

Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de uva 'Niagara Rosada'

Patrícia Cia⁽¹⁾, Eliane Aparecida Benato⁽²⁾, Sílvia Regina de Toledo Valentini⁽²⁾, Juliana Sanches⁽¹⁾, Francine Scolfaro Ponzo⁽³⁾, Daniela Flôres⁽⁴⁾ e Maurilo Monteiro Terra⁽⁵⁾

⁽¹⁾Instituto Agronômico (IAC), Centro de Engenharia e Automação, Rodovia Dom Gabriel P.B. Couto, Km 65, Caixa Postal 26, CEP 13201-970 Jundiaí, SP. E-mail: pcia@iac.sp.gov.br, jsanches@iac.sp.gov.br ⁽²⁾Instituto de Tecnologia de Alimentos, Grupo de Engenharia e Pós-Colheita, Avenida Brasil, nº 2.880, Caixa Postal 139, CEP 13070-178 Campinas, SP. E-mail: benato@ital.sp.gov.br, valentini@ital.sp.gov.br ⁽³⁾IAC, Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Avenida Barão de Itapura, nº 1.481, Caixa Postal 28, CEP 13012-970 Campinas, SP. E-mail: fran_cca@yahoo.com.br ⁽⁴⁾Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Avenida Pádua Dias, nº 11, Caixa Postal 9, CEP 13418-900 Piracicaba, SP. E-mail: daniflor@esalq.usp.br ⁽⁵⁾IAC, Centro de Frutas, Avenida Luiz Pereira dos Santos, nº 1.500, CEP 13214-800 Jundiaí, SP. E-mail: mmterra@iac.sp.gov.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da atmosfera modificada na conservação pós-colheita da uva 'Niagara Rosada' armazenada sob refrigeração, em dois experimentos. No primeiro experimento avaliou-se o acondicionamento de cachos nas seguintes embalagens: papelão ondulado (testemunha); tereftalato de polietileno (PET); cloreto de polivinila (PVC) 17 µm; polietileno linear de baixa densidade (PELBD) 25 µm; e PELBD 50 µm. Em outro experimento, avaliaram-se os sistemas de acondicionamento: sacolas de plástico abertas (testemunha); polietileno de baixa densidade (PEBD) 25 µm; PEBD 25 µm, com injeção de mistura gasosa (21% O₂/5% CO₂); PEBD 25 µm (21% O₂/10% CO₂); PEBD 25 µm (21% O₂/20% CO₂). Os cachos foram armazenados a 1±1°C e 90±5% de umidade relativa (UR) por 28 dias, seguido de armazenamento em condições do ambiente (25±2°C e 80±5% UR). Os cachos foram avaliados quanto à perda de massa de matéria fresca, firmeza, cor das bagas, esbagoamento, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), relação SST/AT e incidência de podridões. O filme PELBD 50 µm, a partir do 14º dia a 1°C, seguido por mais três dias a 25°C, causou a fermentação dos cachos. As embalagens PELBD 25 µm, com ou sem injeção de mistura gasosa, e PVC 17 µm reduzem a perda de massa de matéria fresca dos cachos, mas não reduzem o esbagoamento e a incidência de podridões.

Termos para indexação: *Vitis labrusca*, esbagoamento, podridões.

Modified atmosphere and cold storage for postharvest conservation of 'Niagara Rosada' table grape

Abstract – The objective of this work was to evaluate the effect of the modified atmosphere, on the storage life of 'Niagara Rosada' Table grape kept under refrigeration in two experiments. In the first one, grape clusters stored in different package materials were evaluated: corrugated cardboard boxes, polyethylene terephthalate (PET); 17-µm polyvinyl chloride (PVC); 25-µm low density linear polyethylene film (PELDB); and 50-µm PELDB. On a second assay, different packaging systems were evaluated: opened plastic bags; 25-µm low density polyethylene film (PEBD); 25-µm PEBD, with injection of gas mixture (21% O₂/5% CO₂), 25-µm PEBD (21% O₂/10% CO₂); 25-µm PEBD (21% O₂/20% CO₂). The grape clusters were stored at 1±1°C and 90 ± 5% relative humidity (RH) for 28 days, followed by a storage period at room conditions at 25 ± 2°C and 80± 5% RH. Clusters were evaluated for weight loss, firmness, color of the berries, percentage of detached berries, total soluble solids (SST), titratable acidity (TA), SST/TA, and rot incidence. Polyethylene film of 50-µm, from the 14th day at 1°C, with an additional period of 3 days at 25°C, caused fruit fermentation. The 25-µm PELBD, with or without gas injection, and 17-µm PVC films reduce clusters weight loss, but do not reduce berry detaching and rot incidence .

Index terms: *Vitis labrusca*, detached berries, rots.

Introdução

O Estado de São Paulo destaca-se como o maior produtor nacional de uva de mesa, com produção anual de 189,7 mil toneladas. As cultivares de uva comum, representadas principalmente pela 'Niagara Rosada', correspondem a 49,1% da produção no Estado (Instituto de Economia Agrícola, 2007). Por ter

custo de produção menor que o da uva fina de mesa, características de rusticidade que exigem um número menor de pulverizações de defensivos agrícolas e excelente aceitação pelo mercado consumidor, o cultivo da videira 'Niagara' está se expandindo por todos os importantes pólos vitícolas do Brasil (Tecchio et al., 2009). No entanto, a produção concentra-se nos meses de dezembro a fevereiro, o que ocasiona

picos de preços em setembro-outubro e março-abril (Pommer et al., 2003).

Nos últimos anos, os viticultores verificaram uma queda na rentabilidade da cultura, o que acarretou a necessidade de se adequarem as técnicas de cultivo, para redução dos custos de produção e das perdas pós-colheita (Tecchio et al., 2009). Segundo Maia (2002), o período entre a colheita e a venda da 'Niagara Rosada', no varejo, deve ser o menor possível, em razão dos problemas de esbagoamento e incidência de podridões.

Na pós-colheita, importantes medidas de controle de podridões incluem manuseio cuidadoso, resfriamento rápido e uso de dióxido de enxofre (SO₂), aliadas ao armazenamento refrigerado, sob temperaturas próximas a 0°C (Camili et al., 2007). Além de eficiente na redução da incidência de podridões, o tratamento com SO₂ permite que os cachos sejam mantidos em condições de alta umidade relativa. Entretanto, o SO₂ pode causar danos às bagas, como o branqueamento, e os resíduos deixados pelo produto não são aceitos por alguns mercados consumidores (Chervin et al., 2005).

Atualmente, tem sido dada ênfase para o desenvolvimento de técnicas alternativas de controle de podridões, como o uso de tratamentos físicos, para a manutenção da qualidade e a proteção de frutos em pós-colheita, que garantam a segurança do produto e não coloquem em risco a saúde do consumidor. Entre os métodos físicos que podem ser empregados, para o aumento do período de conservação dos frutos e controle de podridões pós-colheita de uva, destacam-se a refrigeração e a atmosfera modificada (AM) (Cia & Benato, 2006).

A redução da taxa respiratória e o atraso dos processos bioquímicos da maturação e senescência podem ser obtidos pela técnica de AM (Kader et al., 1989). Esta técnica tem por objetivo estender o período de conservação das frutas, pela redução do desenvolvimento de podridões, com atuação direta e indireta sobre os patógenos (Cia & Benato, 2006). Para que a técnica de AM seja eficiente, o processo de senescência dos frutos deve ser atrasado, sem reduzir a qualidade. Com o atraso da senescência, o fruto pode manter sua habilidade para produzir compostos antifúngicos, normalmente presentes em frutos jovens, o que evita o desenvolvimento de podridões. Estes efeitos acarretam inibição da doença e atraso na

transformação de infecções quiescentes em infecções ativas.

No Brasil, poucos foram os estudos realizados que abordaram a utilização de atmosfera modificada ou controlada para o armazenamento de uvas de mesa. Sob tal aspecto, Brackmann et al. (2000) relataram que a utilização de altas concentrações de CO₂, durante o armazenamento refrigerado de uvas 'Dona Zilá' e 'Tardia de Caxias', mostrou-se eficiente na redução de podridões pós-colheita. Chitarra & Chitarra (2005) recomendam concentrações de 2 a 5% de O₂ + 1 a 3% de CO₂ para o armazenamento de uvas sob refrigeração. Crisosto et al. (2002) avaliaram os efeitos de baixas concentrações de O₂ e altas concentrações de CO₂ como substituto ao SO₂, para o controle de *Botrytis cinerea* em uvas 'Redglobe', e concluíram que a utilização de 10% de CO₂, independentemente da concentração de O₂ (3, 6 ou 12%), reduziu a incidência de *B. cinerea*, durante o armazenamento dos cachos a 1°C por oito semanas, seguido por mais três dias a 20°C; porém, concentrações acima de 10% de CO₂ aceleraram o escurecimento da ráquis, o que prejudicou a aparência dos cachos. Castro et al. (1999) analisaram a taxa de esbagoamento, a perda de massa dos cachos, o bom aspecto do cacho e do engajo, e constataram que entre as embalagens avaliadas (polietileno de 0,05 e 0,08 mm de espessura, e sacolas de plástico sanfonadas), a embalagem sacola de plástico foi a adequada para conservar uvas 'Itália' da região de Jales, por até seis semanas a 4°C.

Assim, o desenvolvimento de tecnologias pós-colheita, adequadas para melhor conservação dos frutos e que, ao mesmo tempo, sejam eficientes na redução das perdas decorrentes de problemas fitossanitários e reduzam o uso de defensivos agrícolas, são de grande importância.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da atmosfera modificada ativa e passiva, na conservação pós-colheita de uvas 'Niagara Rosada' mantidas sob refrigeração.

Material e Métodos

Dois experimentos foram realizados para a avaliação da atmosfera modificada na conservação pós-colheita de uva 'Niagara Rosada'. Cachos de uva 'Niagara Rosada', provenientes de Louveira (Experimento I) e Jundiá (Experimento II), Estado de São Paulo, foram colhidos

com teor de sólidos solúveis totais de 12 e 13,5%, para os Experimentos I e II, respectivamente, e transportados ao laboratório de pós-colheita, onde foram selecionados quanto à ausência de defeitos, podridões e uniformidade de cor. No primeiro experimento, os cachos com aproximadamente 750 g e em número de três por repetição, foram acondicionados nas seguintes embalagens: papelão ondulado (testemunha), politereftalato de etileno (PET), com tampa e fundo perfurados; cloreto de polivinila (PVC) 17 μm ; polietileno linear de baixa densidade (PELBD) 25 μm ; e PELBD 50 μm . O filme de PVC 17 μm , o PELBD 25 μm e o de 50 μm foram usados para envolver bandejas de poliestireno. Frutos testemunha não foram acondicionados em filmes de plástico. Os cachos testemunha, bem como aqueles envoltos em diferentes filmes de plástico, foram acondicionados em caixas de papelão ondulado. No segundo experimento, os cachos com aproximadamente 550 g e em número de dois por repetição, foram acondicionados em diferentes sistemas de embalagem, que se constituíram de: sacolas de plástico abertas (testemunha); polietileno de baixa densidade (PEBD) 25 μm ; PEBD 25 μm , com injeção de mistura gasosa (21% O_2 /5% CO_2); PEBD 25 μm (21% O_2 /10% CO_2); PEBD 25 μm (21% O_2 /20% CO_2). Os frutos testemunha, bem como aqueles envoltos em diferentes filmes de plástico, foram acondicionados em caixas de papelão ondulado. Para a injeção de mistura gasosa nas embalagens de polietileno, utilizou-se termosseladora Selovac 200B (Selovac, São Paulo, Brasil), por meio de cilindros de alta pressão, com misturas conhecidas. No primeiro experimento, os cachos foram armazenados em câmaras de refrigeração ($1\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR), por 7, 14, 21 e 28 dias, e após cada período, foram transferidos para condições do ambiente ($25\pm 2^\circ\text{C}$ e $80\pm 5\%$ UR). As análises foram realizadas semanalmente, após os cachos terem sido transferidos para condições do ambiente por três dias. No segundo experimento, os cachos foram avaliados após 15 dias de armazenamento refrigerado, seguido por mais cinco dias a 25°C . Neste ensaio, no momento da transferência dos cachos para as condições do ambiente, metade dos cachos foi mantida nas embalagens e a outra parte foi retirada das condições de atmosfera modificada e transferida para sacolas de plástico.

Foram avaliados os atributos de qualidade conforme descrição a seguir. Incidência de podridões (%), determinada pela diferença de massa obtida na pesagem dos cachos e das bagas que apresentavam sintomas de

podridão, por meio do cálculo $P(\%) = (\text{massa de bagas podres}/\text{massa do cacho de uva}) \times 100$ (Cia et al., 2009). Esbagoamento (%), calculado pela diferença de massa obtida pela pesagem dos cachos e das bagas caídas após leve agitação manual dos cachos, por cinco vezes. Firmeza das bagas (N), determinada em texturômetro TA-XT2 (Stable Micro Systems, Surrey, UK), com probe cilíndrico de alumínio (35 mm), com velocidade de 2 mm s^{-1} e profundidade de compressão de 2 mm, em duas bagas da porção basal, duas da região mediana e duas da região apical, por cacho. Coloração da casca, obtida em colorímetro Minolta CR 300 (Konica Minolta, Osaka, Japão), com sistema CIELab dos parâmetros de luminosidade (L^*), cor verde ($-a^*$), cor vermelha ($+a^*$), tendo-se efetuado a leitura em seis bagas por cacho. Calculou-se a diferença de coloração total entre padrão e amostras, por meio da fórmula:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}.$$

O teor de sólidos solúveis totais (%) foi obtido em refratômetro digital Schmidt-Haensch (Schmidt + Haensch GmbH & Co., Berlin, Alemanha). A acidez titulável, expressa em % de ácido tartárico, foi determinada por titulação com NaOH (0,1 N) até pH 8,1, em pHmetro Mettler Toledo 320 (Carvalho et al., 1990).

Além dessas análises avaliou-se semanalmente, a composição gasosa (O_2/CO_2) no espaço-livre das embalagens, com auxílio de um analisador de gases Mocon (Mocon, Minneapolis, EUA), com alíquotas de 30 mL de gás, obtidas do interior das embalagens com a coleta via septo.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro (Experimento I) ou cinco repetições (Experimento II), compostas por três (Experimento I) ou dois cachos (Experimento II) como unidade experimental. As médias dos dados obtidos foram submetidas à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo programa Sisvar (Ferreira, 2005).

Resultados e Discussão

No primeiro experimento, durante o armazenamento refrigerado, as concentrações médias de O_2 após o estabelecimento do equilíbrio da atmosfera, foram 20,53, 16,27 e 8,40% com uso de PVC 17 μm ,

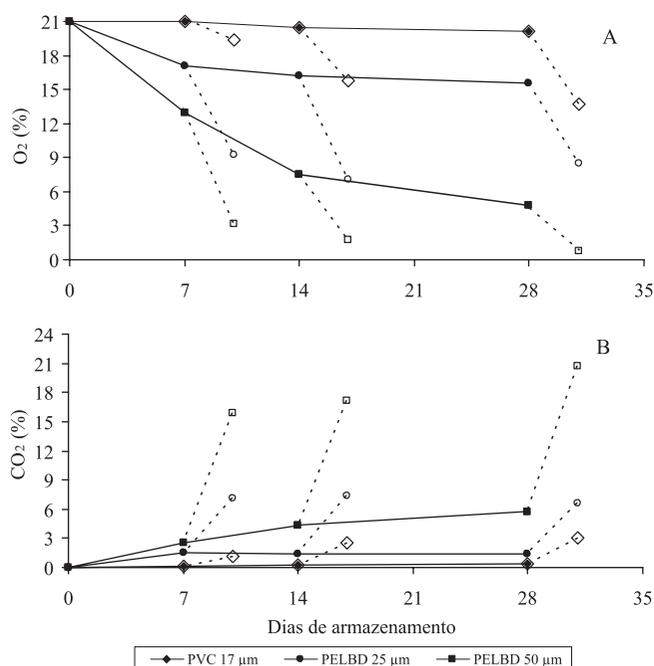


Figura 1. Concentrações de O₂ (A) e CO₂ (B) no espaço-livre das embalagens – PVC 17 µm, cloreto de polivinila; PELBD 25 µm e PELBD 50 µm –, durante o armazenamento refrigerado de uvas 'Niagara Rosada' (1°C e 90% de umidade relativa), seguido de um período de três dias sob condições do ambiente (25°C e 80% de umidade relativa, linha pontilhada). Experimento I.

PELBD 25 µm e PELBD 50 µm, respectivamente, enquanto as concentrações de CO₂ foram 0,27, 1,50 e 4,23% (Figura 1). Após a transferência dos frutos para armazenamento a 25°C, observaram-se reduções nas concentrações de O₂ de 16,30, 8,27 e 1,87% com PVC 17 µm, PELBD 25 µm e PELBD 50 µm, respectivamente, e aumento imediato nas de CO₂ de 2,20, 7,00 e 17,97% com PVC 17 µm, PELBD 25 µm, PELBD 50 µm, respectivamente. Portanto, o filme PVC 17 µm alterou ligeiramente a composição gasosa, principalmente durante o armazenamento refrigerado dos cachos, enquanto o filme PELBD 50 µm reduziu acentuadamente as concentrações de O₂ e elevou as de CO₂ bruscamente, principalmente após transferência para 25°C. No entanto, o filme PELBD 25 µm alterou significativamente as concentrações de O₂ e CO₂, durante o armazenamento refrigerado, e não promoveu riscos de anaerobiose após a transferência dos cachos para 25°C. Sob tal aspecto, Crisosto et al. (2002) relataram que concentrações de CO₂ acima de 10% causam escurecimento de ráquis em uvas 'Redglobe'. Deng et al. (2006) constataram que o armazenamento de uvas 'Kyoho', sob condições de atmosfera controlada (4% O₂ + 9% CO₂), manteve a qualidade dos frutos por 60 dias.

Tabela 1. Esbagoamento, incidência de podridões, perda de massa de matéria fresca, teores de sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável (AT) de uvas 'Niagara Rosada', acondicionadas em atmosfera modificada passiva e armazenadas a 1°C e 90% de umidade relativa (UR) por até 28 dias, seguidos de mais três dias sob condições do ambiente (25°C e 80% UR)⁽¹⁾.

Tratamento	Tempo de armazenamento (dias)	Esbagoamento ⁽²⁾ (%)	Podridões ⁽²⁾ (%)	Perda de massa de matéria fresca (%)	SST (%)	AT (% de ácido tartárico)	SST/AT
-	0	0	0	0	12,0	0,59	20,64
Testemunha		4,71a	9,68a	1,73a	11,7a	0,58a	20,18a
PET		1,46a	7,92a	1,24b	12,1a	0,56a	21,50a
PVC 17 µm	7+3	1,61a	6,02a	0,87b	11,5a	0,64a	18,09a
PELBD 25 µm		1,47a	6,94a	0,39c	11,6a	0,55a	21,08a
PELBD 50 µm		3,70a	9,70a	0,37c	11,7a	0,72a	16,92a
CV (%)		36,01	28,32	19,85	4,28	14,05	12,28
Testemunha		5,89a	10,28a	3,10a	12,2a	0,46a	26,74a
PET		1,94b	7,46a	2,98a	12,8a	0,48a	29,52a
PVC 17 µm	14+3	2,64ab	8,62a	1,25b	12,1a	0,41a	33,77a
PELBD 25 µm		1,97b	9,68a	0,46c	12,1a	0,30a	41,03a
PELBD 50 µm		3,71ab	11,44a	0,43c	11,6a	0,51a	25,08a
CV (%)		22,27	24,74	13,15	5,10	29,83	34,02
Testemunha		4,93a	5,63a	2,85a	12,4a	0,43a	28,96a
PET		3,45a	11,70a	3,34a	11,9abc	0,45a	26,52a
PVC 17 µm	28+3	2,54a	9,93a	1,32b	12,1ab	0,42a	29,30a
PELBD 25 µm		3,20a	7,72a	0,47c	11,6bc	0,50a	23,69a
PELBD 50 µm		6,27a	14,23a	0,56c	11,3c	0,50a	23,03a
CV (%)		43,53	22,97	16,39	2,85	13,14	12,45

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾Dados transformados em $(x+0,5)^{0,5}$. PVC, cloreto de polivinila; PELBD, polietileno linear de baixa densidade.

Quanto aos esbagoamento dos cachos e incidência de podridões (Tabela 1), constatou-se que as embalagens PET e PELBD 25 μm reduziram significativamente (cerca de 67%) o esbagoamento somente no 14^o dia de armazenamento sob refrigeração, seguido por mais três dias a 25°C, não influenciaram a incidência de podridões. Provavelmente, a elevada incidência de podridões, nos cachos acondicionados sob condições de atmosfera modificada, pode ser resultado da elevada umidade relativa no interior das embalagens. A combinação entre a quantidade de cachos por embalagem, a espessura e os tipos de filmes empregados, bem como a temperatura de armazenamento (1°C) não alteraram suficientemente a composição gasosa no interior das embalagens, ou seja, provavelmente não permitiram o acúmulo de altas concentrações de CO₂ e redução dos níveis de O₂ que pudessem atuar na redução da incidência de podridões nos frutos (Cia & Benato, 2006).

Constatou-se que as embalagens avaliadas foram eficientes em limitar a perda de massa de matéria fresca dos cachos de uva (Tabela 1), com destaque para a PELBD. A redução da perda de massa de matéria fresca está diretamente relacionada à taxa de transmissão de vapor d'água da embalagem. Quanto menor a taxa de transmissão, menor o deficit de pressão de vapor d'água e maior a umidade relativa no interior da embalagem, o que reduz a taxa de transpiração das frutas. De maneira geral, não se constatou influência dos tratamentos sobre os teores de sólidos solúveis das uvas, que permaneceram praticamente constantes em relação ao inicial (12%). De forma semelhante, não se observou influência significativa da atmosfera modificada sobre a acidez titulável dos frutos e a relação SST/AT. Somente aos 28 dias de armazenamento a 1°C, observou-se maior teor de sólidos solúveis totais nos cachos testemunha, provavelmente em razão da maior perda de massa de matéria fresca das bagas, enquanto os cachos embalados em PELBD 50 μm apresentaram os menores teores, o que pode ter ocorrido em razão das condições de anaerobiose promovidas por esta embalagem, que podem ter levado os frutos a produzir energia pela respiração anaeróbica (Figura 1). Sob tal aspecto, Artés-Hernández et al. (2006) relataram que o acondicionamento de uvas 'Superior Seedless' em filmes de polipropileno, por 7 dias a 0°C, seguido por 4 dias a 8°C + 2 dias a 20°C, não acarretou alterações significativas nos teores de sólidos solúveis totais e acidez titulável, e foi eficiente na redução da perda de massa de matéria fresca e incidência de podridões.

Quanto à avaliação dos efeitos da atmosfera ativa e passiva, na conservação de uvas 'Niagara Rosada' com utilização do filme PEBD 25 μm , foi observado que, em armazenamento refrigerado, os níveis médios de O₂ foram 18,44, 18,80, 19,15 e 19,86%, com uso de PEBD 25 μm , PEBD 25 μm (21% O₂ / 5% CO₂) e PEBD 25 μm (21% O₂ / 10% CO₂), PEBD 25 μm (21% O₂ / 20% CO₂), respectivamente, enquanto os níveis médios de CO₂ foram 1,10, 1,14, 1,10 e 0,94% (Figuras 2 A e 2 B). A transferência dos frutos para 25°C causou aumento imediato nas concentrações de CO₂ de 4,15% (PEBD 25 μm), 4,11% (PEBD 25 μm - 21% O₂/5% CO₂), 3,22% (PEBD 25 μm - 21% O₂/10% CO₂) e 3,61% (PEBD 25 μm - 21% O₂/20% CO₂). Constatou-se também redução nas concentrações de O₂ de 8,19, 8,21, 12,49 e 9,92%, com uso de PEBD 25 μm , PEBD 25 μm (21% O₂ / 5% CO₂), PEBD 25 μm (21% O₂ / 10% CO₂) e PEBD 25 μm (21% O₂ / 20% CO₂),

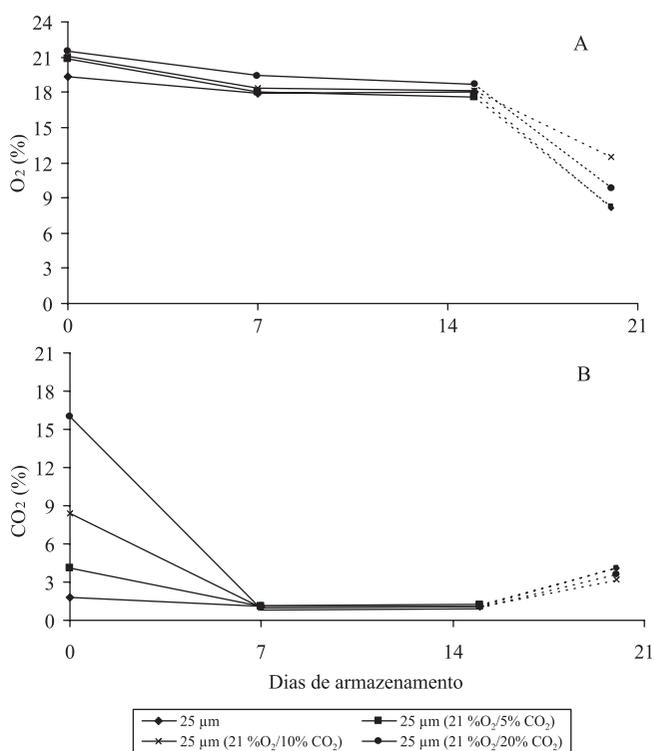


Figura 2. Concentrações de O₂ (A) e CO₂ (B) no espaço-livre das embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), sem injeção de mistura gasosa (25 μm), ou com diferentes misturas de gases (21% O₂/5% CO₂, 21% O₂/10% CO₂, 21% O₂/20% CO₂), durante o armazenamento refrigerado de uvas 'Niagara Rosada' (1°C e 90% de umidade relativa), seguido de um período de cinco dias sob condições do ambiente (25°C e 80% de umidade relativa; linha pontilhada). Experimento II.

respectivamente, após transferência dos cachos para armazenamento a 25°C. Portanto, os sistemas de embalagens utilizados não proporcionaram anaerobiose decorrente das baixas concentrações de O₂ que, aliadas às altas concentrações de CO₂, poderiam prejudicar a qualidade dos frutos pelo acúmulo de etanol e acetaldeído.

O material da embalagem deve apresentar uma taxa de permeabilidade ao O₂ que compense o consumo deste gás e uma taxa de permeabilidade ao CO₂ que permita a saída deste. Portanto, os teores de O₂ e CO₂ não devem ultrapassar os limites de tolerância do fruto a esses gases (Zagory & Kader, 1988). A exposição de um fruto a concentrações de O₂ ou CO₂, abaixo ou acima, respectivamente, de seu limite de tolerância, resultará em estresse aos tecidos do fruto, manifestado por vários sintomas como amadurecimento irregular, iniciação e agravamento de certos distúrbios fisiológicos, desenvolvimento de sabor e odor desagradáveis e aumento da suscetibilidade a doenças (Kader, 1986).

As diferentes atmosferas, geradas pelos diferentes sistemas de embalagem, não se mostraram efetivas na redução do esbagoamento e da incidência de podridões. Entretanto, o acondicionamento dos

cachos em PEBD 25 µm, sob atmosfera passiva ou ativa, reduziu de forma significativa a perda de massa da matéria fresca dos cachos, após o período de armazenamento refrigerado (Tabela 2). Quando os frutos foram transferidos para armazenamento a 25°C, observou-se que todos os sistemas de embalagem aumentaram a incidência de podridões nos cachos, o que foi significativamente diferente da testemunha para aqueles acondicionados em PEBD 25 µm (21% O₂/5% CO₂), provavelmente em razão da elevada umidade no interior das embalagens. De forma semelhante ao constatado para os frutos acondicionados sob refrigeração, observou-se que todos os sistemas de embalagem reduziram de maneira significativa a percentagem de perda de massa de matéria fresca dos cachos após a transferência para 25°C.

Após o período de armazenamento dos cachos de uva 'Niagara Rosada' sob refrigeração, observou-se que as diferentes atmosferas, obtidas com a utilização de PEBD, aliadas ou não à injeção de mistura gasosa, alteraram alguns dos atributos de qualidade avaliados (Tabela 3). O teor de sólidos solúveis totais foi significativamente menor nos frutos acondicionados sob atmosfera modificada ativa com 20% CO₂

Tabela 2. Esbagoamento, incidência de podridões e perda de massa de matéria fresca em uvas 'Niagara Rosada', acondicionadas em atmosfera modificada passiva e ativa e armazenadas por 15 dias a 1°C e 90% de umidade relativa, seguidos de mais cinco dias em condições do ambiente (25°C e 80% de umidade relativa)⁽¹⁾.

Tempo de armazenamento (dias)	Tratamento	Esbagoamento (%)	Podridões (%)	Perda de massa de matéria fresca (%)
0	-	0	0	0
15	Testemunha	0,07a	0,51a	1,51a
	PEBD 25 µm	0,88a	0,60a	0,00b
	PEBD 25 µm (21% O ₂ /5% CO ₂)	1,02a	1,89a	0,01b
	PEBD 25 µm (21% O ₂ /10% CO ₂)	0,52a	0,67a	0,03b
	PEBD 25 µm (21% O ₂ /20% CO ₂)	0,59a	0,90a	0,16b
CV (%)		41,97	54,43	8,52
15 + 5	Embalagens fechadas			
	Testemunha	2,82a	4,02b	5,28a
	PEBD 25 µm	6,19a	10,29ab	0,57b
	PEBD 25 µm (21% O ₂ /5% CO ₂)	4,69a	17,03ab	0,63b
	PEBD 25 µm (21% O ₂ /10% CO ₂)	2,04a	6,78ab	0,63b
	PEBD 25 µm (21% O ₂ /20% CO ₂)	3,52a	7,02ab	0,79b
	Embalagens abertas			
	PEBD 25 µm	5,95a	9,39ab	nd
	PEBD 25 µm (21% O ₂ /5% CO ₂)	1,08a	16,85a	nd
	PEBD 25 µm (21% O ₂ /10% CO ₂)	3,71a	8,51ab	nd
PEBD 25 µm (21% O ₂ /20% CO ₂)	2,59a	12,56ab	nd	
CV (%)		39,81	32,04	11,15

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. PEBD, polietileno de baixa densidade; nd, não determinado.

Tabela 3. Sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), cor de casca e firmeza de uvas 'Niagara Rosada', acondicionadas em atmosfera modificada passiva e ativa e armazenadas a 1°C e 90% de umidade relativa por 15 dias, seguidos de mais cinco dias sob condições do ambiente (25°C e 80% de umidade relativa)⁽¹⁾.

Tempo de armazenamento (dias)	Tratamento	SST (%)	AT (% ác. tartárico)	Cor de casca (ΔE) ⁽²⁾	Firmeza (N)
0	-	13,48	0,69		2,19
15	Testemunha	13,96a	0,69a	4,22a	2,46b
	PEBD 25 μ m	13,28ab	0,61a	9,40a	5,67a
	PEBD 25 μ m (21% O ₂ /5% CO ₂)	13,20ab	0,60a	8,18a	1,90b
	PEBD 25 μ m (21% O ₂ /10% CO ₂)	13,44ab	0,62a	6,26a	1,74b
	PEBD 25 μ m (21% O ₂ /20% CO ₂)	12,96b	0,61a	9,16a	5,53a
CV (%)		3,57	9,64	36,99	40,23
Embalagens fechadas					
15 + 5	Testemunha	13,84ab	0,72a	5,40cd	1,69a
	PEBD 25 μ m	14,22a	0,63abc	6,95cd	1,81a
	PEBD 25 μ m (21% O ₂ /5% CO ₂)	12,36cd	0,56c	4,49d	1,83a
	PEBD 25 μ m (21% O ₂ /10% CO ₂)	12,16d	0,54c	8,09c	1,76a
	PEBD 25 μ m (21% O ₂ /20% CO ₂)	12,96bcd	0,54c	6,11cd	2,05a
Embalagens abertas					
	PEBD 25 μ m	13,40abc	0,70ab	6,94cd	1,65a
	PEBD 25 μ m (21% O ₂ /5% CO ₂)	12,40cd	0,59bc	12,54a	2,04a
	PEBD 25 μ m (21% O ₂ /10% CO ₂)	13,28abcd	0,64abc	11,58ab	1,77a
	PEBD 25 μ m (21% O ₂ /20% CO ₂)	13,24abcd	0,70ab	8,77bc	1,98a
CV (%)		4,35	9,64	20,82	12,83

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas e em cada data de análise, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾Diferença de coloração total entre padrão e amostras $-\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ – avaliação inicial dos cachos: L* = 32,46, a* = 5,97 e b* = -1,41. PEBD, polietileno de baixa densidade.

(PEBD 25 μ m – 21% O₂/20% CO₂), enquanto a firmeza das bagas foi maior nos cachos acondicionados em PEBD 25 μ m e PEBD 25 μ m (21% O₂/20% CO₂).

Os valores de acidez não foram influenciados por nenhum dos tratamentos. Após a transferência dos cachos para 25°C, constataram-se menores teores de sólidos solúveis totais, nos frutos mantidos nas embalagens com 21% O₂/5% CO₂ e 21% O₂/10% CO₂, e nos cachos que foram retirados das embalagens que continham 21% O₂/5% CO₂ no momento em que foram transferidos para 25°C (Tabela 3). A acidez titulável foi menor em frutos acondicionados a 21% O₂/5% CO₂, 21% O₂/10% CO₂ e 21% O₂/20% CO₂, bem como naqueles que foram retirados das embalagens que continham 21% O₂/5% CO₂ na transferência para 25°C. A firmeza das bagas não foi influenciada significativamente pelos diferentes sistemas de embalagem, em comparação à testemunha.

Quanto à cor de casca das bagas de uva armazenadas sob refrigeração, observou-se que nenhum dos sistemas de embalagem alterou a coloração, em comparação aos valores iniciais (Tabela 3). Porém, após a transferência dos cachos para condições do ambiente, verificou-se

que os frutos retirados das embalagens que continham 21% O₂/5% CO₂, 21% O₂/10% CO₂ e 21% O₂/20% CO₂ diferiram significativamente da testemunha.

Conclusões

1. A utilização de filme de polietileno linear de baixa densidade (PELBD) 25 μ m, com ou sem injeção de mistura gasosa, e de PVC 17 μ m, aliadas ao armazenamento refrigerado (1°C e 90% de umidade relativa), reduz a perda de massa de matéria fresca dos cachos, mas não é eficiente nas reduções de esbagoamento e de incidência de podridões.

2. O filme de polietileno linear de baixa densidade (PELBD) 50 μ m acarreta elevação do nível de CO₂ e redução do nível de O₂ no interior da embalagem.

Referências

ARTÉS-HERNÁNDEZ, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; ARTÉS, F. Modified atmosphere packaging preserves quality of SO₂-free 'Superior seedless' Table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, v.39, p.146-154, 2006.

- BRACKMANN, A.; MAZARO, S.M.; WACLAWOVSKY, A.J. Armazenamento refrigerado de uvas cvs. Tardia de Caxias e Dona Zilá. **Ciência Rural**, v.30, p.581-586, 2000.
- CAMILI, E.C.; BENATO, E.A.; PASCHOLATI, S.F.; CIA, P. Avaliação de quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, v.33, p.215-221, 2007.
- CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1990. 121p.
- CASTRO, J.V. de; PARK, K.J.; HONÓRIO, S.L. Emprego de embalagens para conservação pós-colheita de uvas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, p.35-40, 1999.
- CHERVIN, C.; WESTERCAMP, P.; MONTEILS, G. Ethanol vapours limit *Botrytis* development over the postharvest life of Table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v.36, p.319-322, 2005.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. rev. amp. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- CIA, P.; BENATO, E.A. Controle alternativo com atmosferas modificada e controlada. In: OLIVEIRA, S.M.A. de; TERAQ, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C. de H. (Ed.). **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p.247-264.
- CIA, P.; BENATO, E.A.; VALENTINI, S.R. de T.; ANJOS, V.D. de A.; PONZO, F.S.; SANCHES, J.; TERRA, M.M. Radiação ultravioleta no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em uva 'Niagara Rosada'. **Bragantia**, v.68, p.1009-1015, 2009.
- CRISOSTO, C.H.; GARNER, D.; CRISOSTO, D. Carbon dioxide-enriched atmospheres during cold storage limit losses from *Botrytis* but accelerate rachis browning of 'Redglobe' Table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v.26, p.181-189, 2002.
- DENG, Y.; WU, Y.; LI, Y. Physiological responses and quality attributes of 'Kyoho' grapes to controlled atmosphere storage. **LWT - Food Science and Technology**, v.39, p.584-590, 2006.
- FERREIRA, D.F. **Estatística básica**. Lavras: UFLA, 2005. 676p.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Produção e número de plantas de videira no Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 24 maio 2007.
- KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, v.40, p.99-103, 1986.
- KADER, A.A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E.L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.28, p.1-30, 1989.
- MAIA, J.D.G. Manejo da videira Niágara Rosada em regiões tropicais. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1., 2002, Andradas. **Viticultura e enologia: atualizando conceitos**. Caldas: EPAMIG, 2002. p.49-58.
- POMMER, C.V.; TERRA, M.M.; PAIOLI-PIRES, E. Cultivares, melhoramento e fisiologia. In: POMMER, C.V. (Ed.). **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p.109-294.
- TECCHIO, M.A.; TERRA, M.M.; CIA, P.; PAIOLI-PIRES, E.J.; MOURA, M.F.; SANCHES, J.; BENATO, E.A.; HERNANDES, J.L.; VALENTINI, S.R. de T.; SIGRIST, J.M.M. Efeito do ácido naftalenoacético e do cloreto de cálcio na redução das perdas pós-colheita em uva 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.53-61, 2009.
- ZAGORY, D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, v.42, p.70-77, 1988.

Recebido em 16 de junho de 2010 e aprovado em 20 de setembro de 2010