

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE PÊSSEGO CV. DOURADÃO SOB ATMOSFERA MODIFICADA

VITOR C. **CREMONESI**; JOSÉ M. M. **SIGRIST**; LIGIA R. R. **SANTANA**

N° 0801003

RESUMO

O trabalho teve como objetivo realizar estudo do efeito da estocagem refrigerada em atmosfera modificada (AM) sobre a qualidade pós-colheita e a ocorrência dos sintomas de danos por frio em pêssegos 'Douradão'. O armazenamento refrigerado foi a $1\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR e os pêssegos foram acondicionados em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), com diferentes espessuras. Os tratamentos foram: AM30- PEBD 30 μm ; AM50- PEBD 50 μm ; AM60- PEBD 60 μm ; AM75- PEBD 75 μm ; AR- sem filme (testemunha). Após 14, 21 e 28 dias de armazenamento refrigerado em AM, os frutos foram removidos das embalagens plásticas e transferidos para câmara com ar a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR para amadurecimento, sendo analisados aos 0, 2 e 4 dias. Avaliou-se a cor e firmeza da polpa, perda de massa, incidência de podridão, incidência de dano pelo frio (lanosidade), sólidos solúveis (SS), pH e acidez titulável (AT). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x3, correspondente a 5 espessuras de filme e 3 períodos de armazenamento. Após a refrigeração, os frutos de todos os tratamentos tinham aparência saudável, o acondicionamento em filmes plásticos reduziu a perda de peso, teve pouco efeito sobre os SS e AT. O uso dos filmes de PEBD de 50 e 60 μm foram os mais adequados para o armazenamento de pêssegos 'Douradão' mantendo a boa qualidade dos frutos por 28 dias, pois reduziu a manifestação dos sintomas de lanosidade e podridão, estabelecendo adequada suculência e firmeza.

ABSTRACT

MODIFIED ATMOSPHERE STORAGE OF PEACHES CV. DOURADÃO

It was carried out the refrigerated storage ($1\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $90\pm 5\%$ UR) and modified atmosphere (MA) of peaches cv. Douradão. The evaluated MA conditions were: MA30- LDPE film 30 μm ; MA50- LDPE film 50 μm ; MA60- LDPE film 60 μm ; MA75- LDPE film 75 μm ; RA- Regular Atmosphere (control treatment in cold storage). The experiment design was entirely randomized with factorial design 5x3 (5 thickness of film and 3 storage period). The evaluations were accomplished after 14, 21 and 28 days of cold

storage ($1\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $90\pm 5\%\text{UR}$) plus 2 and 4 days at $25\pm 1^{\circ}\text{C}$. The results showed that modified atmosphere reduced weight loss and had a little effect on soluble solids and acidity. The woolliness was reduced in fruits packaged in LDPE film of 50 and $60\mu\text{m}$ thickness, therefore, the cold and MA storage maintained good fruit quality for 28 days. In regular atmosphere (control), the period of good fruit quality was less than 14 days with significative losses in the fruit quality.

INTRODUÇÃO

Neste trabalho, foi estudado o efeito da estocagem em atmosfera modificada (AM) e refrigerada (1°C) sobre a qualidade pós-colheita e a ocorrência dos sintomas de danos por frio (lanosidade) em pêssegos 'Douradão'. A escolha deste cultivar deveu-se, principalmente, por ser uma das principais cultivares plantadas, atualmente, no Estado de São Paulo. Os motivos da preferência pelo 'Douradão', por parte dos produtores, atacadistas e consumidores, é que este cultivar possui grande área da superfície com cobrimento de coloração vermelha, apresenta maior relação sólidos solúveis/acidez titulável (ratio), o gosto é mais doce e tem tamanho grande. O tamanho do fruto é fator determinante para o preço, quanto maior o calibre maior o preço obtido; portanto, este cultivar apresentou tendência de preços maiores. Além disso, trata-se de cultivar selecionado pelo Instituto Agronômico de Campinas, sendo de meia-estação, sua época de produção coincide com o pico de safra de pêssegos em São Paulo, o que torna interessante prolongar o período de armazenamento; além disso, os frutos apresentam lanosidade (perda de succulência, textura da polpa farinácea, presença de cor escura e sabor não palatável), quando armazenados em baixas temperaturas por longos períodos.

A atmosfera modificada vem sendo amplamente utilizada, juntamente com a refrigeração, no armazenamento de frutas e hortaliças, promovendo o prolongamento da vida pós-colheita de produtos agrícolas através da modificação e controle da concentração de gases no meio de armazenamento. Para promover a modificação atmosférica, algumas vezes são utilizados filmes plásticos com diferentes espessuras, dependendo do produto e das condições de armazenagem. Essa tecnologia, além de ser eficiente para prolongar a vida útil dos produtos, também possibilita a manutenção de valores elevados de umidade relativa em seu interior. No Brasil, não existem estudos sobre a aplicação de atmosfera modificada ativa em pêssegos, mas somente o efeito do acondicionamento em filmes flexíveis sobre a qualidade do produto, o que

promove a ocorrência de uma atmosfera modificada passiva. Assim, o estudo da aplicação da atmosfera modificada ativa em conjunto com a adequação da espessura do filme plástico, para manutenção da composição gasosa apropriada no interior das embalagens, poderá permitir que o pêssego 'Douradão' permaneça estocado por períodos mais longos que o atual e, chegar ao consumidor final com melhor qualidade.

Desta forma, os objetivos deste trabalho foram aumentar o período de conservação dos pêssegos 'Douradão' estocados em baixas temperaturas (1°C), controlando os danos por frio (lanosidade) através do uso de atmosfera modificada ativa e estudar a influência de filmes flexíveis de diferentes permeabilidades na manutenção da qualidade destes frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados pêssegos 'Douradão', provenientes de pomar comercial (Jarinu-SP). A colheita foi realizada cuidadosamente (nas primeiras horas da manhã), colocando os frutos em contentores providos com plástico bolha (colheita ideal). Os frutos foram rigorosamente selecionados quanto ao estágio de amadurecimento (maturação fisiológica), tamanho e ausência de alterações físicas e fitopatológicas. O parâmetro utilizado para a determinação do momento da colheita foi a quebra da coloração verde de fundo; os frutos apresentavam coloração de fundo amarelo-claro e matriz vermelha na forma de estrias, cobrindo parte da superfície. Os pêssegos foram transportados a temperatura ambiente, até o Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita-ITAL (60 km).

O armazenamento refrigerado foi realizado em câmara frigorífica ($1 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR), sendo os pêssegos acondicionados em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), com diferentes espessuras. Para acondicionar os frutos e facilitar o manuseio, foram utilizadas bandejas plásticas com alvéolos fabricadas em polipropileno, de dimensões 285x260x35mm, apropriada para acondicionar 12 frutos em cada bandeja (aproximadamente 1320g de produto). Os sacos foram cortados de forma a ficarem com 400x400mm, e as bandejas foram inseridas nos sacos plásticos. Após o acondicionamento dos frutos nas embalagens, foi realizada a injeção da mistura gasosa apropriada (10% CO₂ e 1,5% CO₂) e a selagem das mesmas. Foram colocados septos de silicone para retirada das amostras gasosas e registrados os pesos de cada embalagem. Com o fechamento, a área total de trocas gasosas do

filme plástico considerada foi equivalente a 0,023m² por pêssego ou 0,21m² por quilograma de fruta. Os tratamentos adotados foram: AM30- filme PEBD 30 µm; AM50- filme PEBD 50 µm; AM60- filme PEBD 60 µm; AM75- filme PEBD 75 µm; AR- sem filme (testemunha). Após 14, 21 e 28 dias de armazenamento refrigerado em AM, os frutos foram removidos das embalagens plásticas e transferidos para câmara com ar a 25±1°C e 90±5% UR para amadurecimento, sendo analisados aos 0, 2 e 4 dias. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5x3, correspondente a 5 espessuras de filme e 3 períodos de armazenamento.

Parâmetros avaliados:

Composição Gasosa no interior das embalagens- Foi determinada em analisador de gás DANSENSOR® (PBI), modelo Combi Check 9800-1, com sensores de oxigênio(O₂) e gás carbônico(CO₂). O método consiste na leitura direta da concentração dos gases, obtida pela introdução de uma agulha própria do aparelho em cada embalagem, através de um septo de silicone adaptado às mesmas. Os resultados foram expressos em termos de porcentagem de volume de gás.

Perda de massa - Foi registrado o valor da massa da fruta no início e durante o armazenamento a 25 ± 1°C e 90 ± 5%UR. A diferença de peso foi expressa em porcentagem de perda de massa com referência ao valor inicial.

Índice de podridão- Foi obtido através da observação da superfície dos frutos, atribuindo notas segundo metodologia adaptada de Basseto (2006). Os resultados foram expressos em porcentagem de frutos doentes sobre o total de frutos.

Cor da polpa- Foi realizada com Colorímetro Minolta Modelo CR-200 (Minolta Câmera Co., Japan), através da determinação dos seguintes parâmetros: L*, a* e b* em quatro pontos equidistantes na região equatorial do fruto. Cada fruto representou uma repetição. Os dados foram transformados para valores de Hue e Chroma, de acordo com (McGuire, 1992).

Índice de lanosidade- A lanosidade foi determinada através da observação da polpa dos frutos, atribuindo notas segundo metodologia adaptada de Ju *et al.* (2000). Os resultados foram expressos em porcentagem de frutos lanosos sobre o total de frutos.

Firmeza da polpa- Foi utilizado texturômetro modelo TAXT-2 com ponteira cilíndrica de 8 mm e penetração máxima de 9 mm (ASAE, 2000). A medição foi feita na região equatorial da polpa dos frutos. A força máxima obtida foi expressa em Newton (N).

Teor de suco- Medido através da centrifugação da polpa em centrífuga Sorvall RMC14 a 6000g por 10 minutos. O peso do sobrenadante (suco extraído) é usado para determinar a porcentagem de suco baseado no peso inicial da amostra (Crisosto e Labavitch, 2002).

Sólidos solúveis- Determinado no suco, pela leitura em refratômetro marca ATAGO, modelo ATC-1E, segundo metodologia da AOAC (1995). Resultados expressos em °Brix.

pH- Determinado no suco em potenciômetro marca Mettler Toledo, modelo 320.

Acidez Titulável- Determinada pela titulação potenciométrica segundo metodologia da AOAC (1995). Resultados expressos em mg de ácido málico g⁻¹ amostra.

Análise estatística- Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (Teste F) e comparação de médias pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System* –SAS, Institute Inc., North Carolina, USA, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição Gasosa no interior das embalagens- As concentrações de oxigênio nas embalagens com espessura de 75µm ficaram praticamente inalteradas e com valores inferiores a 1% a partir do segundo dia até o final do armazenamento; as concentrações deste gás não mais atenderam ao mínimo recomendado, que evita o surgimento de processo anaeróbico no produto. Este comportamento, provavelmente, ocorreu devido ao consumo de O₂ pelos frutos durante a respiração e a forte barreira imposta pelo filme de alta espessura (taxa de permeabilidade ao O₂=1705 mL(CNTP)m⁻²dia⁻¹), dificultando a entrada de oxigênio ao interior destas embalagens. No tratamento AM60 verificou-se uma queda significativa (Tukey, p<0,05) na concentração de oxigênio no primeiro dia de armazenamento, porém sem colocar em risco o processo de respiração dos frutos, atingindo valores próximos ou superiores a 1%. O filme de PEBD com espessura de 60µm permitiu o acesso de oxigênio ao interior das embalagens (taxa de permeabilidade ao O₂ (TP_{O2}) =2872 mL(CNTP)m⁻²dia⁻¹), à medida que ocorria o consumo deste gás durante a respiração dos frutos e, conseguiu manter a concentração de O₂ em níveis desejados para atmosfera modificada de pêssigo (1-3%).

Em relação ao tratamento AM50, ocorreram aumentos não significativos (Tukey, $p < 0,05$) na concentração de O_2 , que atingiu valores superiores a 2,0% do segundo ao sexto dia ($TP_{O_2} = 2986 \text{ mL(CNTP)m}^{-2}\text{dia}^{-1}$) e permaneceu até o final do período de armazenamento. Este filme com espessura de $50\mu\text{m}$, também, conseguiu manter a concentração de O_2 em níveis desejados para atmosfera modificada de pêssego. No tratamento AM30 notou-se aumento significativo (Tukey, $p < 0,05$) da concentração de O_2 até o sexto dia, em seguida permaneceu sem alterações significativas até o final do período de armazenagem, com valores próximos ou superiores a 16,0%. Este filme (PEBD-espessura de $30\mu\text{m}$) não manteve a concentração de O_2 no interior das embalagens, com valores apropriados para atmosfera modificada ativa de pêssegos, provavelmente devido à sua alta taxa de permeabilidade ao O_2 ($TP_{O_2} = 6012 \text{ mL(CNTP)m}^{-2}\text{dia}^{-1}$). A concentração de gás carbônico do tratamento AM75 obteve poucas alterações durante todo período de armazenagem. A partir do décimo dia foram atingidos valores superiores a 11%; provavelmente, este comportamento ocorreu devido ao acúmulo de CO_2 proveniente da respiração dos frutos e da retenção pela embalagem de alta espessura, tornando-se uma forte barreira à saída de CO_2 . O tratamento AM60 apresentou um declínio significativo (Tukey, $p < 0,05$) na concentração de CO_2 a partir do segundo dia, porém moderado, atingindo valores ao redor de 6,0% no interior das embalagens e permanecendo até o final do período de armazenamento sem alterações significativas. O filme com espessura de $60\mu\text{m}$ comportou-se como uma barreira ideal à manutenção dos níveis de CO_2 no interior das embalagens, conseguindo reter grande parte do CO_2 injetado, assim como aquele proveniente da respiração dos frutos, em níveis apropriados para atmosfera modificada de pêssego (3-10%). Em relação ao tratamento AM50, ocorreu queda significativa (Tukey, $p < 0,05$) na concentração de CO_2 a partir do segundo dia de armazenamento, permanecendo com valores ao redor de 4-3% até o final do período de armazenamento sem alterações significativas. Esta espessura do filme de $50\mu\text{m}$, também, conseguiu reter o CO_2 em níveis apropriados para atmosfera modificada de pêssego. No tratamento AM30 notou-se um declínio acentuado e significativo (Tukey, $p < 0,05$) até o quarto dia, onde a concentração de CO_2 atingiu valores muito baixos (próximo ao encontrado no ar ambiente), permanecendo até o final do período de armazenamento. Estas embalagens não mantiveram em seu interior, a concentração

de CO₂ em valores apropriados para pêssegos, provavelmente devido à alta taxa de permeabilidade do PEBD na espessura de 30µm a este gás.

Perda de massa - A perda de massa é provocada, principalmente, pela transpiração e torna-se maior quanto maior a temperatura e o período de exposição dos frutos nestas condições. Os frutos do tratamento testemunha apresentaram os maiores valores de perda de massa durante o período de armazenamento refrigerado, e a maior perda de massa igual a 8,20% foi obtida aos 28 dias. O filme plástico utilizado, embora tenha provocado pequena modificação atmosférica, auxiliou na retenção da umidade no interior das embalagens, diminuindo as perdas de massa do produto.

Firmeza da polpa- Os frutos do tratamento testemunha apresentaram firmeza da polpa significativamente (Tukey, $p < 0,05$) menor com relação aos demais tratamentos, após 28 dias de estocagem. Todos os frutos apresentaram uma diminuição drástica na firmeza da polpa, especialmente no 2º dia, independente da composição atmosférica aplicada. Os menores valores de firmeza da polpa ocorreram para o tratamento testemunha, que diferiu significativamente (Tukey, $p < 0,05$) dos tratamentos AM50 e AM60. O efeito positivo de altos níveis de CO₂ e/ou baixos de O₂, em manter a firmeza da polpa, está relacionado a uma redução na expressão e atividade das endo-PGs, ocorrendo redução da atividade das enzimas responsáveis pela degradação dos componentes da parede celular e da lamela média.

Sólidos solúveis/ Acidez Titulável/ pH - O teor de sólidos solúveis dá uma idéia da doçura do fruto durante a maturação. Com os pêssegos 'Douradão', os valores de sólidos solúveis aumentaram levemente, devido ao amadurecimento, onde ocorreu a síntese dos sólidos solúveis, ou a degradação de polissacarídeos. Os valores de acidez titulável e pH não diferiram significativamente durante o período de armazenamento, mostrando que para esta cultivar, estas variáveis não se modificam drasticamente durante o amadurecimento, embora tenha ocorrido ligeira diminuição na acidez e pequeno aumento no pH destes frutos.

Cor da polpa- O ângulo de cor (°h) é uma medida apropriada para expressar a variação da coloração em frutos. Os frutos do tratamento testemunha apresentaram menor valor deste parâmetro, indicando tendência de coloração amarela-avermelhada.

Teor de suco/ Índice de lanosidade - Ocorreu uma redução nos valores de teor de suco durante a frigoconservação. Os frutos dos tratamentos AM50 e AM60 apresentaram os maiores teores de suco (68,0%) e menor redução durante o armazenamento, diferindo significativamente (Tukey, $p < 0,05$) dos demais tratamentos.

Menor valor (50,0%) e maior perda no conteúdo de suco foi apresentado pelo tratamento testemunha. O índice de lanosidade se correlacionou bem com o teor de suco, uma vez que os frutos que apresentaram menor teor de suco (testemunha e AM30), também, apresentaram sintomas característicos de lanosidade mais intensos; ou seja, os frutos apresentaram-se menos suculentos e com aparência seca. Foram encontrados valores altos (ao redor de 90%) para o índice de lanosidade dos frutos testemunha, após 28 dias de armazenamento refrigerado.

Índice de podridão- o tratamento testemunha apresentou mais alto índice de podridão, superior a 18%, após 28 dias de frigoconservação. Os menores índices de podridão ocorreram para os frutos dos tratamentos AM50 e AM60, diferindo significativamente (Tukey, $p < 0,05$) dos demais tratamentos. Foi observado que quanto maior o período de armazenamento refrigerado (28 dias), menor a resistência dos frutos quanto à incidência de podridão durante o seu amadurecimento.

CONCLUSÕES

Entre as condições de AM avaliadas, o uso dos filmes de PEBD de 50 e 60 μm são os mais adequados para o armazenamento de pêssegos 'Douradão', pois reduziu a manifestação dos sintomas de lanosidade e podridão, estabelecendo adequada suculência e firmeza, mantendo a boa qualidade dos frutos por 28 dias. Os frutos do tratamento testemunha (mantidos sem filme) perderam a habilidade normal de amadurecerem, à medida que o período de armazenamento refrigerado foi estendido por mais de 14 dias. Esta condição afetou a capacidade dos frutos em estabelecer a suculência e a firmeza, não mantendo a boa qualidade dos frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL ENGINEERS YEARBOOK OF STANDARDS. **American Society of Agricultural Engineers – ASAE**. St. Joseph, MI, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 17 ed., Arlington, 1995. 1141 p.

BASSETTO, E. **Quantificação de danos ao longo da cadeia produtiva de pêssegos e avaliação de métodos alternativos de controle de doenças pós-colheita**. Piracicaba. 125 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2006.

CRISOSTO, C.H.; LABAVITCH, J.M. Developing a quantitative method to evaluate peach (*Prunus Persica*) flesh mealiness. **Postharvest Biology and Technology**, v.25, p.151-158, 2002.

Ju, Z.; Duan, Y.; Ju, Z. Leathrines and mealines of peaches in relation to fruit maturity and storage temperature. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.75, n.1, p.86-91, 2000.

McGUIRE, R.C. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v.27, n.12, p.1254-1255, 1992.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP, CNPq/PIBIC, ITAL/GEPC, UNICAMP/FEAGRI, AIR LIQUIDE BRASIL LTDA.