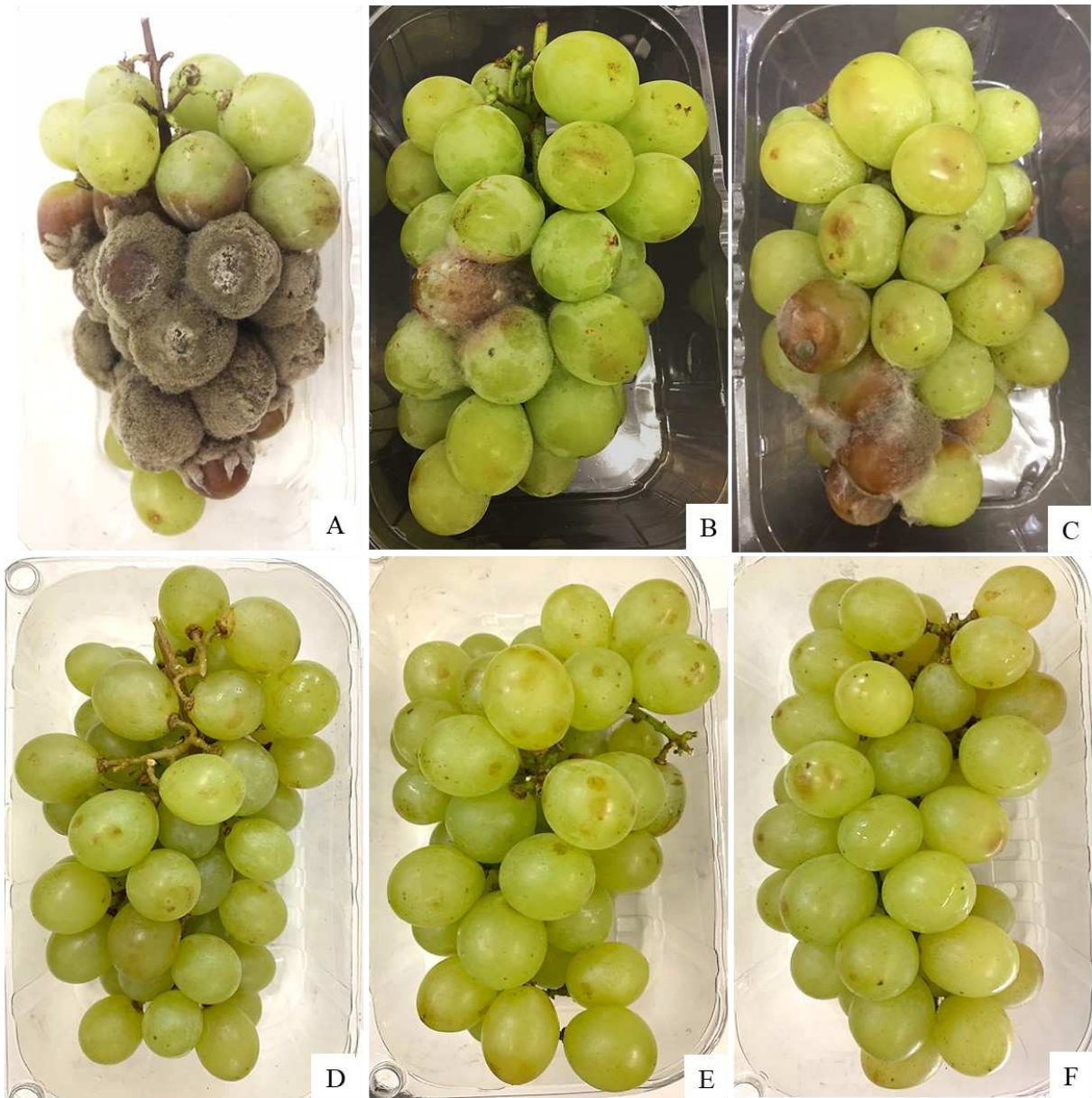


Figura 3.5.1.1 - Cachos de uvas de mesa 'Itália' aos 3 dias de armazenamento em temperatura ambiente a $22,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas. A: Controle (sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico perfurado); B: LUR; C: LL; D: LD; E: LUR + LL; F: LUR + LD. LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado. Fonte: o próprio autor.

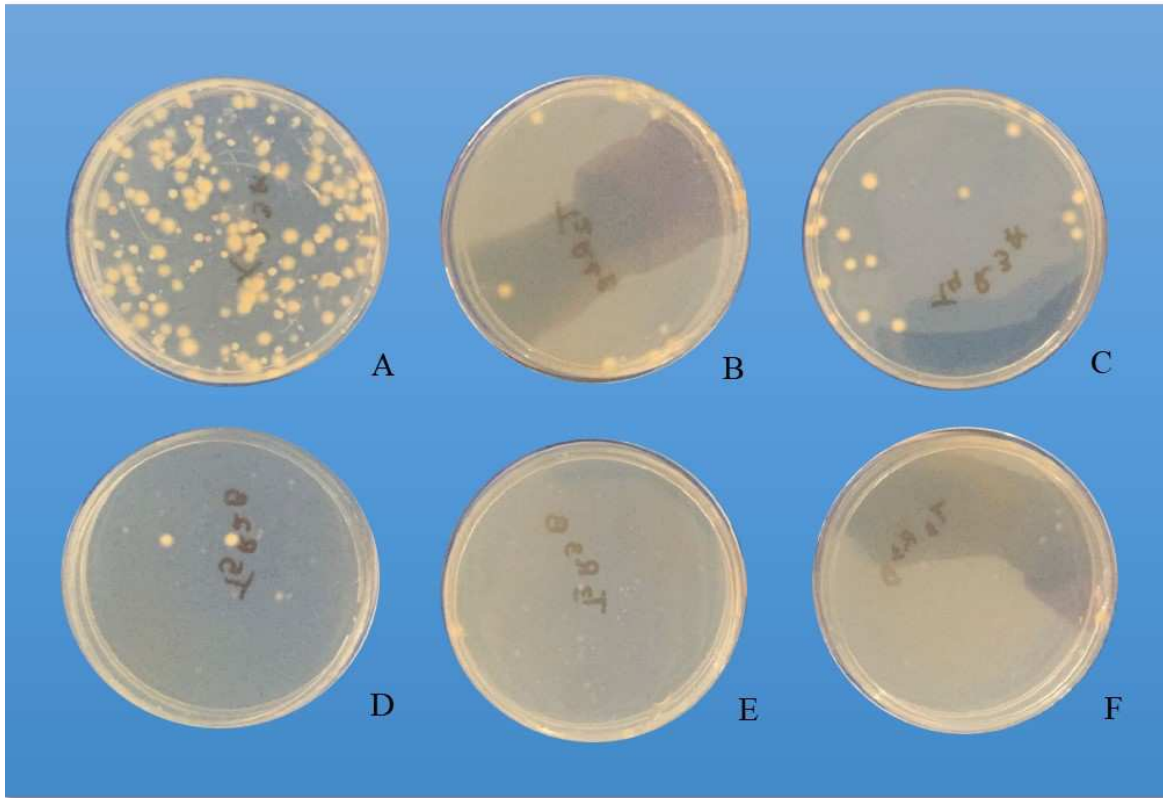
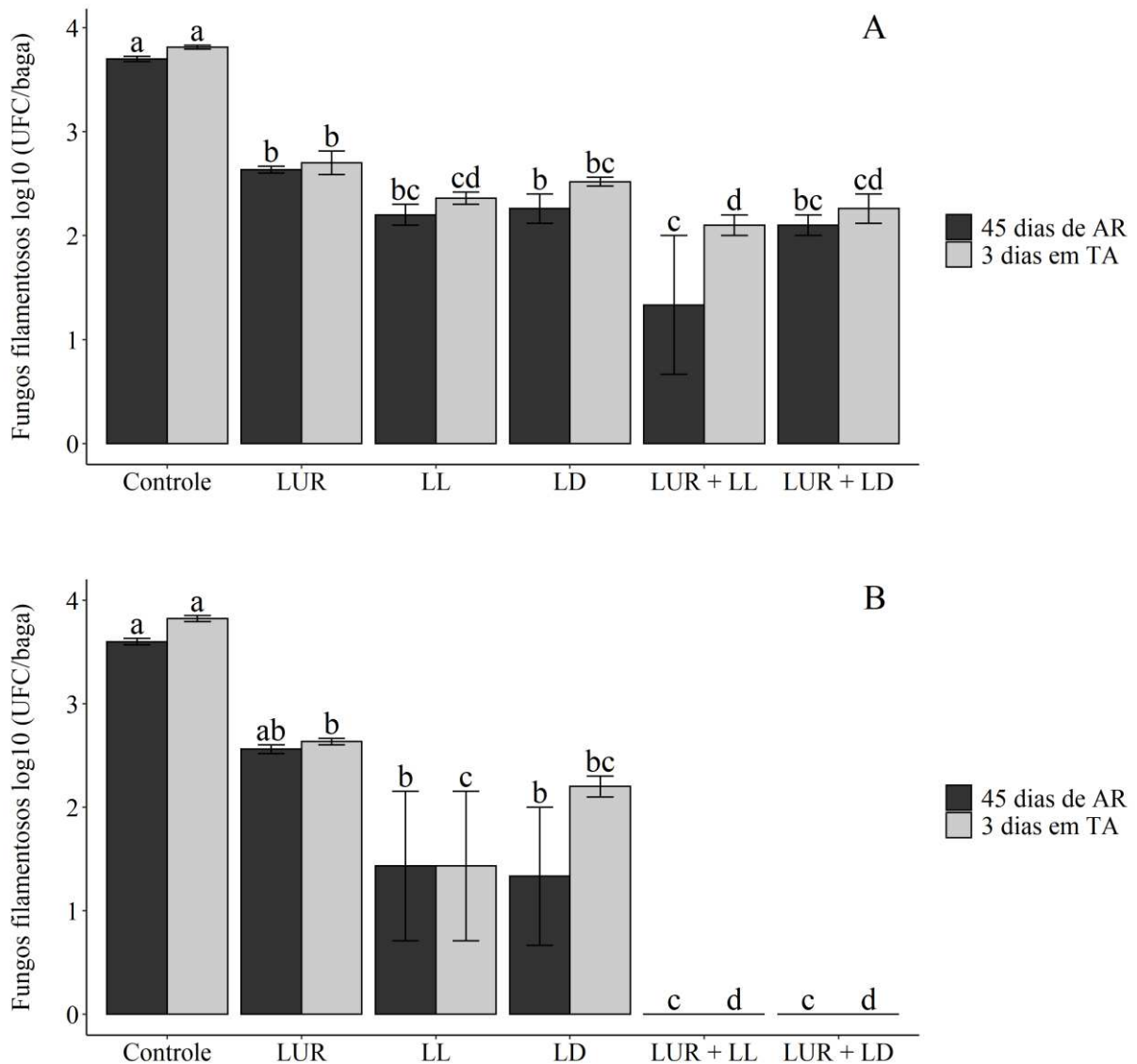


Figura 3.5.1.2 - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa 'Itália' aos 3 dias de armazenamento em temperatura ambiente a $22,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas durante a safra de 2020. A: Controle (sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico perfurado); B: LUR; C: LL; D: LD; E: LUR + LL; F: LUR + LD. LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado. Fonte: Youssef Khamis.



3.5.2 Características Físicas dos Cachos e Características Químicas dos Frutos

A menor perda de massa na safra de 2019 foi observada no tratamento contendo folha de liberação lenta de SO₂ em câmara refrigerada, enquanto na safra de 2020, não houve diferença entre os tratamentos avaliados. Em relação às notas de escurecimento da ráquis, não foi verificada diferença entre os tratamentos durante a safra de 2019, porém na safra e 2020 os tratamentos contendo SO₂ resultaram nas menores notas escurecimento da ráquis quando comparados ao controle (Tabela 3.5.2.1).

Tabela 3.5.2.1 - Perda de massa e escurecimento da ráquis de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas em um sistema de duas safras por ano aos 45 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO₂ na caixa de colheita e na câmara refrigerada nas safras de 2019 e 2020.

Tratamentos	Perda de massa (%)		Escurecimento da ráquis ^b	
	2019	2020	2019	2020
Controle ^a	2,53 ab	3,70 a	1,00 a	1,33 a
LUR	2,88 a	4,03 a	1,00 a	1,13 b
LL	2,21 b	4,23 a	1,00 a	1,15 b
LD	2,79 a	3,83 a	1,00 a	1,13 b
LUR + LL	2,64 a	4,17 a	1,00 a	1,05 b
LUR + LD	2,77 a	4,11 a	1,00 a	1,08 b

^a Sem folhas geradoras de SO₂, somente filme plástico. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não apresentaram diferença significativa de acordo com o teste de Fisher LSD ($P \leq 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO₂, respectivamente, durante o armazenamento refrigerado. ^b Escala de escurecimento da ráquis: (1) fresco e verde; (2) leve escurecimento; (3) escurecimento significativo; e (4) escurecimento severo (NGCOBO et al., 2013).

Em ambas as safras, o tratamento controle resultou na maior porcentagem de degrana. O uso isolado da folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem proporcionou a ausência completa de bagas soltas durante a safra de 2019, sendo que, na safra de 2020, quando associada à folha de liberação lenta de SO₂ durante o armazenamento refrigerado, também mostrou-se ser eficiente (Tabela 3.5.2.2).

Tabela 3.5.2.2 - Degrana, firmeza e índice de cor das bagas de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas em um sistema de duas safras por ano aos 45 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na caixa de colheita e na câmara refrigerada nas safras de 2019 e 2020.

Tratamentos	Degrana (%)		Firmeza das bagas (N)		Índice de cor das bagas (CIRG)	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Controle ^a	0,38 a	1,50 a	7,90 ab	8,82 ab	1,64 a	1,60 a
LUR	0,00 b	0,95 bc	7,57 ab	9,20 a	1,55 b	1,70 a
LL	0,18 ab	1,10 ab	7,68 ab	8,61 b	1,55 b	1,70 a
LD	0,13 ab	0,90 bc	8,12 a	8,88 ab	1,62 ab	1,60 a
LUR + LL	0,13 ab	0,43 c	7,52 b	9,18 a	1,63 a	1,70 a
LUR + LD	0,18 ab	0,68 bc	7,81 ab	8,92 ab	1,59 ab	1,60 a

^a Sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não apresentaram diferença significativa de acordo com o teste de Fisher LSD ($P \leq 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.

A maior firmeza das bagas na safra de 2019 foi observada no tratamento com a folha de liberação dupla de SO_2 em câmara refrigerada, sendo a menor média verificada com a folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem associada à folha de liberação lenta de SO_2 . Na safra de 2020 foram constatadas as maiores médias quando a folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem foi utilizada de forma isolada, e quando associada à folha de liberação lenta de SO_2 . Porém, quando empregada apenas a folha de liberação lenta de SO_2 em câmara refrigerada, foi observada a menor média de firmeza das bagas (Tabela 3.5.2.2).

O uso isolado da folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem e a folha de liberação lenta de SO_2 em câmara refrigerada resultaram no menor índice de cor das bagas durante a safra de 2019. No entanto, quando esses tratamentos foram utilizados de forma associada, proporcionaram as maiores médias juntamente com o tratamento controle. Não foi verificada diferença entre os tratamentos quanto essa característica durante a safra de 2020 (Tabela 3.5.2.2).

3.6 DISCUSSÃO

Nas duas safras avaliadas, o mofo cinzento foi controlado de maneira mais eficiente nos tratamentos em que foram associadas a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem e a folha de liberação lenta ou dupla fase de SO₂ em câmara refrigerada. Este resultado pode ser atribuído às diferentes formas de liberação do gás e concentrações de i.a. das folhas geradoras de SO₂ (FERNÁNDEZ-TRUJILLO et al., 2008). Foi demonstrado que a exposição dos cachos no momento da colheita à concentração de 1,4 g de i.a. emitida pela folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem por cerca de 5 h, foi capaz de eliminar os esporos de *B. cinerea* que estavam em crescimento ativo, possibilitando a sua erradicação da superfície das bagas, sanitizando os cachos antes deles serem embalados no *packing-house* (Figura 3.6.1) (DANTAS et al., 2022; AGUIAR et al., 2023).

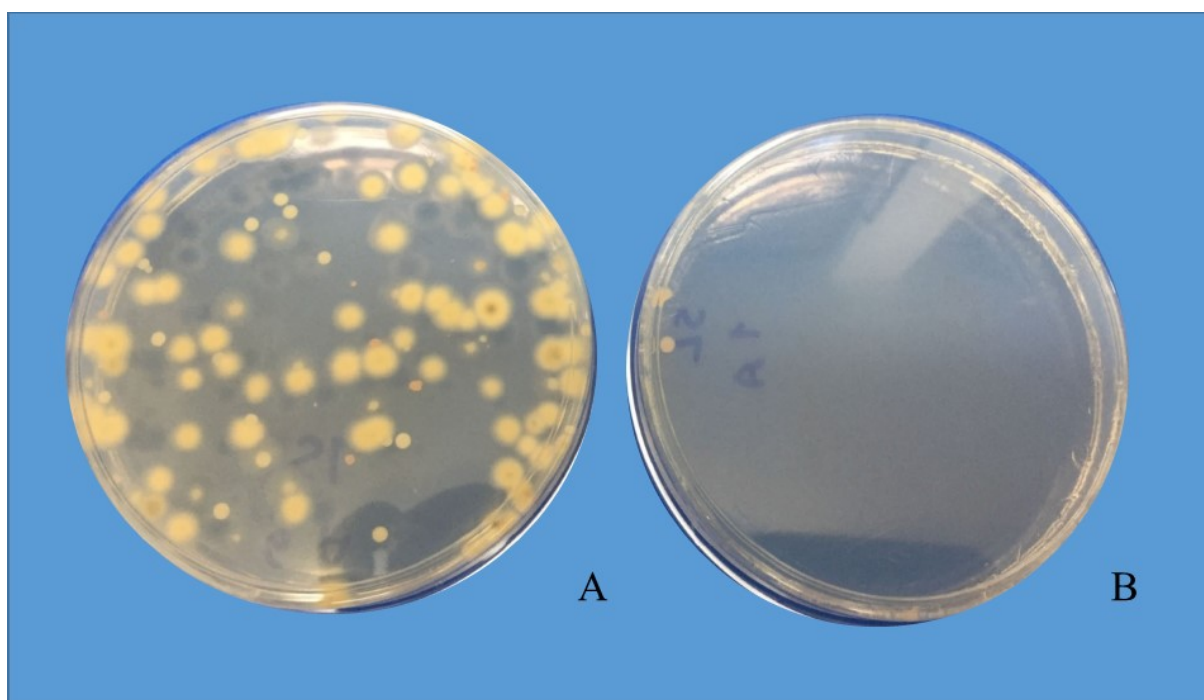


Figura 3.6.1 - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’, antes (A) e após (B) o tratamento com a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem na safra 2020. Fonte: Youssef Khamis.

A ação erradicante proporcionada pela folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem, associada a emissão de uma concentração baixa (4 g de i.a.) e contínua de gás pela folha de liberação lenta de SO₂ durante o período de armazenamento refrigerado possibilitou a manutenção da baixa incidência de mofo cinzento. Entretanto, quando associada

à folha de liberação dupla fase de SO₂, ocorreu a completa inibição do desenvolvimento do fungo até os 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada nas duas safras avaliadas. Possivelmente, a maior quantidade de gás liberada nas primeiras 48 h de armazenamento refrigerado após o contato da folha com a umidade (1 g de i.a.), pode ter auxiliado na eliminação dos esporos que por ventura não tinham sido erradicados com o uso da folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem. Além disso, a combinação desta fase rápida com a concentração de 4 g de i.a. liberada de forma lenta e contínua permitiu o melhor desempenho no controle do mofo cinzento, assim como observado por outros autores (FERNÁNDEZ-TRUJILLO et al., 2008; CHAMPA, 2015; HENRÍQUEZ; PINOCHET, 2016).

No entanto, vale ressaltar que a maior concentração de i.a. no tratamento com folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem associada à folha de liberação dupla fase de SO₂ em câmara refrigerada (1,4 g + 5 g de i.a.), não foi capaz de impedir o surgimento de sintomas da doença nas bagas após 3 dias em temperatura ambiente. Uma possível explicação para isso pode ser em decorrência do efeito residual do SO₂ nas bagas não ter sido suficiente para suprimir o desenvolvimento do fungo nas condições da gôndola dos supermercados (COLOMBO et al., 2018). Chaves et al. (2019) e Youssef et al. (2020), relataram que o uso da folha de liberação dupla fase de SO₂ contendo 8 g de i.a. resultou na ausência completa do mofo cinzento após 3 e 6 dias de armazenamento em temperatura ambiente, respectivamente, após 45 dias de armazenamento refrigerado. Nesses casos, a forma de liberação do gás associada à maior concentração do i.a. foram decisivos para manter os cachos totalmente livres da doença. A concentração do i.a. deve garantir o fornecimento regular de SO₂ até o final do período de armazenamento, pois como não há a penetração do mesmo no epicarpo, é necessário que as uvas sejam continuamente expostas ao gás para que a doença seja controlada através da eliminação periódica do crescimento do micélio do fungo (SMILANICK et al., 1990; CHERVIN, AKED; CRISOSTO, 2012).

A permanência dos cachos da uva de mesa 'Itália' dentro de cumbucas plásticas perfuradas ao longo de todo o período avaliado pode ter contribuído para manter o gás SO₂ em contato com os frutos por mais tempo, prolongando o efeito de proteção. Essa embalagem, apesar de ser considerada uma barreira física para a circulação uniforme do SO₂, permitiu a manutenção de um ambiente adequado para a ação e retenção do gás liberado em torno dos cachos (AHMED et al., 2018; DOMINGUES et al., 2018; CHAVES et al., 2019; MÜHLBEIER et al., 2021). Esse fato pode ser confirmado pela baixa incidência da doença, principalmente quando a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem foi associada às folhas geradoras de SO₂ em câmara refrigerada.

Quando a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem foi utilizada de maneira isolada, notou-se que a quantidade de gás liberado neste tratamento foi insuficiente para controlar o desenvolvimento do fungo ao longo do período de armazenamento, sobretudo na presença de maior inóculo como foi o caso da safra de 2019. Isso porque, como não houve o fornecimento de gás SO₂ na câmara refrigerada, considerando-se o fato de ser um ambiente favorável ao desenvolvimento de *B. cinerea*, acabou acarretando na germinação de esporos latentes (ELAD; VIVIER; FILLINGER, 2015). Sendo assim, foi demonstrada nesse trabalho a necessidade da utilização de folhas geradoras de SO₂ durante o armazenamento refrigerado, visto que após a fase de latência, o crescimento de microrganismos sobre a superfície das bagas passa a ser exponencial (CHEN et al., 2017).

Não foi observada diferença entre as duas folhas geradoras de SO₂ utilizadas na câmara refrigerada até os 45 dias de armazenamento. No entanto, após 3 dias em temperatura ambiente, o uso da folha de liberação dupla fase de SO₂ resultou em um controle mais eficaz do mofo cinzento, principalmente na presença de menor inóculo (safra de 2020), o que pode ser atribuído à sua ação erradicante nas primeiras 48 h de armazenamento (HENRÍQUEZ; PINOCHET, 2016). Por outro lado, quanto à folha de liberação lenta de SO₂, a sua forma de liberação associada à baixa concentração de i.a. pode ter comprometido o controle inicial do desenvolvimento do fungo. Esses resultados estão de acordo com os de Mühlbeier et al. (2021) e Chaves et al. (2019), que relataram que a utilização da folha de liberação lenta de SO₂ contendo 4 g de i.a. também levou a uma incidência mais alta de mofo cinzento nas bagas.

Neste trabalho, foi demonstrado que as folhas geradoras de SO₂ podem ser utilizadas de maneira combinada em uvas de mesa 'Itália' para melhor controlar o mofo cinzento, pois essa cultivar não se mostrou sensível às maiores concentrações de SO₂ emitidas principalmente pela folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem, tampouco pela fase rápida da folha de liberação dupla fase de SO₂ durante o armazenamento refrigerado. Esse gás, quando em excesso, pode acarretar em danos às uvas, como o branqueamento das bagas, o escurecimento precoce da ráquis, degrana e alterações desagradáveis no sabor dos frutos (ZOFFOLI; LATORRE, 2011). Esses fatores, além de comprometerem a qualidade final do produto, também reduzem a vida pós-colheita das uvas de mesa durante o armazenamento e transporte, e devem, portanto, serem considerados quando novas técnicas ou materiais de embalagens são avaliados (MENG; TIAN, 2009; ZOFFOLI; LATORRE; NARANJO, 2009; DOMINGUES et al., 2018).

Ahmed et al. (2018) avaliaram o efeito de diferentes folhas geradoras de SO₂ utilizadas na câmara refrigerada para a conservação de uvas de mesa 'Itália', e também não observaram quaisquer alterações negativas nesta cultivar provocadas pelo uso dessas folhas. De acordo com os autores, as folhas de liberação dupla fase de SO₂ resultaram na menor incidência de mofo cinzento após 50 dias de armazenamento refrigerado, bem como em 7 dias em temperatura ambiente, sendo mais eficientes no controle do fungo quando comparadas à folha de liberação lenta de SO₂. Além disso, eles também observaram que as ráquis permaneceram verdes e frescas após o período de armazenamento refrigerado, concordando com os resultados encontrados neste estudo.

Embora os tratamentos contendo SO₂ tenham resultado no menor escurecimento da ráquis quando comparados ao controle na safra de 2020, as ráquis permaneceram verdes e frescas em todos os tratamentos, incluindo na safra de 2019, no qual não foram observadas diferenças. A aparência das uvas de mesa é seriamente comprometida quando a ráquis se encontra seca e amarronzada (NELSON, 1983), condição que não foi observada neste trabalho. O gás SO₂, além de controlar os fungos filamentosos, também influencia nos processos fisiológicos dos frutos, como a manutenção da coloração verde da ráquis mantendo o seu frescor, e isso se deve à sua capacidade de se ligar a vários compostos que dão origem a pigmentação marrom, pela interação com enzimas que são responsáveis pelo escurecimento e à sua forte ação antioxidante (OUGH; WERE, 2005), tendo esse efeito relatado em vários trabalhos (LICHTER, 2016; YOUSSEF et al., 2020; MÜHLBEIER et al., 2021).

Também deve-se levar em conta que as uvas de mesa 'Itália' apresentam os cachos levemente compactos (KISHINO et al., 2019), e dessa forma, protegem as bagas e a ráquis, tornando-as resistentes à degrana e ao escurecimento da ráquis (GOMES; FERRAZ; CIPOLLI, 2013). Este pode ser um dos motivos pelos quais essa cultivar de uva não apresentou perdas pós-colheita significativas. Porém, vale ressaltar que os cachos que apresentam essa característica, podem acabar dificultando a pulverização uniforme de fungicidas, favorecendo dessa forma o crescimento de fungos ou a germinação de esporos latentes no interior dos cachos (COLOMBO et al., 2020), por isso torna-se tão necessária a utilização de folhas geradoras de SO₂ no manejo pós-colheita de uvas de mesa.

As maiores médias de degrana foram observadas no tratamento controle em ambas as safras, possivelmente devido à maior incidência de mofo cinzento nesse tratamento, já que a presença do fungo nas uvas faz com que as bagas amoleçam e, conseqüentemente favoreçam a maior ocorrência de bagas soltas (BULIT; DUBOS, 1990; CELIK et al., 2009). No entanto, apesar das diferenças significativas, os níveis de degrana foram considerados

baixos e aceitáveis. Esse resultado pode estar relacionado ao fato da uva de mesa ‘Itália’ ter sementes e bagas firmemente presas aos pedicelos, conferindo assim, maior resistência à degrana (KISHINO et al., 2019).

Outra característica morfológica da cultivar Itália que confere maior resistência às perdas pós-colheita é o fato da mesma apresentar a baga grande, podendo chegar a 15 g (KISHINO et al., 2019). Por esse motivo, apesar de ter sido observadas diferenças significativas para as variáveis perda de massa (safra de 2019) e firmeza das bagas, visualmente os frutos eram muito parecidos, assim como as médias, não acarretando em prejuízos comerciais significativos (COLOMBO et al., 2020). Isso indica que a perda de massa não foi suficiente para comprometer os atributos de qualidade dos frutos (murchamento ou enrugamento), quase sempre associados à perda de massa na maioria dos produtos frescos (AHMED et al., 2019).

A utilização do filme plástico perfurado em todos os tratamentos incluindo o controle, também pode ter contribuído para esses resultados, uma vez que os componentes da embalagem interferem na transmissão do vapor d’água, sendo que quanto menor a taxa de transmissão, maior a umidade relativa no interior da embalagem, reduzindo assim a transpiração e, conseqüentemente a desidratação dos frutos (ZAGORY; KADER, 1988; CIA et al., 2010). No entanto, a umidade relativa mais elevada também é altamente favorável ao desenvolvimento de patógenos que promovem a deterioração dos frutos (COLOMBO et al., 2018). Por esse motivo, a utilização de filmes plásticos perfurados combinados às folhas geradoras de SO₂ são recomendados com o intuito de reduzir a perda de água durante o manuseio pós-colheita de uvas de mesa (CRISOSTO et al., 1994).

As concentrações de SO₂ utilizadas neste trabalho foram adequadas para a boa conservação pós-colheita da uva de mesa ‘Itália’, pois as mesmas foram capazes de reduzir a incidência de mofo cinzento sem acarretar prejuízos à coloração das bagas e às suas propriedades químicas (dados não apresentados). Resultados semelhantes também foram relatados em outras cultivares de uvas de mesa, como a Benitaka, BRS Ísis, BRS Núbia e BRS Vitória (YOUSSEF et al., 2015; DOMINGUES et al., 2018; AHMED et al., 2018; 2019; CHAVES et al., 2019; YOUSSEF et al., 2020). Por fim, a utilização das folhas geradoras de SO₂ devem se dar de modo a permitir uma proteção adequada dos frutos, sem que haja o comprometimento da qualidade final do produto (LURIE et al., 2006; ZUTAHY et al., 2008).

3.7 CONCLUSÃO

A utilização da folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem, combinada às folhas de liberação lenta ou dupla fase de SO₂, proporcionam a menor incidência de mofo cinzento até os 45 dias de armazenamento refrigerado, com baixa perda de massa e degrana, boa conservação do frescor da ráquis e sem quaisquer prejuízos à cor, firmeza e propriedades químicas das bagas da uva de mesa ‘Itália’. Além disso, a alta redução da incidência da doença também é obtida quando empregada somente a folha de liberação dupla fase de SO₂ em câmara refrigerada, com boa manutenção da qualidade físico-química dos cachos.

3.8 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. C.de.; HIGUCHI, M. T.; RIBEIRO, L. T. M.; LELES, N. R.; BOSSO, B. E. C.; SHIMIZU, G. D.; SILVA, M. J. R.da.; MARQUES, V. V.; YAMASHITA, F.; YOUSSEF, K.; ROBERTO, S. F. Bio-based and SO₂-generating plastic liners to extend the shelf life of ‘Benitaka’ table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 197, p. 112217, 2023.
- AHMED, S.; ROBERTO, S. R.; DOMINGUES, A. R.; SHAHAB, M.; CHAVES, O. J. JR.; SUMIDA, C. H.; SOUZA, R. T. de. Effects of different sulfur dioxide pads on *Botrytis* mold in ‘Italia’ table grapes under cold storage. **Horticulturae**, v. 4, n. 4, p. 29-41, 2018.
- AHMED, S.; ROBERTO, S. R.; YOUSSEF, K.; COLOMBO, R. C.; SHAHAB, M.; CHAVES, O. J. JR.; SUMIDA, C. H.; SOUZA, R. T. de. Postharvest preservation of the new hybrid seedless grape, ‘BRS Isis’, grown under the double-cropping a year system in a subtropical area. **Agronomy**, v. 9, n. 10, p. 603, 2019.
- BULIT, J.; DUBOS, B. *Botrytis* bunch rot and blight. In: PEARSON, R. C.; GOHEEN, A. C. (Ed.). **Compendium of grape diseases**. St. Paul: APS Press, Rockville, MD, USA, 1990. p. 13-15.
- CARREÑO, J.; MARTÍNEZ, A.; ALMELA, L.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A. Proposal of anindex for the objective evaluation of the color of red table grapes. **Food Research International**, v. 28, n. 4, p. 373-377, 1995.
- CELIK, M.; KALPULOV, T.; ZUTAHY, Y.; ISH-SHALOM, S.; LURIE, S.; LICHTER, A. Quantitative and qualitative analysis of *Botrytis* inoculated on table grapes by qPCR and antibodies. **Postharvest Biology and Technology**, v. 52, n. 2, p. 235-239, 2009.
- CHAMPA, H. Pre and postharvest practices for quality improvement of table grapes (*Vitis vinifera* L.). **Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka**, v. 43, n. 1, p. 3-9, 2015.

CHAVES, O. J. JR.; YOUSSEF, K.; KOYAMA, R.; AHMED, S.; DOMINGUES, A. R.; MÜHLBEIER, D. T.; ROBERTO, S. R. Control of gray mold on clamshell-packaged 'Benitaka' table grapes using sulphur dioxide pads and perforated liners. **Pathogens**, v. 8, n. 4, p. 271, 2019.

CHEN, X.; ZHU, Z.; ZHANG, X.; ANTOCE, A. O.; MU, W. Modeling the microbiological shelf life of table grapes and evaluating the effects of constant concentrations of sulfur dioxide. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 4, p. e13058, 2017.

CHERVIN, C.; AKED, A.; CRISOSTO, C. H. Orchard, Crop post-harvest: science and technology. In: RESS, D.; FARRELL, G.; ORCHARD, J. **Grapes**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd., 2012. 187-211 p.

CIA, P.; BENATO, E. A.; VALENTINI, S. R. T.de.; SANCHES, J.; PONZO, F. S.; FLÔRES, D.; TERRA, M. M. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de uva 'Niágara Rosada'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 10, p. 1058-1065, 2010.

COLOMBO, R. C.; CARVALHO, D. U.; CRUZ, M. A. da; SUMIDA, C. H.; AHMED, S.; BASSOLI, P. A.; SOUZA, R. T. de; ROBERTO, S. R. Cold storage and biocontrol agents to extend the storage period of 'BRS Isis' seedless table grapes. **Horticulturae**, v. 4, n. 3, p. 18, 2018.

COLOMBO, R. C.; CARVALHO, D. U. de; CRUZ, M. A. da; SUMIDA, C. H.; AHMED, S.; SHAHAB, M.; ROBERTO, S. R. Control of postharvest gray mold of 'BRS Nubia' table grape under cold storage. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 6, p. 3457-3464, 2020.

CRISOSTO, C. H.; SMILANICK, J. L.; DOKOOZLIAN, N. K.; LUVISI, D. A. Maintaining table grape post-harvest quality for long distant markets. In: PROCEEDING OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TABLE GRAPE PRODUCTION, 1994, Anaheim, California, USA.

DANTAS, B. C.; HIGUCHI, M. T.; AGUIAR, A. C.de.; BOSSO, B. E.; ROBERTO, S. R. Postharvest conservation of 'BRS Nubia' hybrid table grape subjected to field ultra-fast SO₂-generating pads before packaging. **Horticulturae**, v. 8, n. 4, p. 285, 2022.

DOMINGUES, A. R.; ROBERTO, S. R.; AHMED, S.; SHAHAB, M.; CHAVES, O. J. JR.; SUMIDA, C. H.; SOUZA, R. T de. Postharvest techniques to prevent the incidence of *Botrytis* mold of 'BRS Vitoria' seedless grape under cold storage. **Horticulturae**, v. 4, n. 3, p. 17, 2018.

ELAD, Y.; VIVIER, M.; FILLINGER, S. *Botrytis*: the good, the bad and the ugly. In: FILLINGER, S.; ELAD, Y.; VIVIER, M. **Botrytis - the fungus, the pathogen and its management in agricultural systems**. Heidelberg, Germany: Springer, 2015. p. 1-15.

FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J. P.; OBANDO-ULLOA, J. M.; BARÓ, R.; MARTÍNEZ, J. A. Quality of two table grape guard cultivars treated with single or dual-phase release SO₂ generators. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 82, n. 1, p. 1-8, 2008.

GABLER, F. M.; MERCIER, J.; JIMENEZ, J. I.; SMILANICK, J. L. Integration of continuous biofumigation with *Muscodor albus* with pre-cooling fumigation with ozone or sulfur dioxide to control postharvest gray mold of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 55, n. 2, p. 78-84, 2010.

GOMES, D.; FERRAZ, A. C. O.; CIPOLLI, K. M. V. A. B. Avaliação da degrana e rompimento de bagas da uva Niagara Rosada observada pelos consumidores. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v. 5, n. 5, p. 26-33, 2013.

HENRÍQUEZ, J. L.; PINOCHET, S. Impact of ventilation area of the liner bag, in the performance of SO₂ generator pads in boxed table grapes. **Acta Horticulturae**, v. 1144, p. 267-272. 2016.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Sistema de Informações Hidrológicas**. 2017. Disponível em: <<http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sihweb/gerarRelatorioTotaisMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfaceInicial>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

KARACA, H.; SMILANICK, J. L. The influence of plastic composition and ventilation area on ozone diffusion through some food packaging materials. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, n. 1, p. 85-88, 2011.

KISHINO, A. Y.; MARUR, C. J.; ROBERTO, S. R. Características da Planta. Variedades-copa e Porta-enxertos. In: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C. de; ROBERTO, S. R. **Viticultura Tropical: o sistema de produção de uvas de mesa do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2019. p. 201-249.

LEESCH, J. G.; SMILANICK, J. L.; MUHAREB, J. S.; TEBBETS, J. S.; HURLEY, J. M.; JONES, T. M. Effects of box liner perforation area on methyl bromide diffusion into table grape packages during fumigation. **Crop Protection**, v. 63, n. 3, p. 36-40, 2014.

LIJAVETZKY, D.; CARBONELL-BEJERANO, P.; GRIMPLET, J.; BRAVO, G.; FLORES, P.; FENOLL, J.; HELLÍN, P.; OLIVEROS, J. C.; MARTÍNEZ-ZAPATER, J. M. Berry flesh and skin ripening features in *Vitis vinifera* as assessed by transcriptional profiling. **PLoS ONE**, v. 7, n. 6, e39547, 2012.

LICHTER, A. Rachis browning in tablegrapes. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 22, n. 2, p. 161-168, 2016.

LURIE, S.; PESIS, E.; GADIYEVA, O.; FEYGENBERG, O.; BEN-ARIE, R.; KAPLUNOV, T.; ZUTACHI, Y.; LICHTER, A. Modified ethanol atmosphere to control decay of table grapes during storage. **Postharvest Biology and Pathology**, v. 42, n. 3, p. 222-227, 2006.

MATTIUZ, B. H.; MIGUEL, A. C. A.; GALATI, V. C.; NACHTIGAL, J. C. Efeito da temperatura no armazenamento de uvas apirênicas minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 44-52, 2009.

MICHAILIDES, T. J.; ELMER, P. A. G. *Botrytis* gray mold of kiwifruit caused by *Botrytis cinerea* in the United States and New Zealand. **Plant Disease**, v. 84, n. 3, p. 208-223, 2000.

MELGAREJO-FLORES, B. G.; ORTEGA-RAMÍREZ, L. A.; SILVA-ESPINOZA, B. A.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; MIRANDA, M. R. A.; AYALA-ZAVALA, J. F. Antifungal protection and antioxidant enhancement of table grapes treated with emulsions, vapors, and coatings of cinnamon leaf oil. **Postharvest Biology and Technology**, v. 86, n. 1, p. 321-328, 2013.

MENG, X.; TIAN, S. Effects of preharvest application of antagonistic yeast combined with chitosan on decay and quality of harvested table grape fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, n. 11, p. 1838-1842, 2009.

MÜHLBEIER, D. T.; RIBEIRO, L. T. M.; HIGUCHI, M. T.; KHAMIS, Y.; CHAVES, O. J. JR.; KOYAMA, R.; ROBERTO, S. R. SO₂-generating pads reduce gray mold in clamshell-packaged 'Rubi' table grapes grown under a two-cropping per year system. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1069-1086, 2021.

NELSON, K. E. Effects of in-package sulfur dioxide generators, package liners, and temperature on decay and desiccation of table grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 34, n. 1, p. 10-16, 1983.

NGCOBO, M. E. K.; DELELE, M. A.; OPARA, U. L.; MEYER, C. J. Performance of multi-packing for table grapes based on airflow, cooling rates and fruit quality. **Journal of Food Engineering**, v. 116, n. 2, p. 613-621, 2013.

OUGH, C. S.; WERE, L. Sulfur dioxide and sulfites. In: DAVIDSON, P. M.; SOFOS, N. J.; BRANEN, A. L. **Antimicrobials in food**. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2005. p. 143-167.

PIRES, J. C. M.; SOUSA, S. I. V.; PEREIRA, M. C.; ALVIM-FERRAZ, M. C. M.; MARTINS, F. G. Management of air quality monitoring using principal component and cluster analysis - Part I: SO₂ and PM₁₀. **Atmospheric Environment**, v. 42, n. 6, p. 1249-1260, 2008.

SMILANICK, J. L.; HARVEY, J. M.; HARTSELL, P. L.; HENSEN, D. J.; HARRIS, C. M.; FOUSE, D. C.; ASSEMI, M. Factors influencing sulfite residues in table grapes after sulfur dioxide fumigation. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 41, n. 2, p. 131-136, 1990.

TESSMANN, D. J.; VIDA, J. B.; GENTA, W.; ROBERTO, S. R.; KISHINO, A. Y. Doenças e seu manejo. In: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C. de; ROBERTO, S. R. **Viticultura Tropical: o sistema de produção de uvas de mesa do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2019. p. 453-548.

WILLIAMSON, B.; TUDZYNSKI, B.; TUDZYNSKI, P.; VAN KAN, J. A. L. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. **Molecular Plant Pathology**, v. 8, p. 561-580, 2007.

YOUSSEF, K.; ROBERTO, S. R. Applications of salt solutions before and after harvest affect the quality and incidence of postharvest gray mold of 'Italia' table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 87, n. 1, p. 95-102, 2014.

YOUSSEF, K.; ROBERTO, S. R.; CHIAROTTI, F.; KOYAMA, R.; HUSSAIN, I.; SOUZA, R. T. de. Control of *Botrytis* mold of the new seedless grape 'BRS Vitoria' during cold storage. **Scientia Horticulturae**, v. 193, p. 316-321, 2015.

YOUSSEF, K.; OLIVEIRA, A. G. de; TISCHER, C. A.; HUSSAIN, I.; ROBERTO, S. R. Synergistic effect of a novel chitosan/silica nanocomposites-based formulation against gray mold of table grapes and its possible mode of action. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 141, p. 247-258, 2019.

YOUSSEF, K.; CHAVES, O. J. JR.; MÜHLBEIER, D. T.; ROBERTO, S. R. Sulphur dioxide pads can reduce gray mold while maintaining the quality of clamshell-packaged 'BRS Nubia' seeded table grapes grown under protected cultivation. **Horticulturae**, v. 6, n. 20, p. 20-28, 2020.

ZAGORY, D.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, v. 42, n. 9, p. 70-77, 1988.

ZOFFOLI, J. P.; LATORRE, B. A.; NARANJO, P. Preharvest applications of growth regulators and their effect on postharvest quality of table grapes during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 51, n. 2, p. 183-192, 2009.

ZOFFOLI, J. P.; LATORRE, B. A. Table grapes: (*Vitis vinifera* L.). In: YAHIA, E. **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**: volume 3 Coco to mango. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011. p. 179-207.

ZUTAHY, Y.; LICHTER, A.; KAPLUNOV, T.; LURIE, S. Extended storage of 'Red Globe' grapes in modified SO₂ generating pads. **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, n. 1, p. 12-17, 2008.

4. ARTIGO B – CONSERVAÇÃO PROLONGADA DA UVA DE MESA ‘ITÁLIA’ COM FOLHAS GERADORAS DE SO₂ NA PRÉ-EMBALAGEM E DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

4.1 RESUMO

O tratamento de uvas de mesa recém colhidas empregando-se folhas de liberação ultra-rápida de dióxido de enxofre (SO₂) na pré-embalagem promove a erradicação de esporos *Botrytis cinerea* Pers. da superfície dos cachos, reduzindo a ocorrência do mofo cinzento durante o armazenamento refrigerado. Essa nova tecnologia, associada à utilização de folhas geradoras de SO₂ nas embalagens durante o armazenamento refrigerado, pode contribuir para prolongar o período de conservação das uvas de mesa. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento da incidência de mofo cinzento e das principais características físico-químicas da uva fina de mesa ‘Itália’ submetidas a tratamentos com folhas de campo de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem associadas às folhas de liberação lenta ou dupla fase durante o armazenamento refrigerado. Em todos os tratamentos, as caixas de papelão corrugado contendo as cumbucas com os cachos foram forradas com filmes plásticos perfurados. Para o tratamento controle, não empregou-se nas caixas folha alguma geradora de SO₂, somente os filmes plásticos perfurados. As uvas foram armazenadas por 90 dias em câmara refrigerada a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e 95% de umidade relativa do ar. O trabalho foi conduzido em duas safras consecutivas, sendo as uvas obtidas em um parreiral comercial localizado em Cambira, PR, Brasil. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada parcela composta por duas caixas de papelão corrugado contendo 10 cachos embalados individualmente em cumbucas plásticas perfuradas. Foi realizada a quantificação de fungos filamentosos na superfície das bagas anterior e posteriormente ao tratamento com a folha de campo de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem. Após 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado, foram analisadas as variáveis: incidência de mofo cinzento, perda de massa, degrana, escurecimento da ráquis e quantificação de fungos filamentosos na superfície das bagas. Após 45 e 90 dias de armazenamento refrigerado também foram analisadas as propriedades químicas das bagas. Os dados de incidência do mofo cinzento, perda de massa, degrana e escurecimento da ráquis foram analisados por meio de análise de variância com dois fatores em parcelas subdividas no tempo (dias) para permitir a avaliação da significância do efeito dos fatores principais. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Para determinar o efeito dos tratamentos no desenvolvimento das principais variáveis avaliadas, foi realizada uma análise de regressão, e o modelo com melhor ajuste foi determinado considerando-se o coeficiente de determinação (R^2), que foi ajustado ao número de parâmetros empregando-se o aplicativo R. A utilização da folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem, associada às folhas geradoras de SO₂ na câmara refrigerada foram eficientes para controlar o mofo cinzento, com destaque para a folha de liberação dupla fase, que conferiu a menor incidência até os 90 dias, enquanto a folha de liberação lenta resultou em eficácia intermediária. Os tratamentos contendo a combinação das folhas geradoras de SO₂ proporcionaram baixa degrana e perda de massa, e com bom frescor da ráquis, sem acarretar em prejuízos na aparência dos cachos, bem como às propriedades químicas das bagas.

Palavras-chave: *Botrytis cinerea* Pers. Dióxido de enxofre. Filmes plásticos. Mofo cinzento. *Vitis vinifera* L.

SO₂-GENERATING PADS BEFORE PACKAGING AND DURING COLD STORAGE TO EXTEND THE CONSERVATION OF 'ITALIA' TABLE GRAPES

4.2 ABSTRACT

Treating fresh table grapes with ultra-fast sulfur dioxide (SO₂) generating pads before packaging promotes the eradication of *Botrytis cinerea* Pers. spores of the bunch skin, preventing the emergence of gray mold. This new technology, combined with the use of SO₂-generating pads during the cold storage can contribute to prolonging the preservation of table grapes. This study aimed at evaluating the development of gray mold incidence and the main physicochemical characteristics of 'Italia' table grape subjected to ultra-fast SO₂-generating pads before packaging associated with slow or dual phase pads during cold storage. In all treatments, corrugated cardboard boxes containing clamshell-packaged bunches lined with perforated plastic liners were used. As a control, no SO₂-generating pads was used, only perforated plastic liners. The bunches were stored for 90 days in a cold chamber at $1.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ and 95% relative humidity. The study was carried out in two consecutive harvest seasons, and grapes were harvested from a commercial vineyard located in Cambira, PR, Brazil. The completely randomized design was used as statistical model with four replications, and each plot consisted of two corrugated cardboard boxes containing 10 plastic clamshells. The quantification of filamentous fungi on the surface of the berries was performed before and after grapes had been subjected to the ultra-fast SO₂-generating pads. After 30, 45, 60, 75 and 90 days of cold storage, the following variables were assessed: incidence of gray mold, mass loss, shattered berries, stem browning and quantification of filamentous fungi on the surface of berries. After 45 and 90 days of cold storage, the chemical properties of the berries were also analyzed. The data sets of the incidence of gray mold, mass loss, shattered berries and stem browning were analyzed in a two-way analysis of variance involving treatments in a split plot array in time (days) to allow the assessment of the significance of the main effects. Means were compared by Tukey's honestly significant difference (HSD) test at $P < 0.05$. To determine the effect of the treatments on the development of the main assessed variables, a regression analysis was carried out. The model with the best fit was determined considering the coefficient of determination (R^2), which was adjusted to the number of parameters using the R software. The ultra-fast SO₂-generating pads before packaging combined with SO₂-generating pads during cold storage were effective in controlling the gray mold, especially when the dual phase pad was used, with the lowest disease incidence at 90 days of storage, while the slow pad had intermediate efficacy. In addition, when combined, these pads resulted in low shattered berries and bunch mass loss, with good freshness of rachis, with no damage to the physicochemical properties of berries.

Key-words: *Botrytis cinerea* Pers. Sulfur dioxide. Plastic liners. Gray mold. *Vitis vinifera* L.

4.3 INTRODUÇÃO

Uma das uvas finas de mesa com sementes mais conhecidas e presentes no mercado brasileiro é a ‘Itália’ (*Vitis vinifera* L.). Essa cultivar foi obtida a partir do cruzamento entre as videiras ‘Bicane’ e ‘Moscatel de Hamburgo’, e destaca-se por apresentar alta produtividade, boa aceitação pelo mercado consumidor, tanto nacional quanto internacional, bagas grandes, sabor moscatel e resistência ao transporte e ao armazenamento (NACHTIGAL; CAMARGO, 2005; KISHINO; MARUR; ROBERTO, 2019).

Dentre os atributos que influenciam na compra das uvas de mesa, o sabor e a aparência são fundamentais, e estão relacionados à cor da ráquis e das bagas, a forma e o tamanho do cacho, a ausência de defeitos e podridões, entre outros (SILVA-SANZANA et al., 2016).

Após a colheita, as uvas de mesa são expostas a diversos fatores que podem afetar a qualidade dos frutos, incluindo injúrias pelo manuseio, perda de água e ataque de patógenos (YOUSSEF et al., 2019). Esses danos podem acarretar na redução da qualidade final do produto, prejudicando na comercialização das uvas, pois o mercado interno e, principalmente o mercado externo, exigem um alto padrão de qualidade dos frutos (CHAVES et al., 2019). Sendo assim, torna-se essencial a manutenção das características físico-químicas, bem como o aumento do período de conservação refrigerada das uvas de mesa, uma vez que os frutos são submetidos a longos períodos de armazenamento até a chegada ao destino final (CHAMPA, 2015).

De maneira geral, pelo fato de as uvas de mesa serem frutos não climatéricos, algumas cultivares podem ser armazenadas por períodos prolongados desde que atendidas algumas exigências. Para que isso seja possível, a utilização de embalagens apropriadas associada à conservação refrigerada de forma contínua deve ser aplicada ao longo de toda a cadeia do frio, especialmente quando o transporte é realizado a longas distâncias. A interrupção dessa cadeia associada à alta e constante umidade requerida para evitar a ação severa da desidratação, pode acarretar no desenvolvimento de patógenos de infecções latentes, resultando em frutos com sintomas de podridões que podem danificar parcial ou completamente a comercialização das uvas (ZOFFOLI; LATORRE, 2011).

A principal doença pós-colheita das uvas de mesa é o mofo cinzento que é causada pelo fungo *Botrytis cinerea* Pers. Condições de alta umidade e temperatura ambiente são extremamente favoráveis ao desenvolvimento desse patógeno (LIGUORI et al., 2015), no entanto, esse fungo também é capaz de se desenvolver em baixas temperaturas ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$),

espalhando-se por todas as bagas, acarretando na redução do período de armazenamento e de comercialização (ELAD; VIVIER; FILLINGER, 2015), sendo essencial a adoção de medidas adicionais para o seu controle (ROMANAZZI et al., 2012; TELES et al., 2014).

Dentre os diferentes métodos utilizados para a embalagem e manutenção das uvas em câmara refrigerada, destaca-se o uso de folhas geradoras do gás dióxido de enxofre (SO_2), um importante composto que inibe o crescimento fúngico e permite que a uva de mesa seja armazenada em ambientes com alta umidade (CHERVIN; WESTERCAMP; MONTEILS, 2005). A utilização das folhas geradoras de SO_2 no interior das caixas de papelão onde as uvas são embaladas tem demonstrado um ótimo desempenho para impedir o desenvolvimento do mofo cinzento e prolongar a longevidade dos frutos durante o armazenamento refrigerado (YOUSSEF et al., 2015; DOMINGUES et al., 2018; AHMED et al., 2018; 2019; CHAVES et al., 2019; COLOMBO et al., 2020; YOUSSEF et al., 2020; MÜHLBEIER et al., 2021). Esse gás, além de possibilitar o controle de microrganismos, também exerce influência nos processos fisiológicos do próprio fruto, como a manutenção do frescor da ráquis, uma vez que apresenta ação antioxidante (ZOFFOLI; LATORRE, 2011).

As folhas geradoras de SO_2 podem conter diferentes concentrações do ingrediente ativo (i.a.) metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), que ao absorverem a umidade relativa do ar no interior da embalagem, liberando o gás SO_2 . Comercialmente há dois modelos de folhas, a de liberação lenta e a de liberação dupla fase do gás (rápida nas primeiras 48 h e lenta por até 60 dias) (CHAMPA, 2015), e a utilização de cada uma delas depende de diversos fatores, entre eles a sensibilidade de cada variedade de uva, condições climáticas, entre outros. Essa técnica, além de ser eficiente no controle das podridões, apresenta facilidade de uso, custo acessível e baixo risco à saúde quando comparado aos fungicidas aplicados no campo, resultando na grande adesão ao uso deste produto (MELGAREJO-FLORES et al., 2013).

Os cachos de uva, estando acomodados em cumbucas ou não, são embalados em filmes plásticos perfurados com diferentes áreas de ventilação. O objetivo é reduzir ainda mais a perda de massa provocada pela desidratação dos frutos, além de possibilitar uma melhor eficiência do uso das folhas geradoras de SO_2 (CHAVES et al., 2019).

Nos mercados doméstico e de exportação de uva 'Itália', uma embalagem inovadora que tem sido praticada com grande sucesso é o uso de cumbucas plásticas perfuradas (ZOFFOLI; LATORRE, 2011). Seu principal objetivo é armazenar os cachos individualmente na caixa de papelão, evitando seu contato físico com o ambiente externo. Dessa forma, não só oferece maior atratividade e praticidade para o consumidor, mas também permite maior integridade dos cachos até a chegada ao seu destino final (GABLER et al., 2010; KARACA;

SMILANICK, 2011). Nesse tipo de embalagem, as perdas causadas por eventuais degranadas deixam de existir, uma vez que as bagas soltas são consideradas na comercialização pois permanecem no interior da cumbuca. Além disso, os cachos não têm contato físico entre si na caixa de papelão, o que evita uma eventual disseminação do mofo cinzento.

Ainda que todas essas medidas associadas possam ser tomadas para evitar os danos causados pelo mofo cinzento, dependendo das condições da cultivar de uva, bem como das condições climáticas que essa se desenvolveu no campo, a doença pode se desenvolver com maior intensidade durante o armazenamento refrigerado, principalmente quando as uvas são armazenadas por longos períodos.

Dessa forma, foi desenvolvida recentemente uma folha de liberação ultra-rápida de SO₂ para ser utilizada ainda no campo, no período entre a colheita e a embalagem das uvas no *packing-house*. A principal característica dessas folhas é, devido à sua alta permeabilidade, a liberação do SO₂ é realizada as uvas é realizada rapidamente por um período de até 6 horas. Assim, as uvas recém colhidas no campo são dispostas em caixas de colheita de capacidade de 20 kg forradas com filme plástico perfurado. Quando a caixa de colheita é preenchida, a folha de liberação ultra-rápida é colocada por cima das uvas e o filme é selado até as uvas serem embaladas no *packing-house*. Com a umidade do ar no interior do filme plástico perfurado, as uvas são submetidas ao tratamento com o gás SO₂ durante 4-6 horas no período pré-embalagem (DANTAS et al., 2022; AGUIAR et al., 2023). Como resultado, a liberação ultra-rápida do SO₂ no interior da caixa de colheita apresenta efeito erradicante dos esporos de *B. cinerea* que se encontram na superfície das bagas, contribuindo para a redução do desenvolvimento da doença durante o armazenamento refrigerado.

Entretanto, ainda é desconhecida a eficiência do uso das folhas de campo de liberação ultra-rápida de SO₂, combinadas às folhas geradoras de SO₂ de liberação lenta e dupla fase durante o armazenamento refrigerado de uvas de mesa por longos períodos. Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento da incidência de mofo cinzento e das principais características físico-químicas da uva fina de mesa 'Itália' submetidas a tratamentos com folhas de campo de liberação ultra-rápida de SO₂ associadas às folhas de liberação lenta ou dupla fase nas embalagens durante o armazenamento refrigerado.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Local

As uvas frescas utilizadas nesse trabalho foram obtidas em vinhedo comercial de videiras 'Itália' (*Vitis vinifera* L.) enxertadas sobre o porta-enxerto 'IAC-766 Campinas' com 11 anos de idade, conduzidas em sistema latada e protegidas por tela plástica preta 18% de sombreamento, localizado no município de Cambira, Paraná, Brasil (23°34'58''S, 51°34'40''O, altitude de 1.017 m). O clima da região segundo a classificação proposta por Köppen é do tipo Cfa subtropical, com precipitação média anual de 1.633,5 mm, temperatura mínima média de 18°C e máxima de 22°C (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2017). Os cachos da uva 'Itália' foram colhidos em duas safras consecutivas, durante as safras de 2020 e 2021. A área foi selecionada por apresentar histórico recorrente de mofo cinzento (AHMED et al., 2018; CHAVES et al., 2019; MÜHLBEIER et al., 2021).

4.4.2 Tratamentos e Delineamento Experimental

As uvas recém colhidas foram submetidas a diferentes tratamentos empregando-se os seguintes materiais de embalagem:

- a) Controle (sem folhas geradoras de SO₂);
- b) Folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem associada à folha de liberação lenta durante o armazenamento refrigerado; e
- c) Folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem associada à folha de liberação dupla fase durante o armazenamento refrigerado.

Esses tratamentos foram escolhidos por terem apresentado os melhores resultados entre diversos materiais avaliados anteriormente no Artigo A.

Em todos os tratamentos, as uvas foram individualmente embaladas em cumbucas plásticas e dispostas em caixas de papelão corrugado forradas com filmes plásticos perfurados. Para o tratamento controle, não foi empregada nas caixas folha alguma geradora de SO₂, somente os filmes plásticos perfurados.

As folhas de campo de liberação ultra-rápida de SO₂ (1,4 g de ingrediente ativo - i.a., metabissulfito de sódio) com dimensões de 46 × 26 cm, bem como as folhas de liberação lenta (4 g de i.a.), as de liberação dupla fase (5 g de i.a.) com dimensões de 26 × 23 cm, e os filmes plásticos perfurados (0,3% de área de ventilação - AV) foram fornecidas pela empresa Suragra S.A. (Uvas Quality Grape Guard[®], San Bernardo, Chile).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições, sendo cada parcela composta por 10 cachos de uvas embalados

individualmente em cumbucas plásticas e dispostas em duas caixas de papel corrugado com capacidade de 5 cumbucas cada.

4.4.3 Embalagem das Uvas

Os cachos submetidos aos tratamentos com a folha de campo de liberação ultra-rápida de SO₂ foram acomodados em caixas plásticas de colheita de capacidade de 20 kg, as quais foram previamente forradas por um filme plástico com 0,3% de AV, conforme descrito anteriormente (Artigo A, Figura 3.4.3.1). Em seguida, uma folha de liberação ultra-rápida foi disposta sobre as uvas e os filmes foram então selados, ficando os cachos expostos à essa condição por 5 h. Durante esse período, compreendido entre o transporte das uvas do campo até a sua embalagem no *packing-house* foi quantificada a concentração de SO₂ emitida pela folha de campo de liberação ultra-rápida utilizando-se um dosímetro (Gastec Passive Dosi-Tube, Kanagawa, Japão), sendo constatada a liberação de 160, 410 e 600 ppm após 1, 2 e 3 h, respectivamente.

Após o período de 5 h, os filmes plásticos das caixas contendo a folha de liberação ultra-rápida foram abertos. Em seguida, todos os cachos colhidos foram limpos, eliminando-se as bagas com defeitos, padronizados para aproximadamente 0,5 kg, e em seguida acondicionados individualmente em cumbucas plásticas perfuradas de capacidade de 0,5 kg e dimensões de 20 × 10 cm cada.

O processo de embalagem das uvas antes do armazenamento refrigerado seguiu as seguintes etapas: as caixas de papelão corrugado medindo 38 × 31 × 10 cm e capacidade de armazenamento para 5 cumbucas plásticas foram forradas internamente com o filme plástico perfurado de 0,3% de AV. Acima do filme plástico, no fundo da caixa foi colocada uma folha de papel unilaminar absorvente de umidade medindo 37 × 28 cm. As cumbucas plásticas com os cachos submetidos à folha de campo de liberação ultra-rápida de SO₂, foram acomodadas nas caixas e acima destas foi disposta uma folha geradora de SO₂ (de liberação lenta ou dupla fase), dependendo do tratamento. Por fim, procedeu-se a selagem do filme plástico com fita adesiva (Figura 4.4.3.1).

As caixas com as uvas foram então armazenadas por um período de 90 dias em câmara refrigerada a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e 95% de umidade relativa do ar.

4.4.4 Variáveis Analisadas

Aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado foram analisadas as seguintes variáveis: incidência de mofo cinzento, perda de massa, degrana, escurecimento da ráquis e quantificação de fungos filamentosos na superfície das bagas. Aos 45 e 90 dias de armazenamento refrigerado também foram analisadas as propriedades químicas do mosto das bagas.

A incidência de mofo cinzento nos cachos a uva 'Itália' foi calculada a partir da seguinte fórmula: Incidência da doença (%) = (número de bagas sintomáticas/número total de bagas do cacho) × 100 (YOUSSEF; ROBERTO, 2014).

A perda de massa do cacho foi determinada pela pesagem dos cachos no momento inicial do armazenamento e aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias do armazenamento refrigerado empregando-se a fórmula: perda de massa (%) = [(massa inicial – massa no tempo avaliado)/massa inicial] × 100 (MATTIUZ et al., 2009).

O escurecimento das ráquis dos cachos foi avaliado por meio de avaliação visual, de acordo com a metodologia descrita por Ngcobo et al. (2013), atribuindo-se notas com base no nível de escurecimento: 1 (fresco e verde); 2 (leve escurecimento); 3 (escurecimento significativo); e 4 (escurecimento severo).

A degrana foi avaliada por meio da contagem das bagas que estavam desprendidas do cacho dentro de cada cumбуca, calculada a partir da fórmula: degrana (%) = (número de bagas soltas / número total de bagas do cacho) × 100 (AHMED et al., 2018).

As propriedades químicas das bagas foram avaliadas por meio da extração do suco de 10 bagas por parcela para a determinação do teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (SS/AT), e pH. O teor de SS foi obtido por meio de refratômetro digital DR301-95[®] (Krüss Optronic, Hamburgo, Alemanha), e o resultado foi expresso em °Brix. Para a determinação da AT, foi realizada a titulação de 10 mL de suco diluído em 40 mL de água destilada, com solução padronizada de NaOH 0,1 N em titulador semiautomático, expresso em porcentagem de ácido tartárico (YOUSSEF; ROBERTO, 2014). O índice de maturação das bagas foi obtido a partir da razão entre SS e AT. O pH do suco das uvas foi mensurado utilizando-se o peagâmetro 3510[®] (Jenway, Reino Unido).

Visando determinar o efeito erradicante de esporos de fungos da folha de campo de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado, foram quantificadas as populações epifíticas de fungos filamentosos na superfície das bagas, antes e após os cachos terem sido submetidos a este tratamento, bem como ao longo

do período de armazenamento. Empregando-se a metodologia descrita por Youssef e Roberto (2014), em cada tempo de avaliação foram colocadas 10 bagas de cada parcela em 100 mL de água destilada estéril, em um agitador rotativo a 150 rpm por 30 min. Com o auxílio de uma micropipeta foi inoculada 0,1 mL por placa da suspensão em meio de cultura BDA (batata dextrose ágar), contendo ampicilina e sulfato de estreptomicina (250 mg L^{-1} de cada antibiótico). As placas inoculadas foram incubadas a 24°C e, após 4 dias, foi realizada a contagem do número de colônias expressa em \log_{10} UFC/baga.

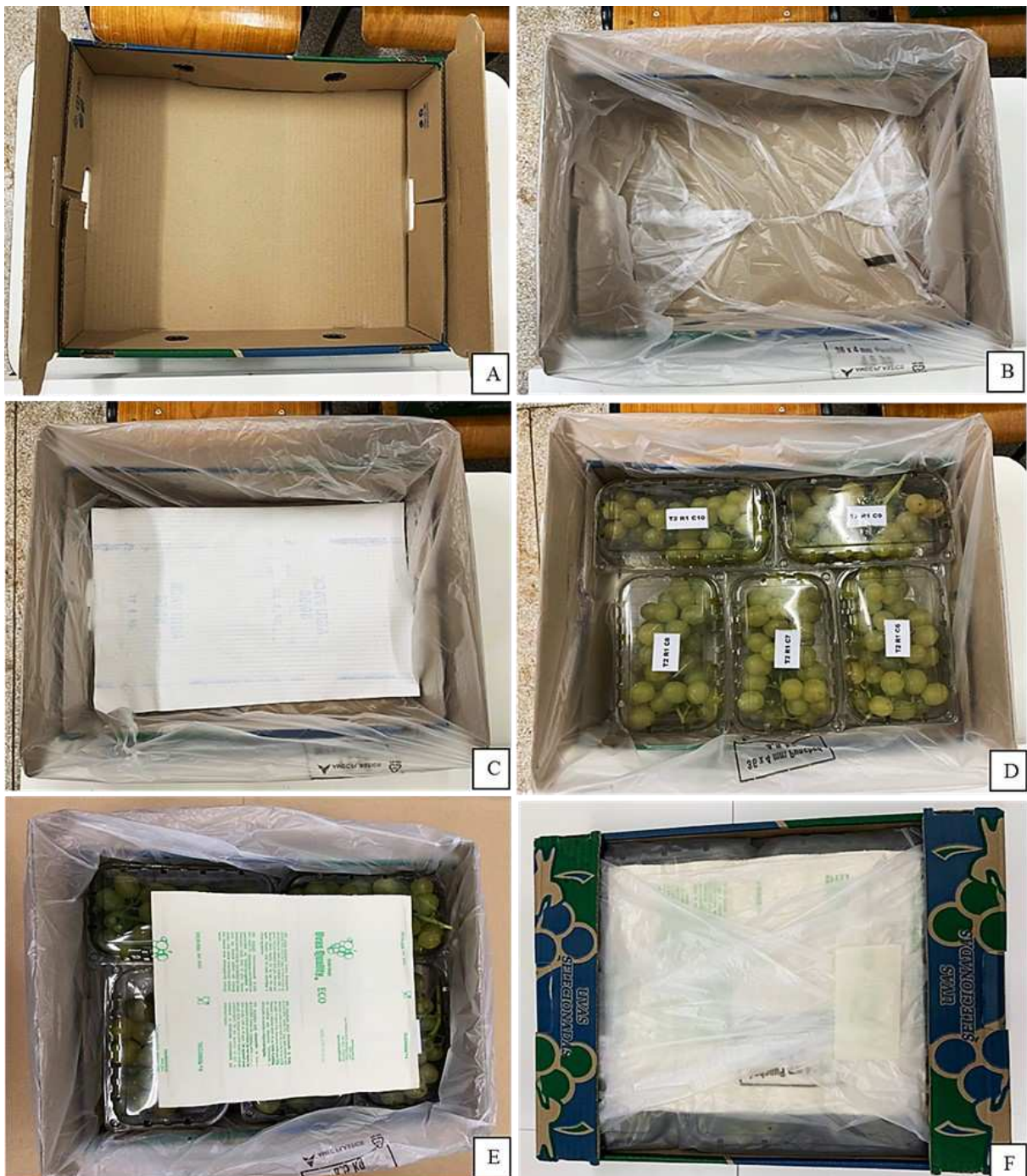


Figura 4.4.3.1 - Etapas de embalagem dos cachos da uva ‘Itália’. A: caixa de papelão corrugado; B: caixa de papelão corrugado forrada internamente com o filme plástico perfurado; C: disposição da folha de papel absorvente de umidade no fundo da embalagem; D: acomodação dos cachos armazenados nas cumbucas plásticas dentro da caixa; E: disposição da folha geradora de SO₂ em cima das cumbucas; F: selagem do filme plástico perfurado e fechamento da caixa para o armazenamento em câmara refrigerada. Fonte: o próprio autor.

4.4.5 Análises Estatísticas

Os dados de incidência de mofo cinzento, escurecimento da ráquis, degrana e perda de massa foram submetidos à análise de variância a 5% de significância. As pressuposições de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias foram testadas por Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Se significativo, foi realizada a análise de regressão polinomial para analisar o desenvolvimento das principais características físico-químicas da uva ‘Itália’, bem como o teste de comparações múltiplas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), considerando o esquema de parcelas subdivididas no tempo. Para a incidência do mofo cinzento, embora os modelos Logístico e Gompertz sejam os mais utilizados para analisar o progresso de doenças fitopatogênicas, e que o ideal seria realizar as avaliações até que houvesse 100% de incidência para determinar qual destes modelos melhor se ajusta aos dados observados, optou-se por utilizar neste trabalho o modelo exponencial para esta variável, pois as curvas de progresso das doenças tendem a ter esse comportamento no início do seu desenvolvimento. Para a quantificação dos fungos filamentosos na superfície das bagas, foi realizada a análise de variância e posterior teste de Tukey a 5% de significância dentro de cada avaliação. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software R (R CORE TEAM, 2021).

4.5 RESULTADOS

Na safra 2020 foram verificadas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos quanto à incidência do mofo cinzento, à perda de massa, à degrana e ao escurecimento da ráquis da uva de mesa ‘Itália’ (Tabela 4.5.1). Verificou-se também que a evolução da incidência de mofo cinzento foi exponencial (Figura 4.5.1), já as características físicas das uvas foram linear e crescente para todos os tratamentos avaliados ao longo dos 90 dias de armazenamento refrigerado (Figuras 4.5.2-4.5.4).

As uvas submetidas aos tratamentos contendo a associação das folhas geradoras de SO₂ na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado, em todos os períodos avaliados, resultaram em menor incidência de mofo cinzento em relação ao tratamento controle (Tabela 4.5.2). A partir dos 60 dias de armazenamento refrigerado, as uvas submetidas ao tratamento empregando-se a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem associada à folha de liberação dupla fase de SO₂ durante o armazenamento refrigerado (LUR+LD), apresentaram a maior eficiência de controle do mofo cinzento, diferindo significativamente das uvas submetidas ao tratamento em que empregou-se a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem associada à folha de liberação lenta de SO₂ durante o armazenamento refrigerado (LUR+LL), que por sua vez apresentaram menor incidência da doença quando comparadas às uvas submetidas ao tratamento controle. Além disso, aos 90 dias de armazenamento refrigerado, constatou-se que os cachos submetidos ao tratamento controle, sem a associação das folhas geradoras de SO₂, apresentaram abundante esporulação de *B. cinerea* cobrindo parte da superfície das suas bagas (Figura 4.5.5), situação essa que prejudica a comercialização dos frutos.

Esses resultados podem ser melhor interpretados a partir da avaliação da quantificação da população de fungos filamentosos na superfície das bagas das uvas antes dos cachos terem sido submetidos ao tratamento com as folhas LUR, bem como ao longo do período de armazenamento refrigerado dos frutos (Figuras 4.5.6, 4.5.7 e 4.5.8). Nessa avaliação, constatou-se a completa ausência de fungos filamentosos nas bagas dos cachos após serem submetidos ao tratamento com a folha LUR, bem como ao tratamento LUR+LD em todos os períodos avaliados, inclusive aos 90 dias de armazenamento refrigerado, o que demonstra o efeito erradicante dos esporos dos fungos desse tratamento. A maior média para essa variável foi observada nas bagas dos cachos submetidos ao tratamento controle, seguida do tratamento LUR+LL, o qual teve efeito erradicante intermediário. Verifica-se que a presença da fase de liberação rápida de SO₂ nas primeiras 48 h de armazenamento refrigerado na folha LD resultou em aumento significativo da eficiência do controle da doença.

Em relação à perda de massa dos cachos, não foram observadas diferenças entre os tratamentos até os 45 dias de armazenamento refrigerado nessa safra. No entanto, aos 90 dias de armazenamento, a maior perda de massa foi registrada nos cachos do tratamento controle, enquanto os cachos submetidos ao tratamento LUR+LL apresentaram a menor média (Tabela 4.5.2).

A partir dos 45 dias de armazenamento refrigerado, verificou-se que as uvas submetidas ao tratamento LUR+LD começaram a apresentar o menor escurecimento da ráquis

entre os demais tratamentos, enquanto as submetidas ao tratamento controle tiveram o maior escurecimento, resultado que se manteve até aos 90 dias de armazenamento refrigerado (Tabela 4.5.2).

Em relação à degrana, diferenças entre os tratamentos ocorreram somente aos 90 dias de armazenamento refrigerado nessa safra, em que as uvas submetidas ao tratamento LUR+LL apresentaram a menor média de bagas soltas, enquanto a maior média foi observada nos cachos submetidos ao tratamento UR+LD (Tabela 4.5.2).

Em relação às propriedades químicas das bagas, como sólidos solúveis, acidez titulável e índice de maturação, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos avaliados ao longo do período de armazenamento refrigerado (Tabela 4.5.3), o que indica que essas características das uvas não foram influenciadas pela aplicação dos tratamentos testados.

Na safra 2021, foram verificadas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos quanto à incidência do mofo cinzento e à degrana da uva de mesa 'Itália' (Tabela 4.5.4). Como na safra anterior, verificou-se também que a evolução da incidência de mofo cinzento foi exponencial (Figura 4.5.9), já as características físicas das uvas foram linear e crescente para todos os tratamentos avaliados ao longo dos 90 dias de armazenamento refrigerado (Figuras 4.5.10-4.5.12).

De forma semelhante à safra anterior, as uvas submetidas aos tratamentos LUR+LL e LUR+LD tiveram menor incidência de mofo cinzento em relação ao tratamento controle em todos os períodos avaliados (Tabela 4.5.5). A partir dos 60 dias de armazenamento refrigerado, as uvas submetidas ao tratamento LUR+LD começaram a destacar-se quanto à maior eficiência de controle do mofo cinzento, diferindo significativamente dos cachos submetidos ao tratamento LUR+LL, que por sua vez, também diferiu do tratamento controle. Esses resultados também podem ser melhor explicados a partir da avaliação da população de fungos filamentosos na superfície das bagas das uvas antes dos cachos terem sido submetidos ao tratamento com as folhas LUR bem como ao longo do período de armazenamento refrigerado dos frutos (Figuras 4.5.13 e 4.5.14). Nessa avaliação, houve completa ausência desses fungos nas bagas dos cachos após serem submetidos à folha LUR, bem como ao tratamento LUR+LD em todos os períodos avaliados, confirmando sua maior eficiência em erradicar os esporos dos fungos da superfície das bagas na pré-embalagem.

Em relação à perda de massa dos cachos, não foram verificadas diferenças entre os tratamentos em nenhum dos períodos avaliados (Tabela 4.5.5), e até os 60 dias de armazenamento refrigerado, não observou-se diferença entre os tratamentos quanto ao

escurecimento da ráquis. Entretanto, a partir dos 75 dias de armazenamento, os cachos submetidos ao tratamento LUR+LD apresentaram a menor média quanto à essa característica, ou seja, maior frescor da ráquis, enquanto os submetidos ao tratamento controle apresentaram a maior média de escurecimento. Quanto à degrana, as uvas submetidas ao tratamento LUR+LD tiveram a menor média em todos os períodos avaliados, enquanto as submetidas ao tratamento controle resultaram na maior média de bagas soltas.

Assim como na safra anterior, não foram observadas diferenças significativas quanto às propriedades químicas das bagas entre os tratamentos avaliados ao longo do período de armazenamento refrigerado (Tabela 4.5.6), o que indica que essas propriedades das uvas não foram influenciadas pelos tratamentos testados.

Tabela 4.5.1 - Análise de variância (quadrados médios) para a incidência de mofo cinzento (MC), perda de massa (PM), degrana (DE) e escurecimento da ráquis (ER) de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado.

Fontes de variação	GL	MC (%)	PM (%)	DE (%)	ER ¹
Tratamentos (T)	2	1115,81**	5,94**	4,73**	1,16**
Dias (D)	4	246,55**	104,37**	10,16**	1,25**
T × D	8	66,25**	0,29	0,31**	0,02
Erro A	12	4,69	0,20	0,08	0,26
Erro B	48	0,97	0,16	0,01	0,01
CV1 (%)		34,74	10,92	11,94	40,37
CV2 (%)		15,78	9,90	4,61	9,77

GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação; **: significativo ($p < 0,05$).

¹ Os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

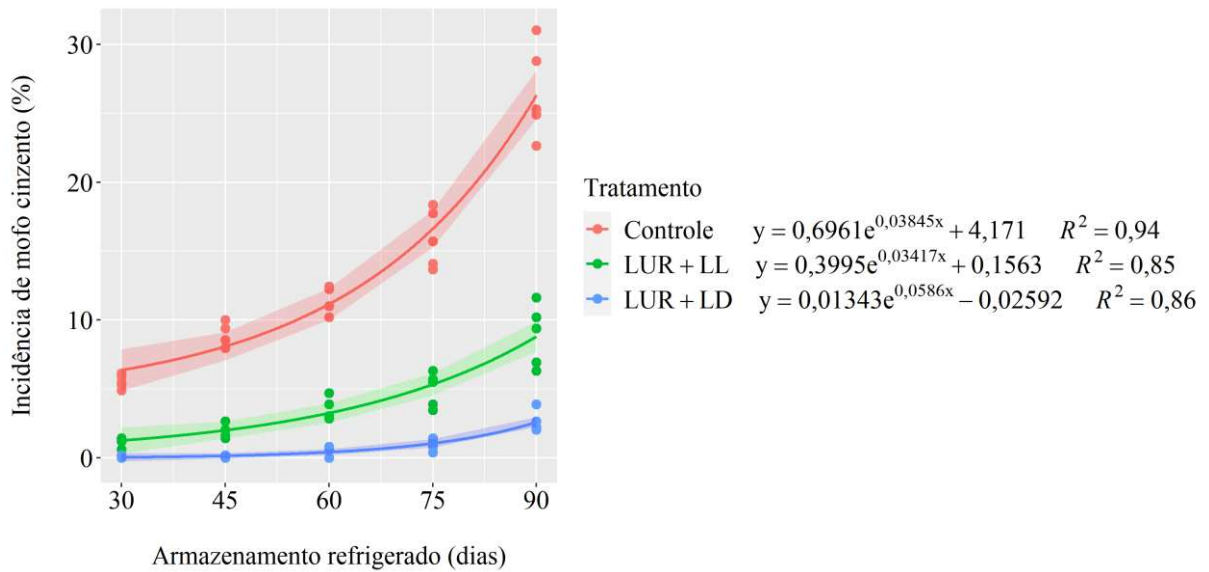


Figura 4.5.1 - Análise de regressão da evolução da incidência de mofo cinzento (% de bagas sintomáticas) de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.

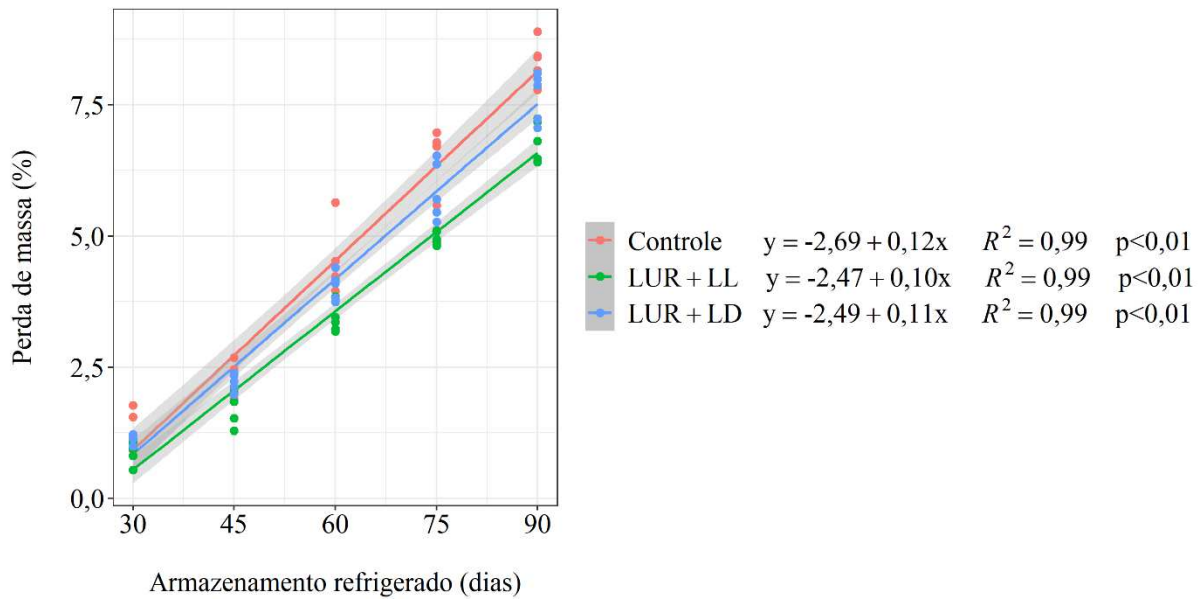


Figura 4.5.2 - Análise de regressão da evolução da perda de massa de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.

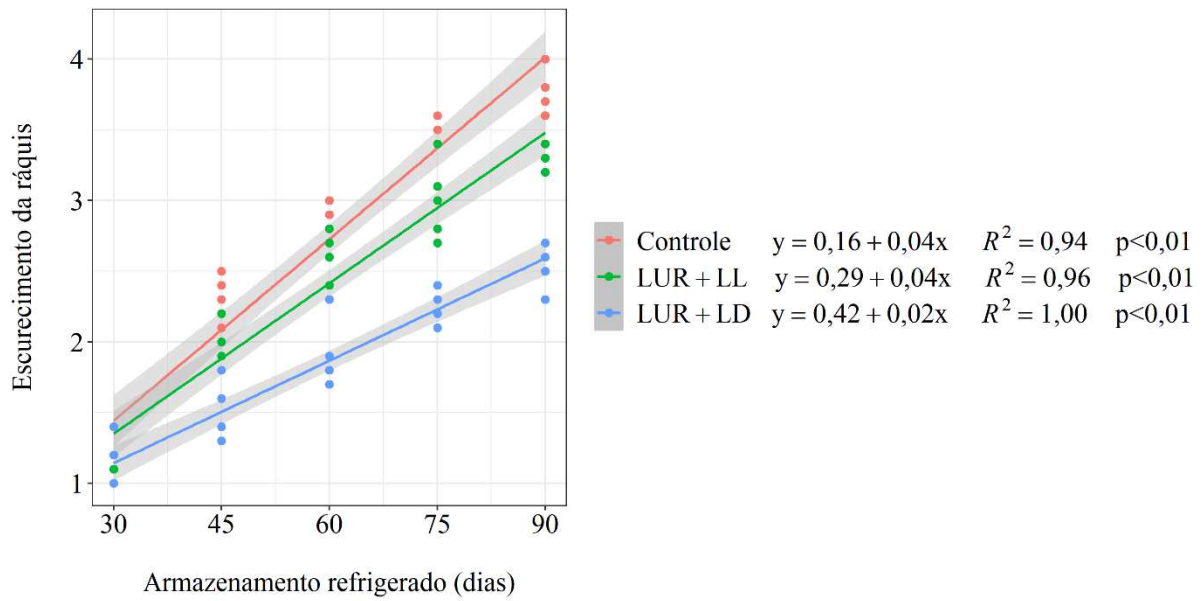


Figura 4.5.3 - Análise de regressão da evolução do escurecimento da ráquis de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.

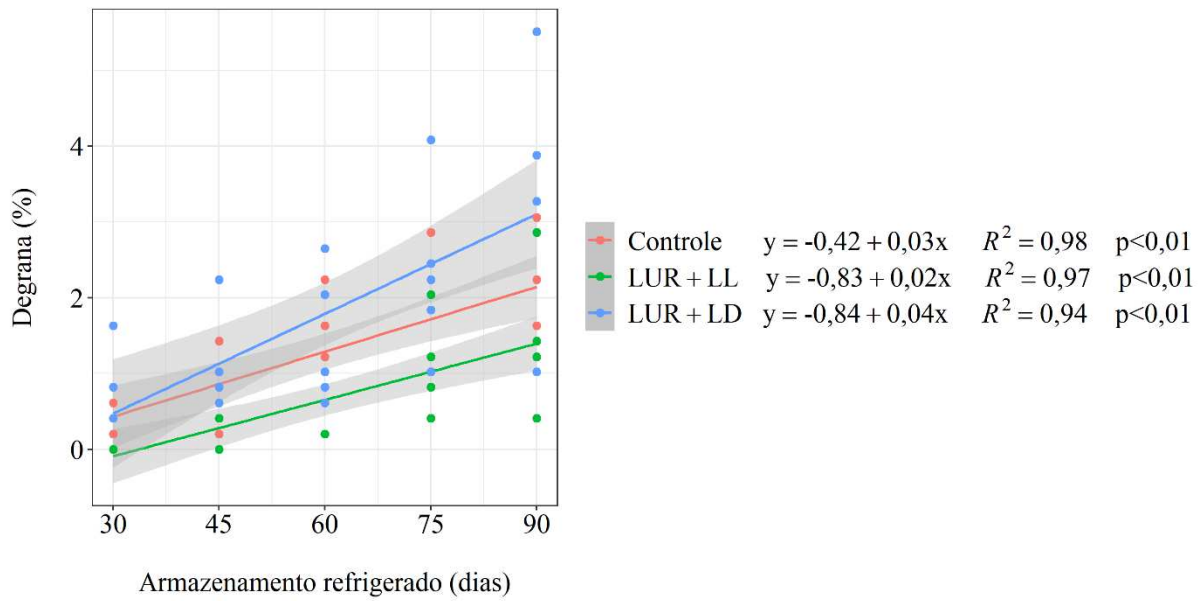


Figura 4.5.4 - Análise de regressão da evolução da degrana de uvas de mesa 'Itália' cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.

Tabela 4.5.2 - Incidência de mofo cinzento, perda de massa, escurecimento da ráquis e degrana de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado.

Tratamentos	Armazenamento refrigerado (dias)				
	30	45	60	75	90
	Incidência de mofo cinzento (%)				
Controle ^a	5,55 a	9,18 a	11,39 a	15,92 a	26,53 a
LUR+LL	1,18 b	1,96 b	3,67 b	4,98 b	8,90 b
LUR+LD	0,04 b	0,08 b	0,57 c	0,98 c	2,61 c
	Perda de massa (%)				
Controle	1,26 a	2,32 a	4,50 a	6,23 a	8,33 a
LUR+LL	0,88 a	1,76 a	3,41 b	4,97 b	6,82 c
LUR+LD	1,14 a	2,21 a	4,04 a	5,86 a	7,65 b
	Escurecimento da ráquis ^b				
Controle	1,16 a	2,30 a	2,90 a	3,52 a	3,76 a
LUR+LL	1,14 a	2,04 b	2,58 b	3,00 b	3,32 b
LUR+LD	1,12 a	1,50 c	1,92 c	2,24 c	2,56 c
	Degrana (%)				
Controle	0,45 a	0,78 a	1,30 a	1,88 a	2,04 ab
LUR+LL	0,00 a	0,20 a	0,53 a	1,14 a	1,39 b
LUR+LD	0,74 a	1,06 a	1,42 a	2,32 a	3,39 a

^a Sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado. ^b Escala de escurecimento da ráquis: (1) fresco e verde; (2) leve escurecimento; (3) escurecimento significativo; e (4) escurecimento severo (NGCOBO et al., 2013).

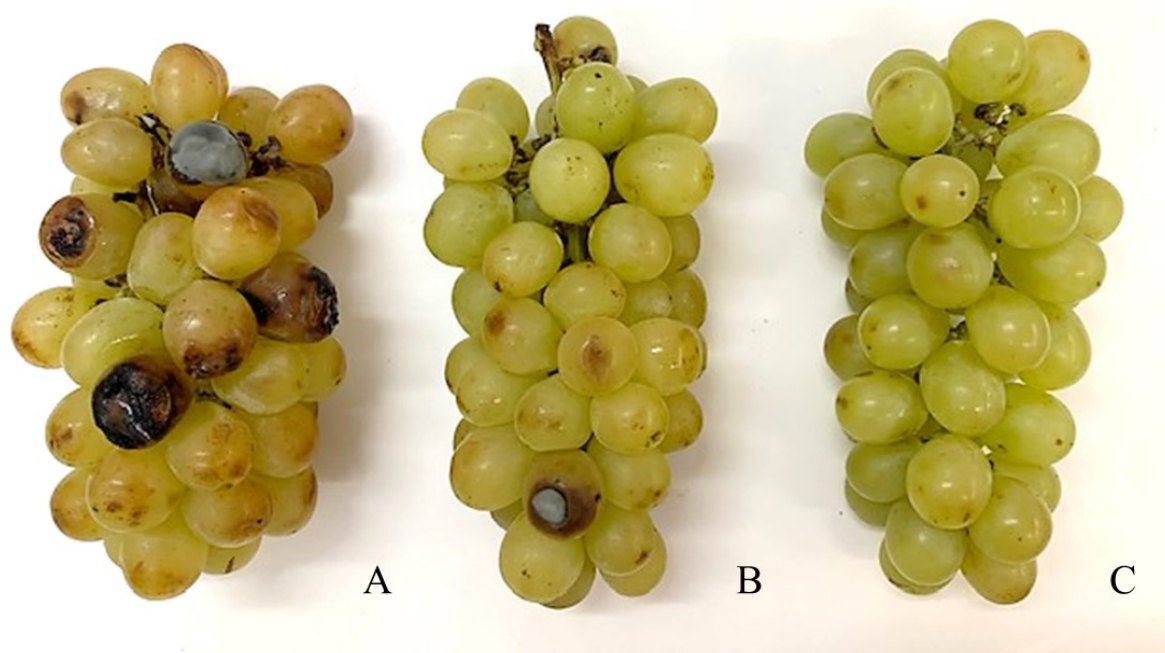


Figura 4.5.5 - Cachos de uvas de mesa 'Itália' aos 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. A: controle; B: folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem associada à folha de liberação lenta durante o armazenamento refrigerado; C: folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem associada à folha de liberação dupla fase durante o armazenamento refrigerado. Fonte: o próprio autor.

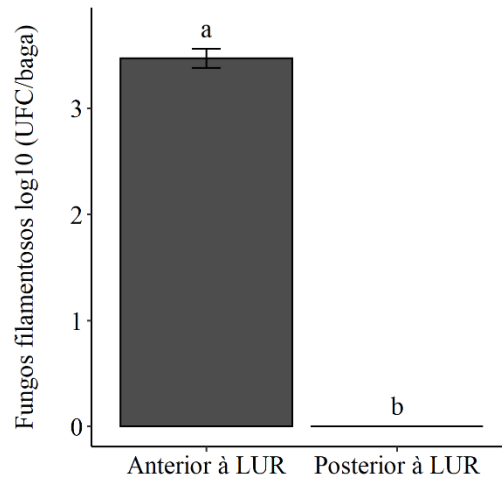


Figura 4.5.6 - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa 'Itália' cultivadas na safra 2020 antes e após terem sido submetidas ao tratamento com a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; UFC: unidade formadora de colônias.

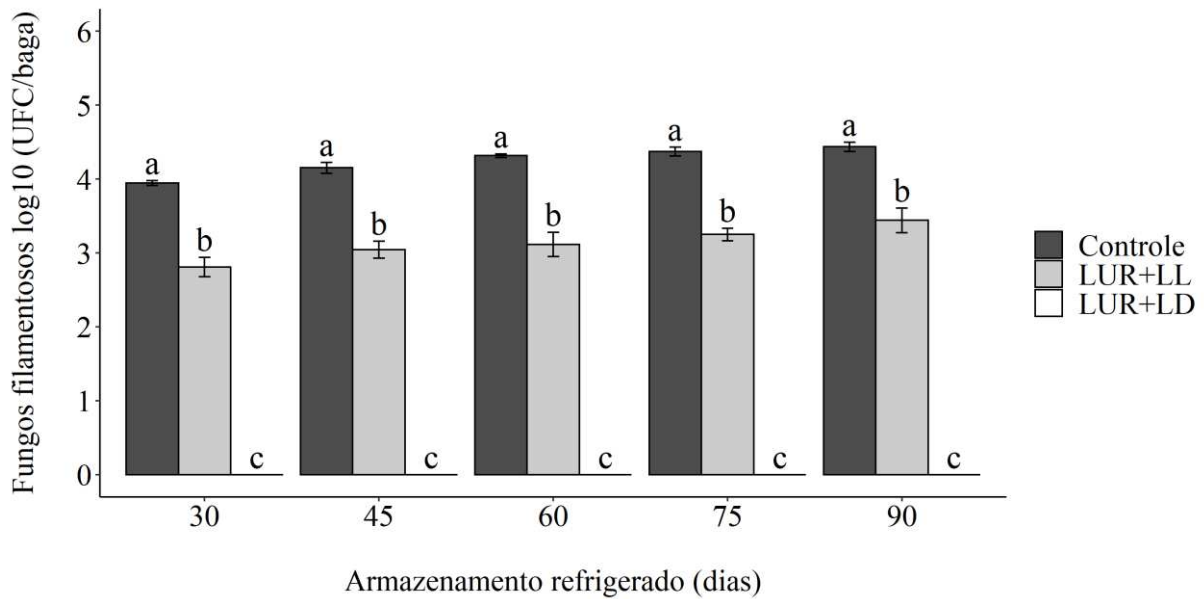


Figura 4.5.7 - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado; UFC: unidade formadora de colônias.

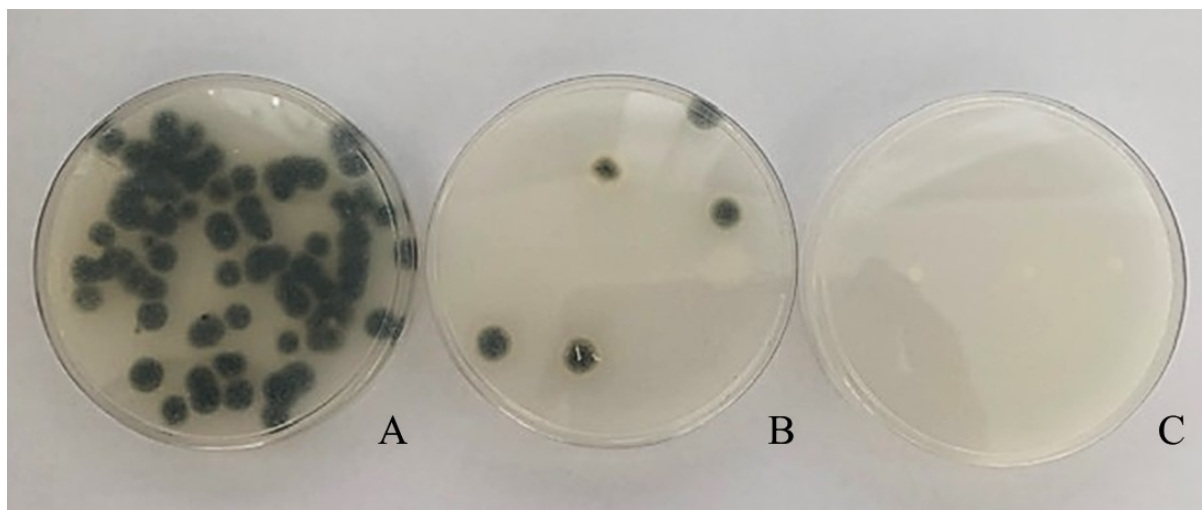


Figura 4.5.8 - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’ aos 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. A: controle; B: folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem associada à folha de liberação lenta durante o armazenamento refrigerado; C: folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem associada à folha de liberação dupla fase durante o armazenamento refrigerado. Fonte: o próprio autor.

Tabela 4.5.3 - Análise de variância (quadrados médios) para sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (SS/AT) e pH do mosto de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2020, no início do armazenamento refrigerado e aos 45 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado.

Fontes de variação	GL	SS	AT	SS/AT	pH
Tratamentos (T)	2	0,0646	$5,0 \cdot 10^{-5}$	0,1805	0,0071
Dias (D)	3	7,68**	0,0463**	24,66**	0,0723**
T × D	4	0,0617	$7,0 \cdot 10^{-4}$	1,75	0,0041
Erro A	12	0,1276	$4,4 \cdot 10^{-4}$	1,32	0,0024
Erro B	24	0,0618	0,0012	3,07	0,0078
CV1 (%)		2,05	3,33	4,17	1,21
CV2 (%)		1,42	5,58	6,34	2,15

GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação; **: significativo ($p < 0,05$).

Tabela 4.5.4 - Análise de variância (quadrados médios) para a incidência de mofo cinzento (MC), perda de massa (PM), degrana (DE) e escurecimento da ráquis (ER) de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado.

Fontes de variação	GL	MC (%)	PM (%)	DE (%) ¹	ER
Tratamentos (T)	2	16,125**	0,188	2,463**	0,581
Dias (D)	4	2,692**	88,211**	0,312**	6,062**
T × D	8	0,276**	0,036	0,016	0,097**
Erro A	12	0,394	0,230	0,470	0,203
Erro B	48	0,022	0,092	0,021	0,021
CV1 (%)		49,40	10,10	109,52	22,1
CV2 (%)		11,57	6,40	22,99	7,19

GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação; **: significativo ($p < 0,05$).

¹ Os dados foram transformados em \sqrt{x} .

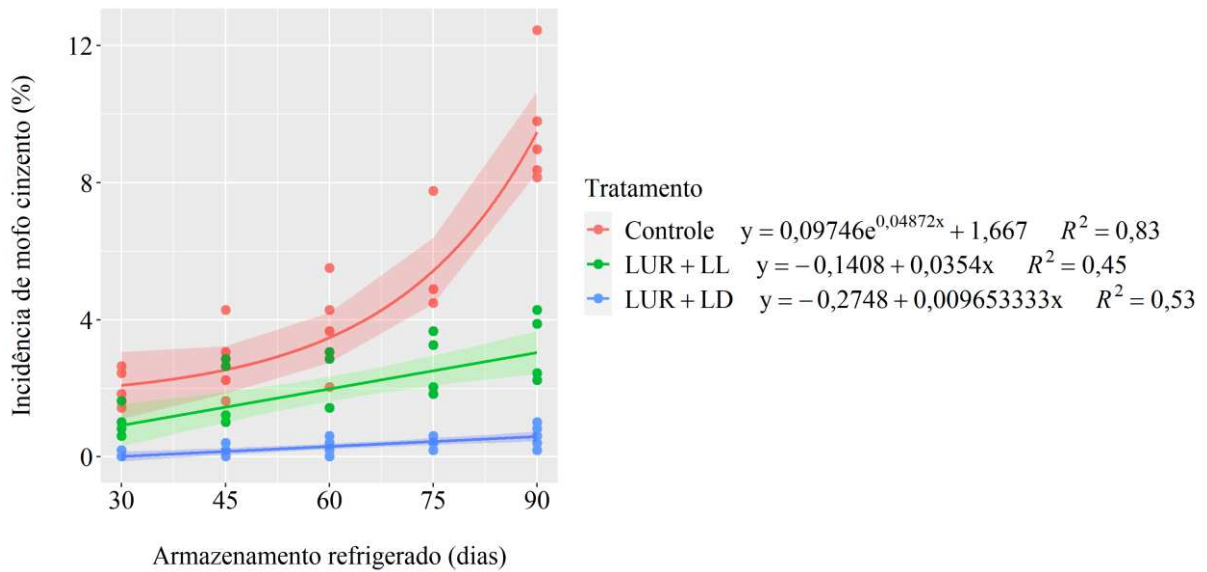


Figura 4.5.9 - Análise de regressão da evolução da incidência de mofo cinzento (% de bagas sintomáticas) de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.

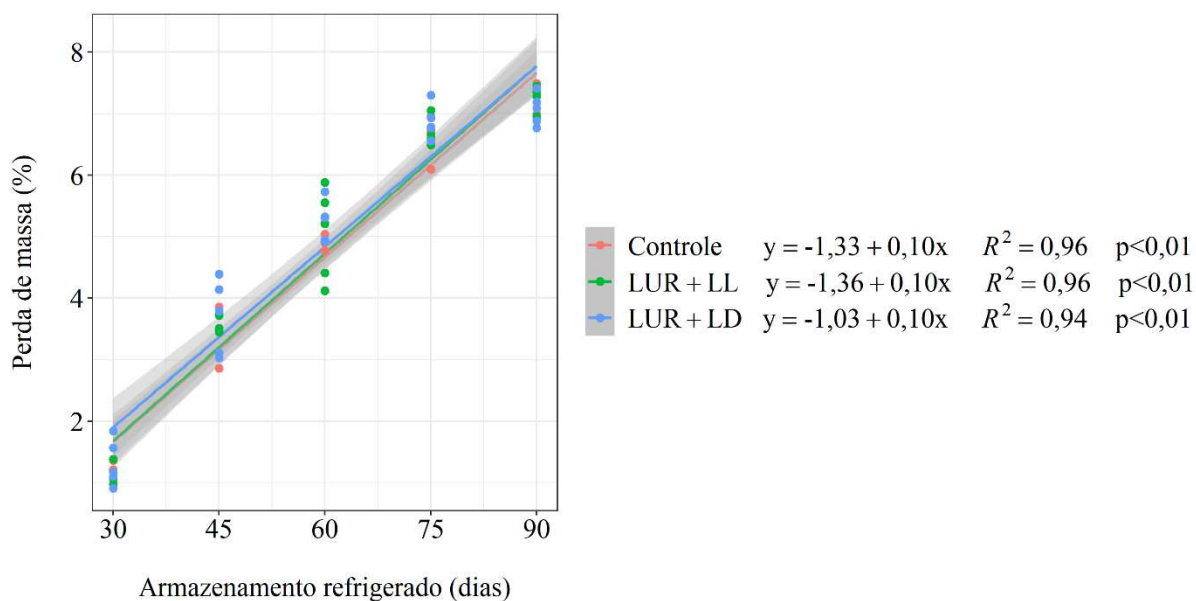


Figura 4.5.10 - Análise de regressão da evolução da perda de massa de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.

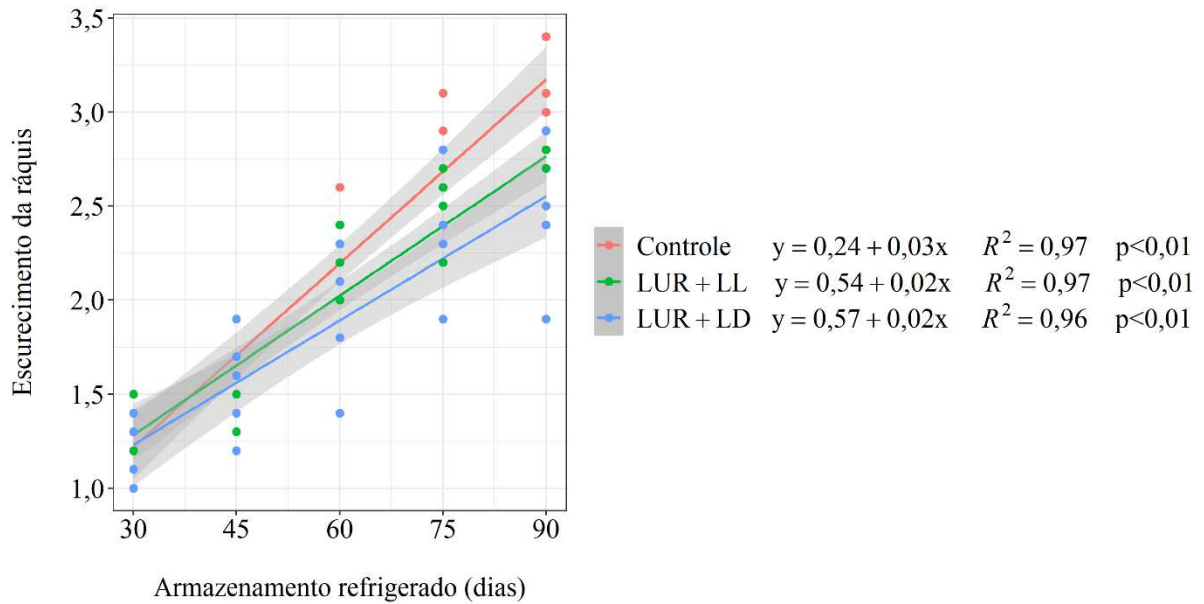


Figura 4.5.11 - Análise de regressão da evolução do escurecimento da ráquis de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.

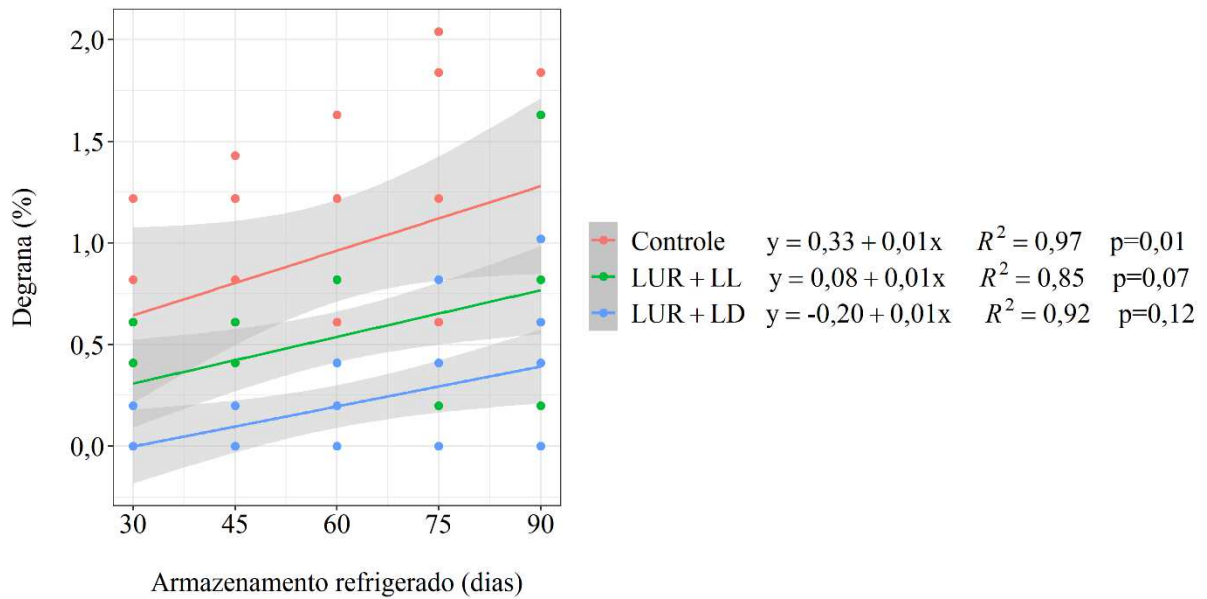


Figura 4.5.12 - Análise de regressão da evolução da degrana de uvas de mesa 'Itália' cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico; LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado.

Tabela 4.5.5 - Incidência de mofo cinzento, perda de massa, escurecimento da ráquis e degrana de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado.

Tratamentos	Armazenamento refrigerado (dias)				
	30	45	60	75	90
	Incidência de mofo cinzento (%)				
Controle ^a	1,80 a	2,82 a	3,71 a	5,14 a	9,55 a
LUR+LL	0,86 a	1,59 a	1,88 b	2,57 b	3,02 b
LUR+LD	0,04 b	0,12 b	0,28 c	0,45 c	0,61 c
	Perda de massa (%)				
Controle	1,21 a	3,43 a	4,98 a	6,61 a	7,11 a
LUR+LL	1,14 a	3,58 a	5,03 a	6,71 a	7,19 a
LUR+LD	1,32 a	3,69 a	5,25 a	6,87 a	7,07 a
	Escurecimento da ráquis ^b				
Controle	1,20 a	1,58 a	2,36 a	2,82 a	3,02 a
LUR+LL	1,30 a	1,54 a	2,12 a	2,48 ab	2,68 ab
LUR+LD	1,16 a	1,56 a	1,98 a	2,34 b	2,42 b
	Degrana (%)				
Controle	0,61 a	0,82 a	0,98 a	1,18 a	1,22 a
LUR+LL	0,32 ab	0,45 ab	0,53 ab	0,53 ab	0,86 ab
LUR+LD	0,04 b	0,08 b	0,12 b	0,33 b	0,41 b

^a Sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado. ^b Escala de escurecimento da ráquis: (1) fresco e verde; (2) leve escurecimento; (3) escurecimento significativo; e (4) escurecimento severo (NGCOBO et al., 2013).

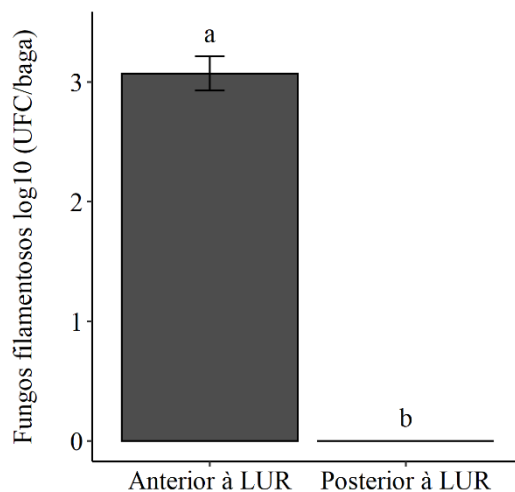


Figura 4.5.13 - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 antes e após terem sido submetidas à folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem; UFC: unidade formadora de colônias.

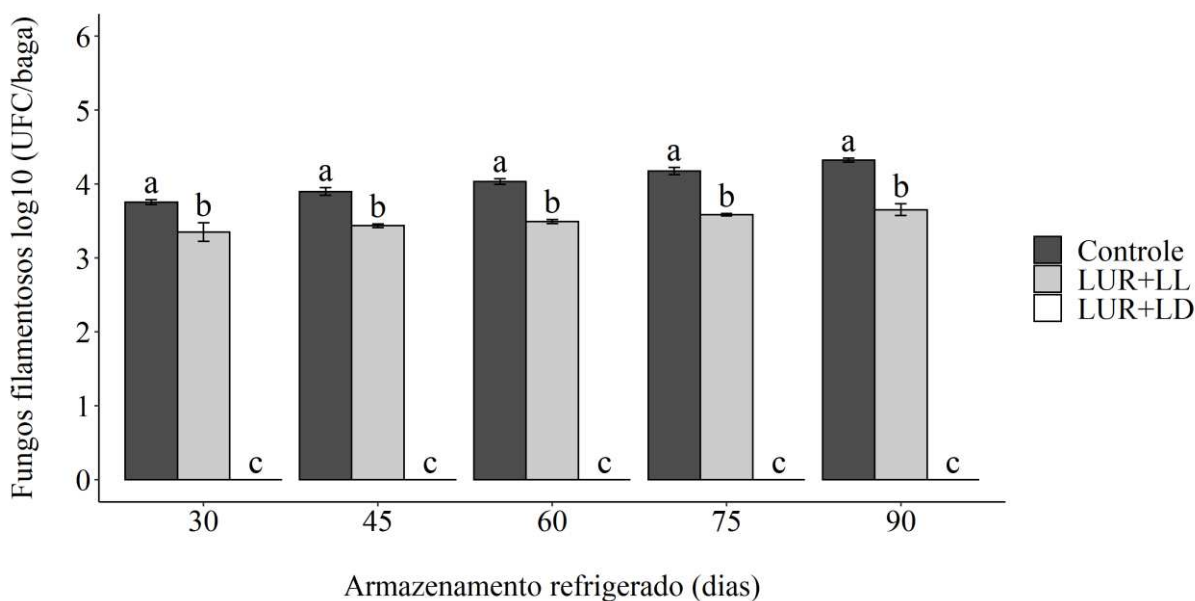


Figura 4.5.14 - População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’ cultivadas na safra 2021 aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado. Controle: sem folhas geradoras de SO_2 , somente filme plástico. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). LUR: folha de liberação ultra-rápida de SO_2 na pré-embalagem; LL e LD: folha de liberação lenta e dupla fase de SO_2 , respectivamente, durante o armazenamento refrigerado; UFC: unidade formadora de colônias.

Tabela 4.5.6 - Análise de variância (quadrados médios) para sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (SS/AT) e pH do mosto de uvas de mesa 'Itália' cultivadas na safra 2021, no início do armazenamento refrigerado e aos 45 e 90 dias de armazenamento refrigerado a $1,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, embaladas individualmente em cumbucas plásticas perfuradas com folhas geradoras de SO_2 na pré-embalagem e durante o armazenamento refrigerado.

Fontes de variação	GL	SS	AT	SS/AT	pH
Tratamentos (T)	2	0,956	0,005	14,615	0,004
Dias (D)	3	12,774**	0,048**	131,088**	0,036**
T × D	4	0,319	0,005	8,848	0,003
Erro A	12	0,494	0,003	6,060	0,007
Erro B	24	0,522	0,006	8,169	0,009
CV1 (%)		4,55	8,08	11,30	2,15
CV2 (%)		4,67	0,69	13,12	2,40

GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação; **: significativo ($p < 0,05$).

4.6 DISCUSSÃO

Nas duas safras avaliadas, a utilização da folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem (LUR) associada às folhas geradoras de SO₂ (LL ou LD) em câmara refrigerada, se mostrou eficiente no controle do mofo cinzento quando os cachos de uva ‘Itália’ foram armazenados por períodos prolongados até 90 dias. Foi demonstrado que a exposição dos cachos logo após a colheita à concentração de 1,4 g de i.a. emitida pela folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem por cerca de 5 h, foi capaz de erradicar com alta eficácia os esporos de *B. cinerea* na superfície das bagas, sanitizando os cachos antes deles serem embalados no *packing-house* (Figura 4.6.1) (DANTAS et al., 2022; AGUIAR et al., 2023).

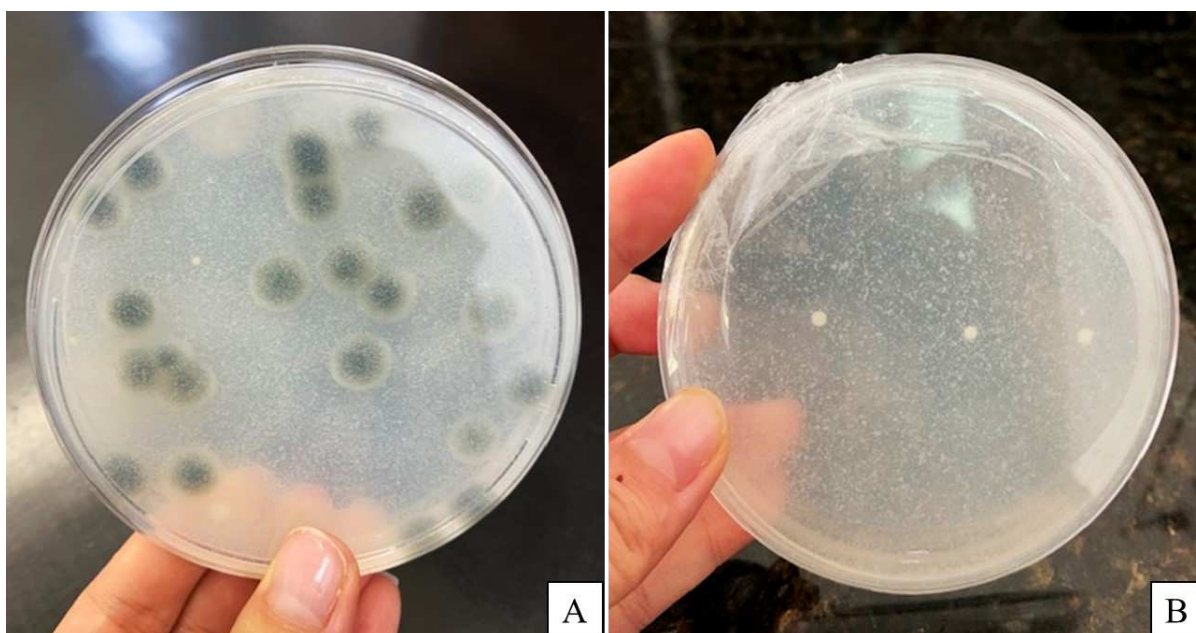


Figura 4.6.1. População de fungos filamentosos na superfície das bagas de uvas de mesa ‘Itália’, antes (A) e após (B) o tratamento com a folha de liberação ultra-rápida de SO₂ na pré-embalagem na safra 2021. Fonte: o próprio autor.

A ação erradicante proporcionada pela folha LUR na pré-embalagem, associada a emissão de uma concentração baixa (4 g de i.a.) e contínua de gás pela folha LL durante o período de armazenamento refrigerado possibilitou a manutenção da baixa incidência de mofo cinzento. Entretanto, foi possível observar que a associação LUR+LD resultou na menor incidência da doença nos cachos nas duas safras avaliadas. Possivelmente, a maior quantidade de gás liberada (1 g de i.a.) nas primeiras 48 h de armazenamento refrigerado após o contato da folha com a umidade, pode ter auxiliado na erradicação dos esporos que porventura

não tinham sido anteriormente com o uso da folha LUR. Além disso, a combinação desta fase rápida com a concentração de 4 g de i.a. liberada de forma lenta e contínua da folha LD permitiu o melhor desempenho no controle do mofo cinzento, assim como observado por outros autores (FERNÁNDEZ-TRUJILLO et al., 2008; CHAMPA, 2015; HENRÍQUEZ; PINOCHET, 2016).

O desempenho da folha LUR na pré-embalagem, bem como o da folha LD utilizadas de forma isolada e em associação, foi avaliado por Dantas et al. (2022) para o controle do mofo cinzento em uvas de mesa ‘BRS Núbria’ até aos 45 dias de armazenamento refrigerado, não sendo constatadas diferenças entre esses tratamentos nesse período. No entanto, constatou-se ausência total de sintomas de mofo cinzento quando estas duas folhas foram utilizadas em combinação. Foi também constatado por Aguiar et al. (2023) menor incidência de mofo cinzento em uvas de mesa ‘Benitaka’ submetidas à folha LUR na pré-embalagem associada a um filme permeável à base de amido, estendendo a vida útil das uvas por até 45 dias em armazenamento refrigerado.

Neste trabalho, o tratamento com a folha LUR na pré-embalagem associada à folha LD em câmara refrigerada não foi capaz de impedir por completo o surgimento de sintomas da doença, ainda que em baixa incidência. Isso pode ser explicado pelo possível comportamento endofítico do fungo, o qual pode sobreviver de forma latente no hospedeiro (SHAW et al., 2016), e também pelo efeito residual do SO₂ nas bagas não ter sido suficiente para suprimir o seu desenvolvimento (COLOMBO et al., 2018). A concentração do i.a. deve garantir o fornecimento regular de SO₂ até o final do período de armazenamento, pois como não há a penetração do mesmo no epicarpo, é necessário que as uvas sejam continuamente expostas ao gás para que a doença seja controlada através da eliminação periódica do crescimento do micélio do fungo (SMILANICK et al., 1990; CHERVIN, AKED; CRISOSTO, 2012). Porém, a maior concentração de i.a. nas folhas LUR e LD neste tratamento (1,4 g + 5 g de i.a., respectivamente) se mostrou adequada, uma vez que proporcionou controle satisfatório do mofo cinzento aos 90 dias de armazenamento refrigerado, com incidência da doença praticamente nula, não tendo sido detectados danos nos cachos por excesso de exposição ao SO₂, como branqueamento e rachamento das bagas, escurecimento precoce da ráquis e sabor desagradável (NGCOBO et al., 2013; AHMED et al., 2018).

Pelos resultados observados, acredita-se que o gás SO₂ permaneceu circulando nas embalagens ao longo de todo o período de armazenamento, e as cumbucas plásticas perfuradas podem ter contribuído para mantê-lo em contato com os frutos por mais

tempo, prolongando a sua eficácia. Essa embalagem, apesar de ser considerada uma barreira física para a circulação uniforme do SO₂, permitiu a manutenção de um ambiente adequado para a ação e retenção do gás liberado em torno dos cachos (AHMED et al., 2018; DOMINGUES et al., 2018; CHAVES et al., 2019; MÜHLBEIER et al., 2021). O filme plástico perfurado também favoreceu o uso das folhas geradoras de SO₂ durante o armazenamento refrigerado, pois permitiu a contenção do gás nas caixas de papel corrugado e possibilitou a sua circulação no interior da embalagem, além de reduzir a perda de massa dos frutos (ZUTAHY et al., 2008; LEESCH et al., 2014), uma vez que os componentes da embalagem interferem na transmissão do vapor d'água, e quanto menor a taxa de transmissão, maior a umidade relativa no interior da embalagem, reduzindo assim a transpiração e, conseqüentemente a desidratação dos frutos (ZAGORY; KADER, 1988; CIA et al., 2010). Portanto, a utilização de filme plástico perfurado, combinado ou não à folha geradora de SO₂, é necessária para reduzir a perda de água durante o manuseio pós-colheita de uvas de mesa (CRISOSTO et al., 1994). Porém, vale ressaltar que a menor incidência de mofo cinzento proporcionada pela folha geradora de SO₂ em câmara refrigerada, também pode contribuir para minimizar a perda de massa dos cachos, uma vez que o processo de parasitismo desencadeada por *B. cinerea* supostamente pode resultar no aumento da taxa respiratória dos cachos (DANTAS et al., 2022).

De forma geral, a perda de massa observada ao longo do período de armazenamento refrigerado foi gradual, mantendo-se baixa no início do armazenamento e evoluindo ao longo dos períodos de avaliação. Esse aumento progressivo pode ser explicado pelo fato que, embora tenha havido o controle da temperatura e da umidade relativa associado ao uso de embalagens adequadas durante o armazenamento refrigerado, mesmo assim os cachos continuam perdendo água, principalmente devido ao processo respiratório dos frutos (KLUGE; NACHTIGAL; BILHALVA, 2002). As maiores perdas de massa foram verificadas aos 90 dias de armazenamento, sendo a maior perda obtida no tratamento controle (8,33%) na safra 2020, e média de 7,12% na safra 2021, não havendo diferenças entre os tratamentos. No entanto, visualmente os cachos da uva 'Itália' não aparentavam sintomas de murchamento, possivelmente pelo fato de possuir bagas grandes e firmes, podendo chegar a 15 g (KISHINO et al., 2019), conferindo uma aparência túrgida às bagas.

Esse resultado pode ser confirmado pelo fato que, quando a perda de massa é severa, acarreta na desidratação da ráquis, levando ao seu escurecimento, seguido pela degrana. Porém, as médias obtidas para essas variáveis aos 90 dias de armazenamento refrigerado podem ser consideradas aceitáveis, principalmente quando a folha LUR na pré-embalagem foi combinada à folha LD em câmara refrigerada, resultando em baixa porcentagem de degrana e

ráquis com leve escurecimento, sem resultar em prejuízo na aparência dos cachos.

O gás SO₂, além de inibir o desenvolvimento de microrganismos, tem ação antioxidante, influenciando nos processos fisiológicos das uvas de mesa, por exemplo, mantendo a ráquis verde e fresca, e as bagas turgidas por mais tempo (NELSON, 1983; MANSOUR et al., 1984), o que ocorre devido à ação inibitória do SO₂ no mecanismo catalítico de algumas enzimas que favorecem o processo respiratório (GORGATTI et al., 1993). No entanto, o excesso de SO₂ pode causar danos à estrutura da parede celular de uvas de mesa, acarretando na abscisão prematura das bagas durante o armazenamento (ZOFFOLI et al., 2008), o que não foi o caso deste trabalho, pois de maneira geral, como a porcentagem de degrana foi baixa, é possível deduzir que a queda das bagas ocorreu de maneira natural, uma vez que a abscisão é um fenômeno fisiológico comum na prática pós-colheita (WU et al., 2021). Outro fator que pode ter contribuído para esse resultado é o fato da uva de mesa 'Itália' ter sementes e bagas firmemente presas aos pedicelos, conferindo assim maior resistência à degrana (KISHINO et al., 2019).

Também deve-se levar em conta que os cachos da uva 'Itália' são levemente compactos (KISHINO et al., 2019), e dessa forma, protegem as bagas e as ráquises, tornando-as resistentes à degrana e ao escurecimento (GOMES et al., 2013). Dessa forma, acredita-se que essa característica morfológica pode ter contribuído para estender o período de conservação refrigerada dos frutos, permitindo que os mesmos fossem armazenados por 90 dias, sem perdas significativas. Porém, vale ressaltar que os cachos que apresentam essa característica mais compactada podem acabar dificultando a pulverização uniforme de fungicidas caso um raleio apropriado não tenha sido realizado, favorecendo dessa forma o crescimento de fungos ou a germinação de esporos latentes no interior dos cachos (COLOMBO et al., 2020), por isso torna-se tão necessária a utilização de folhas geradoras de SO₂ no manejo pré e pós-colheita de uvas de mesa.

A utilização de folhas geradoras de SO₂ durante o armazenamento refrigerado é um dos principais métodos para o controle de mofo cinzento em uvas de mesa, com destaque para a folha LD (LICHTER et al., 2008; PALOU et al., 2010; CHAMPA, 2015), havendo vários relatos na literatura sobre sua eficácia em uvas finas de mesa do grupo 'Itália' cultivadas em sistema de dupla safra anual, com períodos de armazenamento variando de 45 a 50 dias em câmara refrigerada (YOUSSEF et al., 2015; DOMINGUES et al., 2018; AHMED et al., 2018; 2019; CHAVES et al., 2019; COLOMBO et al., 2020; YOUSSEF et al., 2020; MÜHLBEIER et al., 2021). No entanto, quando se considera longos períodos de armazenamento, como os avaliados neste trabalho, a associação da folha LUR na pré-embalagem foi capaz de estender a

vida útil dos frutos por até 90 dias, garantindo o controle do mofo cinzento e permitindo a manutenção das principais propriedades físico-químicas da uva de mesa 'Itália'.

Demonstrou-se neste trabalho que a combinação das folhas LUR na pré-embalagem e LD durante o armazenamento refrigerado é uma estratégia eficaz para a conservação prolongada da uva de mesa 'Itália', uma vez que os cachos, ao chegarem pré-sanitizados antes mesmo de serem embalados no *packing-house*, permanecerão livres de sintomas de mofo cinzento por um longo período durante o armazenamento refrigerado. Essa é uma característica importante, principalmente para as uvas destinadas à exportação, levando-se em consideração que há um tempo mínimo para que os cachos, após serem colhidos, sejam devidamente embalados e transportados em contêineres refrigerados do Brasil aos principais destinos, como os países europeus e asiáticos. Essa logística pode levar diversas semanas considerando-se todas as etapas a partir da colheita das uvas, como pré-resfriamento, embalagem, armazenamento refrigerado, transporte rodoviário e marítimo, fiscalização de atendimento às conformidades e desembaraço alfandegário no país de origem, transporte até os distribuidores e finalmente chegada às gôndolas dos supermercados. Dessa forma, quanto maior o tempo de conservação das uvas, mais favorável é para que essas cheguem aos consumidores com as suas características físico-químicas e sanitárias preservadas. Além disso, o mercado interno de uvas de mesa poderá se beneficiar dessa tecnologia, uma vez que diversas redes de supermercados no país estão exigindo que as uvas sejam embaladas de forma similar às que são exportadas, visando a sua manutenção e conservação em câmaras refrigeradas nos centros de distribuição e posteriormente nas unidades. Isso permite que as uvas sejam ofertadas sempre frescas nas gôndolas, normalmente em cumbucas plásticas, sendo repostas constantemente à medida que são vendidas. Por fim, o armazenamento prolongado das uvas de mesa empregando-se a combinação das folhas LUR na pré-embalagem e LD durante o armazenamento refrigerado pode ser também uma estratégia para que os viticultores possam comercializar sua produção em períodos de menor oferta de uvas no mercado, fugindo dos picos de produção, ampliando o período de oferta e obtendo assim preços mais vantajosos.

4.7 CONCLUSÃO

A utilização da folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem, associada às folhas geradoras de SO₂ na câmara refrigerada são eficientes no controle do mofo cinzento em uva 'Itália', com destaque para a folha de liberação dupla fase, que confere a menor incidência da doença até os 90 dias de armazenamento refrigerado, enquanto a folha de

liberação lenta resulta em eficácia intermediária. Os tratamentos contendo a combinação das folhas geradoras de SO₂ prolongam o tempo de conservação das uvas, proporcionando baixa degrana e perda de massa, e com bom frescor da ráquis, sem acarretar em prejuízos na aparência dos cachos, bem como às propriedades químicas das bagas.

4.8 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. C.de.; HIGUCHI, M. T.; RIBEIRO, L. T. M.; LELES, N. R.; BOSSO, B. E. C.; SHIMIZU, G. D.; SILVA, M. J. R.da.; MARQUES, V. V.; YAMASHITA, F.; YOUSSEF, K.; ROBERTO, S. F. Bio-based and SO₂-generating plastic liners to extend the shelf life of ‘Benitaka’ table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 197, p. 112217, 2023.
- AHMED, S.; ROBERTO, S. R.; DOMINGUES, A. R.; SHAHAB, M.; CHAVES, O. J. JR.; SUMIDA, C. H.; SOUZA, R. T. de. Effects of different sulfur dioxide pads on *Botrytis* mold in ‘Italia’ table grapes under cold storage. **Horticulturae**, v. 4, n. 4, p. 29-41, 2018.
- AHMED, S.; ROBERTO, S. R.; YOUSSEF, K.; COLOMBO, R. C.; SHAHAB, M.; CHAVES, O. J. JR.; SUMIDA, C. H.; SOUZA, R. T. de. Postharvest preservation of the new hybrid seedless grape, ‘BRS Isis’, grown under the double-cropping a year system in a subtropical area. **Agronomy**, v. 9, n. 10, p. 603, 2019.
- CHAMPA, H. Pre and postharvest practices for quality improvement of table grapes (*Vitis vinifera* L.). **Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka**, v. 43, n. 1, p. 3-9, 2015.
- CHAVES, O. J. JR.; YOUSSEF, K.; KOYAMA, R.; AHMED, S.; DOMINGUES, A. R.; MÜHLBEIER, D. T.; ROBERTO, S. R. Control of gray mold on clamshell-packaged ‘Benitaka’ table grapes using sulphur dioxide pads and perforated liners. **Pathogens**, v. 8, n. 4, p. 271, 2019.
- CHERVIN, C.; WESTERCAMP, P.; MONTEILS, G. Ethanol vapours limit *Botrytis* development over the postharvest life of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 36, n. 3, p. 319-322, 2005.
- CHERVIN, C.; AKED, A.; CRISOSTO, C. H. Orchard, Crop post-harvest: science and technology. In: RESS, D.; FARRELL, G.; ORCHARD, J. **Grapes**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd., 2012. 187-211 p.
- CIA, P.; BENATO, E. A.; VALENTINI, S. R. T.de.; SANCHES, J.; PONZO, F. S.; FLÓRES, D.; TERRA, M. M. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de uva ‘Niágara Rosada’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 10, p. 1058-1065, 2010.
- COLOMBO, R. C.; CARVALHO, D. U.; CRUZ, M. A. da; SUMIDA, C. H.; AHMED, S.; BASSOLI, P. A.; SOUZA, R. T. de; ROBERTO, S. R. Cold storage and biocontrol agents to extend the storage period of ‘BRS Isis’ seedless table grapes. **Horticulturae**, v. 4, n. 3, p. 18, 2018.

COLOMBO, R. C.; CARVALHO, D. U. de; CRUZ, M. A. da; SUMIDA, C. H.; AHMED, S.; SHAHAB, M.; ROBERTO, S. R. Control of postharvest gray mold of 'BRS Nubia' table grape under cold storage. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 6, p. 3457-3464, 2020.

CRISOSTO, C. H.; SMILANICK, J. L.; DOKOOZLIAN, N. K.; LUVISI, D. A. Maintaining table grape post-harvest quality for long distant markets. In: PROCEEDING OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TABLE GRAPE PRODUCTION, 1994, Anaheim, California, USA.

DANTAS, B. C.; HIGUCHI, M. T.; AGUIAR, A. C. de.; BOSSO, B. E.; ROBERTO, S. R. Postharvest conservation of 'BRS Nubia' hybrid table grape subjected to field ultra-fast SO₂-generating pads before packaging. **Horticulturae**, v. 8, n. 4, p. 285, 2022.

DOMINGUES, A. R.; ROBERTO, S. R.; AHMED, S.; SHAHAB, M.; CHAVES, O. J. JR.; SUMIDA, C. H.; SOUZA, R. T de. Postharvest techniques to prevent the incidence of *Botrytis* mold of 'BRS Vitoria' seedless grape under cold storage. **Horticulturae**, v. 4, n. 3, p. 17, 2018.

ELAD, Y.; VIVIER, M.; FILLINGER, S. *Botrytis*: the good, the bad and the ugly. In: FILLINGER, S.; ELAD, Y.; VIVIER, M. **Botrytis - the fungus, the pathogen and its management in agricultural systems**. Heidelberg, Germany: Springer, 2015. p. 1-15.

FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J. P.; OBANDO-ULLOA, J. M.; BARÓ, R.; MARTÍNEZ, J. A. Quality of two table grape guard cultivars treated with single or dual-phase release SO₂ generators. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 82, n. 1, p. 1-8, 2008.

GABLER, F. M.; MERCIER, J.; JIMENEZ, J. I.; SMILANICK, J. L. Integration of continuous biofumigation with *Muscodor albus* with pre-cooling fumigation with ozone or sulfur dioxide to control postharvest gray mold of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 55, n. 2, p. 78-84, 2010.

GOMES, D.; FERRAZ, A. C. O.; CIPOLLI, K. M. V. A. B. Avaliação da degrana e rompimento de bagas da uva Niagara Rosada observada pelos consumidores. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v. 5, n. 5, p. 26-33, 2013.

GORGATTI, A.; NETTO, GAYET, J.; BLEINHOT, E.; MATALLO, M.; GARCIA, H.; GARCIA, A.; BORDIN, M. **Uva para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA-SPI FRUPEX, 1993.

HENRÍQUEZ, J. L.; PINOCHET, S. Impact of ventilation area of the liner bag, in the performance of SO₂ generator pads in boxed table grapes. **Acta Horticulturae**, v. 1144, p. 267-272. 2016.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Sistema de Informações Hidrológicas**. 2017. Disponível em: <<http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sihweb/gerarRelatorioTotaisMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfaceInicial>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

- KARACA, H.; SMILANICK, J. L. The influence of plastic composition and ventilation area on ozone diffusion through some food packaging materials. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, n. 1, p. 85-88, 2011.
- KISHINO, A. Y.; MARUR, C. J.; ROBERTO, S. R. Características da Planta. Variedades-copa e Porta-enxertos. In: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C. de; ROBERTO, S. R. **Viticultura Tropical: o sistema de produção de uvas de mesa do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2019. p. 201-249.
- KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; BILHALVA, A. B. Fatores que afetam a qualidade e a deterioração das frutas em pós-colheita. In: **Fisiologia e Manejo Pós-Colheita de Frutas de Clima Temperado**, 2nd ed.; Editora Rural: São Paulo, Brasil, 2002. 21-26 p.
- LEESCH, J. G.; SMILANICK, J. L.; MUHAREB, J. S.; TEBBETS, J. S.; HURLEY, J. M.; JONES, T. M. Effects of box liner perforation area on methyl bromide diffusion into table grape packages during fumigation. **Crop Protection**, v. 63, n. 3, p. 36-40, 2014.
- LIGUORI, G.; SORTINO, G.; de PASQUALE, C.; INGLESE, P. Effects of modified atmosphere packaging on quality parameters of minimally processed table grapes during cold storage. **Advances in Horticultural Science**, v. 29, n. 3, p. 152-154, 2015.
- LICHTER, A.; ZUTAHY, Y.; KAPLUNOV, T.; LURIE, S. Evaluation of table grapes storage in boxes with sulfur dioxide-releasing pads with either an internal plastic liner or external wrap. **HortTechnology**, v. 18, n. 2, p. 206-214, 2008.
- MANSOUR, K. M.; EL-TOBSHY, Z. M.; NELSON, K. E.; FAHMY, B. A. Effect of in-package SO₂-generator on postharvest decay and quality of Banati grapes. **Egyptian Journal of Horticulture**, v. 11, n. 1, p. 11-18, 1984.
- MATTIUZ, B. H.; MIGUEL, A. C. A.; GALATI, V. C.; NACHTIGAL, J. C. Efeito da temperatura no armazenamento de uvas apirênicas minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 44-52, 2009.
- MELGAREJO-FLORES, B. G.; ORTEGA-RAMÍREZ, L. A.; SILVA-ESPINOZA, B. A.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; MIRANDA, M. R. A.; AYALA-ZAVALA, J. F. Antifungal protection and antioxidant enhancement of table grapes treated with emulsions, vapors, and coatings of cinnamon leaf oil. **Postharvest Biology and Technology**, v. 86, n. 1, p. 321-328, 2013.
- MÜHLBEIER, D. T.; RIBEIRO, L. T. M.; HIGUCHI, M. T.; KHAMIS, Y.; CHAVES, O. J. JR.; KOYAMA, R.; ROBERTO, S. R. SO₂-generating pads reduce gray mold in clamshell-packaged 'Rubi' table grapes grown under a two-cropping per year system. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1069-1086, 2021.
- NACHTIGAL, J. C.; CAMARGO, U. A. **Sistema de produção de uva de mesa no Norte de Minas Gerais**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2005.
- NELSON, K. E. Effects of in-package sulfur dioxide generators, package liners, and temperature on decay and desiccation of table grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 34, n. 1, p. 10-16, 1983.

- NGCOBO, M. E. K.; DELELE, M. A.; OPARA, U. L.; MEYER, C. J. Performance of multi-packing for table grapes based on airflow, cooling rates and fruit quality. **Journal of Food Engineering**, v. 116, n. 2, p. 613-621, 2013.
- PALOU, L.; SERRANO, M.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; VALERO, D. New approaches for postharvest quality retention of table grapes. **Fresh Produce**, v. 4, n. 1, p. 103-110, 2010.
- R Core Team. **R: a language and environment for statistical computing**. Austria: R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2021. Disponível em: <https://www.Rproject.org/>.
- ROMANAZZI, G.; LICHTER, A.; GABLER, F. M.; SMILANICK, J. L. Recent advances on the use of natural and safe alternatives to conventional methods to control postharvest gray mold of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 63, n. 1, p. 141-147, 2012.
- SHAW, M. W.; EMMANUEL, C. J.; EMILDA, D.; TERHEM, R. B.; SHAFIA, A.; TSAMAIDI, D.; EMBLOW, M.; VAN KAN, J. A. L. Analysis of cryptic, systemic *Botrytis* infections in symptomless hosts, **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 625, 2016.
- SILVA-SANZANA, C.; BALIC, I.; SEPÚLVEDA, P.; OLMEDO, P.; LEÓN, G.; DEFILIPPI, B. G.; CAMPOS-VARGAS, R. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) on rachis quality of 'Red Globe' table grape variety. **Postharvest Biology and Technology**, v. 119, p. 33-40, 2016.
- SMILANICK, J. L.; HARVEY, J. M.; HARTSELL, P. L.; HENSEN, D. J.; HARRIS, C. M.; FOUSE, D. C.; ASSEMI, M. Factors influencing sulfite residues in table grapes after sulfur dioxide fumigation. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 41, n. 2, p. 131-136, 1990.
- TELES, C. S.; BENEDETTI, B. C.; GUBLER, W. D.; CRISOSTO, C. H. Pre-storage application of high carbon dioxide combined with controlled atmosphere storage as a dual approach to control *Botrytis cinerea* in organic 'Flame Seedless' and 'Crimson Seedless' table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 89, n. 1, p. 32-39, 2014.
- WU, P.; XIN, F.; XU, H.; CHU, Y.; DU, Y.; TIAN, H.; ZHU, B. Chitosan inhibits postharvest berry abscission of 'Kyoho' table grapes by affecting the structure of abscission zone, cell wall degrading enzymes and SO₂ permeation. **Postharvest Biology and Technology**, v. 176, p. 111507, 2021.
- YOUSSEF, K.; ROBERTO, S. R. Applications of salt solutions before and after harvest affect the quality and incidence of postharvest gray mold of 'Italia' table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 87, n. 1, p. 95-102, 2014.
- YOUSSEF, K.; ROBERTO, S. R.; CHIAROTTI, F.; KOYAMA, R.; HUSSAIN, I.; SOUZA, R. T. de. Control of *Botrytis* mold of the new seedless grape 'BRS Vitória' during cold storage. **Scientia Horticulturae**, v. 193, p. 316-321, 2015.

YOUSSEF, K.; OLIVEIRA, A. G. de; TISCHER, C. A.; HUSSAIN, I.; ROBERTO, S. R. Synergistic effect of a novel chitosan/silica nanocomposites-based formulation against gray mold of table grapes and its possible mode of action. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 141, p. 247-258, 2019.

YOUSSEF, K.; CHAVES, O. J. JR.; MÜHLBEIER, D. T.; ROBERTO, S. R. Sulphur dioxide pads can reduce gray mold while maintaining the quality of clamshell-packaged 'BRS Nubia' seeded table grapes grown under protected cultivation. **Horticulturae**, v. 6, n. 20, p. 20-28, 2020.

ZAGORY, D.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, v. 42, n. 9, p. 70-77, 1988.

ZOFFOLI, J.; LATORRE, B. A.; NARANJO, P. Hairline, a postharvest cracking disorder in table grapes induced by sulfur dioxide. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, n. 1, p. 90-97, 2008.

ZOFFOLI, J. P.; LATORRE, B. A. Table grapes: (*Vitis vinifera* L.). In: YAHIA, E. **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits: volume 3** Coco to mango. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011. p. 179-207.

ZUTAHY, Y.; LICHTER, A.; KAPLUNOV, T.; LURIE, S. Extended storage of 'Red Globe' grapes in modified SO₂ generating pads. **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, n. 1, p. 12-17, 2008.

5. CONCLUSÕES GERAIS

A utilização da folha de campo de liberação ultra-rápida na pré-embalagem, associada às folhas geradoras de SO₂ na câmara refrigerada são eficientes no controle do mofo cinzento em uva 'Itália', com destaque para a folha de liberação dupla fase, que confere a menor incidência da doença até os 90 dias de armazenamento refrigerado, enquanto a folha de liberação lenta resulta em eficácia intermediária. Além disso, a alta redução da incidência da doença também é obtida quando empregada somente a folha de liberação dupla fase de SO₂ em câmara refrigerada. Os tratamentos contendo a combinação das folhas geradoras de SO₂ prolongam o tempo de conservação das uvas, proporcionando a manutenção dos principais atributos físico-químicos dos cachos, com baixa perda de massa e degrana, boa conservação do frescor da ráquis e sem quaisquer prejuízos à cor, firmeza e propriedades químicas das bagas da uva de mesa 'Itália'.