



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

OSMAR JOSÉ CHAVES JÚNIOR

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA UVA FINA DE MESA  
'BENITAKA' COM DIFERENTES FOLHAS GERADORAS DE  
SO<sub>2</sub> E FILMES PLÁSTICOS EM CÂMARA REFRIGERADA**

---

Londrina  
2019

OSMAR JOSE CHAVES JUNIOR

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA UVA FINA DE MESA  
'BENITAKA' COM DIFERENTES FOLHAS GERADORAS DE  
SO<sub>2</sub> E FILMES PLÁSTICOS EM CÂMARA REFRIGERADA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia da  
Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Ruffo Roberto

Londrina  
2019

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

Chaves Junior, Osmar Jose.

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA UVA FINA DE MESA 'BENITAKA' COM DIFERENTES FOLHAS GERADORAS DE SO<sub>2</sub> E FILMES PLÁSTICOS EM CÂMARA REFRIGERADA / Osmar Jose Chaves Junior. - Londrina, 2018.  
54 f. : il.

Orientador: Sergio Ruffo Roberto.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, , 2018.  
Inclui bibliografia.

1. Uva de mesa - Tese. 2. Pós-colheita - Tese. 3. Armazenamento - Tese. 4. Dióxido de enxofre e filme plástico perfurado - Tese. I. Ruffo Roberto, Sergio . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. . III. Título.

OSMAR JOSÉ CHAVES JÚNIOR

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA UVA FINA DE MESA  
BENITAKA' COM DIFERENTES FOLHAS GERADORAS DE SO<sub>2</sub> E  
FILMES PLÁSTICOS EM CÂMARA REFRIGERADA**

Dissertação de Mestrado 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

---

Profa. Dra. Ines Cristina de Batista Fonseca  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Youssef Khamis Youssef Ahmed  
Plant Pathology Research Institute –  
Agricultural Research Center, Egypt –  
PPATHRI

Londrina, 22 de fevereiro de 2019.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me permitido completar essa etapa tão importante em minha vida, me abençoando e guiando a todo instante.

À minha família, Osmar Chaves e Dyane Chaves, Francelli Chaves e Daísys Chaves por todo suporte e afeto necessários durante esse processo.

Agradeço ao Prof. Dr. Sergio Ruffo Roberto por sua orientação e dedicação em todas as etapas deste trabalho, contribuindo para meu crescimento e desenvolvimento.

Aos professores, Youssef Khamis, Ines Fonseca, Fabio Yamashita pelo apoio e colaboração para melhoria deste trabalho e meu crescimento profissional e pessoal.

Aos meus colegas Renata Koyama, Saeed Ahmed, Muhammad Shahab, Allan Domingues, Debora Muhlbeier, Ibrar Husain pelos momentos fraternos compartilhados durante a realização deste trabalho.

À Suragra S.A Grape Guard, Uvas Quality<sup>®</sup>, pelo fornecimento das folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e dos filmes plásticos perfurados utilizados neste experimento.

À CAPES pela concessão da bolsa de Mestrado.

A todos que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho fosse realizado e concluído.

CHAVES JUNIOR, Osmar José. **Conservação pós-colheita da uva fina de mesa 'Benitaka' com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e filmes plásticos em câmara refrigerada.** 2019. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a conservação pós-colheita da uva de mesa 'Benitaka' empregando-se diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e filmes plásticos perfurados em câmara refrigerada. As uvas foram obtidas em um pomar comercial localizado em Cambira, PR, Brasil, na safra temporã de maio de 2018. O trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos em esquema fatorial duplo com um tratamento adicional [(4 × 3) + 1], cujos fatores avaliados foram: a) folha geradora de SO<sub>2</sub> (liberação lenta de SO<sub>2</sub> contendo 7 g do ingrediente ativo (i.a.); liberação lenta de SO<sub>2</sub> contendo 4 g do i.a.; liberação dupla fase de SO<sub>2</sub> contendo 5 g do i.a.; e liberação dupla fase de SO<sub>2</sub> contendo 8 g do i.a.); e b) filme (bolsão) plástico perfurado (0,3%; 0,9%; e 1,0% de área de ventilação). No tratamento adicional não utilizou-se folhas geradoras de SO<sub>2</sub>, somente o filme plástico microperfurado padrão da região (1,0 % de área de ventilação). O trabalho foi conduzido sob duas condições, com uvas não inoculadas e inoculadas com suspensão de *Botrytis cinerea*, causador do mofo cinzento, a mais importante doença pós-colheita de uvas de mesa. Os cachos foram embalados em cumbucas plásticas de 0,5 kg de capacidade e dispostos em caixas de papelão com as diferentes combinações de folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e filmes plásticos em câmara refrigerada a 1 °C e umidade relativa do ar acima de 90%. Os tratamentos foram avaliados aos 30 e 45 dias após o início do armazenamento refrigerado por meio da incidência de mofo cinzento; degrana; escurecimento da raquis; perda de massa e firmeza. Após esse período, as embalagens foram mantidas 3 dias em temperatura ambiente (22°C), sendo avaliadas a incidência do mofo cinzento, degrana e escurecimento da raquis. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Adicionalmente, foi realizada a Análise de Componentes Principais (ACP). O uso de folhas geradoras de SO<sub>2</sub> de liberação dupla fase contendo 5 g ou 8 g de i.a., bem como a de liberação lenta com 7 g de i.a., são eficientes para controlar a incidência de mofo cinzento em uvas de mesa 'Benitaka' embaladas em cumbucas plásticas e mantidas em câmara fria a 1 °C por até 45 dias. Nessas condições de armazenamento, o uso do bolsão plástico perfurado com 0,3% de área de ventilação ou o microperfurado com 1,0% de área de ventilação, resultam em menores perda de massa dos cachos e degrana. Após o período de armazenamento refrigerado, quando mantidas as uvas em temperatura ambiente a 22°C durante 3 dias, essas folhas geradoras de SO<sub>2</sub> resultam também na menor incidência do mofo cinzento, degrana e escurecimento da raquis.

**Palavras-chave:** 'Benitaka'. *Botrytis cinerea*. Armazenamento. Filme plástico perfurado. Dióxido de enxofre.

CHAVES JUNIOR, Osmar José. **Post-harvest conservation of 'Benitaka' table grape with different SO<sub>2</sub>-generating pads and plastic liners under cold storage.** 2019. 54 p. Dissertation (Master's degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## ABSTRACT

This work aimed at evaluating the post-harvest conservation of 'Benitaka' table grape by using different types of SO<sub>2</sub>-generating pads and perforated plastic liners under cold storage. The grapes were harvested from off-season crop 2018 in a commercial vineyard located at Cambira, PR, Brazil. The completely randomized design was used with four replications in a 2-factor arrangement with an additional treatment [(4 × 3) + 1], and the following factors were evaluated: a) SO<sub>2</sub>-generating pads (slow release containing 7 g of active ingredient - a.i.; slow release containing 4 g of a.i.; dual release containing 5 g of a.i.; and dual release containing 8 g of a.i.); and b) perforated plastic liners (0.3%, 0.9% and 1.0% of ventilation areas). The additional treatment did not contain any type of SO<sub>2</sub>-generating pad, only standard microperforated plastic liner (1% of ventilated area). The trial was carried out under two situations: with grapes noninoculated with a suspension of *Botrytis cinerea*, causal agent of gray mold, and grapes inoculated with a suspension of *B. cinerea*. The bunches were packed in 0.5kgcapacity plastic clamshells, which were placed in a corrugated carton box with the different combinations of SO<sub>2</sub>-generating pads and plastic liners under cold storage at 1 °C with high relative humidity (>90%). The treatments were evaluated at 30 and 45 days after the beginning of the cold storage, recording the incidence of gray mold, shattered berries, stem browning, mass loss and berry firmness. After this period, the carton boxes were kept during 3 days at room temperature (22 °C), and the incidence of gray mold, shattered berries and stem browning were again evaluated. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by Tukey's test at 5%. Additionally, the Principal Components Analysis (PCA) was also performed. The use of dual release SO<sub>2</sub>-generating pads containing 5 g or 8 g of a.i., as well the slow release pads with 7 g of a.i., are efficient to control the incidence of gray mold in 'Benitaka' table grapes packaged in plastic clamshells and kept under cold storage at 1 °C up to 45 days. In these storage conditions, the use of perforated plastic liners with 0.3% of ventilation area or the micro perforated with 1.0% of ventilation area, result in the lowest bunch mass loss and shattered berries. After the cold storage period, when the grapes were kept at room temperature at 22 °C for 3 days, these SO<sub>2</sub>-generating pads also result in a lower incidence of gray mold, shattered berries and stem browning.

**Key-words:** 'Benitaka'. *Botrytis cinerea*. Storage. Perforated plastic liner. Sulphur dioxide.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 2.3.1.</b>	Uva fina de mesa 'Benitaka'.....	12
<b>Figura 2.6.1.</b>	Sintomas de Botrytis cinerea em uva de mesa 'Benitaka'.....	15
<b>Figura 2.6.2.</b>	Cachos de uva de mesa 'Benitaka' com diferentes intensidades de infecção de Botrytis.....	15
<b>Figura 3.1.1.</b>	Folhas geradoras de SO <sub>2</sub> . A: liberação lenta com 4 g de i.a.; B: liberação lenta com 7 g de i.a.; C: liberação dupla fase com 5 g de i.a; D: liberação dupla fase com 8 g de i.a.....	22
<b>Figura 3.1.2.</b>	Bolsões plásticos perfurados. A: bolsão microperfurado com 1,0% de área de ventilação (AV); B: bolsão macroperfurado com 0,3% de AV; C: bolsão macro perfurado com 0,9% de AV .....	22
<b>Figura 3.1.3.</b>	Inoculação dos cachos com suspensão de B. cinerea nos cachos da uva 'Benitaka'. A: Aspersão dirigida aos cachos; B: cachos recém-inoculados .....	23
<b>Figura. 3.1.4.</b>	Cachos da uva 'Benitaka' embalados em cumbucas plásticas com capacidade de 0,5 kg .....	24
<b>Figura. 3.1.5.</b>	Etapas de embalagem das uvas. A: Acomodação do bolsão plástico perfurado na caixa de papelão corrugado; B: Disposição da folha de papel absorvente de umidade; C: Arranjo das uvas embaladas em cumbucas plásticas na caixa; D: Acomodação da folha geradora de SO <sub>2</sub> sobre as cumbucas; E: Fechamento e lacre do bolsão plástico perfurado; F: Fechamento da caixa para o armazenamento em câmara refrigerada.....	25
<b>Figura. 3.1.6.</b>	Armazenamento das caixas de uva 'Benitaka' em câmara refrigerada em temperatura de 1°C .....	26

- Figura 4.1.1.** Análise de componentes principais (ACP) das características de incidência do mofo cinzento e atributos pós colheita da uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias em armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados e inoculada com suspensão de *Botrytis cinerea*. A: Dispersão dos tratamentos de acordo com os valores dos componentes principais. B: Arranjo das variáveis de acordo com os valores dos componentes principais. L: liberação lenta de SO<sub>2</sub>; DF: liberação dupla fase de SO<sub>2</sub>; i.a.: ingrediente ativo; A.V: área de ventilação; I: incidência de mofo cinzento; D: degrana; E: escurecimento da raquis; PM: perda de massa; F: firmeza; d: dias ..... 35
- Figura 4.2.1.** Cachos de uva 'Benitaka' aos 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada, embaladas individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados. A: cacho embalado com folhas geradoras de SO<sub>2</sub> de liberação dupla fase com 8 g de ingrediente ativo sem incidência de mofo cinzento; B: cacho embalado sem folhas geradoras de SO<sub>2</sub> (tratamento adicional) com incidência de mofo cinzento (seta indica bagas com sintomas)..... 40
- Figura 4.2.2.** Análise de componentes principais (ACP) das características de incidência do mofo cinzento e atributos pós-colheita da uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias em armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados. A: Dispersão dos tratamentos de acordo com os valores dos componentes principais. B: Arranjo das variáveis de acordo com os valores dos componentes principais. L: liberação lenta de SO<sub>2</sub>; DF: liberação dupla fase de SO<sub>2</sub>; i.a.: ingrediente ativo; A.V: área de ventilação; I: incidência de mofo cinzento; D: degrana; E: escurecimento da raquis; PM: perda de massa; F: firmeza; d: dias..... 46

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 4.1.1.** Incidência de mofo cinzento (% de bagas com sintomas) na uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados, inoculada com suspensão de Botrytis cinérea .....29
- Tabela 4.1.2.** Degrana (%) da uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados, e inoculada com suspensão de Botrytis cinérea .....31
- Tabela 4.1.3.** Notas de escurecimento da raquis da uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias de armazenamento em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados, e inoculada com suspensão de Botrytis cinérea .....32
- Tabela 4.1.4.** Perda de massa (%) e firmeza das bagas (N) da uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados, e inoculada com suspensão de Botrytis cinérea .....33
- Tabela 4.2.1.** Incidência de mofo cinzento (% de bagas com sintomas) na uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados.....39

<b>Tabela 4.2.2.</b>	Degrana (%) e notas de escurecimento da raquis da uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO <sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados, e inoculadas com suspensão de Botrytis cinérea .....	42
<b>Tabela 4.2.3.</b>	Notas de escurecimento da raquis da uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias de armazenamento em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO <sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados.....	43
<b>Tabela 4.2.4.</b>	Perda de massa (%) e firmeza das bagas (N) da uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO <sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados.....	44

## SUMARIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
2.1.	VITICULTURA NO MUNDO E NO BRASIL .....	10
2.2.	CARACTERISTICAS DA VIDEIRA .....	11
2.3.	UVA DE MESA 'BENITAKA' .....	11
2.4.	FATORES QUE DETERMINAM A QUALIDADE DA UVA.....	13
2.5.	CONSERVACAO POS-COLHEITA DA UVA DE MESA.....	13
2.6.	<i>BOTRYTIS CINEREA</i> .....	14
2.7.	EMBALAGENS, FOLHAS GERADORAS DE SO <sub>2</sub> E FILMES PLASTICOS PERFURADOS.....	16
<b>3.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
3.1.	LOCAL DO EXPERIMENTO E DESCRICAO DOS TRATAMENTOS .....	20
3.2.	IDENTIFICACAO E PREPARO DA SUSPENSAO FUNGICA DE <i>BOTRYTIS CINEREA</i> .....	23
3.3.	EMBALAGEM E ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DAS UVAS .....	24
3.4.	AVALIACOES .....	26
3.5.	ANALISES ESTATISTICAS .....	27
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>28</b>
4.1.	UVAS INOCULADAS COM SUSPENSAO DE <i>BOTRYTIS CINEREA</i> .....	28
4.2.	UVAS NAO INOCULADAS COM SUSPENSAO DE <i>BOTRYTIS CINEREA</i> .....	38
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>48</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A viticultura é tradicionalmente uma atividade agrícola de países de clima temperado, entretanto ao longo do tempo, passou a ser cultivada em torno de todo o globo em diversos tipos de climas. No Brasil, a cultura da videira apresenta grande importância econômica e social, gerando empregos e renda aos produtores rurais que praticam o cultivo de uvas (MELLO, 2016). Aproximadamente 77 mil hectares do território nacional estão destinados à produção de uvas, resultando em uma produção anual de 1,5 milhão de toneladas (FAOSTAT, 2016).

Os consumidores de uvas de mesa são influenciados pelas características visuais da uva, tanto para consumo fresco quanto para elaboração de suco, uma vez que o aspecto do fruto determina a efetivação da compra. Nesse sentido variedades que apresentem bom desempenho produtivo e boas características de consumo, como sanidade, baixa degrana, coloração da raquis verde e cor de bagas intensa têm sido preferidas. Entre as diversas variedades de uvas de mesa cultivadas no país, e sobretudo no Paraná, destaca-se a uva fina 'Benitaka' (MAIA et al., 2013).

O Brasil apresenta condições para produzir uvas de mesa de alta qualidade em diversas regiões, o que contribui para sua inserção no mercado de exportação como forte competidor. Em toda cadeia produtiva da uva deve-se priorizar a qualidade englobando desde as etapas da condução da videira no campo, até a colheita e os processos posteriores à mesma, como embalagem, armazenamento e transporte. Nesse sentido, manter as características de colheita da uva e viabilizar o aumento de seu tempo de prateleira é necessário, uma vez que o fruto é submetido à longos períodos de armazenamento até seu destino final (CHAMPA, 2015).

O mercado consumidor cada vez mais exige frutos saudáveis, não danificados com cor e formato atraentes ao consumo. Além de uma boa apresentação, os frutos devem possuir propriedades funcionais iguais ou muito semelhantes ao momento de colheita, preservando seus atributos nutricionais e sensoriais até o momento que será consumido. Assim, o processo de embalagem é de extrema importância, uma vez confere às uvas finas de mesa uma boa padronização, limpeza e conservação. Atualmente o mercado interno, e principalmente o externo, demandam a embalagem

dos cachos de uva em cumbucas ou bolsas plásticas, facilitando o manuseio no momento da compra e também no armazenamento doméstico dos frutos (ZOFFOLI; LATORRE, 2011).

A fim de atender as demandas do mercado e também assegurar o comércio de uva em todos os períodos do ano, faz-se necessário o emprego de técnicas que viabilizem a oferta de frutos de qualidade ao consumidor. Nesse sentido o armazenamento refrigerado é a técnica mais utilizada dentre as práticas pós-colheita, demonstrando-se eficiente no aumento da longevidade dos frutos, reduzindo consideravelmente a perda de massa e controlando o desenvolvimento de patógenos (YAMASHITA et al., 2000).

A uva fica exposta à distintas condições desde a sua colheita até chegar a mesa do consumidor final. Nesse período, muitos são os intemperes à qualidade do fruto, como injúrias pelo manuseio, perda de água e ataque de patógenos. Tais fatores causam perda de qualidade e podem inviabilizar o comércio da uva. O fungo *Botrytis cinerea*, causador do mofo cinzento, é o principal responsável pelas perdas pós-colheita em uvas de mesa, porém é de difícil controle, uma vez que pode estar presente em diversas etapas do desenvolvimento e também na fase de pós-colheita (MELGAREJO-FLORES et al., 2013).

A utilização de folhas geradoras de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) tem demonstrado bons resultados no controle dessa e de outras doenças de pós-colheita em câmara refrigerada, tornando-se uma alternativa de fácil aplicação e bom desempenho. As folhas são compostas por cartelas cujo conteúdo interno é metabissulfito de sódio ou potássio, e o gás SO<sub>2</sub> é gerado por meio da reação deste composto com a umidade presente no ar. Existem diversos tipos de folhas geradoras que proporcionam diferentes modos e quantidades de liberação do SO<sub>2</sub>, como as de liberação lenta e dupla fase (rápida e lenta) (LITCHER et al., 2008).

A escolha da folha geradora de SO<sub>2</sub> deve ser criteriosa, visando manter a qualidade do produto colhido até o seu destino final, portanto o nível do ingrediente ativo deve estar adequado, a fim de não causar injúria aos frutos ou prejudicar o sabor do mesmo. Os principais mercados importadores de uvas frescas, como a Comunidade Europeia e os Estados Unidos, estabeleceram níveis de tolerância do uso de SO<sub>2</sub> no

manejo pós-colheita, visando uma maior proteção do consumidor e também do meio ambiente, uma vez que esse gás em altas concentrações pode ser prejudicial ao homem e ao meio ambiente (PIRES et al., 2008).

Para melhorar a eficiência do uso das folhas geradoras de  $\text{SO}_2$  na conservação refrigerada de uvas de mesa, torna-se necessária a sua utilização combinada com filmes plásticos perfurados, com o objetivo de facilitar a sua circulação na embalagem, bem como evitar a perda de massa dos frutos. Esses filmes são compostos por polietileno de baixa densidade, confeccionados em folhas única ou em formato de bolsão (YAMASHITA et al., 2000; DE LIMA; ANTONIOLLI, 2008) O filme plástico, também denominado bolsão ou camisa plástica, deve ser permeável, possuindo perfurações que permitam uma área de ventilação adequada, variando de acordo conforme seu nível de permeabilidade. A combinação entre a difusão adequada do  $\text{SO}_2$ , seu aprisionamento parcial e a adicional barreira contra perda de umidade, são facilitadas pelo uso de filmes plásticos em conjunto às folhas geradoras de  $\text{SO}_2$ , que resultam no aumento da vida de prateleira de uvas finas de mesa (ZUTAHY et al., 2008; LEESCH et al., 2014).

Entretanto, pouco se conhece sobre a interação do uso dos diferentes tipos de folhas geradoras de  $\text{SO}_2$  e filmes plásticos perfurados para a conservação pós-colheita refrigerada da uva de mesa 'Benitaka', principalmente quanto à incidência da podridão cinzenta. Diante desses aspectos, esse trabalho teve por objetivo avaliar a conservação pós-colheita da uva de mesa 'Benitaka' embaladas em cumbucas plásticas, combinando-se diferentes tipos de folhas geradoras de  $\text{SO}_2$  e filmes plásticos perfurados em câmara refrigerada.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. VITICULTURA NO MUNDO E NO BRASIL

Originada provavelmente na atual Groelândia, a videira antecede o aparecimento do ser humano, e seus primeiros relatos de cultivo são encontrados na região da península Anatólia, ou também conhecida como Ásia Menor. A viticultura tem acompanhado o desenvolvimento da humanidade desde seus primórdios, atribuindo à uva um papel de grande importância para a sociedade e para a agricultura. Atualmente a vitivinicultura mundial representa uma área de 7,5 milhões de hectares, alcançando o patamar de produção de 75,8 milhões de toneladas, em que os principais produtores são a China, Estados Unidos, Itália e França (CAMARGO; NACHTIGAL; RITSCHER, 2010; OIV, 2017).

A viticultura é uma atividade econômica de grande importância para o Brasil, contribuindo para geração de empregos, movimentação do mercado financeiro e desenvolvimento da agricultura nacional. No ano de 2015, o Brasil foi responsável pela produção de aproximadamente 1,5 milhão de toneladas de uva, alcançando um crescimento de 4,4% em relação ao ano anterior. O destino da produção de uvas no país é ligeiramente majoritário para consumo de fruta fresca (52,1%), e o restante é destinado ao mercado de uva para processamento (47,8%) (MELLO, 2016).

Atualmente, a região Sul detém a maior produção nacional de uvas, com aproximadamente 70% do total produzido no país. Contribuindo na obtenção desse número, no ano de 2015 a produção do estado do Paraná foi de 80 mil toneladas de uva. A região Norte do estado, um polo produtor de uvas finas de mesa, possui um grande diferencial, pois nela é possível a realização de duas safras anuais, uma chamada de safra normal ou regular (novembro a janeiro) e outra de safra temporã ou fora de época (maio a junho). A uva norte paranaense é, em sua maior parte, classificada com uva fina de mesa, cujo mercado consumidor nacional demonstra-se em crescimento (SATO et al., 2009; ANUÁRIO BRASILEIRO FRUTICULTURA, 2015; MELLO, 2016).

A comercialização de uvas apresenta expectativa de aumento, especialmente no mercado asiático, destacando-se a China e a Índia. Nos últimos 15 anos, a exportação de uvas de mesa no país alcançou 4,2 milhões de toneladas, um

aumento de aproximadamente 50% do volume praticado no ano 2000. É projetado um acréscimo da demanda por uvas sem sementes com destaque para os Estados Unidos e Europa (USDA, 2017).

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DA VIDEIRA

A videira pode ser classificada como uma planta de características de clima temperado, sendo essa perene, lenhosa, caducifólia, com hábito de crescimento arbustivo sarmentoso, que utiliza estruturas de caule modificado nomeadas gavinhas, para sua sustentação. Pertencente à família Vitaceae, gênero *Vitis*, e abrange aproximadamente 600 espécies, podendo ser cultivada em grande parte do mundo. Desse gênero, os grupos de maior interesse econômico são as uvas europeias (*Vitis vinifera* L.), as americanas (*Vitis labrusca* L.) e as híbridas (*Vitis* spp.) (KISHINO, 2007; KISHINO; ROBERTO, 2007; OIV, 2017).

A uva pode ser utilizada de diversas formas. Além de seu consumo como fruta fresca, pode ser consumida em sua forma processada, como vinhos, sucos e geleias, gerando também uma gama de produtos alternativos, como vinagre, produtos cosméticos e farmacêuticos (ROCKENBACH et al., 2011). Na forma de uva fresca, são classificadas em cultivares com e sem sementes (ANUÁRIO BRASILEIRO DA UVA, 2016). No norte do Paraná, a predominância ainda é de cultivares com sementes, entre as quais se destacam as uvas finas de mesa 'Benitaka', 'Rubi' e 'Itália'.

## 2.3. UVA DE MESA 'BENITAKA'

A uva 'Benitaka' (*Vitis vinifera* L.) foi obtida por meio de uma mutação somática espontânea da uva fina de mesa 'Itália'. Em 1988, na região de Floraí, PR, o viticultor Sadao Takakura observou em meio aos cachos característicos da variedade 'Itália', uma alteração de coloração, sendo essa rosada escura (Figura 2.3.1). A partir de então selecionou-se a uva fina de mesa 'Benitaka', sendo introduzida como cultivar em 1991. Tem por principal característica bagas coloridas, destacando-se pelo desenvolvimento da rosa intensa e uniforme, mesmo no início de sua maturação. Em plena maturação seu teor de sólidos solúveis estabiliza-se em torno de 14°Brix. Apresenta as mesmas características vegetativas da uva 'Itália', sendo uma planta

vigorosa, de ciclo longo e produtividade média de 30 t ha<sup>-1</sup>, com modesta resistência ao míldio (LEÃO, 2004).



**Figura 2.3.1** Uva fina de mesa ‘Benitaka’. Fonte: Embrapa (2015).

Possui cachos grandes de formato cônico-cilíndrico, com massa entre 400 e 600 g, bagas grandes de formato ovalado com polpa crocante sabor neutro, com presença de sementes, e boa aceitação pelos consumidores. Sua ampla adaptabilidade e boa aceitação de mercado a torna uma das melhores opções de cultivo entre as cultivares com semente (MASCARENHAS et al., 2012),

#### 2.4. FATORES QUE DETERMINAM A QUALIDADE DA UVA

Diversos são os fatores que influenciam o desenvolvimento, e conseqüentemente, a produção da uva de mesa, tais como a região, tipo de poda, raleio, carga produtiva, condições meteorológicas, uso de defensivos e de reguladores vegetais, entre outros (CHAMPA, 2015).

O momento e as condições da colheita são imprescindíveis para que se obtenha um produto final de alta qualidade. As condições de armazenamento e transporte pós-colheita são imprescindíveis para que o consumidor desfrute da uva de maneira mais próxima ao que fora colhida, conservando suas características físico-químicas e sanitárias. Cada vez mais a expectativa do consumidor, seja no mercado interno ou externo, é de que o produto a ser consumido seja fresco e contenha suas propriedades funcionais conservadas, entretanto torna-se um desafio manter tais exigências do mercado, uma vez que a uva sofre alterações em sua condição físico-química, durante o seu manuseio, transporte e armazenamento (PIAZZOLLA et al., 2016).

#### 2.5. CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA UVA DE MESA

As uvas são frutas altamente perecíveis e possuem tempo de prateleira limitado por uma série de fatores (SEN et al., 2012). Fatores como umidade e temperatura são os principais desafios no contexto pós-colheita de uvas, e a principal alternativa para atenuar os efeitos da degradação causados por tais fatores é o seu armazenamento em câmaras refrigeradas, onde essas condições são controladas. A redução da temperatura, dentro de faixas adequadas, aumenta a manutenção da qualidade e conseqüentemente o tempo de prateleira do fruto, tornando-o disponível mais tempo no mercado.

Uma vez colhidos, os frutos devem ser pré-resfriados o mais rápido possível, a fim de se retirar o calor obtido enquanto estava no campo, decrescendo então sua taxa respiratória e perda de água, mantendo assim sua qualidade. O pré-resfriamento previne principalmente da perda de água causada pela respiração excessiva do fruto, uma vez que a temperatura se encontra elevada, além de evitar injúrias se as uvas são armazenadas diretamente a temperaturas ao redor de 0°C (BRACKMANN et al., 2010;

ROMANAZZI et al., 2016). Temperaturas ótimas de armazenamento variam entre -1 e 3°C, com umidade relativa de 90 a 95%, com velocidade de circulação do ar de aproximadamente 0,1 a 0,2 m s<sup>-1</sup> para reduzir a perda de água das bagas e manter as boas condições dos cachos (KADER, 2013).

A baixa temperatura durante o armazenamento em câmara fria deve ser contínua durante toda a cadeia de frio, especialmente em casos que a uva é submetida a longos períodos de transporte. A interrupção dessa cadeia pode acarretar no desenvolvimento de patógenos de infecções latentes, resultando em frutos doentes. A principal doença pós-colheita é causada pelo fungo *Botrytis cinerea*, também conhecida como mofo cinzento. Condições de alta umidade e temperatura ambiente são extremamente favoráveis ao desenvolvimento desse patógeno (LIGUORI et al., 2015).

## 2.6. *BOTRYTIS CINEREA*

O fungo *B. cinerea* pertence ao gênero *Botrytis*, família *Sclerotiniaceae*, e diz respeito ao estágio assexual (anamorfo) do *Botryotinia fuckeliana* (telemorfo), que compreende mais de 20 espécies reconhecidas e um híbrido, todos fitopatogênicos. É a única espécie do gênero com amplo espectro de hospedeiros. O fungo *B. cinerea* é o principal causador de doenças pós-colheita de frutas, devido à grande quantidade de espécies frutíferas que ataca, como a maçã, amora, mirtilo, pera, morango, dentre outras. Em uvas, o fungo *B. cinerea* é o responsável por causar o mofo cinzento. O ataque do patógeno pode ocorrer em diversas etapas da produção, seja na maturação dos frutos, armazenamento refrigerado, comercialização ou até mesmo com o contato do consumidor após a sua compra (DEAN et al., 2012; LEROCH et al., 2013; ELAD et al., 2016).

O fungo sobrevive no campo, podendo se adaptar às condições saprofíticas, colonizando resíduos florais, gotas de mosto da fruta, folhas mortas e outras partes de tecido não vivo. A colonização floral é considerada uma importante fonte de inóculo, ocasionando infecção futura dos cachos. O patógeno pode permanecer viável no cacho e apenas manifestar a doença quando encontrar-se em condições favoráveis para o seu desenvolvimento. A infecção começa em fissuras, sejam elas ocasionadas por ferimentos ou por aberturas naturais. A lesão inicial tem por característica o

escurecimento circular, estando preferencialmente distribuída em tecidos mais tenros do que em outras partes do fruto. Posteriormente, com o crescimento da infecção saprofítica, a lesão torna-se mais clara, variando do cinza ao branco (Figura 2.6.1) (MICHAILIDES; ELMER, 2000).



**Figura. 2.6.1** Sintomas de *Botrytis cinerea* em uva de mesa 'Benitaka'. Fonte: O próprio autor (2018).

A doença progride de frutos infestados para os ainda saudáveis resultando em perdas de qualidade, e em ataques severos, a perda total do lote de frutas (Figura 2.6.2) (ROMANAZZI et al., 2012; TELES et al., 2014). Por essa razão, esforços que minimizem a podridão cinzenta são de extrema importância em todas as etapas do desenvolvimento da videira e principalmente no estágio de colheita e pós-colheita (MELGAREJO-FLORES et al., 2013).



**Figura. 2.6.2** Cachos de uva de mesa 'Benitaka' com diferentes intensidades de infecção de *Botrytis cinerea*. Fonte: O próprio autor (2018).

## 2.7. EMBALAGENS, FOLHAS GERADORAS DE SO<sub>2</sub> E FILMES PLÁSTICOS PERFURADOS

A uva possui taxas de respiração baixas, o que proporciona uma vida de prateleira relativamente longa quando armazenada em condições apropriadas de temperatura (0 a 2°C) e umidade relativa de (90 a 95%). Um dos principais fatores que reduz a vida útil da uva é a perda de massa que resulta na diminuição da turgescência, enrugamento da casca e opacidade, tornando o fruto inviável para comercialização (YAMASHITA et al., 2000; ZOFFOLI; LATORRE, 2011).

O armazenamento refrigerado é considerado principal técnica no manejo pós-colheita de frutas e hortaliças, por essa razão, estratégias que funcionem de maneira combinada ao resfriamento são estudadas e aprimoradas. A utilização de embalagens prolonga o tempo de prateleira de frutas, uma vez que visa reduzir as injúrias e a perda de massa do produto colhido (CHOUDHURY; DA COSTA, 2004).

A escolha da embalagem correta implica em uma análise criteriosa da finalidade da mesma. Visando manter as características de colheita até que o produto seja entregue ao consumidor final, é necessário que o fruto não seja danificado ou sofra injúria, seja por manuseio ou transporte. Nesse sentido, as embalagens devem atender determinadas exigências para serem dispostas, seja em mercado interno ou externo, em as exigências de mercado variam de acordo com os padrões estabelecidos pelos mesmos (ZOFFOLI; LATORRE, 2011; MOTOIKE; BOREM, 2018).

O empacotamento de uvas de mesa é composto por uma embalagem externa cujo material deve ser de fácil montagem, resistente ao umedecimento e ajustável ao manuseio e acomodação dos cachos. Para atender a demanda do mercado externo, é utilizado como embalagem externa o papelão corrugado ou ondulado de parede dupla, em peça única do tipo bandeja, variando em suas dimensões, podendo acomodar de 4,5 a 10 kg de uva em seu interior. As caixas de papelão devem possuir dimensões que permitam sua paletização, havendo aletas laterais que possibilitem seu empilhamento, para então serem transportadas em grande quantidade e à longas distâncias. Devem também apresentar orifícios que permitam a circulação do ar, tornando o resfriamento dos frutos mais rápido. Obedecendo todos os critérios para exportação, as caixas de papelão ondulado devem ser devidamente identificadas informando o nome do

exportador, embalador ou expedidor, nome do produto, cultivar e tipo comercial, país e região onde foi produzido, categoria, tipo e peso (DE LIMA; ANTONIOLLI, 2008).

Além das caixas de papelão corrugado, também são utilizadas embalagens como as bolsas ou cumbucas plásticas que acomodem um cacho de aproximadamente 500 g. Essas embalagens possuem a finalidade de reduzir o impacto entre os cachos, acomodando-os de melhor maneira dentro das caixas de transporte, e devem apresentar perfurações para permitir o resfriamento do cacho de uva e circulação do ar. A utilização de cumbucas plásticas tem sido muito aceita pelos consumidores, tanto no mercado interno como externo, o que agrega valor ao produto final (LORENZI et al., 2014).

As uvas, em cumbucas plásticas ou não, são embaladas em filmes plásticos de alta densidade de diferentes densidades, comumente denominados de bolsões plásticos, com o objetivo de reduzir ainda mais a perda de massa causada pela desidratação dos frutos (LORENZI et al., 2014), além de permitirem melhor eficiência do uso das folhas geradoras de  $\text{SO}_2$ . Os filmes plásticos possuem dimensões variadas, adequando-se à caixa de papelão em que foi inserido, e possui perfurações que proporcionam diferentes áreas de ventilação. A área de ventilação do filme plástico é muito importante para promoção do resfriamento do produto, e também para a circulação de ar no interior da caixa, contribuindo então para uma maior conservação do fruto armazenado (NGCOBO et al., 2012).

O uso de filmes plásticos é eficiente no aumento do tempo de prateleira das uvas de mesa (YAMASHITA et al., 2000; LEESCH et al., 2014; CHAMPA, 2015), entretanto seus efeitos e correlações com as demais técnicas de conservação pós-colheita ainda podem ser muito mais exploradas (LICHTER et al., 2008; SEN; KESGIN, 2014).

Além desses materiais utilizados para a embalagem e manutenção das uvas em câmara refrigerada, destaca-se o uso de dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), importante composto que inibe o desenvolvimento de microrganismos em alimentos. A administração de  $\text{SO}_2$  de maneira controlada, mediante o uso de folhas geradoras desse composto, tem sido utilizada como método de conservação pós-colheita de diversas frutas, de acordo com as necessidades do mercado, variando em seu modo de liberação

(lenta e dupla fase), quantidade do ingrediente ativo por quilo de uva, tamanho e tipo de material utilizado (CANDIR et al., 2011).

Anteriormente, o uso de SO<sub>2</sub> por meio de fumigação em *packing-houses* era uma prática adotada para a descontaminação das uvas, as quais ficavam expostas por um curto período de tempo a uma dose elevada do gás, e assim, os esporos ativos de *B. cinerea* eram eliminados. Essa técnica é usada eventualmente em alguns países, como nos Estados Unidos, como medida preventiva para alguns patógenos quarentenários (SORTINO et al., 2017).

Com o desenvolvimento de folhas geradoras de SO<sub>2</sub>, surgiram novas alternativas de manejo e conservação pós-colheita de uvas. A folha geradora de SO<sub>2</sub>, diferente da exposição à dose elevada de SO<sub>2</sub>, emite uma contínua e suficiente dose do gás para inibir o inóculo latente do fungo. O mecanismo utilizado pelas folhas geradoras de SO<sub>2</sub> ocorre devido à presença de umidade na embalagem das uvas, sendo essa absorvida pelas folhas que reagem com o ingrediente ativo, metabissulfito de sódio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), resultando na liberação do gás SO<sub>2</sub> para o ambiente externo. As folhas geradoras de SO<sub>2</sub> foram desenvolvidas para atender exigências específicas de alguns países, como os Estados Unidos e os da Comunidade Europeia, demonstrando eficiência no controle de doenças, fácil aplicabilidade e custo acessível (CHAMPA, 2015).

As folhas geradoras de SO<sub>2</sub> de liberação lenta possuem permeabilidade menor e emitem baixas concentrações de SO<sub>2</sub> durante um longo período, podendo chegar até 60 dias. As folhas de dupla fase contêm o Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> enclausurado entre duas folhas plásticas, uma parte de liberação lenta e outra de liberação rápida, o que proporciona diferentes permeabilidades, logo a liberação do gás acontece de maneira distinta da folha de liberação lenta. A parte de liberação rápida permite um fluxo de SO<sub>2</sub> nas primeiras 48 h de armazenamento a partir do contato da folha com a umidade da embalagem, gerando assim um efeito fumigante sobre as uvas. A parte de liberação lenta da folha dupla fase emite o SO<sub>2</sub> de forma contínua desde o início do armazenamento, garantindo a presença do gás por períodos prolongados, que pode perdurar por 60 dias ou mais (FERNANDEZ-TRUJILLO et al., 2008).

O uso das folhas geradoras de SO<sub>2</sub> não deve acontecer de maneira indiscriminada, pois em níveis excessivos pode acarretar danos às uvas, causando o

branqueamento, que é a descoloração parcial das bagas, afetando as antocianinas e a clorofilas. O branqueamento geralmente ocorre no pedicelo permitindo a entrada de SO<sub>2</sub> pela base da baga (ZOFFOLI; LATORRE, 2011) ocasionando danos como depressões na superfície das bagas, e em alguns casos alteração da coloração da raquis, tornando-a escura precocemente, podendo até provocar injúrias às bagas, como a degrana.

Outros estudos mostraram linhas de divisão nas bagas, conhecido como *hairline*, associando com a perda de água devido às altas doses de SO<sub>2</sub>. Altos níveis de SO<sub>2</sub> podem resultar em alergias e alterações desagradáveis no sabor da uva, assim, o seu uso deve ser realizado de modo a permitir uma proteção adequada da uva sem que a mesma tenha suas características de qualidade prejudicadas (LURIE et al., 2006; ZUTAHY et al., 2008).

Uma vez que esses materiais utilizados na conservação pós-colheita de uvas em câmara refrigeradas provêm de diferentes fabricantes e possuem diferentes especificações (CARTER et al., 2018), sua combinação para a uva fina de mesa 'Benitaka', ainda é pouco conhecida.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. LOCAL DO EXPERIMENTO E DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

Foi avaliada a conservação pós-colheita da uva fina de mesa 'Benitaka' (*Vitis vinifera* L.) embalada em cumbucas plásticas e caixas de papelão, com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e filmes plásticos perfurados em câmara refrigerada. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Frutas, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina, PR.

Os cachos da uva 'Benitaka' foram obtidos em propriedade comercial localizada em Cambira, PR (23°35'S, 51°34'O, altitude de 1.017 m), com histórico de ocorrência de *Botrytis cinerea*. A região é classificada como subtropical (Cfa) de acordo com Köppen, com temperatura média anual 20,7 °C e precipitação anual entre 1.600 mm (CAVIGLIONE, 2000). As videiras apresentam 10 anos de idade e foram enxertadas sobre o porta-enxerto 'IAC 766 Campinas' e conduzidas em sistema latada protegido por tela preta de 18% de sombreamento. A colheita foi realizada durante a safra temporã de 2018, no fim do mês de maio, quando o teor de sólidos solúveis das uvas atingiu 14°Brix.

O delineamento estatístico empregado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada parcela foi composta por 5 cumbucas plásticas dispostas em metade de uma caixa de papelão corrugado, totalizando duas caixas de papelão por tratamento.

O trabalho foi conduzido em esquema fatorial duplo com um tratamento adicional [(4 × 3) + 1], cujos fatores avaliados foram: a) folha geradora de SO<sub>2</sub> (liberação lenta de SO<sub>2</sub>, contendo 7 g do ingrediente ativo (i.a.); liberação lenta de SO<sub>2</sub>, contendo 4 g do i.a.; liberação dupla fase de SO<sub>2</sub>, contendo 5 g do i.a.; e liberação dupla fase de SO<sub>2</sub>, contendo 8 g do i.a.); b) filme (bolsão) plástico perfurado (0,3%; 0,9%; e 1,0% de área de ventilação - AV). No tratamento adicional não utilizou-se folhas geradora de SO<sub>2</sub>, somente o filme plástico microperfurado padrão da região (1% de AV).

Uma vez que o mofo cinzento pode ocorrer com maior ou menor intensidade em determinadas safras, o trabalho foi conduzido sob duas condições, ou seja, com uvas não inoculadas com suspensão de *B. cinerea*, e uvas inoculadas com suspensão *B. cinerea*.

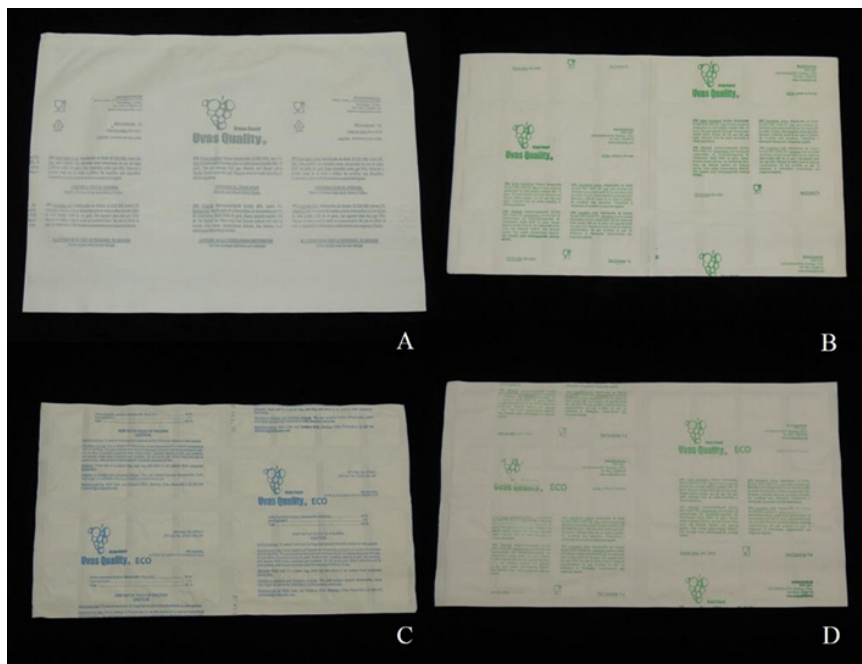
As uvas colhidas foram dispostas em uma mesa para limpeza e eliminação de bagas estragadas e/ou danificadas. Os cachos foram padronizados e acomodados em cumbucas plásticas de capacidade para 0,5 kg de capacidade medindo 20 × 10 cm, as quais foram embaladas em filmes plásticos perfurados em caixas de papelão corrugado medindo 100 × 60 × 40 cm, com capacidade de armazenamento de 10 cumbucas cada. Abaixo dessas foi colocada uma folha unilaminar de papel absorvente de umidade, medindo 33 × 46 cm e com densidade de 50 g m<sup>-2</sup>. Em cada caixa foi disposta, acima das cumbucas, uma folha geradora de SO<sub>2</sub>.

As diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> (Grape Guard, Uvas Quality<sup>®</sup>, Suragra S.A. San Bernardo, Chile) utilizadas apresentam 98% do ingrediente ativo, metabissulfito de sódio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), com dimensões de 26 × 46 cm.

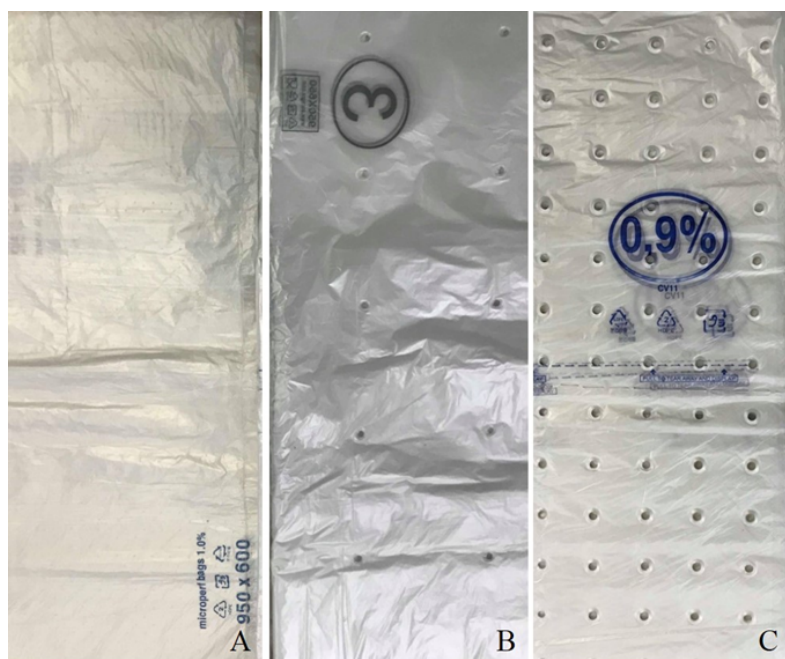
A folha de liberação lenta de SO<sub>2</sub> contendo 7 g do i.a. é elaborada com dois filmes de polímeros que contém o SO<sub>2</sub> em uma matriz de cera sem solventes, sendo permitido o seu contato com as uvas. A folha de liberação lenta de SO<sub>2</sub> contendo 4g do i.a. é elaborada com filme de polímero coextrudado, com baixo risco de branqueamento dos frutos devido à baixa emissão de SO<sub>2</sub>.

A folha de liberação dupla fase de SO<sub>2</sub> contendo 5 g do i.a. é elaborada com filme de polímero extrudado e polpa com papel 100% virgem obtida por processo mecânico, com doses das fase de liberação rápida e lenta de 1 g e 4 g de i.a., respectivamente. A folha de liberação dupla fase de SO<sub>2</sub> contendo 8g do i.a. é elaborada com papel coextrudado com polietileno e polpa de papel 100% virgem obtida por processo mecânico, com doses da fase de liberação rápida e lenta de 1 g e 7 g de i.a., respectivamente (Figura 3.1.1).

Os diferentes filmes (bolsões) plásticos perfurados (Suragra S.A., San Bernardo, Chile) foram elaborados com plástico de alta densidade e *masterbach*, com dimensões de 95 × 65 cm e espessura de 12μ. Os filmes macroperfurados (0,3% e 0,9% de AV, respectivamente), apresentam furos de ventilação com dimensões de 70 × 90 mm cada, enquanto o filme plástico com 1,0% de AV é microperfurado (Figura 3.1.2).



**Figura. 3.1.1** Folhas geradoras de SO<sub>2</sub>. A: liberação lenta com 4 g de ingrediente ativo (i.a.); B: liberação lenta com 7 g de i.a.; C: liberação dupla fase com 5 g de i.a.; D: liberação dupla fase com 8 g de i.a. Fonte: O próprio autor.



**Figura. 3.1.2** Bolsões plásticos perfurados. A: bolsão microperfurado com 1,0% de área de ventilação (AV); B: bolsão macroperfurado com 0,3% de AV; C: bolsão macroperfurado com 0,9% de AV. Fonte: O próprio autor.

### 3.2. IDENTIFICAÇÃO E PREPARO DA SUSPENSÃO FÚNGICA DE *BOTRYTIS CINEREA*

O inóculo de *B. cinerea* foi isolado de infecções de uva que demonstravam sintomas típicos de podridão cinzenta, sendo isolado e identificado de formas morfológicas e molecular, conforme descrito por Youssef; Roberto (2014). O isolado foi mantido em meio potato dextrose agar (PDA) e armazenado a 4 °C.

Os conídios foram colhidos com duas semanas de idade dos meios de cultura PDA cultivados a  $23 \pm 1$  °C. Um volume de 5 mL de água esterilizada 0,05% (v/v) Tween 80 foi adicionado à placa de Petri. Os conídios foram gentilmente deslocados da superfície como um bastão de vidro esterilizado e sua suspensão foi filtrada através de três camadas de gaze para remover qualquer micélio aderido.

A suspensão foi diluída em água esterilizada e a concentração foi determinada através de hemacitômetro. As diluições seguintes foram feitas com água esterilizada obtendo-se a suspensão de *B. cinerea* de  $10^6$  conídios por mL, que foi borrifada nos tratamentos com inoculação do patógeno (Figura 3.1.3). Os frutos dos tratamentos em que o fungo foi inoculado foram embalados somente a após sua completa secagem.



**Figura. 3.1.3** Inoculação dos cachos com suspensão de *B. cinerea* nos cachos da uva 'Benitaka'. A: Aspersão dirigida aos cachos; B: cachos recém-inoculados. Fonte: O próprio autor.

### 3.3. EMBALAGEM E ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DAS UVAS

Após serem colhidos, os cachos foram limpos e suas bagas danificadas e desuniformes foram eliminadas. Em seguida, os mesmos foram padronizados de acordo com a sua aparência e massa de aproximadamente 0,5 kg, e dispostos individualmente nas cumbucas plásticas (Figura 3.1.4).



**Figura. 3.1.4** Cachos da uva 'Benitaka' embalados em cumbucas plásticas com capacidade de 0,5 kg. Fonte: O próprio autor.

O processo de embalagem das uvas seguiu os seguintes passos: disposição dos filmes plásticos macroperfurados nas caixas de papelão corrugado; disposição de uma folha de papel unilaminar absorvente de umidade no fundo do filme plástico macroperfurado; disposição das cumbucas plásticas com as uvas; disposição da folha geradora de SO<sub>2</sub> sobre as cumbucas plásticas e; selagem do filme macroperfurado (Figura 3.1.5). Em seguida, as caixas de papelão corrugado foram dispostas em câmara refrigerada a 1°C com umidade relativa do ar superior a 90% (Figura 3.1.6).



**Figura. 3.1.5.** Etapas de embalagem das uvas. A: Acomodação do bolsão plástico perfurado na caixa de papelão corrugado; B: Disposição da folha de papel absorvente de umidade; C: Arranjo das uvas embaladas em cumbucas plásticas na caixa; D: Acomodação da folha geradora de  $\text{SO}_2$  sobre as cumbucas; E: Fechamento e lacre do bolsão plástico perfurado; F: Fechamento da caixa para o armazenamento em câmara refrigerada. Fonte: O próprio autor.



**Figura. 3.1.6.** Armazenamento das caixas de uva 'Benitaka' em câmara refrigerada em temperatura de 1°C. Fonte: O próprio autor.

### 3.4. AVALIAÇÕES

Os tratamentos foram avaliados aos 30 e 45 dias após o início do armazenamento refrigerado, em que foram analisadas as seguintes variáveis: incidência do mofo cinzento, degrana, escurecimento da raquis, perda de massa e firmeza das bagas.

A incidência de podridão cinzenta nas bagas foi quantificada pela fórmula:  $\text{Incidência (\%)} = (\text{número de bagas infectadas} / \text{total de bagas do cacho}) \times 100$  (YOUSSEF; ROBERTO, 2014). A degrana dos cachos foi avaliada por meio da contagem

das bagas soltas de cacho dentro da cumbuca, e expresso em porcentagem. O escurecimento da raquis foi avaliado por meio de avaliação visual conforme a metodologia descrita por Ngcobo et al. (2013), atribuindo-se notas de acordo com o nível de escurecimento, sendo 1 (fresco e verde); 2 (levemente marrom); 3 (significativamente marrom) e 4 (severamente marrom).

A perda de massa dos cachos foi obtida por meio da pesagem dos cachos no momento inicial de armazenamento e no momento de cada avaliação, de acordo com Youssef; Roberto (2014): Perda de massa (%) =  $[\text{massa inicial} - \text{massa final} / \text{massa inicial}] \times 100$ . A firmeza das bagas foi avaliada empregando-se um texturômetro TA.XT Plus (Stable Micro System, Inglaterra). As bagas foram comprimidas em seu eixo equatorial por uma sonda de formato cilíndrico (diâmetro de 35 mm, P35) à velocidade de  $1,0 \text{ mm s}^{-1}$ . A firmeza foi determinada como a força necessária (N) para deformar a baga em 20% do seu diâmetro equatorial, e expressa como a perda de firmeza em relação à firmeza inicial (LIJAVETZKY et al., 2012).

Após o período de 45 dias de armazenamento refrigerado das uvas, as caixas foram armazenadas em temperatura ambiente ( $22^{\circ}\text{C}$ ), e após 3 dias, as seguintes variáveis foram analisadas, conforme descrito anteriormente: incidência do mofo cinzento, degrana e escurecimento da ráquis.

### 3.5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Adicionalmente as médias foram submetidas à Análise de Componentes Principais (ACP), visando descrever a relação entre os tratamentos e os atributos pós-colheita da uva 'Benitaka'.

As análises estatísticas foram realizadas através do software *R*, onde a ACP contou com o uso do pacote *FactorMineR*.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. UVAS INOCULADAS COM SUSPENSÃO DE *BOTRYTIS CINEREA*

Quando os cachos da uva de mesa 'Benitaka' foram inoculados com suspensão de *B. cinerea* antes do seu armazenamento refrigerado, não foram também observadas interações significativas entre as folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e os bolsões plásticos perfurados quanto às variáveis avaliadas, entretanto, houve diferenças entre os as diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e entre os diferentes bolsões plásticos perfurados para algumas variáveis.

Em relação à incidência de mofo cinzento aos 30 e 45 dias em armazenamento refrigerado, verificou-se diferenças somente entre as folhas geradoras de SO<sub>2</sub>, sendo as maiores médias observadas quando empregou-se a folha de liberação lenta contendo 4 g de i.a. (Tabela 4.1.1).

O modo de liberação lenta associado à baixa quantidade do gás desse tratamento pode ter comprometido o controle inicial do inóculo do fungo, e conseqüentemente esse se desenvolveu de maneira semelhante ao tratamento adicional, sendo controlado mais eficientemente quando empregou-se a folha de liberação lenta contendo 7 g do i.a. ou qualquer uma das folhas de liberação dupla fase (5 g e 8 g de i.a.), resultado que pode ser explicado pelos diferentes tipos de revestimento, forma de liberação e concentração do i.a. nas folhas (FERNANDEZ-TRUJILLO et al., 2008), conforme discutido anteriormente.

Constata-se que os resultados foram semelhantes quando as uvas não foram inoculadas com a suspensão de *B. cinerea* (Tabela 4.2.1), em que as folhas geradoras de SO<sub>2</sub> dupla fase testadas mostraram ser eficientes para a conservação da uva 'Benitaka' mesmo sob condições de alta fonte de inóculo, não proporcionando danos indesejáveis às uvas, como branqueamento e rachadura de bagas. As folhas geradoras de SO<sub>2</sub> de liberação em dupla fase (5 g e 8 g de i.a.) e a folha de liberação lenta de 7 g de i.a. proporcionaram baixa ou mesmo ausência de incidência do mofo cinzento nas uvas embaladas.

**Tabela 4.1.1.** Incidência de mofo cinzento (% de bagas com sintomas) na uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados, inoculada com suspensão de *Botrytis cinerea*.

Forma de liberação e quantidade de SO <sub>2</sub> da folha geradora (A)	Incidência de mofo cinzento (% de bagas com sintomas)		
	Aos 30 dias em câmara refrigerada	Aos 45 dias em câmara refrigerada	Aos 3 dias em temperatura ambiente
Lenta – 7 g	0,18 b	0,78 b	1,03 b
Lenta – 4 g	0,91 a	2,84 a	4,34 a
Dupla fase – 5 g	0,00 b	0,04 b	0,04 b
Dupla fase – 8 g	0,00 b	0,00 b	0,08 b
<b>Área de ventilação do bolsão plástico perfurado (B)</b>			
0,3%	0,44	1,00	1,38
0,9%	0,18	0,89	1,31
1,0%	0,19	0,85	1,39
<b>Contraste do tratamento adicional com o fatorial</b>			
Tratamento adicional	0,50	2,03	3,44 a
Fatorial	0,27	0,91	1,36 b
F (A)	8,69*	20,42*	19,42*
F (B)	1,26 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
F (A x B)	0,62 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>
F (Tratamento adicional × fatorial)	0,94 <sup>ns</sup>	2,25 <sup>ns</sup>	6,49*
CV %	26,23	34,52	39,15

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. \*: significativo a 5%. Os dados originais de % foram transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

Em relação à incidência de mofo cinzento dos cachos aos 3 dias em temperatura ambiente, observou-se diferença entre as diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub>, em que a de liberação lenta de SO<sub>2</sub> contendo de 4 g de i.a. apresentou a maior média, enquanto a de liberação lenta 7 g e as de liberação dupla fase 5 g e 8 g de i.a. resultaram em maior eficiência no controle da doença (Tabela 4.1.1).

O Regulamento da União Europeia (EU) nº 543/2011 da Comissão Europeia (CE) de 7 de Junho de 2011, estabelece regras de execução do Regulamento CE nº 1234/2007 para a importação de frutas e hortaliças na UE (EUROPEAN COMMISSION,

2019). No Anexo 1 desse Regulamento, a United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), estabeleceu as normas sobre o comércio e controle de qualidade de uvas frescas a serem exportadas para a UE, de acordo com a normativa UNECE Standard FFV-19 (UNECE, 2019). Nessa normativa, fica estabelecido que as uvas frescas podem apenas conter defeitos superficiais muito leves, não devendo apresentar quaisquer sinais de apodrecimento ou deterioração que as tornem impróprias ao consumo. No entanto, não encontram-se definidos limites de incidência de podridões, como para o mofo cinzento, que poderiam resultar no completo descarte de um lote de uvas importado.

Dessa forma, se o objetivo for exportar a uva 'Benitaka' do Brasil para a UE, o emprego da folha de liberação dupla fase com 8 g de i.a. é mais indicado para atender as exigências dessa normativa, uma vez que resultou no controle absoluto do mofo cinzento, mesmo quando os cachos foram inoculados com a suspensão de *Botrytis* (Tabela 4.1.1). Ao mesmo tempo, os bolsões com 0,3% ou 1,0% de AV, permitem também uma menor perda de massa dos cachos e degrana durante o período de armazenamento refrigerado. Considera-se que a mesma situação poderia ser aplicada para o mercado interno de uvas frescas nas redes de supermercados e distribuidores, desde que possuam toda a cadeia do frio estabelecida.

Nessa situação, em que todos os cachos da uva 'Benitaka' foram inoculados com suspensão de *B. cinerea* antes do seu armazenamento refrigerado, a incidência do mofo cinzento é favorecida, e portanto, o nível de controle das folhas geradoras de SO<sub>2</sub> deve ser mais eficiente, principalmente nos primeiros dias de armazenamento, pois a lesão primária é o gatilho para a degradação do tecido vegetal (ARMIJO et al., 2016). Os tratamentos constituídos de folhas de liberação dupla fase contendo 5 g e 8 g do i.a. continuaram a controlar o mofo cinzento nesse período de maneira mais eficiente do que as de liberação lenta contendo 4 g do i.a., devido principalmente à sua composição e forma de liberação e dose do i.a., com efeito fumigante sobre o inóculo da doença no início do armazenamento refrigerado (CANTÍN et al., 2011).

Nas condições avaliadas, não houve diferença entre os diferentes bolsões plásticos perfurados quanto a incidência do mofo cinzento, entretanto, as médias dos tratamentos fatoriais foram superiores às do tratamento adicional. Sendo uma das

finalidades do bolsão plástico perfurado a é reter a umidade e permitir uma boa circulação do gás SO<sub>2</sub> em seu interior sem que esse cause danos às uvas (LITCHER et al., 2008; LEESCH et al., 2014; ARANEDA et al., 2014), a adoção de embalagens adequadas é ponto crucial a ser considerado para o controle da doença e de outras perdas pós-colheita para a conservação prolongada da uva ‘Benitaka’ em ambiente refrigerado.

Em relação à degrana e ao escurecimento da raquis dos cachos aos 30 e 45 dias de armazenamento refrigerado, não houve diferenças significativas entre os fatores avaliados (Tabela 4.1.2 e Tabela 4.1.3).

**Tabela 4.1.2.** Degrana (%) da uva de mesa ‘Benitaka’ aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados, e inoculada com suspensão de *Botrytis cinerea*.

Forma de liberação e quantidade de SO <sub>2</sub> da folha geradora (A)	Degrana (%)		
	Aos 30 dias em câmara refrigerada	Aos 45 dias em câmara refrigerada	Aos 3 dias em temperatura ambiente
Lenta – 7 g	0,59	1,07	2,62
Lenta – 4 g	0,45	0,62	2,42
Dupla fase – 5 g	0,39	0,79	1,24
Dupla fase – 8 g	0,34	0,57	1,29
<b>Área de ventilação do bolsão plástico perfurado (B)</b>			
0,3%	0,40	0,69	1,57
0,9%	0,47	0,93	1,94
1,0%	0,46	0,66	2,17
<b>Contraste do tratamento adicional com o fatorial</b>			
Tratamento adicional	0,10	0,66	1,43
Fatorial	0,44	0,76	1,89
F (A)	0,73 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	2,37 <sup>ns</sup>
F (B)	0,03 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>
F (A x B)	1,98 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>	2,15 <sup>ns</sup>
F (Tratamento adicional × fatorial)	2,02 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>
CV %	25,30	21,34	34,59

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. \*: significativo a 5%. Os dados originais de % foram transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

Aos 3 dias de armazenamento em temperatura ambiente, não houve diferenças significativas quanto à degrana e ao escurecimento da raquis entre as diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub>, tampouco entre os diferentes bolsões plásticos perfurados (Tabela 4.1.2). Entretanto, observou-se maiores médias de notas de escurecimento da raquis no tratamento adicional quando comparadas à combinação dos fatores (Tabela 4.1.3), o que reforça a necessidade do uso de folhas geradoras de SO<sub>2</sub> associadas à embalagens adequadas para prolongar o período de conservação de uvas de mesa em ambiente refrigerado (MAHAJAN et al., 2010).

**Tabela 4.1.3.** Notas de escurecimento da raquis da uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias de armazenamento em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados, e inoculada com suspensão de *Botrytis cinerea*.

Forma de liberação e quantidade de SO <sub>2</sub> da folha geradora (A)	Escurecimento da raquis <sup>a</sup>		
	Aos 30 dias em câmara refrigerada	Aos 45 dias em câmara refrigerada	Aos 3 dias em temperatura ambiente
Lenta – 7 g	1,00	1,11	2,25
Lenta – 4 g	1,00	1,11	2,25
Dupla fase – 5 g	1,05	1,05	2,13
Dupla fase – 8 g	1,00	1,10	2,06
<b>Área de ventilação do bolsão plástico perfurado (B)</b>			
0,3%	1,00	1,06	2,13
0,9%	1,00	1,10	2,25
1,0%	1,00	1,12	2,13
<b>Contraste do tratamento adicional com o fatorial</b>			
Tratamento adicional	1,00	1,50 a	2,80 a
Fatorial	1,00	1,09 b	2,17 b
F (A)	0,89 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	3,06 <sup>ns</sup>
F (B)	1,08 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	2,08 <sup>ns</sup>
F (A x B)	0,07 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>
F (Tratamento adicional × fatorial)	1,00 <sup>ns</sup>	14,79*	44,64*
CV %	1,02	15,73	11,49

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. \*: significativo a 5%. <sup>a</sup> Escala de notas visuais de escurecimento da raquis: 1 - fresco e verde; 2 - ligeiramente marrom; 3 - significativamente marrom; e 4 - severamente marrom (Ngcobo et al., 2013).

Em relação à perda de massa dos cachos inoculados com suspensão de *B. cinerea* aos 30 e 45 dias de armazenamento refrigerado, constatou-se diferenças significativas apenas entre os bolsões plásticos perfurados, em que a maior média foi observada quando utilizou-se o bolsão com 0,9% de AV (Tabela 4.1.4), o que pode ser explicado pelo fato desse material ser macroporoso (HENRIQUEZ; PINOCHET, 2016), conforme discutido anteriormente.

**Tabela 4.1.4.** Perda de massa (%) e firmeza das bagas (N) da uva de mesa ‘Benitaka’ aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados, e inoculada com suspensão de *Botrytis cinerea*.

Forma de liberação e quantidade de SO <sub>2</sub> da folha geradora (A)	Perda de massa (%)		Firmeza (N)
	Aos 30 dias	Aos 45 dias	Aos 45 dias
Lenta – 7 g	0,42	0,94	9,15 a
Lenta – 4 g	0,44	1,16	7,98 b
Dupla fase – 5 g	0,62	1,11	8,95 a
Dupla fase – 8 g	0,44	1,02	8,88 ab
<b>Área de ventilação do bolsão plástico perfurado (B)</b>			
0,3%	0,45 b	0,67 b	8,91
0,9%	0,70 a	1,61 a	8,40
1,0%	0,27 b	0,89 b	8,91
<b>Contraste do tratamento adicional com o fatorial</b>			
Tratamento adicional	0,88	2,02 a	8,15
Fatorial	0,49	1,06 b	8,74
F (A)	24,68 <sup>ns</sup>	2,30 <sup>ns</sup>	4,59*
F (B)	2,53*	12,68*	1,99 <sup>ns</sup>
F (A × B)	0,41 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>
F (Tratamento adicional × fatorial)	2,06 <sup>ns</sup>	5,21*	1,84 <sup>ns</sup>
CV (%)	6,29	5,41	9,61

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. \*: significativo a 5%. Os dados originais de % foram transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

Aos 45 dias de armazenamento refrigerado, verificou-se que a média de perda de massa do tratamento adicional foi superior às dos tratamentos fatoriais,

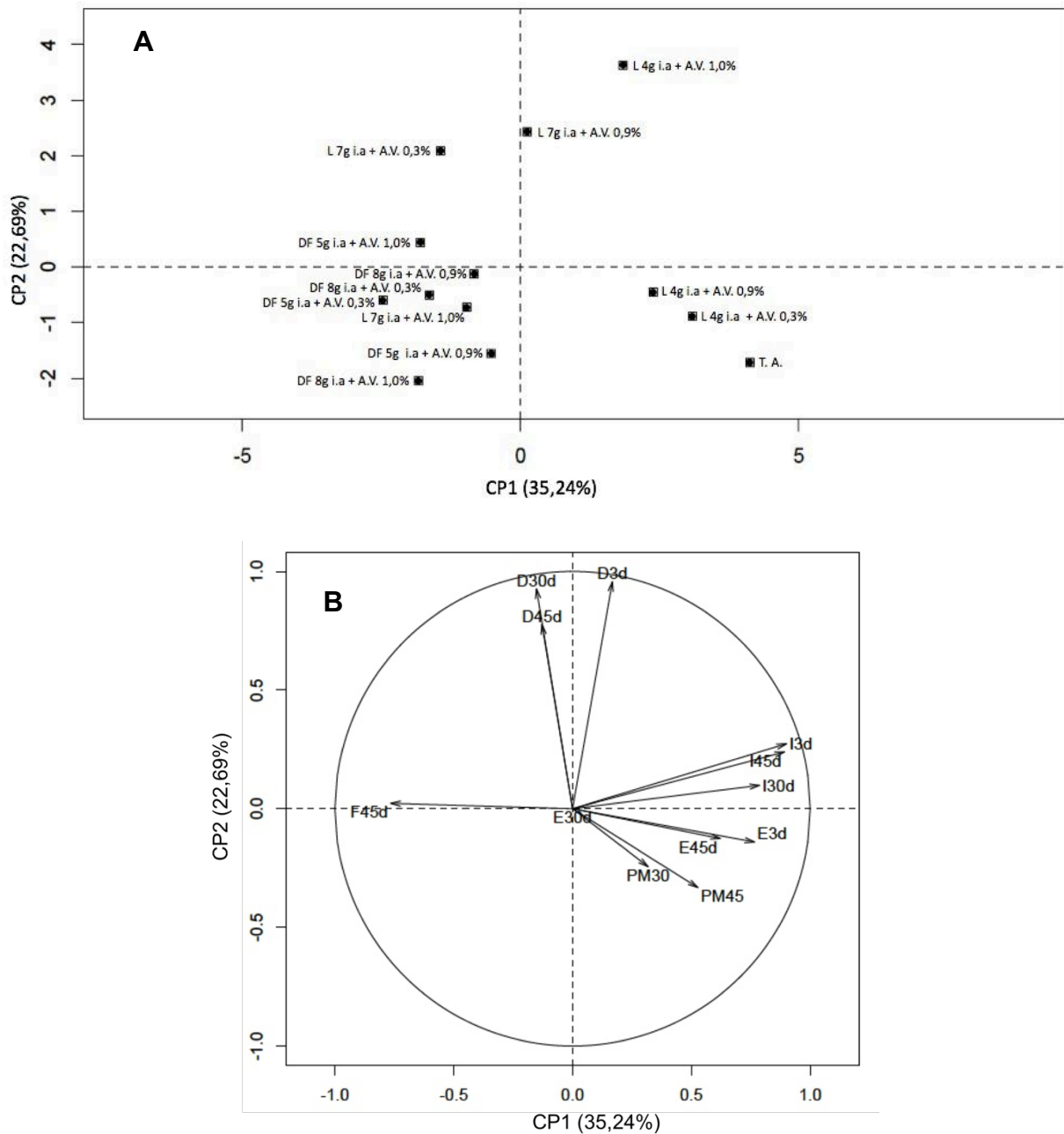
confirmando a necessidade do uso da combinação desses materiais de embalagem para proporcionar melhor conservação pós-colheita da uva de mesa 'Benitaka' durante o armazenamento refrigerado (LITCHER et al., 2011).

Quanto à firmeza das bagas, somente aos 45 dias de armazenamento refrigerado constatou-se a menor média quando empregada a folha geradora de SO<sub>2</sub> de liberação lenta com 4 g de i.a. (Tabela 4.1.4). Esse fato deve-se à relação inversa entre essa variável e a incidência de mofo cinzento (ARMIJO et al., 2016), uma vez que a colonização de *B. cinerea* na baga de uva ocorre por meio da secreção de enzimas líticas, como as cutinase e a lipase, que promovem o rompimento das camadas externas da célula vegetal para que então aconteça a penetração e conseqüente crescimento e desenvolvimento do fungo.

Quando comparado aos tratamentos fatoriais, verificou-se que o tratamento adicional resultou em média superior de escurecimento da raquis, o que pode ser explicado pela maior incidência do mofo cinzento nesse tratamento, tornando sua degradação mais acelerada. Considerando que os tratamentos fatoriais também diferiram significativamente do tratamento adicional quanto à perda de massa, característica essa intimamente ligada à perda de água, considera-se que as maiores médias de escurecimento da raquis observadas estão associadas à maior perda de massa do cacho (CRISOSTO et al., 2001).

Por meio da APC quando os cachos da uva de mesa 'Benitaka' foram inoculados com suspensão de *B. cinerea* antes do armazenamento refrigerado, é possível distinguir o tratamento adicional dos demais, estando esse próximo ao tratamento em que empregou-se a folha geradora de SO<sub>2</sub> de liberação lenta contendo 4 g de i.a. (Figura 4.1.1A). Os tratamentos cujas folhas geradoras de SO<sub>2</sub> possuem modo de liberação dupla fase se agruparam de maneira distinta aos de liberação lenta, e em sua maioria encontram-se dispersos e mais próximos ao tratamento adicional.

Nessas condições, pôde-se constatar que os diferentes bolsões plásticos perfurados avaliados não são grandes influenciadores para a formação de grupos, estando esses mais relacionados ao uso da folha geradora de SO<sub>2</sub> e aos seus diferentes modos de liberação e concentração do i.a., conforme também observado por Khezzzadeh et al. (2013).



**Figura 4.1.1.** Análise de componentes principais (ACP) das características de incidência do mofo cinzento e atributos pós colheita da uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias em armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de  $\text{SO}_2$  e bolsões plásticos perfurados e inoculada com suspensão de *Botrytis cinerea*. A: Dispersão dos tratamentos de acordo com os valores dos componentes principais. B: Arranjo das variáveis de acordo com os valores dos componentes principais. L: liberação lenta de  $\text{SO}_2$ ; DF: liberação dupla fase de de  $\text{SO}_2$ ; i.a.: ingrediente ativo; A.V.: área de ventilação; I: incidência de mofo cinzento; D: degrana; E: escurecimento da raquis; PM: perda de massa; F: firmeza; d: dias.

Nessas condições, pôde-se constatar que os diferentes bolsões plásticos perfurados avaliados não são grandes influenciadores para a formação de grupos, estando esses mais relacionados ao uso da folha geradora de SO<sub>2</sub> e aos seus diferentes modos de liberação e concentração do i.a., conforme também observado por Khezzzadeh et al. (2013). Os diferentes tipos modo de liberação do gás SO<sub>2</sub> são resultantes da diferente permeabilidade entre as folhas de fase dupla ou lenta, logo proporcionam diferentes níveis de controle. No presente experimento, as folhas geradora de SO<sub>2</sub> de liberação dupla fase controlaram o mofo cinzento de maneira mais eficiente do que os demais tratamentos. No entanto, deve-se considerar que os cachos submetidos ao tratamento de folha geradora de SO<sub>2</sub> de liberação lenta com 7 g de i.a, também proporcionou níveis satisfatórios de controle, estando esse agrupado juntamente aos tratamentos de liberação dupla fase, exceto quando combinado ao bolsão plástico perfurado de 0,9% de AV.

Observa-se também que nessas condições, a incidência do mofo cinzento é antagônica à firmeza de bagas, estando mais associada à perda de massa e ao escurecimento da raquis, enquanto a degrana comportou-se de maneira distinta às demais variáveis, não sendo antagônica à nenhuma das outras variáveis avaliadas. Além disso, é possível verificar por meio da APC que a incidência de mofo cinzento está associada tanto ao tratamento adicional quanto aos tratamentos com folhas geradoras de SO<sub>2</sub> de liberação lenta contendo 4 g de i.a., ou seja, a utilização dessa folha comportou-se de forma semelhante ao tratamento em que não empregou-se folha alguma para a conservação da uva 'Benitaka' em ambiente refrigerado.

Constata-se também a associação dos tratamentos de folha de liberação dupla fase à firmeza das bagas, sendo que essa variável possui relação antagônica à incidência da doença (Figura 4.1.1B), uma vez que não permite o desenvolvimento do patógeno (ZUTAHY et al.; 2008). Esse resultado deve-se ao crescimento de *B. cinerea* que, ao desencadear reações de rompimento das camadas externas do tecido vegetal, resulta na relação inversa entre a firmeza de bagas e a incidência do mofo cinzento, uma vez que essa está intimamente ligada à estrutura do tecido celular (FERNANDEZ-TRUJILLO et al., 2008; ARMIJO et al., 2016; ELAD et al.; 2016).

A conservação da uva de mesa por longos períodos depende diversos fatores que abrangem aspectos de manejo no campo até a exposição da uva na prateleira do mercado. Nesse sentido, a preservação da sua qualidade até seu momento de consumo é primordial, e só é possível com a adoção de técnicas integradas (ROMANAZZI et al., 2016). As práticas pós-colheita visam atenuar os efeitos dos fatores que prejudicam a manutenção da qualidade do fruto, sendo assim, o uso de embalagens apropriadas para cada cultivar se faz necessária (NGCOBO; OPARA; THIART, 2012; SAITO; XIAO, 2017). Por fim, o uso da cumbuca plástica para embalar individualmente os cachos da uva 'Benitaka' mostrou-se adequado nesse trabalho, principalmente por permitir que  $SO_2$  gerado nas folhas tivessem boa circulação no interior da embalagem, o que foi auxiliado pelo uso dos filmes plásticos perfurados, os quais permitiram também diminuir a perda de massa dos cachos.

#### 4.2. UVAS NÃO INOCULADAS COM SUSPENSÃO DE *BOTRYTIS CINEREA*

Em relação aos cachos da uva 'Benitaka' não inoculados com suspensão de *B. cinerea*, não foram observadas interações significativas entre as diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e os bolsões plásticos perfurados para as variáveis analisadas. Entretanto, foram constatadas diferenças significativas entre os diferentes tipos de folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e entre os diferentes bolsões plásticos perfurados para algumas dessas variáveis.

Aos 30 e 45 dias de armazenamento refrigerado, a incidência de mofo cinzento foi maior quando empregou-se as folhas geradoras de SO<sub>2</sub> de liberação lenta contendo 4 g de i.a. A maior eficiência de controle da doença foi observada quando empregou-se as folhas de liberação de SO<sub>2</sub> dupla fase, independentemente da dose do i.a. de cada uma delas, sem porém diferir da folha de liberação lenta com 7 g de i.a. (Tabela 4.2.1). Essas diferenças podem ser atribuídas aos diferentes modos de liberação, concentrações do i.a. e materiais de confecção das folhas geradoras de SO<sub>2</sub>, as quais proporcionam diferentes permeabilidades (MURALI et al., 2013) e níveis controle. A folha de liberação lenta 7 g é elaborada com dois filmes de polímeros que contém o SO<sub>2</sub> em uma matriz de cera sem solventes, e por essa razão, pode ter contato com os cachos de uva sem aumentar a incidência de branqueamento das bagas, enquanto a de 4 g de i.a. é elaborada com filme de polímero coextrudado. Dessa forma, a maior eficiência da folha de liberação lenta 7 g sobre a 4 g pode ser explicada por vários fatores, entre eles a maior concentração do i.a. e os diferentes materiais de revestimento das folhas.

A alta eficiência observada no controle do mofo cinzento pelas folhas de dupla fase deve-se ao fato que, a partir do contato com a umidade do ar, essas liberam uma maior quantidade do gás nas primeiras 48 horas de armazenamento (1 g do i.a.), eliminando assim quaisquer esporos de *B. cinerea*, e após esse período, a emissão do gás torna-se lenta e constante. Ainda que não tenha havido diferenças significativas entre as duas folhas geradoras de SO<sub>2</sub> de liberação em dupla fase testadas, aos 45 dias de armazenamento refrigerado constatou-se uma pequena incidência de mofo cinzento nas uvas quando empregou-se a folha de liberação dupla fase contendo 5 g de i.a., o que não ocorreu quando foi utilizada a folha de liberação dupla fase com 8 g de i.a. (Tabela 4.2.1). Nesse caso, a maior dose de SO<sub>2</sub> nessa última folha foi decisiva para manter os cachos

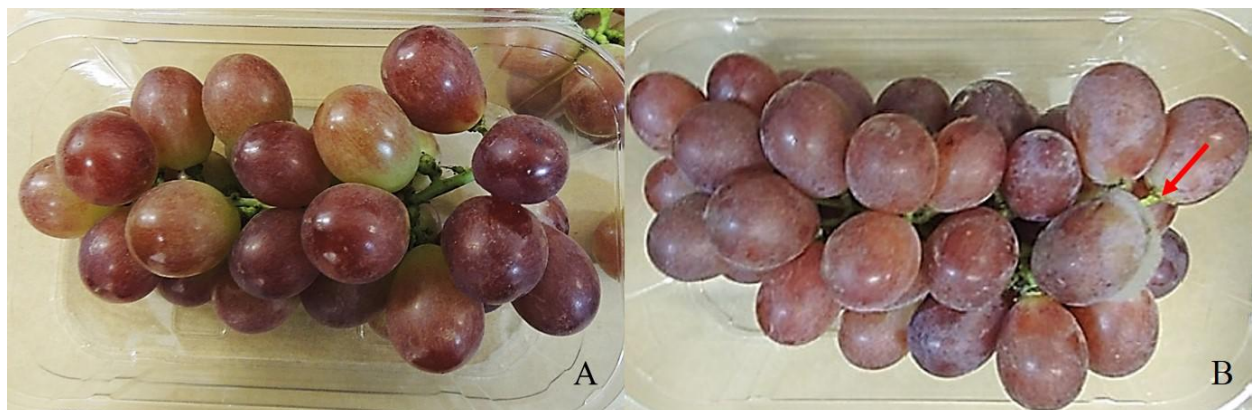
da uva 'Benitaka' completamente livres da doença durante esse período de armazenamento (Figura 4.2.1A).

**Tabela 4.2.1.** Incidência de mofo cinzento (% de bagas com sintomas) na uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados.

Forma de liberação e quantidade de SO <sub>2</sub> da folha geradora (A)	Incidência de mofo cinzento (% de bagas com sintomas)		
	Aos 30 dias em câmara refrigerada	Aos 45 dias em câmara refrigerada	Aos 3 dias em temperatura ambiente
Lenta – 7 g	0,03 b	0,35 b	0,35 b
Lenta – 4 g	0,31 a	0,92 a	2,68 a
Dupla fase – 5 g	0,00 b	0,04 b	0,04 b
Dupla fase – 8 g	0,00 b	0,00 b	0,00 b
<b>Área de ventilação do bolsão plástico perfurado (B)</b>			
0,3%	0,10	0,37	0,69
0,9%	0,03	0,26	0,66
1,0%	0,12	0,35	0,95
<b>Contraste do tratamento adicional com o fatorial</b>			
Tratamento adicional	0,59 a	1,45 a	1,46
Fatorial	0,08 b	0,32 b	0,71
F (A)	5,41*	11,19*	55,32*
F (B)	0,65 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>
F (A x B)	0,66 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>
F (Tratamento adicional × fatorial)	17,43*	18,96*	2,58 <sup>ns</sup>
CV %	19,74	32,44	47,69

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. \*: significativo a 5%. Os dados originais de % foram transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

Por outro lado, por emitir uma quantidade constante do gás desde o início até o fim do período de armazenamento, o uso folha de liberação lenta contendo 7 g do i.a. não permitiu a ausência completa do mofo cinzento nos cachos, o que pode também sofrer influência das condições de ocorrência natural do fungo e dos tipos de embalagens empregados (SORTINO et al., 2017; DOMINGUES et al., 2018; AHMED et al., 2018).



**Figura 4.2.1.** Cachos de uva ‘Benitaka’ aos 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada, embaladas individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de  $\text{SO}_2$  e bolsões plásticos perfurados. A: cacho embalado com folhas geradoras de  $\text{SO}_2$  de liberação dupla fase com 8 g de ingrediente ativo sem incidência de mofo cinzento; B: cacho embalado sem folhas geradoras de  $\text{SO}_2$  (tratamento adicional) com incidência de mofo cinzento (seta indica bagas com sintomas). Fonte: O próprio autor.

Os diferentes bolsões plásticos avaliados não exerceram influência sobre essa característica nos períodos avaliados, porém, verificou-se que os cachos submetidos à combinação dos fatores apresentaram médias inferiores de incidência de mofo cinzento quando comparado ao tratamento adicional (Figura 4.2.1B), o que confirma a necessidade do uso de folhas geradoras de  $\text{SO}_2$  no controle do mofo cinzento da uva de mesa ‘Benitaka’ durante o seu armazenamento refrigerado (CHAMPA, 2015).

Aos 3 dias de armazenamento dos cachos em temperatura ambiente, foram constatadas diferenças quanto à incidência do mofo cinzento somente entre os diferentes tipos de folhas geradoras de  $\text{SO}_2$  (Tabela 4.2.1).

Nesse período, a incidência da doença permaneceu baixa, resultado que pode ser explicado pelo aprisionamento e distribuição do gás liberado pelas folhas geradoras de  $\text{SO}_2$  (ZUTAHY et al., 2008). Os maiores níveis de incidência foram constatados nos tratamentos em que empregou-se as folhas geradoras de  $\text{SO}_2$  de liberação lenta, sendo a maior média observada quando utilizou-se a de 4 g de i.a., o que demonstra que a quantidade do gás liberado por essa folha foi insuficiente, não impedindo o desenvolvimento do fungo durante esse período de armazenamento. De forma contrária, as folhas de liberação dupla fase resultaram em controle mais efetivo do

mofo cinzento, o que pode ser atribuído à sua ação fumigante nas primeiras 48 de armazenamento (CHAMPA, 2015), conforme descrito anteriormente.

Em relação à degrana e ao escurecimento da raquis, houve diferenças apenas aos 45 dias de armazenamento refrigerado (Tabela 4.2.2 e Tabela 4.2.3). A maior média de degrana foi observada quando empregou-se o bolsão plástico com 0,9% de AV, seguido pelo bolsões de 1,0 e 0,3% de AV. Isso deve-se à relação entre a área de ventilação e uma possível redução de umidade dentro das caixas, levando assim a uma maior desidratação, perda de massa e concomitantemente, maior degrana (HENRIQUEZ; PINOCHET, 2016). Entretanto, não observou-se diferenças quanto à essa variável entre as diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub>.

Por outro lado, quando empregou-se folhas geradoras de liberação lenta com 4 g de i.a., foram observadas as maiores médias de notas de escurecimento da raquis, que podem ser atribuídas como efeito da infecção de *B. cinerea*, uma vez que os tratamentos submetidos ao mesmo tratamento apresentaram os maiores níveis de incidência da doença.

Não houve diferenças significativas entre as diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> quanto à degrana e ao escurecimento da raquis aos 3 dias de armazenamento dos cachos em temperatura ambiente (Tabela 4.2.2). No entanto, verificou-se diferenças significativas entre os bolsões plásticos perfurados, sendo o de 0,9% de AV o que resultou nas maiores médias para essas características avaliadas, resultado que pode ser explicado pela maior perda de massa dos cachos propiciada por esse tratamento (HENRIQUEZ; PINOCHET, 2016). Verificou-se também que as médias da combinação dos fatores foram superiores à do tratamento adicional para essas duas variáveis.

Para a perda de massa dos cachos e firmeza das bagas, não houve diferença significativa quanto ao uso das diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> em ambos os períodos de armazenamento refrigerado avaliados (Tabela 4.2.4).

Entretanto, em relação aos bolsões plásticos perfurados, as maiores médias de perda de massa ocorreram quando empregou-se o bolsão de 0,9% de AV, sendo mais evidente aos 45 dias de armazenamento refrigerado. O aumento da AV do bolsão pode resultar na redução da umidade na embalagem e maior dispersão do gás SO<sub>2</sub>, o que explica a maior desidratação dos cachos.

**Tabela 4.2.2.** Degrana (%) da uva de mesa ‘Benitaka’ aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados.

<b>Forma de liberação e quantidade de SO<sub>2</sub> da folha geradora (A)</b>	<b>Degrana (%)</b>		
	Aos 30 dias em câmara refrigerada	Aos 45 dias em câmara refrigerada	Aos 3 dias em temperatura ambiente
Lenta – 7 g	0,34	0,50	1,05
Lenta – 4 g	0,22	0,65	1,11
Dupla fase – 5 g	0,28	0,55	1,06
Dupla fase – 8 g	0,20	0,43	1,17
<b>Área de ventilação do bolsão plástico perfurado (B)</b>			
0,3%	0,15	0,34 b	1,03 b
0,9%	0,36	0,81 a	1,18 a
1,0%	0,27	0,45 ab	1,08 ab
<b>Contraste do tratamento adicional com o fatorial</b>			
Tratamento adicional	0,38	0,11	1,29 a
Fatorial	0,26	0,53	1,10 b
F (A)	0,43 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>
F (B)	1,53 <sup>ns</sup>	3,61*	3,81*
F (A x B)	0,30 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>
F (Tratamento adicional × fatorial)	0,07 <sup>ns</sup>	2,23 <sup>ns</sup>	5,23*
CV %	21,86	2,76	15,85

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. \*: significativo a 5%. Os dados originais de % foram transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

Ainda que a AV dos bolsões de 0,9 e 1% sejam similares, o tipo de perfuração de cada um deles deve ser considerado (macro e microperfurado, respectivamente), o que resulta em diferentes condições de armazenamento das uvas, principalmente em relação à manutenção da sua turgidez (HENRIQUEZ; PINOCHET, 2016).

Por meio da análise de componentes principais - APC, é possível verificar maior proximidade dos tratamentos avaliados quanto ao seu desempenho na conservação pós-colheita da uva de mesa ‘Benitaka’.

**Tabela 4.2.3.** Notas de escurecimento da raquis da uva de mesa ‘Benitaka’ aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias de armazenamento em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados.

<b>Forma de liberação e quantidade de SO<sub>2</sub> da folha geradora (A)</b>	<b>Escurecimento da raquis<sup>a</sup></b>		
	Aos 30 dias em câmara refrigerada	Aos 45 dias em câmara refrigerada	Aos 3 dias em temperatura ambiente
Lenta – 7 g	1,00	1,28 ab	2,08
Lenta – 4 g	1,00	1,30 a	2,33
Dupla fase – 5 g	1,00	1,11 ab	2,06
Dupla fase – 8 g	1,05	1,05 b	2,30
<b>Área de ventilação do bolsão plástico perfurado (B)</b>			
0,3%	1,00	1,31	2,10 b
0,9%	1,00	1,12	2,40 a
1,0%	1,00	1,12	2,08 b
<b>Contraste do tratamento adicional com o fatorial</b>			
Tratamento adicional	1,05	1,20	2,19 a
Fatorial	1,00	1,18	2,07 b
F (A)	0,14 <sup>ns</sup>	3,51*	4,29*
F (B)	1,08 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	8,46*
F (A x B)	0,07 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>
F (Tratamento adicional × fatorial)	12,00 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	18,39*
CV %	27,41	21,95	13,14

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. \*: significativo a 5%. <sup>a</sup> Escala de notas visuais de escurecimento da raquis: 1 - fresco e verde; 2 - ligeiramente marrom; 3 - significativamente marrom; e 4 - severamente marrom (Ngcobo et al., 2013).

Aqueles em que foram empregadas folhas geradoras de SO<sub>2</sub> de liberação dupla fase se agruparam de maneira oposta ao tratamento adicional, o que era esperado, uma vez que esse tratamento consistiu apenas no armazenamento refrigerado de uvas embaladas com bolsões plástico de 1% de AV, sem o uso de folhas geradoras de SO<sub>2</sub> para o controle do mofo cinzento.

Destaca-se, entretanto, o bom desempenho da folha de liberação lenta de 7 g de i.a., ficando esse tratamento agrupado de maneira semelhante aos submetidos à folha geradora de SO<sub>2</sub> de dupla fase (Figura 4.2.2A). Dessa forma, fica evidente que o

emprego de técnicas apropriadas de embalagem e conservação pós-colheita permitem a manutenção das principais propriedades físico-químicas das uvas de mesa em condições adequadas por períodos prolongados (KADER, 2013).

**Tabela 4.2.4.** Perda de massa (%) e firmeza das bagas (N) da uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias de armazenamento em câmara refrigerada, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados.

Forma de liberação e quantidade de SO <sub>2</sub> da folha geradora (A)	Perda de massa (%)		Firmeza (N)
	Aos 30 dias	Aos 45 dias	Aos 45 dias
Lenta – 7 g	0,79	1,53	8,71
Lenta – 4 g	0,75	1,53	8,28
Dupla fase – 5 g	0,58	1,08	8,56
Dupla fase – 8 g	0,56	1,30	8,25
<b>Área de ventilação do bolsão plástico perfurado (B)</b>			
0,3%	0,51 b	0,99 b	8,60
0,9%	0,86 a	1,81 a	8,14
1,0%	0,63 ab	1,27 b	8,61
<b>Contraste do tratamento adicional com o fatorial</b>			
Tratamento adicional	0,91	1,57	8,73
Fatorial	0,67	1,36	8,45
F (A)	1,09 <sup>ns</sup>	2,93 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>
F (B)	3,25*	13,16*	3,28 <sup>ns</sup>
F (A × B)	1,68 <sup>ns</sup>	1,95 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>
F (Tratamento adicional × fatorial)	1,34 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>
CV (%)	19,22	17,10	7,92

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). ns: não significativo. \*: significativo a 5%. Os dados originais de % de perda de massa foram transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

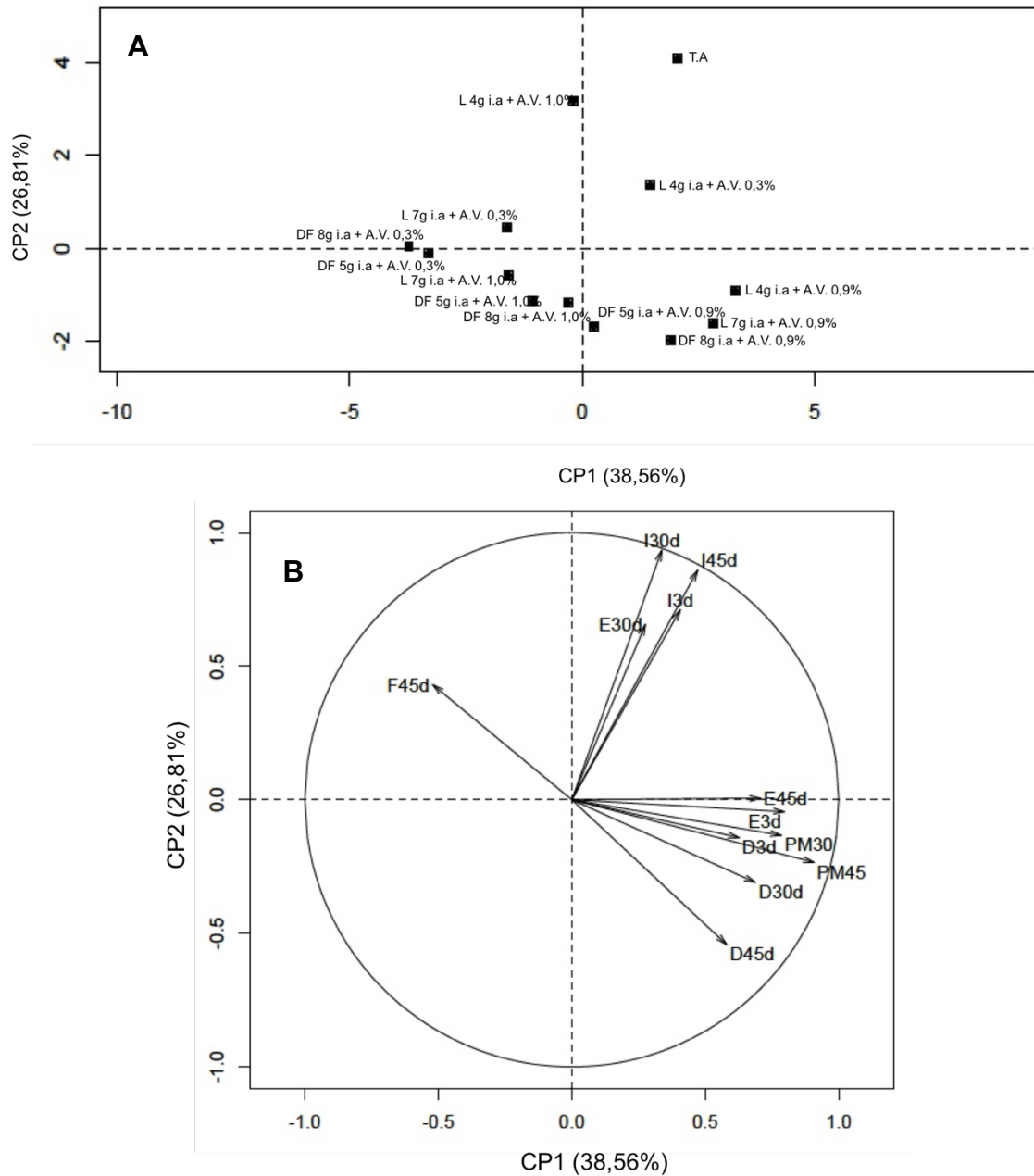
Por outro lado, observou-se semelhança de desempenho do tratamento adicional com o da folha geradora de SO<sub>2</sub> de liberação lenta contendo 4 g de i.a., resultado que pode ser explicado pelo fato da quantidade de gás emitida por esse tratamento ter sido insuficiente para controlar o mofo cinzento. Também deve-se considerar seu modo de liberação lenta e composição da folha, emitindo o gás de maneira constante durante todo o período de armazenamento, sem efeito fumigante nas primeiras

horas de conservação refrigerada, como ocorre nas folhas de liberação dupla fase (ROMANAZZI et al., 2016), o que resultou na perda da qualidade da uva 'Benitaka'.

O tipo de bolsão plástico perfurado também possibilitou o agrupamento de tratamentos, demonstrando dois grupos distintos: o primeiro foi composto pelos tratamentos em que empregou-se as folhas geradoras de SO<sub>2</sub> em combinação ao bolsão de 0,9% de AV; e o segundo em que empregou-se as distintas folhas geradoras em combinação ao bolsão de 1,0% de AV. Esse agrupamento evidencia a distinção dos tipos de perfuração dos bolsões plásticos (HENRIQUEZ; PINOCHET, 2016), pois ambos os grupos possuem AV similar. No entanto, verificou-se diferenças entre os tratamentos submetidos a cada um dos tipos de embalagens empregadas. Devido à sua microperfuração, o bolsão de 1,0% de AV aprisiona o gás mais eficientemente do que o de 0,9% de AV (macroperfurado), o que o torna semelhante a sua eficiência no armazenamento refrigerado da uva 'Benitaka' ao bolsão de 0,3% AV (LICHTER et al., 2008).

Nota-se que apenas os tratamentos compostos pela folha geradora de SO<sub>2</sub> de liberação lenta com 4 g de i.a. combinados aos bolsões de 0,3 ou 1,0% de AV se distinguem dos demais de mesma AV, aproximando-se ao tratamento adicional. Tal observação permite inferir que esses tratamentos tendem a assemelhar-se ao tratamento adicional, podendo ser o tipo de folha geradora de SO<sub>2</sub> o fator responsável para essa proximidade. Por outro lado, todos os tipos de folhas combinadas ao bolsão plástico de 0,9% de AV assemelharam-se ao tratamento adicional.

É possível verificar que a incidência natural de mofo cinzento apresenta comportamento distinto às demais características avaliadas da uva de mesa 'Benitaka', além dessa característica estar associada ao comportamento do tratamento adicional e aos tratamentos com ele agrupados (Figura 4.2.2B). Outras características, como a degrana, o escurecimento da raquis e a perda de massa foram correlacionadas aos tratamentos submetidos ao bolsão plástico perfurado de 0,9% de AV, ao passo que a firmeza de bagas demonstrou antagonismo às variáveis citadas anteriormente, correlacionando-se mais aos tratamentos em que foram empregadas as folhas de liberação dupla fase.



**Figura 4.2.2.** Análise de componentes principais (ACP) das características de incidência do mofo cinzento e atributos pós-colheita da uva de mesa 'Benitaka' aos 30 e 45 dias em armazenamento em câmara refrigerada e aos 3 dias em temperatura ambiente, embalada individualmente em cumbucas plásticas com diferentes folhas geradoras de SO<sub>2</sub> e bolsões plásticos perfurados. A: Dispersão dos tratamentos de acordo com os valores dos componentes principais. B: Arranjo das variáveis de acordo com os valores dos componentes principais. L: liberação lenta de SO<sub>2</sub>; DF: liberação dupla fase de SO<sub>2</sub>; i.a.: ingrediente ativo; A.V.: área de ventilação; I: incidência de mofo cinzento; D: degrana; E: escurecimento da raquis; PM: perda de massa; F: firmeza; d: dias.

## 5. CONCLUSÕES

O uso de folhas geradoras de SO<sub>2</sub> de liberação dupla fase contendo 5 g ou 8 g de i.a., bem como a de liberação lenta com 7 g de i.a., são eficientes para controlar a incidência de mofo cinzento em uvas de mesa 'Benitaka' embaladas em cumbucas plásticas e mantidas em câmara fria a 1 °C por até 45 dias. Nessas condições de armazenamento, o uso do bolsão plástico perfurado com 0,3% de área de ventilação ou o microperfurado com 1,0% de área de ventilação, resultam em menores perda de massa dos cachos e degrana.

Após o período de armazenamento refrigerado, quando mantidas as uvas em temperatura ambiente a 22 °C durante 3 dias, essas folhas geradoras de SO<sub>2</sub> resultam também na menor incidência do mofo cinzento, degrana e escurecimento da raquis.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, S.; ROBERTO, S.R.; DOMINGUES, A.R.; SHAHAB, M.; CHAVES JUNIOR,; O.J.C.; HIDEKI, C.S.; SOUZA, R.T.; Effects of different sulfur dioxide pads on botrytis mold in 'Italia' table grapes under cold storage. **Horticulturae**, Basel, v. 4, n. 29, p. 1-13, 2018.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA UVA. **Brazilian Grape Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2016. 64p.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. **Brazilian Fruit Yearbook 2015**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2015. 104p.
- ARANEDA, E. M.; DIXON, C.; CORTES, K. M.; Old ideas -- new techniques post harvest application of SO<sub>2</sub> on table grapes. In: International Table Grapes Symposium, n. 7, 2014, Australia, **Annals of 7th International Table Grapes Symposium**, Mildura Victoria, 2014, p. 1-16.
- ARMIJO, G.; SCHLECHTER, R.; AGURTO, M.; MUNOZ, D.; NUNEZ, C.; ARCE-JOHNSON, P.; Grapevine pathogenic microorganisms: understanding infection strategies and host response scenarios. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 7, n. 382, p. 1-18, 2016.
- 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**, Santa Maria, v. 40, n. 9, p. 1909-1915, 2010.
- CAMARGO, U. A.; NACHTIGAL, J. C.; RITSCHER, P. S. **Novas cultivares brasileiras de uva**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 64p.
- CANDIR, E.; KAMILOGLU, O.; OZDEMIR, A.E.; CELEBI, S.; COSKUN, H.; ARS, M.; ALKAN, S. Alternative postharvest treatments to control decay of table grapes during cold storage. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, Quedlinburg, v. 84, n. 2, p. 72-75, 2011.
- CANTÍN, C. M. A.; PALOU, L.; BREMER, V.; MICHAILIDES, T. J.; CRISOSTO, C.H.; Evaluation of the use of sulfur dioxide to reduce postharvest losses on dark and green figs. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.59, p.150-158, 2011.
- CARTER, M. Q.; FENG, D.; CHAPMAN, M. H.; GABLER, F. Survival of foodborne pathogens on commercially packed table grapes under refrigerated transit condition. **Food Microbiology**, Estados Unidos, v. 72, n. 2, p. 199-205. 2018.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D.; **Cartas climáticas do Paraná**. IAPAR, Londrina: IAPAR, 2000.

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

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

CRISOSTO, C.H.; SMILANICK, J.L.; DOKOOZLIAN, N.; Table grapes suffer water loss, stem browning during cooling delays. **California Agriculture**, Davis, v. 55, n. 1, p. 39-42, 2001.

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. **Molecular Plant Pathology**, Medford, v. 13, n. 4, p. 414–430, 2012.

DE LIMA, M. A. C.; ANTONIOLLI, L. **Boas práticas de fabricação e manejo na colheita e pós-colheita de uvas finas de mesa**, Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. 13p.

DOMINGUES, A.R.; ROBERTO, S.R.; AHMED, S.; SHAHAB, M.; CHAVES JUNIOR, O.J.; SUMIDA, C.H.; SOUZA, R.T.; Postharvest techniques to prevent the incidence of Botrytis mold of 'BRS Vitoria' seedless grape under cold storage. **Horticulturae**, Basel, v. 4, n. 17, p. 1-11, 2018.

ELAD, Y.; VIVIER, M.; FILLINGER, S. Botrytis: the good, the bad and the ugly. In: FILLINGER, S., ELAD, Y., VIVIER, M. (Eds.). **Botrytis - the Fungus, the Pathogen and Its Management in Agricultural Systems**. Cidade de Nova Iorque: Springer International Publishing, 2016, p. 1–15.

EUROPEAN COMMISSION. **Commission Implementing Regulation (EU) nº 543/2011 of 7 June 2011 laying down detailed rules for the application of Council Regulation (EC) nº 1234/2007 in respect of the fruit and vegetables and processed fruit and vegetables sectors**. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2011:157:FULL&from=EN>>. Acesso em: 22 jan. 2019.

FERNANDEZ-TRUJILLO, J. P.; OBANDO-ULLOA, J. M.; BARÓ, R.; MARTINEZ, J. A. Quality of two table grape cultivars treated with single or dual-phase release SO<sub>2</sub> generators. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, Quedlinburg, v.82, n. 2, p. 1-8, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT database results**. 2016. Disponível em:<<http://apps.fao.org>> Acesso em: 22 mai. 2016.

HENRIQUEZ, J.L.; PINOCHET, S.; Impact of ventilation area of the liner bag, in the performance of SO<sub>2</sub> generator pads in boxed table grapes. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 1144, p. 267-272. 2016.

KADER, A. A.; Postharvest technology of horticultural crops – an overview from farm to fork. **Ethiopian Journal of Science and Technology**, Makhanda, v.1 , n. 1, p. 1-8, 2013.

KHEZRZADEH, K.; BANEH, H. D.; HASSANI, A.; ABDOLLAHI, R.; SAEDYAN, R.; Effects of sulfur pads and amni plant essential oil on storage life of grapevine (*Vitis vinifera*) cv. Rasha. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, Londres, v. 5, n. 20, p. 2447-2453, 2013.

KISHINO, A. Y.; Características da planta. In: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C.; ROBERTO, S. R. **A viticultura no Paraná: o sistema de produção do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2007. p. 87-140.

KISHINO, A. Y.; ROBERTO, S. R. Tratos culturais. In: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C.; ROBERTO, S. R. **A viticultura no Paraná: o sistema de produção do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2007. p. 22-23.

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**, United Kingdom, v.63, n. 3, p. 36-40, 2014.

LEÃO, P. C. S.; Cultivares. In: \_\_\_\_\_. **Cultivo da Videira**. Petrolina: EMBRAPA, 2004. p. 19-23.

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**, Washington, v. 79, n. 1, p. 159–67, 2013.

LITCHER, 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**, Alexandria, v. 18, n. 2, p. 206-214, 2008.

LITCHER, A.; KAPLUNOV, T.; ZUTAHY, Y.; DAUS, A.; ALCHANATIS, V.; OSTROVSKY, V.; LURIE, S. Physical and visual properties of grape rachis as affected by water vapor pressure deficit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 59, n. 1, p. 25-33, 2011.

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**, Florence, v. 29, n. 3, p. 152-154, 2015.

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**, São Francisco, v. 7, n. 6, e39547, 2012.

LORENZI, C. O.; JULIAO, L.; dos SANTOS, F. G. R.; de OLIVEIRA, F. V.; Embalagens de HF. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, v.13, n. 137, p. 1-46, 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**, Amsterdam, v. 42, n. 3, p. 222–227, 2006.

MASCARENHAS, R. J.; SILVA, S. M.; LIMA, M. A. C.; MENDONÇA, R. M. N.; HOLSCHUH, H. J. Characterization of maturity and quality of brazilian apirenic grapes in the São Francisco River Valley. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 26-33, 2012.

MAHAJAN, B. V. C; ARORA, N. K.; GILL, M.I.S.; GHUMAN, B.S.; Studies on extending storage life of 'Flame Seedless' grapes. **Jornal of Horticultural Science & Ornamental Plants**, Dubai, v.2, n. 2, p. 88-92, 2010.

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. 12p.

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**, Amsterdam, v. 86, n. 1, p. 321–328, 2013.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2015 (Comunicado Técnico 191)** Bento Gonçalves, RS: EMBRAPA Uva e Vinho, 2016. 5p.

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**, Minnesota. v. 84, n. 3, p. 208–223, 2000.

MOTOIKE, S.; BOREM, A. **Uva: do plantio à colheita**, Viçosa, MG: Editora UFV, 2018, 185p.

MURALI, R.S.; SHANKARSHANA, T.; SRIDHAR, S.; Air separation by polymer-based membrane technology. **Separation & Purification Reviews**, Philadelphia, v. 42, n. 2, p. 130-186, 2013.

NGCOBO, M.E.K.; OPARA, U. L.; THIART, G. D.; Effects of Packaging Liners on Cooling Rate and Quality Attributes of Table Grape (cv. Regal Seedless). **Packaging Technology and Science**, Estados Unidos, v. 25, n. 1, p. 73-84, 2012

NGCOBO, M. E. K.; DELELE, M. A.; OPARA, U. L.; ZIETSMAN, C. J.; MEYER, C. J. Resistance to airflow and cooling patterns through multi-scale packing of table grapes, **International Journal of Refrigeration**, Paris, v. 35, n.2, p. 445-452, 2012.

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**, Holanda, v. 116, n. 2, p. 613-621, 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF VINE AND WINE (OIV). **World vitiviniculture situation**, Paris: OIV Statistical Report on World Vitiviniculture, 2017. 19p. Disponível em: < <http://www.oiv.int/public/medias/5479/oiv-en-bilan-2017.pdf> > Acesso em: 5 jun. 2017.

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**, Hoboken, v. 96, n. 1, p. 131-139, 2016.

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: SO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub>. **Atmospheric Environment**, v.42, n.1, p. 1249-1260, 2008.

ROCKENBACH, I. I.; GONZAGA, L. V.; RIZELIO, V. M.; GONÇALVES, A. E. S. S.; GENOVESE, M. I.; FETT, R. Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking. **Food Research International**, Ontario, v. 44, p. 897-901, 2011.

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**, Amsterdam, v. 63, n.1, p. 141–147, 2012.

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

SATO, A. J.; SILVA, B. J.; BERTOLUCCI, R.; CARIELO, M.; GUIRUAD, M. C.; FONSECA, I. C. de B.; ROBERTO, S. R. Evolução da maturação e características físico-químicas de uvas da cultivar Isabel sobre diferentes porta-enxertos na Região Norte do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 11–20, 2009.

SAITO, S.; XIAO, C.L.; Evaluation of sulfur dioxide-generating pads and modified atmosphere packaging for control of postharvest diseases in blueberries. **Acta Horticulture**, Beijing, v. 1180, n. 1180, p. 123-128. 2017.

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**, Teerã, v. 2, p. 1234-1240, 2012.

SEN, F.; KESGIN, M. Effect of covering materials used during the pre-harvest stage on the quality and storage life of 'Sultana Seedless' grapes, **Food Science and Technology**, Campinas, v. 34, n. 4, p. 787-792, 2014.

SORTINO, G.; ALLEGRA, A.; PASSUFIUME, R.; GIANGUZZI, G.; GULLO, G.; GALLOTA, A.; Postharvest Application of Sulphur Dioxide Fumigation to Improve Quality and Storage Ability of 'Red Globe' Grape Cultivar During Long Cold Storage. **Chemical Engineering Transactions**, Milão, v. 58, n.3, p. 403-408, 2017.

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**, Amsterdam, v. 89, n. 1, p.32–39, 2014.

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE – UNECE. **UNECE Standard FFV-19 concerning the marketing and commercial quality control of Table Grapes, 2017 Edition**. Disponível em :

<[http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/standard/fresh/FFV-Std/English/19\\_TablesGrapes.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/standard/fresh/FFV-Std/English/19_TablesGrapes.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2019.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Fresh deciduous fruit: world markets and trade (apples, grapes & pears). **Foreign Agricultural Service**, 2017. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/fruit.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2017.

YAMASHITA, F.; TONZAR, A. C.; FERNANDES, J. G.; MORIYA, S.; BENASSI, M. 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**, Campinas, v.20, n.1, p. 1-9, 2000.

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**, Amsterdam, v. 87, n.1, p. 95–102, 2014.

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

ZUTAHY, Y.; LICHTER, A.; KAPLUNOV, T.; LURIE, S. Extended storage of 'Red Globe' grapes in modified SO<sub>2</sub> generating pads. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, v. 50, n. 1, p. 12–17, 2008.