

# Atmosfera modificada na conservação da qualidade de uva ‘Thompson Seedless’ e na redução da podridão de *Aspergillus*

Rúbia Brito Camargo<sup>1</sup>, Daniel Terao<sup>2</sup>, Ana Rosa Peixoto<sup>3</sup>, Elizabeth Orika Ono<sup>4</sup>; Leonardo Souza Cavalcanti<sup>5</sup>; Rodrigo Marques da Costa<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Engenheira agrônoma, mestranda em Horticultura Irrigada, Bolsista da FAPESB, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB, Av. Edgard Chastinet, s/n, CEP: 48905-680, telefax: (074) 3611-5601, Juazeiro, BA. <sup>2</sup>Dr. Pesquisador, Embrapa Semiárido. Petrolina/PE. <sup>3</sup>Professor Titular, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB. <sup>4</sup>Professor Adjunto, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP. <sup>5</sup>Professor Adjunto do Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade do vale do São Francisco – UNIVASF, Juazeiro, BA. <sup>6</sup>Graduado em Engenharia Agrônômica, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB.

Autor para correspondência: Rúbia B. Camargo (biacamargo1@hotmail.com)

Data de chegada: 10/10/2010. Aceito para publicação em: 23/04/2012.

1714

## RESUMO

Camargo, R.B.; Terao D., Peixoto, A.R.; Ono, E.O.; Cavalcanti; L.S.; Costa, R.M. Atmosfera modificada na conservação da qualidade de uva ‘Thompson Seedless’ e na redução da podridão de *Aspergillus*. *Summa Phytopathologica*, v.38, n.3, p.216-222, 2012.

Existe uma demanda, na região semiárida produtora de uvas no Submédio São Francisco, por medidas sustentáveis de controle de doenças pós-colheita, uma vez que o modelo atual de revestimento de caixas com polietileno de alta densidade, associado ao metabissulfito de sódio, não tem se mostrado eficiente no controle dos fungos que ocorrem na região. O objetivo desse trabalho foi estudar um controle da podridão por *Aspergillus* em uvas ‘Thompson Seedless’ por meio da modificação da atmosfera, pelo envolvimento de caixas de uva em bolsões de poliamida. Comparou-se o bolsão de poliamida (PA) ao de polietileno alta densidade (PEAD), comumente usado na região, combinados ou não com o metabissulfito de sódio (SO<sub>2</sub>). Frutos provenientes de propriedade comercial, após serem selecionados e desinfestados foram feridos com alfinete entomológico e inoculados com uma suspensão de *Aspergillus niger* na concentração de 10<sup>6</sup> conídios.mL<sup>-1</sup> e submetidos à câmara úmida por 24 horas. Em seguida

as caixas de uva foram colocadas em bolsões específicos de acordo com o tratamento e armazenadas em câmara fria à temperatura de 2 °C e umidade relativa de 75%, durante 40 dias. A partir do 12º dia de armazenagem foram feitas avaliações semanais da incidência da doença e de variáveis físico-químicas: perda de massa, sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez titulável (AT), *ratio* (SST/AT); peroxidase (POD) e medição das concentrações de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> até o 40º dia. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso em parcelas subdivididas com cinco repetições. O revestimento de caixas de uva em bolsões de poliamida, mesmo sem o uso de metabissulfito de sódio, apresenta-se como uma alternativa viável na manutenção da qualidade pós-colheita de uva “Thompson Seddless”, bem como na redução de podridão causada por *A. Niger*. A enzima peroxidase pode ter atuado no processo de manutenção de qualidade da fruta, contribuindo para uma redução dos níveis da doença em uvas.

**Palavras-chave adicionais:** doenças pós-colheita, controle alternativo, poliamida.

## ABSTRACT

Camargo, R.B.; Terao D., Peixoto, A.R.; Ono, E.O.; Cavalcanti; L.S.; Costa, R.M. Modified atmosphere in preserving the quality of ‘Thompson Seedless’ grapes and reducing *Aspergillus* rot. *Summa Phytopathologica*, v.38, n.3, p.216-222, 2012.

There is a demand in Submédio São Francisco, a semiarid grape producing region in Brazil, for sustainable measures to control postharvest diseases, since the current model of coating boxes with high density polyethylene, associated with sodium metabisulfite, has not been effective in controlling fungi occurring in this region. The aim of this study was to evaluate the control of *Aspergillus* rot in ‘Thompson Seedless’ grapes by modifying the atmosphere, using polyamide bags to cover the grape boxes. Polyamide (PA) bags were compared with high density polyethylene (HDPE) bags, commonly used in this region, combined or not with sodium metabisulfite (SO<sub>2</sub>). Fruits from a commercial area, after being selected and disinfested, were wounded with an entomological pin and inoculated with a suspension of *Aspergillus niger* at a concentration of 10<sup>6</sup> conidia mL<sup>-1</sup> and then kept in a wet chamber for 24 hours. After that, grape boxes

were placed in specific bags according to the treatment and stored at temperature of 2° C and relative humidity of 75% for 40 days. From the 12<sup>th</sup> day of storage, the incidence of the disease and the physico-chemical variables: mass loss, total soluble solids (TSS), pH, titrable acidity (TA), ratio (TSS / TA); peroxidase (POD) and measurement of the concentrations of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> were weekly evaluated until the 40<sup>th</sup> day. The experimental design was completely randomized in split plot with five replicates. The covering of grape boxes with polyamide bags, even without the use of sodium metabisulfite, showed to be a viable alternative for maintaining the postharvest quality of grapes ‘Thompson Seddless’, as well as for reducing rot caused by *A. niger*. The enzyme peroxidase may have acted in the process of maintaining fruit quality, contributing to a reduction in the level of the disease in grapes.

**Additional keywords:** postharvest disease, alternative control, polyamide.

No Submédio do Vale do São Francisco o cultivo da videira (*Vitis vinifera* L.) tem relevante importância socioeconômica e vem se expandindo nos últimos anos, em virtude do incremento das técnicas de produção e demanda do mercado importador. Contudo, alguns aspectos relacionados à pós-colheita podem restringir a comercialização das uvas, nos casos em que é necessário o armazenamento por longo período, em virtude da queda na atividade fisiológica, da sensibilidade à desidratação e de infecções fúngicas (1).

As doenças fúngicas de pós-colheita ocorrem geralmente na forma de infecções quiescentes, adquiridas na fase de pré-colheita, quando os frutos ainda se encontram ligados às plantas. Porém, a partir do momento em que são colhidos, estes sofrem alterações fisiológicas tornando-se, mais susceptíveis ao ataque de patógenos (3,6,21).

Pesquisas realizadas durante o período de 1994 – 1996 em amostras de uva ‘Itália’ (8) e em 2009 em amostras de uvas sem sementes na região do Submédio do Vale do São Francisco (4), constataram as presenças dos seguintes fungos: *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Rhizopus stolonifer* e *Penicillium expansum*, não sendo identificada a ocorrência do fungo *Botrytis cinerea* na região.

No entanto, provavelmente, devido ao desconhecimento dos agentes causais que provocam podridões em uva na região, o tratamento pós-colheita de uva, ainda está voltado para o controle do mofo cinzento, causado por *B. cinerea*, utilizando-se as tecnologias de regiões frias e úmidas, pela aplicação do anidrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>), na forma de fumigação ou gerado a partir do metabissulfito de potássio (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ou de sódio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) no interior das embalagens que contêm os cachos (5,12,16,24).

Assim, a eficiência do anidrido sulfuroso no controle dos fungos de maior ocorrência na região precisa ser comprovada, além desse produto poder provocar sintomas de fitotoxidez nas bagas e cachos, alterar o sabor das uvas e provocar reações alérgicas em pessoas sensíveis ao produto (2).

O *A. niger* é a espécie fúngica mais frequente na região, principalmente quando a colheita ocorre em períodos chuvosos. A infecção inicia-se ainda no campo e os sintomas podem aparecer antes da colheita ou permanecer quiescente, manifestando-se gradativamente durante o período de armazenagem. Inicialmente ocorre um escurecimento e amolecimento do local infectado nas bagas, seguido de rompimento da casca, havendo no local, o desenvolvimento de um bolor escuro, que corresponde às estruturas de frutificação do fungo, que com o passar do tempo adquirem a uma tonalidade acinzentada, que poderá ser confundida com o mofo cinzento, inutilizando as bagas, resultando em grande prejuízo ao produtor.

Lichter et al. (17) relatam que o SO<sub>2</sub> tem um largo espectro de ação contra vários microrganismos, mas sua atividade fungistática contra *Aspergillus spp.* ainda não foi comprovada.

Técnicas limpas e sustentáveis que visem o controle do *A. niger*, em associação com o resfriamento de frutas, estão sendo avaliadas com o intuito de garantir a segurança da saúde humana e o aumento da vida útil de prateleira do produto na pós-colheita e a minimização da incidência da podridão causada pelo fungo. Dentre essas técnicas, o uso de embalagens promotoras de modificação de atmosfera, como materiais a base de polietileno, polipropileno ou polipropileno orientado e poliamidas (4,18) tem demonstrado resultados promissores. Os sistemas de modificação da atmosfera ocorrem pela redução da concentração de O<sub>2</sub> e elevação da concentração de CO<sub>2</sub>, podendo desacelerar os processos fisiológicos prejudiciais à qualidade das uvas, bem como atuar indiretamente no controle de fungos pela ativação dos mecanismos de defesa fisiológica do fruto, impedindo o

desenvolvimento dos fitopatógenos (5,15,19,20,21).

Como existem poucas informações e recomendações na literatura relacionadas ao controle do *A. niger*, tanto no período de desenvolvimento do fruto, como em pós-colheita de uvas, este trabalho teve como objetivo estudar o efeito da atmosfera modificada como método alternativo para o controle da podridão pós-colheita causada por *A. niger* em uvas ‘Thompson seedless’.

## MATERIALE MÉTODOS

### Preparo dos frutos e a inoculação

Em outubro de 2009, 100 kg de uvas ‘Thompson Seedless’ foram coletados em uma propriedade particular, localizada em Juazeiro – BA e enviados ao galpão de embalagem da propriedade, para limpeza e classificação de acordo com a qualidade estabelecida para o mercado europeu. No laboratório de Patologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE as uvas foram desembaladas, lavadas em água corrente por um minuto e posteriormente desinfestadas pela imersão em hipoclorito de sódio 1,5 % durante 30 segundos e lavadas em seguida em água destilada estéril (ADE) e colocadas sobre papel absorvente. Depois os cachos foram pesados e acomodados em bandejas.

Os isolados de *A. niger* foram obtidos de baga de uva ‘Itália’ com sintomas de podridões provenientes de áreas comerciais do município de Petrolina-PE. Adicionou-se 10 mL de ADE sobre a superfície de colônias em crescimento ativo e a suspensão obtida foi filtrada com gaze dupla esterilizada e a contagem de esporos foi realizada em câmara de Neubauer, ajustando-se para uma concentração de esporos da ordem 10<sup>6</sup> conídios mL<sup>-1</sup>.

Em cada cacho de uva, marcaram-se dez bagas onde foram realizados ferimentos com alfinete entomológico a uma profundidade aproximada de 2,0 mm. Sobre o ferimento de cada baga foi aplicado a suspensão do inóculo utilizando-se pulverizador manual. Após a inoculação, os cachos foram dispostos em caixas plásticas com tampas e mantidos em câmara úmida por 24 horas, sendo então transferidos para câmara fria a 2°C e UR a 75%.

### Aplicação dos tratamentos

Os cachos inoculados foram acondicionados em caixas de papelão, que foram envolvidas em bolsões específicos e submetidos aos seguintes tratamentos: T1 – poliamida (PA) sem metabissulfito de sódio; T2 - poliamida (PA) com metabissulfito de sódio; T3 – polietileno alta densidade (PEAD) sem metabissulfito de sódio; T4 - polietileno alta densidade (PEAD) com metabissulfito de sódio. Os tratamentos T3 e T4 serviram como testemunhas, uma vez que utilizaram os bolsões comumente usados na região, associado ou não ao metabissulfito de sódio. Para cada tratamento, foram usadas cinco repetições, sendo que cada repetição era constituída de dois cachos de uva contidos em um recipiente de plástico rígido transparente. A armazenagem foi feita em câmara fria à temperatura de 2 °C e a umidade relativa de 75 durante 40 dias.

Após 40 dias de armazenagem realizaram-se as avaliações fitopatológicas, pela incidência da doença e físico-químicas: perda de massa, pH, teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), *ratio* (SST/AT) e análise de peroxidase (POD) e leitura da concentração dos gases (CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>). A perda de massa foi avaliada realizando-se a pesagem dos cachos individualmente, em balança de precisão. O pH, foi obtido utilizando-se pHmetro digital, modelo NT pH 2; o teor de SST foi obtido por meio de refratômetro digital; a AT foi determinada

por titulação com solução de NaOH 0,1 N. A atividade da POD foi determinada adaptando-se o método utilizado por Clemente (11): após a mistura da solução de 2,75 mL de peróxido de hidrogênio a 10% e da solução tampão acetato sódico de anidrido (50 mM e pH 5,5), foi adicionado 1 mL do extrato vegetal e finalmente 0,16 mL de guaiacol a 1%. O resultado dessa mistura foi incubado a 30°C por 20 minutos e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro Shimadzu, programa UV Probe a 480 nm.

As leituras das concentrações de CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, foram realizadas com aparelho succionador desses gases, onde uma agulha de 20 G e 0,9 mm de diâmetro era inserida na embalagem e a sucção dos gases era realizada durante um minuto. Após a retirada da agulha orifício era lacrado com fita adesiva, para evitar a perda dos gases. O aparelho utilizado foi o CheckPoint, PBI Dansensor.

Os materiais plásticos usados foram: poliamida LifeSpan®, cod. L 605, constituída de polímeros de cadeia linear, em bolsões microperfurados com 30 µm de espessura e o polietileno alta densidade constituída de polímeros de cadeia ramificada, em bolsões microperfurados com 20 µm de espessura e uma taxa de ventilação entre 0,5 a 2,0 %.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, com cinco repetições. Na análise de variância dos dados (ANOVA) utilizou-se o programa ASSISTAT e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey a 1% de probabilidade e pelo teste de Scott-Knott para análise de peroxidase.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

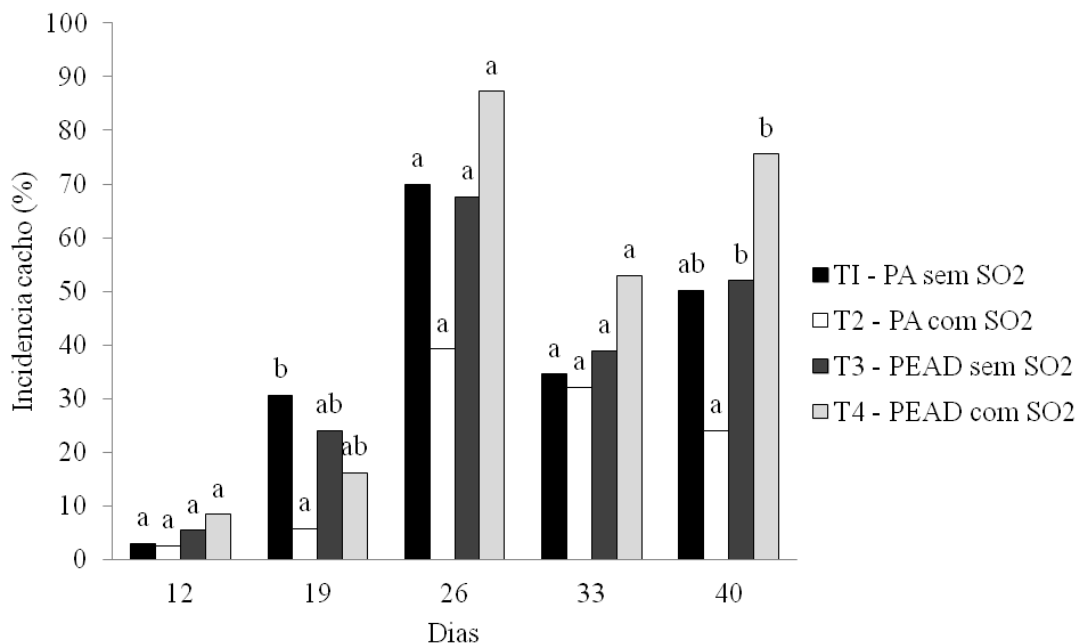
Observa-se pela Figura 1, que em todas as avaliações, a incidência da doença foi menos expressiva no tratamento em que as caixas com uvas foram envolvidas em sacos de poliamida microperfurada associado ao metabissulfito de sódio (T2), diferindo significativamente dos tratamentos com polietileno de alta densidade (T3 e T4), não diferindo

do tratamento com poliamida sem metabissulfito de sódio (T1) aos 40 dias de armazenagem.

Neves et al. (20) quando avaliaram a conservação pós-colheita das uvas ‘Crimson Seedless’ e ‘Itália’ submetidas a diferentes tipos de embalagens e a ação do SO<sub>2</sub>, verificaram que, em ambas as variedades, as uvas submetidas à ação do gerador de SO<sub>2</sub>, contendo 3g de metabissulfito de sódio e acondicionamento em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 0,02 mm de espessura, apresentaram menor percentual de bagas deterioradas.

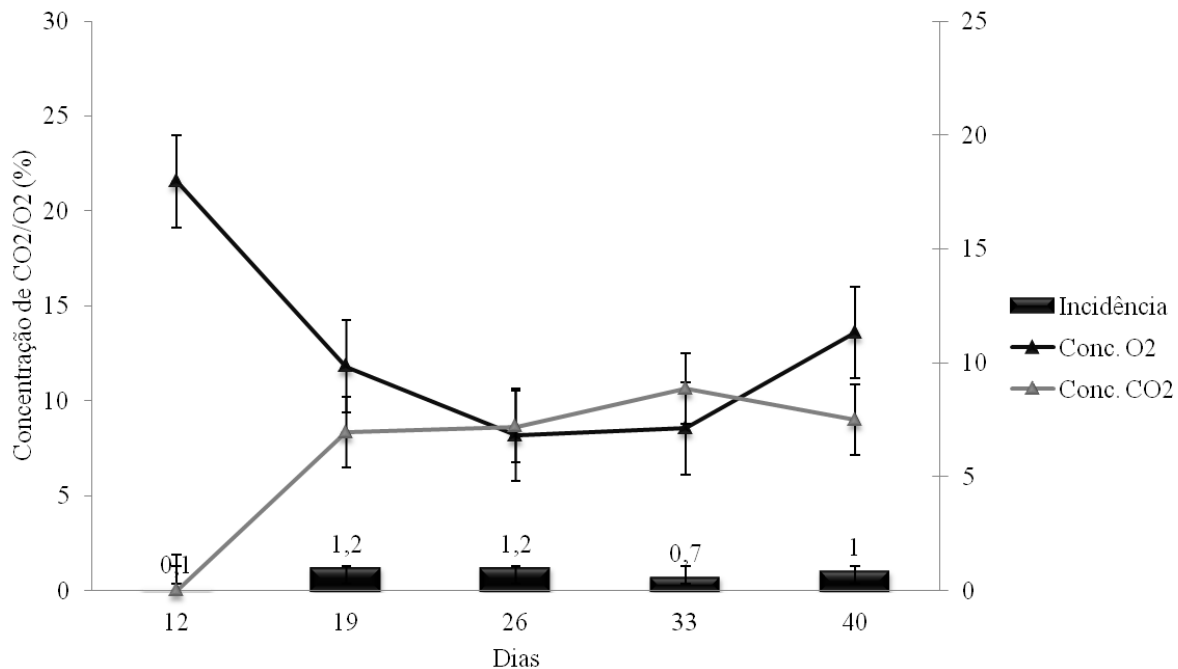
Constata-se pela Figura 2 e 3, que aos 40 dias de armazenagem, quando foi possível observar, com melhor evidência, os resultados favoráveis do uso da embalagem da poliamida associado ao metabissulfito de sódio no controle da podridão causada por *A. niger*; uma elevação considerável na concentração de CO<sub>2</sub> ultrapassando a concentração de O<sub>2</sub>. De acordo com Sommer (26) uma das vantagens na utilização de sistemas com promoção da modificação de atmosfera no interior da embalagem, a exemplo do PEBD (polietileno baixa densidade), é que poderá contribuir para o retardamento no surgimento dos sintomas da doença em decorrência tanto do atraso na senescência como de um efeito direto de voláteis sobre o desenvolvimento dos fungos. A utilização de embalagens plásticas com materiais de baixa densidade tem-se mostrado, também, como uma alternativa eficiente para preservação da qualidade por período de tempo superior em relação ao polietileno de alta densidade (PEAD), além de servir como uma barreira física, contribuindo para redução de possíveis contaminações (9,14).

Comparando-se as medições realizadas de concentração de CO<sub>2</sub> e de O<sub>2</sub> na ausência de metabissulfito de sódio (Figura 02) e na presença (Figura 03) observou-se resultados similares aos obtidos por Pretel et al. (22), que estudando a qualidade da colheita tardia em uvas de mesa ‘Aledo’ em ambiente refrigerado, seguido por um período de 4 dias a 20°C que foram submetidos a quatro tratamentos: controle sem SO<sub>2</sub>; atmosfera ligeiramente enriquecida com CO<sub>2</sub> versus SO<sub>2</sub>; controle com SO<sub>2</sub> e atmosfera ligeiramente enriquecida com CO<sub>2</sub> versus SO<sub>2</sub>,

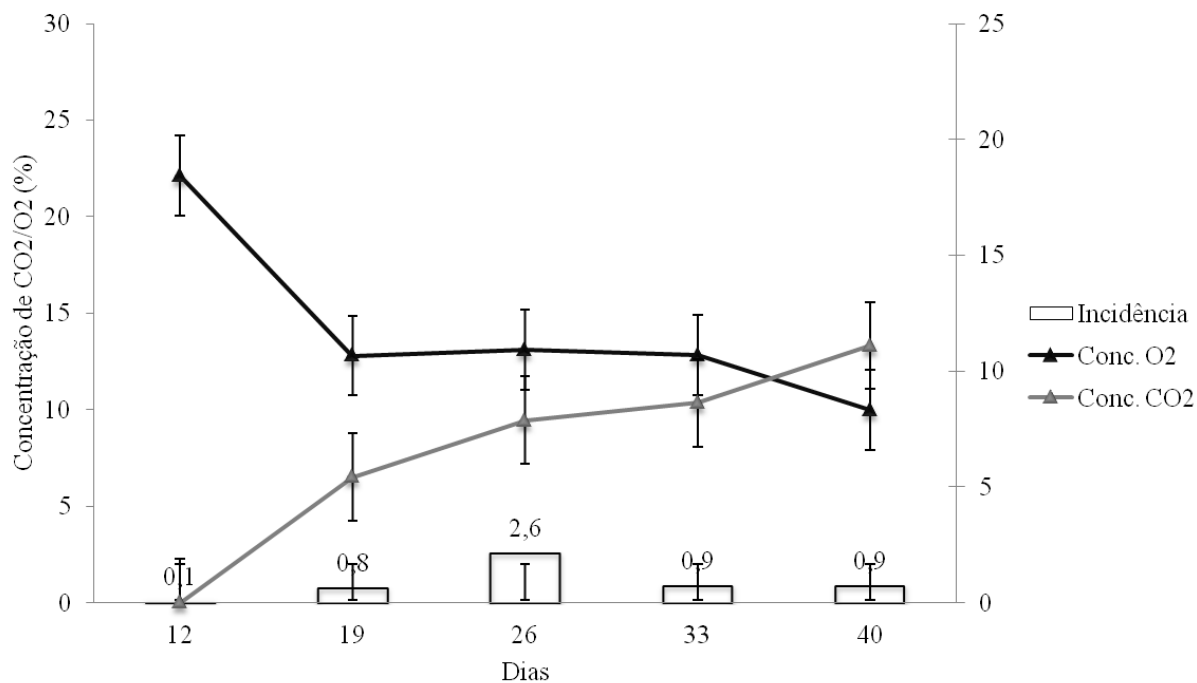


**Figura 1.** Incidência de *Aspergillus niger* em uvas ‘Thompson Seedless’ inoculadas, submetidas aos tratamentos com poliamida (PA) e polietileno alta densidade (PEAD) combinados ou não com o metabissulfito de sódio (SO<sub>2</sub>) e armazenadas em câmara fria à temperatura de 2 °C e umidade relativa de 75 % durante 40 dias.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.



**Figura 2.** Incidência de *Aspergillus niger* e concentrações de CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> em ambiente de atmosfera modificada (Bolsão de poliamida sem metabissulfito de sódio) em um período de 40 dias de armazenagem, em câmara fria à temperatura de 2 °C e umidade relativa de 75 %, utilizando-se cinco repetições.



**Figura 3.** Incidência de *Aspergillus niger* e concentrações de CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> em ambiente de atmosfera modificada (Bolsão de poliamida com metabissulfito de sódio) em um período de 40 dias de armazenagem, em câmara fria à temperatura de 2 °C e umidade relativa de 75 %, utilizando-se cinco repetições.

concluíram que a combinação da atmosfera ligeiramente enriquecida com CO<sub>2</sub> versus SO<sub>2</sub>, teve um efeito sinérgico sobre as uvas, reduzindo as taxas de proliferação de *B. cinerea*.

Prusky et al. (23) relataram que as concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> requeridas para inibir o desenvolvimento e a germinação de esporos variam com a espécie do fungo. Cia (10), quando avaliou o efeito da atmosfera modificada (AM) no controle de podridões pós-colheita e no aumento de vida útil do caqui 'Fuyu' em ambiente refrigerado

utilizando: embalagens de PVC 12 µm (policloreto de vinila); PEBD 80 µm (polietileno de baixa densidade); PEBD 80 µm (3% O<sub>2</sub> /8% CO<sub>2</sub>); PO 63 µm (multicamada coextrusado à base de poliolefinas); PO 63 µm (3% O<sub>2</sub> /8% CO<sub>2</sub>); PO 58 µm; PEBD 50 µm; PO 38 µm microperfurado; PEBD 50 µm (3% O<sub>2</sub> /8% CO<sub>2</sub>); PEBD 50 µm (3% O<sub>2</sub> /10% CO<sub>2</sub>), concluiu que o filme com a espessura de 50 µm, apresentou excelentes resultados para o armazenamento de caqui, inibindo o desenvolvimento de *R. stolonifer* (Ehrenb) Vuill, mantendo

a qualidade dos frutos por 84 dias. Entretanto, observou-se que a injeção de mistura gasosa não teve efeito no aumento do período de armazenamento dos frutos.

Quanto às variáveis físico-químicas, para perda de peso até o 33º dia não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). Entretanto, ao 40º dia observa-se diferença significativa dos tratamentos com poliamida microperfurada (T1) e polietileno de alta densidade (T3 e T4) apresentando aproximadamente, uma diferença de peso de 45%, demonstrando haver uma tendência para redução na perda de peso da uva, para armazenamento em longo prazo, pela utilização de bolsão de poliamida, em relação ao bolsão de polietileno de alta densidade, comumente usado pelos produtores da região. Esses dados estão em conformidade aos encontrados por Yamashita et al. (27), em pesquisa desenvolvida com uva 'Itália', submetidas a três diferentes filmes promotores de modificação de atmosfera (AM), constataram que para tratamentos com AM, houve uma perda de massa 28 vezes menor em relação as uvas não submetidas a modificação de atmosfera, prolongando a vida útil da uva em até 63 dias.

Martínez-Romero et al. (19), em pesquisas feitas com uvas 'Flame Seedless' concluíram que quando estas foram submetidas ao tratamento com polipropileno não orientado, aos 53 dias de armazenada, tiveram maior concentração de CO<sub>2</sub> e menor de O<sub>2</sub>, contribuindo para uma menor perda de peso e firmeza de bagas. Neves et al. (20), também comprovaram em trabalhos realizados com uvas "Crimson Seedless" e Itália, submetidas ao tratamento com SO<sub>2</sub> e associadas ao PEBD, independente o tipo de embalagem secundária, apresentaram, até os 56 dias, menor perda de massa fresca, menor taxa de degrana e de bagas deterioradas em função da manutenção da qualidade dos frutos.

Para as variáveis físico-químicas (Tabela 2) de modo geral, percebe-se que as embalagens não exerceram influência quanto ao teor de SST, pH e *ratio* (SST/AT). Este dado é interessante em termos qualitativos, pois demonstra que o tipo de embalagem não é fator determinante para manutenção dessas características. Diversos pesquisadores

(2,12,19,20,27) afirmaram que o tipo de embalagem utilizados para pesquisas realizadas em uvas, não influenciou nos teores de pH; SST e AT. Entretanto, quando se avaliou a relação final *ratio* (SST/AT), houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que os tratamentos com poliamida apresentaram os melhores resultados. Também, observou-se no tratamento com PEAD com metabissulfito um incremento do *ratio*, enquanto para os demais houve redução (Tabelas 1 e 2). Segundo Martínez-Romero et al. (19), este fato está associado a perda de peso das uvas, favorecendo uma elevação das concentrações de sólidos solúveis totais.

Com relação à atividade da enzima peroxidase (POD), observou-se que no T1 (Poliamida sem metabissulfito) ocorreu um crescimento linear a partir do 19º dia, atingindo um pico de atividade aos 33 dias depois de armazenada, apresentando valores superiores aos demais tratamentos (Figura 4). Já para o T2 (poliamida com metabissulfito) houve um pico, ainda que reduzido da POD aos 19 dias. Para os tratamentos com PEAD (T3 e T4) não houve diferenças significativas durante o período de avaliação, havendo menor atividade enzimática. Segundo Chitarra & Chitarra (7) a atividade da POD aumenta significativamente após a colheita, quando uma gama de compostos torna-se susceptível à sua ação e exemplifica essa atividade em maçã, onde o pico da POD solúvel ocorre na metade do processo de amaciamento relacionado ao amadurecimento, independente das condições de armazenamento e da taxa de amaciamento.

Edagi et al. (13), em pesquisa realizada com nêperas 'Fukuhara' com o objetivo de avaliarem a eficiência de tratamentos térmicos no aumento do potencial de frigoconservação e os efeitos desses tratamentos na qualidade e nas propriedades físico-químicas e bioquímicas dos frutos de nêperas, concluíram que os tratamentos térmicos não evitaram o enrijecimento de polpa, e que durante o armazenamento refrigerado, foi observado aumento da firmeza de polpa para os tratamentos realizados, causado pela lignificação do tecido, catalisada principalmente pelas enzimas fenilalanina amônio-liase (PAL)

**Tabela 1.** Efeito da perda de massa (g) em uvas 'Thompson Seedless' sob dois tipos de embalagens: poliamida (PA) e polietileno de alta densidade (PEAD), submetidas ou não ao metabissulfito de Sódio (SO<sub>2</sub>), após 12, 19, 26, 33 e 40 dias de armazenagem em câmara fria a 2°C e UR 75%.

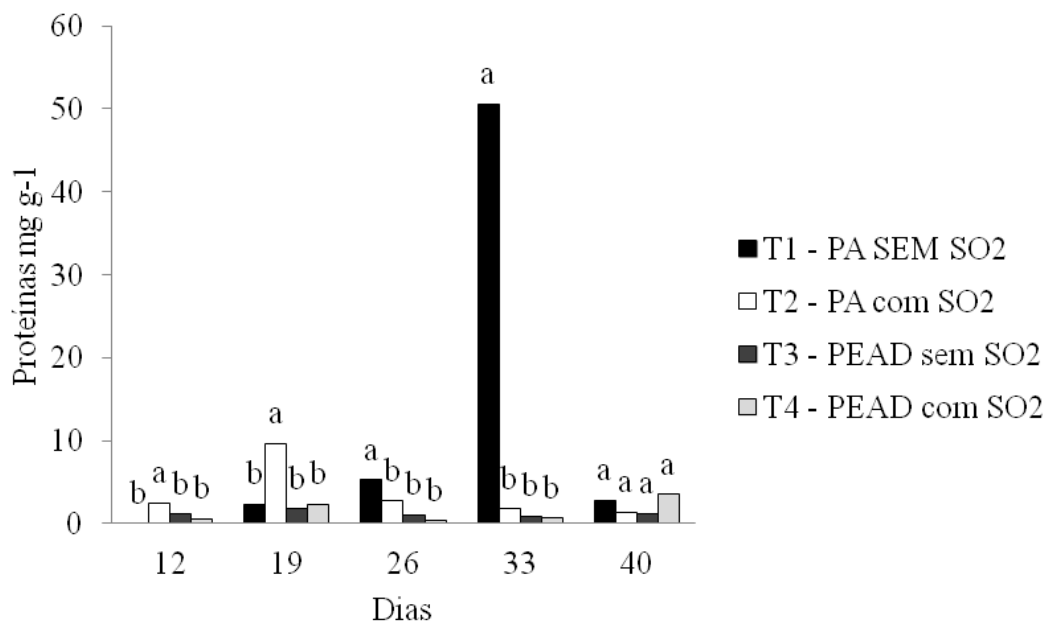
Tratamentos	Dias (perda de massa - g)				
	12°	19°	26°	33°	40°
T1 - PA sem SO <sub>2</sub>	3,906	5,756	8,395	10,627	5,951 c
T2 - PA com SO <sub>2</sub>	6,174	7,887	9,630	6,975	7,510 bc
T3 - PEAD sem SO <sub>2</sub>	6,461	10,303	11,437	10,480	13,304 a
T4 - PEAD com SO <sub>2</sub>	6,848	9,055	10,188	12,377	11,685 ab
CV(%)					64,45

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Tabela 2.** Avaliação de variáveis físico-químicas: pH, SST e a relação SST/AT em uvas 'Thompson Seedless' sob dois tipos de embalagens: poliamida (PA) e polietileno de alta densidade (PEAD), submetidas ou não ao metabissulfito de Sódio (SO<sub>2</sub>), após 12, 19, 26, 33 e 40 dias de armazenagem em câmara fria a 2°C e UR 75%.

Tratamentos	pH <sup>1</sup>		SST <sup>2</sup>		<i>ratio</i> <sup>3</sup>	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1 - PA sem SO <sub>2</sub>	4,062	4,326	19,260	19,200	26,012	25,803 ab
T2 - PA com SO <sub>2</sub>	4,246	4,258	19,020	18,840	25,801	25,001 b
T3 - PEAD sem SO <sub>2</sub>	4,252	4,184	19,440	18,940	26,488	24,762 b
T4 - PEAD com SO <sub>2</sub>	4,462	4,184	18,920	19,640	25,613	28,307 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.



**Figura 4.** Atividade da enzima peroxidase em uvas sob dois tipos de embalagens de polietileno: poliamida (PA) e polietileno alta densidade (PEAD) combinados ou não com o metabissulfito de sódio (SO<sub>2</sub>) e armazenadas em câmara fria à temperatura de 2 °C e umidade relativa de 75 % durante 40 dias. Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

e peroxidase (POD). Da maneira similar, Singh & Dwivedi (25) afirmaram que a POD estaria relacionada à polimerização de monômeros de lignina. Esse fato pode influenciado na menor incidência da doença nos frutos em caixas ensacadas em bolsões de poliamida, bem como na diminuição da perda de peso durante o período de armazenagem (Tabela 1), tendo como consequência uma melhor aparência visual e um aumento de vida útil pós-colheita dos frutos.

## CONCLUSÃO

O revestimento de caixas de uva em embalagens de poliamida, mesmo sem o uso de metabissulfito de sódio, apresenta-se como uma alternativa viável na manutenção da qualidade pós-colheita de uva “Thompson Seedless” bem como na redução de podridão causada por *Aspergillus niger*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Artés-Hernández, F.; Tomás-Barberán, F. A. Modified atmosphere packaging preserves quality of SO<sub>2</sub>-free ‘Superior seedless’ table grapes. **Postharvest Biology and technology**, Amsterdam, v. 39, p. 146-154. 2006.
- Artés-hernández, F.; F. Artéz, E. Aguayo. Alternative atmosphere treatments for keeping quality of ‘Autumn seedless’ table grapes during long-term cold store. **Postharvest Biology and technology**, Amsterdam, v. 31, p. 56-67. 2004.
- Barkai-Golan, R. **Postharvest diseases of fruits and vegetables: development and control**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. 418 p.
- Camargo, R. B.; Peixoto, A. R.; Terao, D.; Ono, E. O.; Cavalcanti, L. S. Fungos causadores de podridões pós-colheita em uvas apirênicas no pólo agrícola de Juazeiro-BA e Petrolina-PE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 15-19, 2011.
- Camili, E. C et al. Avaliação de quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva ‘Itália’ contra *Botrytis cinérea*. **Summa Phytopathology**, Botucatu, v. 33, p.3, p. 215-221, 2007.
- Cavalcanti, L.S.; Di Peiro, R.M.; Cia, P.; Pascholati, S.F.; Resende, M.L.V.; Romeiro, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 263 p.
- Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed., Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- Choudhury, M.M. Fungos associados à deterioração patológica pós-colheita em uva de mesa (cv. Itália) produzida no submédio São Francisco. **Sociedade Brasileira de Fruticultura**, Curitiba, v. 14, p. 400, 1996. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Curitiba, v. 14, p. 400, 1996 (Resumo)
- Cia, P. **Efeito de atmosfera modificada no controle de podridões pós-colheita e na qualidade de caqui cv. Fuyu**. 2002. 132 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.
- Cia, P.; Bron, I. R.; Valentini, S. R. T.; Pio, R.; Chagas, E. A. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita da amora-preta. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 11-16, 2007.
- Clemente, E.; Pastore, G. M. Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 167- 171, 1998.
- Crisosto, C. H.; Garner, D.; Crisosto, G. Carbon dioxide-enriched atmospheres during cold storage limit losses from *Botrytis* but accelerate rachis browning of ‘Redglobe’ table grapes. **Postharvest Biology and Tecnology**, Amsterdam, v. 26, p. 181-189, 2002.
- Edagi, F. K.; Sestari, I.; Sasaki, F. F.; Cabral, S. M.; Meneghini, J.; Kluge, R. A. Aumento do potencial de armazenamento refrigeração de nêspers ‘Fukuhara’ com o uso de tratamento térmico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.44, p. 1270 – 1276, 2009.
- Ferri, V. C.; Rinaldi, M. M.; Danieli, R.; Lucchetta, L. Rombaldi, C. V. Atmosfera modificada na conservação de caquis (*Diospyros kaki*, L) cultivar Fuyu. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 111-115, 2004.

15. Floros, J.; Matsos, K. I. **Introducion to modified atmosphere packaging**. Inovations in food packaging. London, Elsevier, 2005, p. 159-172.
16. Kugle, R. A. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas, Livraria e Editora Rural, 2002, 214 p.
17. Lichter, A.; Zutkhy, Y.; Sonego, L.; Dvir, O.; Kaplunov, T.; Sarig, P.; Ben-Arie, R. Ethanol controls postharvest decay of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 301-308. 2002
18. Lima, M. A. C.; Alves, R. E.; Assis, J. S.; Filgueiras, H. A. C.; Costa, J. A. T. Aparência, compostos fenólicos e enzimas oxidativas em uva 'Itália' sob influência do cálcio e do armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 39-43, 2002.
19. Martinez-Romero, D. M.; Guillén, F.; Castillo, S; Valero, D.; Serano, M. Modified atmosphere packaging maintains quality of table grapes. **Journal Food Science**, Malden, v. 68, n.5, 2003.
20. Neves, L.C; Silva, V.X; Benedette, R.M. Conservação de uvas "Crimson seedless" e "Itália", submetidas a diferentes tipos de embalagens e dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.65 – 73, 2008.
21. Oliveira, S. M. A; Terao, D.; Dantas, S. A. F.; Tavares, S. C. C. H.. Patologia pós-colheita. In: Oliveira, S. M. A; Terao, D.; Dantas, S. A. F.; Tavares, S. C. C. H. **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, 855 p.
22. Pretel, M. T.; Martínez-Madrid, M. C.; Martínez, J. R.; Carreño, J. C.; Romojaro, F. Prolonged storage of 'Aledo' table grapes in a slightly CO<sub>2</sub> enriched atmosphere in combination with generators of SO<sub>2</sub>. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, London, v. 39, p. 1109-1116, 2006.
23. Prusky, D.; Perez, A.; Zutkhi, Y.; Ben-Arie, R. Effect of modified atmosphere for control of black spot, caused by *Alternaria alternata*, on stored persimmon fruits. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.87, p. 203-208, 1997.
24. Retamales, J; Defilippi, B. G; Arias, M.; Castilho, P; Marínquez, D. High-CO<sub>2</sub> controlled atmospheres reduce decay incidence in Thompson Seedless and Red Globe table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v 29, p. 177-/182, 2003.
25. Singh, R.; Dwivedi, U.N. Effect of ethrel and 1methylcyclopropene (1MCP) on antioxidants in mango (*Mangifera indica* var. Dashehari) during fruit ripening. **Food Chemistry**, Barking, v.111, p.951956, 2008.
26. Sommer, N. Role of controlled environments in suppression of postharvest diseases. **Canadian Journal Plant Pathology**, Peterborough, v.7, p. 331-339, 1985.
27. 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 de mesa var. Itália mantidas sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n.1, p. 110-114, 2000.