

EFEITO DE FILMES DE PVC ESTICÁVEL E POLIETILENO NO ACÚMULO DE CO₂ E NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE MORANGOS CV. TANGI

*BRACKMANN, Auri; HUNSCHE, Maurício ; BALEM, Tatiana Aparecida

UFMS, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais CEP 97015-900, Santa Maria, RS. *Autor para correspondência.
E-mail:brackman@creta.ccr.ufsm.br
(Recebido para publicação em 29-06-1999)

RESUMO

Avaliou-se a influência de diferentes espessuras de filmes comerciais de PVC esticável e polietileno no acúmulo de CO₂ e na manutenção da qualidade pós-colheita de morangos cv. Tangi. Foram avaliados filmes de PVC esticável com espessuras de 15, 20, 25, 30 e 35µ e filmes de polietileno com 15, 30 e 60µ, em duas condições de armazenamento: a) quatro dias a 0,5°C, seguidos de três dias a 20°C; b) quatro dias em 20°C. Baixa temperatura (0,5°C), associada às maiores espessuras de filme, mostraram-se eficientes no controle de podridão e na manutenção da qualidade das frutas. Verificou-se que as maiores espessuras dos filmes PVC (30 e 35µ) e polietileno (30 e 60µ) acumularam mais CO₂ e, por isso, controlaram com maior eficiência a podridão. Quatro dias é um tempo muito longo para o armazenamento em alta temperatura (20°C), ocasionando "off-flavor" e altos percentuais de podridão em todas as espessuras de filme. O filme de polietileno mostrou não ser a melhor alternativa para a modificação da atmosfera em embalagens de morango, devido ao difícil manuseio e condensação de água na parte interna, quando submetido ao resfriamento, afetando negativamente a aparência do produto.

Palavras-chave: *Fragaria ananassa*, atmosfera modificada, armazenamento.

ABSTRACT

EFFECT OF PVC AND POLYETHYLENE FILMS ON THE CO₂ ACCUMULATION AND MAINTENANCE OF POSTHARVEST QUALITY OF 'TANGI' STRAWBERRIES. This work was carried out with the aim to evaluate the effect of thickness of PVC and polyethylene films on the CO₂ accumulation and its effects on the maintenance of postharvest quality of 'Tangi' strawberries. The PVC film thickness were 15, 20, 25, 30 and 35µ and polyethylene film thickness were 15, 30 and 60µ. Fruits were stored at two conditions: a) 4 days at 0.5°C + 3 days at 20°C; b) 4 days at 20°C. Low temperature (0.5°C) associated with higher film thickness was more efficient on rot control and maintenance of fruit quality. PVC films with 30 and 35µ and polyethylene films with 30 and 60µ accumulated more CO₂ and were more efficient on rot control. Storage during 4 days at 20°C caused off-flavor and high rot incidence in all film thickness. Polyethylene film is not the best alternative to modify the atmosphere by strawberries wrapping due handling difficulties and water condensation inside the packing when submitted to low temperature, affecting negatively fruit appearance.

Key words: *Fragaria ananassa*, modified atmosphere, storage.

INTRODUÇÃO

A cultura do morango, por se tratar de exploração que agrega mão de obra familiar, possui grande importância econômica e social, caracterizando-se em excelente fonte de

renda para pequenas propriedades (REBELO & BALARDIN,1989). Atualmente, os maiores produtores brasileiros são os estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Goiás e Santa Catarina. O RS produz, anualmente, em torno de 10 mil toneladas de morangos, sendo a produção consumida *in natura* ou industrializada (doces, geléias, sucos).

O morango é considerado uma fruta não climatérica (CHITARRA & CHITARRA, 1990), sendo de difícil conservação devido à sua rápida degradação pela intensa atividade metabólica e grande suscetibilidade ao ataque de patógenos. Esta alta perecibilidade constitui-se num entrave para a comercialização do produto *in natura*, que propicia preços mais compensadores. Existem, entretanto, algumas técnicas que podem ser utilizadas para diminuir as perdas pós-colheita, como a refrigeração e a exposição ao alto CO₂.

ERTAN et al. (1990), afirmam que o incremento de CO₂ apresenta excelente controle de podridões causadas por *Botrytis* e *Penicillium*, reduzindo o metabolismo das frutas e preservando o aroma e a qualidade. Porém, o armazenamento em atmosfera com 0kPa de O₂ + 15kPa de CO₂ e 0,5kPa de O₂ + 20kPa de CO₂ acarreta o acúmulo de etanol (LI & KADER, 1989). KE et al. (1993), afirmam que o armazenamento em 20kPa de CO₂ aumenta ligeiramente as concentrações de acetaldeído, etanol e etil acetato e, o armazenamento a 0,25kPa de O₂ e 50kPa de CO₂ resulta em acúmulo de compostos anaeróbicos, com redução do sabor das frutas. Observa-se, assim, que há concentrações ideais de O₂ e CO₂ para que as qualidades físico-químicas das frutas sejam conservadas sem que ocorra respiração anaeróbica e o consequente acúmulo de álcoois.

A obtenção de elevadas concentrações de CO₂ pode ser conseguida com atmosfera controlada (AC) ou atmosfera modificada (AM). A AC é de difícil utilização pela maioria dos produtores, pois são necessários analisadores de gases, CO₂ em cilindros e uma estrutura adequada para o armazenamento. Já a AM, obtida com o uso de filmes plásticos, mostra-se mais prática e menos onerosa, pois as concentrações de CO₂ vão aumentando gradativamente com a respiração das frutas, e esta, posteriormente, vai sendo inibida com o aumento da concentração do CO₂.

Tradicionalmente os produtores usam filmes de PVC esticável de baixa espessura para acondicionar as frutas nas embalagens comerciais. Aumentando-se a espessura dos filmes, diminui-se a sua permeabilidade, possibilitando maior acúmulo de CO₂ e aumentando a vida pós-colheita das frutas. Segundo SHAMAILA et al. (1992), a atmosfera modificada, proporcionada por filmes plásticos, reduziu o crescimento fúngico em morangos e, segundo PÉREZ et al. (1997), propiciou melhor coloração após o armazenamento.

LARSEN & WATKINS (1995), afirmam que elevadas concentrações de CO₂ resultam em frutas mais firmes. Porém, após três dias de armazenamento a 20kPa de CO₂, ocorreu desenvolvimento de *off-flavor* que, entretanto, diminuiu quando as frutas foram expostas por 24h a 20 °C. Os mesmos autores afirmam que a atmosfera mais adequada foi de 2kPa de O₂ e 10kPa de CO₂ com filmes de polietileno.

Segundo LARSEN (1994), o armazenamento em AM com filmes comerciais com espessura de 19µ de baixa permeabilidade, 19µ de alta permeabilidade e 40µ concentraram 45, 20, e 11kPa de CO₂, respectivamente. Os mesmos autores observaram *off-flavor* em todos os tratamentos, decorrente do acúmulo de acetaldeído, etanol e etil acetato. O armazenamento a 10°C com filmes de polipropileno propicia alta concentração de CO₂, redução do desenvolvimento de fungos, manutenção da aparência e textura por mais tempo, pois o aumento da concentração de CO₂ depende da permeabilidade do filme e da temperatura (CHAMBROY *et al.*, 1993).

Assim, objetivou-se avaliar a influência de diferentes espessuras de filmes comerciais de PVC esticável e polietileno no acúmulo de CO₂ e na manutenção da qualidade pós-colheita de morangos 'Tangi' armazenados a 0,5°C e 20°C.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Foram utilizados morangos da cultivar Tangi, provenientes de um pequeno produtor do município de Silveira Martins, RS.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições, sendo a unidade experimental composta por 60 frutas. Os tratamentos avaliados foram diferentes espessuras de filmes de PVC esticável (15, 20, 25, 30 e 35µ) e polietileno (15, 30 e 60µ),

em duas condições de armazenamento: a) quatro dias a 20°C; b) quatro dias a 0,5°C + três dias a 20°C.

Após colhidas as frutas foram selecionadas, eliminando-se aquelas com lesões e, posteriormente, foram homogeneizadas as amostras experimentais. As unidades experimentais foram acondicionadas em bandejas de isopor e envolvidas com os filmes de PVC e polietileno, tentando-se fechar as embalagens de forma hermética. As frutas foram armazenadas nas temperaturas de 0,5°C e 20°C. Durante o armazenamento foram efetuadas análises diárias das concentrações de O₂ e CO₂ das embalagens com uso de analisadores de gases, marca Agridatalog. Não foram efetuados tratamentos químicos pós-colheita.

Após o armazenamento foram avaliados os seguintes parâmetros: Firmeza de Polpa, determinada com penetrômetro manual e ponteira de 7,9mm; Sólidos Solúveis Totais (SST), determinado a partir do suco extraído das frutas sadias, com refratômetro manual; Acidez Titulável, determinada pela titulação de 10ml de suco diluído em 100ml de água destilada, com uma solução de NaOH 0,1N até pH 8,1; percentual de podridão, pela avaliação visual das frutas com lesões nítidas de ataque de patógenos.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro. Parâmetros expressos em % foram transformados pela fórmula $\text{arc. sen.} \sqrt{x + \alpha} / 100$ antes da análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espessuras de filme de PVC esticável e polietileno influenciaram decisivamente as concentrações de CO₂ nas duas condições de armazenamento, ocorrendo as maiores concentrações após exposição das frutas à altas temperaturas. Os filmes mais espessos acumularam mais CO₂, proveniente do processo respiratório, devido à menor permeabilidade ao gás (Tabela 1).

TABELA 1: Evolução dos níveis de O₂ e CO₂ em embalagens de morangos, cv. Tangi, em função da espessura dos filmes de PVC esticável e polietileno e da temperatura de armazenamento. Santa Maria, RS, 1997

Filme de PVC	Concentrações de O ₂ e CO ₂		
	4 dias (20°C)	4 dias (0,5°C)	4 dias (0,5°C) + 3 dias (20°C)
PVC 15µ	4,8/22,2	16,1/2,5	7,4/7,8
PVC 20µ	6,2/22,9	18,4/2,6	10,2/8,5
PVC 25µ	2,4/25,4	18,7/2,1	4,8/21,3
PVC 30µ	1,8/28,3	18,8/2,1	7,1/19,8
PVC 35µ	-	17,8/3,5	4,0/22,2
Polietileno 15µ	2,3/14,9	17,4/1,7	5,7/11,1
Polietileno 30µ	1,1/18,5	14,7/4,4	4,2/16,7
Polietileno 60µ	1,0/26,3	18,6/7,2	1,5/28,6

No armazenamento por quatro dias a 20°C, os filmes de polietileno proporcionaram frutas mais firmes (Tabela 2), provavelmente devido à menor permeabilidade do filme, que resultou em baixas concentrações de O₂ e conseqüente redução da respiração. Na segunda condição de armazenamento (quatro dias a 0,5°C + três dias a 20°C), a firmeza de polpa não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 3). Percebe-se que a firmeza não respondeu ao acúmulo de CO₂, sugerindo que este não é um bom parâmetro de avaliação de morango. A firmeza também pode ter sido influenciada negativamente pelos altos índices

de podridão, que ocorreram com mais intensidade quando o armazenamento foi em temperatura elevada. Os resultados obtidos não concordam com SMITH (1992), que afirma que elevadas concentrações de CO₂ resultam em frutas mais firmes.

Maiores concentrações de açúcares foram observadas com aumento dos níveis de CO₂ nas duas condições de armazenamento, embora COLELLI & MARTINELLI (1995) tenha observado que altas concentrações de CO₂ não afetam significativamente o conteúdo de açúcares.

TABELA 2: Efeito da espessura de filmes de PVC esticável e polietileno sobre a qualidade pós-colheita de morangos, cv. Tangi, após quatro dias de armazenamento a 20°C. Santa Maria, RS, 1997

Filme de PVC	Firmeza (N)	Acidez Titulável (cmol.L ⁻¹)	SST (°Brix)	Podridão (%)
PVC 15µ	7,73b	12,85a	6,53b	84,85a
PVC 20µ	8,03b	12,53a	6,53b	83,63ab
PVC 25µ	8,18b	12,80a	7,60a	73,76bc
PVC 30µ	6,51c	12,71a	7,60a	80,51ab
PVC 35	-	-	-	-
Polietileno 15µ	9,62a	12,26a	7,00ab	82,66ab
Polietileno 30µ	9,19ab	12,62a	7,13ab	62,13dc
Polietileno 60µ	9,01ab	12,10a	7,33a	54,97d

* Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3: Efeito da espessura de filmes de PVC esticável e polietileno sobre a qualidade pós-colheita de morangos, cv. Tangi, armazenados por quatro dias a 0,5°C e três dias a 20°C. Santa Maria, RS, 1997

Filme de PVC	Firmeza (N)	SST (°Brix)	Acidez Titulável (cmol.L ⁻¹)	Podridão (%)
PVC 15µ	9,37a	8,20ab	14,33bc	28,13a
PVC 20µ	8,82a	8,10ab	14,68abc	23,46ab
PVC 25µ	9,26a	8,13ab	14,34bc	21,81ab
PVC 30µ	9,38a	8,70a	15,94a	19,44ab
PVC 35µ	8,79a	8,70a	14,87ab	24,45ab
Polietileno 15µ	9,37a	8,13ab	13,70d	28,81a
Polietileno 30µ	9,19 ^a	7,93b	14,81abc	18,42b
Polietileno 60µ	8,76 ^a	8,63a	15,33a	15,62b

* Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

A acidez titulável não diferenciou entre os tratamentos, quando a exposição foi de quatro dias a 20°C (Tabela 2). Entretanto, na segunda condição de armazenamento, a firmeza de polpa manteve-se mais elevada nas embalagens em que a concentração de CO₂ era maior.

As altas concentrações de CO₂ contribuíram significativamente na redução da incidência de podridões, e os filmes de polietileno de 30 e 60µ proporcionaram melhor controle, nas duas condições de armazenamento. O filme de polietileno apresentou melhor controle de podridão devido ao rápido acúmulo de CO₂, o que pode ser observado durante o armazenamento a 0,5 °C (Tabela 1). Esses resultados sugerem que o filme de polietileno é menos permeável ao O₂, pois as concentrações eram menores que no filme de PVC, resultando em concentrações críticas de O₂ para o desenvolvimento de fungos.

Alterações no sabor foram observados nos frutos armazenados a 20°C, provavelmente devido ao alto CO₂ e baixo O₂ que, segundo KE et al. (1993), ocasionam aceleradas transformações bioquímicas e fisiológicas.

Pelos resultados, pode-se concluir que armazenamento por quatro dias a 20°C é um tempo muito longo para a conservação do morango. Apesar dos altos níveis de CO₂ acumulados nas embalagens, ocorreram altos índices de podridão, provavelmente em função da alta UR no interior das embalagens e da temperatura elevada, que proporcionaram ambiente propício ao desenvolvimento fúngico. Ao mesmo tempo, a alta temperatura aumentou a susceptibilidade das frutas à podridão devido ao intenso metabolismo e degradação das pectinas nas paredes celulares.

CONCLUSÕES

Os resultados do trabalho conduzem as seguintes conclusões:

Filmes de PVC esticável de 15µ, atualmente utilizados na comercialização de morangos, não modificam suficientemente a atmosfera, servindo apenas para evitar a desidratação da fruta;

A firmeza da polpa não é influenciada pelas concentrações de CO₂, nas diferentes espessuras de filmes;

Em baixa temperatura (0,5°C), as maiores espessuras de filmes mostram-se eficientes no controle de podridão e na manutenção da qualidade das frutas;

As maiores espessuras dos filmes PVC (30 e 35µ) e polietileno (30 e 60µ) acumulam mais CO₂ e, por isso, controlam com maior eficiência a podridão;

O tempo de quatro dias é muito longo para o armazenamento em alta temperatura (20°), pois ocorre "off-flavor" e altos índices de podridão em todas as espessuras de filmes;

O filme de polietileno parece não ser a melhor alternativa para a modificação da atmosfera em embalagens de morango, devido ao difícil manuseio e à condensação de água na parte interna, o que o torna pouco transparente, afetando negativamente a aparência do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAMBROY, Y.; GUINEBRETIERE, M. H.; JACQUEMIN, G.; REICH, M.; BREUILS, L.; SOUTY, M. Effects of carbon dioxide on shelf-life and post harvest decay of strawberries fruit. **Sciences des Aliments**, Montfavet Cedex, France, v. 13, n. 3, p. 409-423, 1993.

- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/ FAEPE, 1990. 320 p.
- COLELLI, G.; MARTELLI, S. Beneficial effects on the application of CO₂ -enriched atmospheres on fresh strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Advances in Horticultural Science**, Foggia, Italy, v. 9, n. 2, p. 55-60, 1995.
- ERTAN, Ü.; ÖZELKÖK, S., CELIKEL, F.; KEPENEK, K. The effects of precooling and increased atmospheric concentrations of CO₂ on fruit quality and postharvest life of strawberries. **Bahce**, Yalova, Turkey, v. 19, n.1-2, p.59-76, 1990.
- KE, D.; EL - SHEIKH, T.; MATEOS,M.; KADER, A. A. Anaerobic metabolism of strawberries under elevated CO₂ and reduced O₂ atmospheres. **Acta Horticulturae**, Davis, USA, v.343, p.93-99, 1993.
- LARSEN, M. Flavour changes in strawberries packed in modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, Kecskemét, Hungary, v.368, p.78-82, 1994.
- LARSEN, M.; WATKINS, C. B. Firmness and concentrations of acetaldehyde, ethyl acetate and ethanol in strawberries stored in controlled and modified atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, Auckland, New Zealand, v. 5, n. 1/2, p. 39-50, 1995.
- LI, C. ; KADER, A. A. Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 114, n. 4, p.629-634, 1989.
- PÉREZ, A. G.; SANZ, C.; OLÍAS, R.; RÍOS, J. J.; OLÍAS, J. M. Effect of modified atmosphere packaging on strawberry quality during shelf-life. In.: SEVENTH INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, Davis, 1997, **Proceedings...**, Davis, v.3, p. 153-159, 1997.
- REBELO, J. A.; BALARDIN,R. S. **A cultura do morangueiro**. Florianópolis: EMPASC, 1989. Boletim Técnico 46, 33p.
- SHAMAILA, M. M.; POWRIE, W. D.; SKURA, B. J. Sensory evaluation of strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP) by quantitative descriptive analysis. **Journal of Food Science**, British Columbia, Canadá, v. 57, n. 5, p.1168-1172,1992.
- SMITH, R. B. Controlled atmosphere storage of "Redcoat" strawberry fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Ontario, Canadá, v.117, n. 2, p.260-264, 1992.