

ETILENO EM CÂMARAS FRIAS DE ATMOSFERA CONTROLADA COM MAÇÃS DA CV. FUJI¹

RENAR JOÃO BENDER² e HENRI STUKER³

RESUMO - Com o objetivo de verificar se há efeito negativo do etileno sobre os parâmetros qualitativos de maçãs da cv. Fuji, armazenadas em câmaras de atmosfera controlada, foi feito um acompanhamento, na safra de 1988, com duas câmaras, em Fraiburgo, SC. Uma unidade de armazenagem foi monitorada por 145 dias, enquanto que uma segunda, por 172 dias. Durante a armazenagem foram tomadas amostras do ar das câmaras e de frutos estocados para análise em laboratório. Determinou-se o etileno interno dos frutos e do ar das câmaras por cromatografia gasosa. Os frutos foram analisados com relação a firmeza da polpa, acidez titulável, sólidos solúveis totais, ocorrência de podridões e distúrbios fisiológicos. O acúmulo de etileno dentro das câmaras foi crescente. No entanto, as concentrações de etileno que atingiram a 427,6 ppm não influenciaram a degradação da firmeza da polpa nem a ocorrência de distúrbios fisiológicos. Apenas a acidez titulável apresentou correlação elevada com as concentrações de etileno interno dos frutos e do ar da câmara de armazenagem. Não foi detectada a ocorrência de distúrbios fisiológicos.

Termos para indexação: armazenagem, AC.

ETHYLENE IN CONTROLLED ATMOSPHERE STORES WITH CV. FUJI APPLES

ABSTRACT - In order to verify if there is an effect of ethylene concentrations on cv. Fuji apples stored under controlled atmosphere (CA) conditions, two commercial CA facilities at Fraiburgo/Santa Catarina, southern Brazil, were monitored in the 1988 storage period. Air and fruit samples were taken during either 145 days or 172 days for analysis of ethylene concentration, fruit flesh firmness, titratable acidity, total soluble solids, decay, and physiological disorders. The highest ethylene concentration determined in the air sample was 427.6 ppm. Fruit flesh firmness did not show correlation with ethylene. Only titratable acidity of the apples stored for the longest period had significant correlation with ethylene concentration. Incidence of decay and physiological disorders were not induced by accumulated ethylene.

Index terms: storage, CA.

INTRODUÇÃO

A presença de elevadas concentrações de etileno nas unidades de armazenagem de maçãs, principalmente, nas de atmosfera controlada, tem causado algumas preocupações e incertezas. Apesar de que com algumas cultivares tenha sido detectado um retardamento da senescência com a remoção do etileno da unidade de armazenagem

(Liu 1979), há praticamente unanimidade nos trabalhos realizados até o momento, no sentido de atribuir pouca influência ao etileno nas perdas qualitativas de maçãs armazenadas.

No acompanhamento de unidades de armazenagem de maçãs, no ano de 1987, em Fraiburgo, Santa Catarina (Bender 1990), verificou-se que a demora no estabelecimento das condições de operação das unidades de armazenagem permitiu uma elevação muito rápida das concentrações de etileno, principalmente nas unidades carregadas com a cv. Golden Delicious. Estas concentrações no ambiente das câmaras com Golden Delicious, que se elevaram a 393.3 ppm, não contribuíram para aceleração da senescência das maçãs. Truter &

¹ Aceito para publicação em 15 de março de 1993.

² Eng. - Agr., M.Sc., Prof. da Fac. de Agron. da UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS.

³ Eng. - Agr., M.Sc., Estação Exper. Agron. de Itajai - EMPASC, Caixa Postal 277, CEP 88300-000 Itajai, SC.

Combrink (1989) observaram também a propensão da cv. Golden Delicious de produzir altas concentrações de etileno durante o período de armazenagem. Todavia, estes autores verificaram uma acentuada degradação da clorofila na cv. Golden Delicious, enquanto que nas cv. Starking Delicious e Granny Smith não observaram amarelecimento em cinco meses de armazenagem.

Na cv. Fuji, no entanto, a concentração máxima determinada no levantamento de 1987 elevou-se apenas até a 45,6 ppm. Contudo, o acompanhamento da unidade foi bastante reduzido (96 dias), uma vez que esta cultivar tem um potencial para armazenagem em AC bem mais prolongado (Bender 1989).

Considerando que a cultivar Fuji deverá ser armazenada a cada ano que passa por períodos sempre maiores, foi realizado o seu acompanhamento no ano de 1988 em duas câmaras de AC comerciais. O objetivo foi determinar a evolução do etileno no ambiente da unidade de armazenamento por um período mais prolongado e verificar se há um efeito dessas concentrações de etileno sobre a qualidade da maçã Fuji armazenada.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste experimento foram acompanhadas duas câmaras de atmosfera controlada comerciais localizadas em Fraiburgo, Santa Catarina, cada uma carregada com 500 t de maçãs da cv. Fuji. O monitoramento da primeira câmara (câmara 2), iniciado em 29 de abril de 1988, teve duração de 172 dias. Com a segunda câmara o monitoramento iniciou no dia 17 de maio (câmara 4) e durou 145 dias.

As duas unidades de armazenagem foram operadas com atmosfera de 1,5% a 1,8% de oxigênio (O_2) e com 1,0% a 1,2% de dióxido de carbono (CO_2). A temperatura das câmaras foi de 1,8 °C a 2,2 °C e a umidade relativa oscilou entre 90% e 92%.

Para amostragem de etileno do ambiente da câmara, passou-se o ar da unidade de armazenagem pelos analisadores de CO_2 e de O_2 , captando-o com mangueira de latex na saída do analisador de O_2 . Em cada tomada de amostra, a intervalos quinzenais, coletou-se 1 litro de ar em frasco de vidro por unidade de armazenagem. As amostras foram analisadas para obtenção do índice de concentração de etileno por cromatografia gasosa. O cromatógrafo, equipado com detector de ionização de

chama, foi operado a 160 °C no detector, e 110 °C no injetor e coluna. Foi utilizada uma coluna da alumina ativada de 60/80 mesh com 1 m x 1/8" de dimensões.

A cada amostragem de ar da câmara coletou-se também uma amostra de 20 a 30 frutos para análise em laboratório. Das amostras de maçãs determinou-se o teor de etileno interno por cromatografia gasosa. A firmeza da polpa foi avaliada com uso de penetrômetro motorizado. Os teores de sólidos solúveis totais foram medidos com refratômetro de mão, e a acidez titulável, por titulação com NaOH 0,1N até pH 8,1. As amostras foram avaliadas também visualmente quanto a ocorrência de podridões e de distúrbios fisiológicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As maçãs cv. Fuji iniciaram o período de armazenagem, com concentrações de etileno interno relativamente elevadas, isto é, acima das concentrações admitidas para ponto de colheita. Normalmente aceita-se concentrações de 0,1 a 0,2 ppm como nível mínimo necessário para desencadear a síntese autocatalítica e amolecimento dos tecidos. A câmara 4, com a concentração de etileno mais elevada, entrou em funcionamento muito tempo após a colheita, o que permitiu o avanço da maturação e da síntese de etileno para 19,3 ppm no início da operação em AC. Por consequência, o período de armazenagem foi menor. A câmara 2 entrou em funcionamento logo após a colheita, quando as maçãs apresentavam concentrações de etileno interno de 1,78 ppm (Fig. 1).

A degradação da firmeza da polpa das maçãs (Tabela 1), em ambas as câmaras, apresentou baixa correlação com as concentrações de etileno, tanto nos frutos como no ambiente da câmara. Bem ao contrário do que observaram Knee (1976), com a cv. Bramley's Seedling, Liu & Samelson (1986), com a cv. McIntosh, e Stow (1989) com a cv. Cox Orange. Deve-se considerar, no entanto, que estes experimentos foram conduzidos com temperaturas variando entre 2,2 °C a 5 °C, enquanto que com a cv. Fuji foi utilizada uma temperatura mais baixa, variando entre 1,5 °C a 1,8 °C, o que deve ter minimizado a ação do etileno. Segundo Ryal e Pentzer, citados por Truter & Combrink (1989), concentrações de etileno de até 600 ppm não aceleram a maturação,

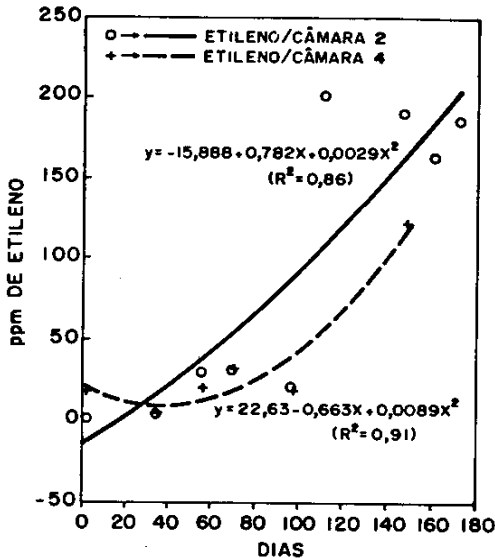


FIG. 1. Evolução de etileno interno de maçãs cv. Fuji armazenadas em atmosfera controlada.

qualitativas atingem determinados níveis de degradação, demonstram claramente que os frutos estão muito avançados na maturação ou entrando em senescência, fato não observado nesse acompanhamento com os SST. Os sólidos solúveis totais, ao contrário da firmeza, apresentaram correlações mais elevadas com as concentrações de etileno nas unidades de AC. Em ambas as câmaras, houve um aumento nos teores de SST, em decorrência do amido presente no momento da colheita e que vai sendo hidrolisado ao longo da armazenagem. No entanto, a câmara 4 apresentou um valor inicial mais elevado de SST pelo avanço da maturação, em função do atraso da armazenagem em AC.

Com relação aos ácidos orgânicos (Tabela 3), apenas com os frutos armazenados na câmara 2, onde o período de armazenagem foi maior, houve uma regressão significativa entre as concentrações de etileno interno dos frutos e a degradação dos ácidos (Fig. 2). Como há uma correlação elevada (0,86) entre etileno interno e concentrações de

TABELA 1. Firmeza da polpa de maçãs da cv. Fuji armazenadas em câmaras comerciais de atmosfera controlada.

Câmara	Entrada	Saída	Média	Desvio padrão	Correlação Firmeza x C ₂ H ₄	
					Fruto	Câmara
Câmara 2	62,1	58,7	62,5	1,89	-0,23	0,00
Câmara 4	64,3	58,1	62,4	3,20	-0,35	-0,07

quando a temperatura está abaixo de 2,8 °C. Esta supressão ocorre, por exemplo, com a diminuição da concentração de oxigênio para menos de 1%, em função de que as enzimas da biosíntese de etileno, ACCsynthase e ACCoxidase necessitam de oxigênio para atuação.

Os sólidos solúveis totais, ao longo do período de armazenagem, apresentaram variação não significativa (Tabela 2). Em AC há uma redução da atividade metabólica, o que contribui para a manutenção das reservas acumuladas, como a dos açúcares e dos ácidos, que constituem características qualitativas importantes. Conforme Bohling & Hansen (1985), quando as variáveis

etileno do ar da unidade de armazenagem, a regressão da acidez titulável com o etileno do ar da câmara foi também significativa. Com as maçãs armazenadas na câmara 4 as regressões não foram significativas.

Todavia, os trabalhos realizados com o objetivo de determinar o efeito do acúmulo de etileno na qualidade da fruta armazenada fazem referência somente a perdas na textura. Apenas Truter & Combrink (1989) assinalaram que, com concentrações de 1 a 500 ppm de etileno na atmosfera de armazenagem, a acidez titulável se manteve inalterada. Os autores concluíram que as alterações na qualidade dos frutos são mais consequência da

TABELA 2. Teores de sólidos solúveis totais em maçãs da cv. Fuji armazenadas em câmaras comerciais de atmosfera controlada.

Câmara	Entrada	Saída	Média	Desvio padrão	Correlação SST x C ₂ H ₄ frutos
Câmara 2	12,8	14,4	13,4	0,45	0,68
Câmara 4	14,1	14,6	14,0	0,53	0,58

TABELA 3. Acidez titulável de maçãs da cv. Fuji armazenadas em câmaras comerciais de atmosfera controlada.

Câmara	Entrada	Saída	Média	Desvio padrão	Correlação Acidez x C ₂ H ₄	
					Câmara	Frutos
Câmara 2	5,35	3,50	4,45	0,76	-0,74	-0,73
Câmara 4	5,20	4,68	4,92	0,45	-0,74	-0,61

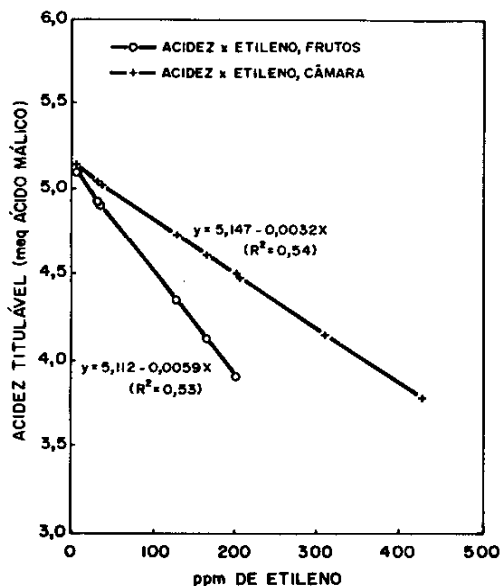


FIG. 2. Correlação da acidez titulável com etileno interno de maçãs e etileno de câmara de atmosfera controlada carregada com a cv. Fuji.

temperatura de armazenagem do que de níveis de etileno. De fato, neste acompanhamento, por força das exigências da cultivar, a temperatura foi elevada para 1,5 °C para evitar dano de frio nas maçãs. Esta operação de temperatura pode ter contribuído para uma maior degradação de ácidos, em consequência de maior intensidade respiratória, em comparação com a respiração de maçãs armazenadas a temperaturas em torno de 0 °C.

O acúmulo de etileno dentro das unidades de armazenagem (Fig. 3) foi crescente. Baumann & Henze (1986) apresentaram uma curva, em que se verifica um acúmulo máximo, após 4 a 5 meses de armazenagem, e um posterior decréscimo na mesma intensidade do acúmulo. Em nenhuma das câmaras acompanhadas, tanto em 1987 como em 1988, foi possível observar sequer uma tendência de diminuição das concentrações de etileno, tanto nos frutos como no ambiente da câmara, após determinado período.

A síntese de etileno depende não só da temperatura de armazenagem e da combinação de atmosfera (Smith 1985), mas também da cultivar. Apesar de que, com armazenagem em atmosfera controlada, há uma sensível redução da atividade

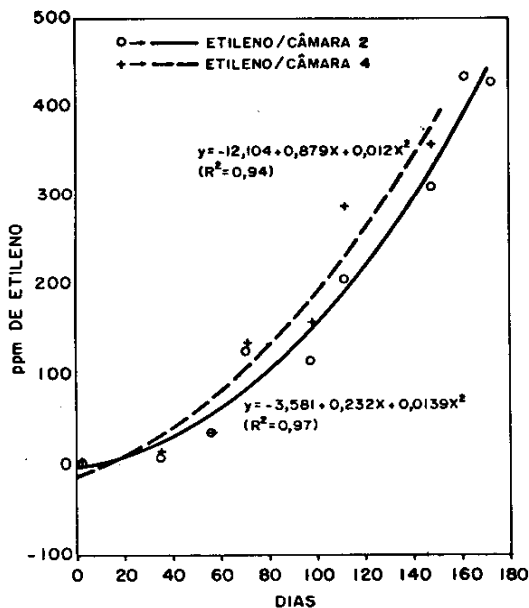


FIG. 3. Acúmulo de etileno dentro de unidades de armazenagem em atmosfera controlada carregadas com maçãs da cv. Fuji.

metabólica, as condições de operação normalmente utilizadas em AC não inibem totalmente a síntese de etileno nem tampouco as suas funções no metabolismo das frutas. Dentro do mesmo lote de maçãs é possível encontrar diferenças nas concentrações de etileno interno. Essas diferenças não podem ser derivadas exclusivamente de estádios de maturação no momento da colheita. Isso explica o fato de que, nos acompanhamentos feitos, observa-se uma dispersão de pontos diminuindo as correlações. Outro fator que pode contribuir para diminuir a correlação é a tomada da amostra do ar da câmara logo após o funcionamento do adsorvedor de carvão ativado, (este equipamento é responsável pela redução dos níveis de CO₂ dentro da câmara), quando há uma ligeira diminuição das concentrações de etileno no ambiente (Bender 1990).

Com relação à ocorrência de distúrbios fisiológicos e podridões, detectou-se apenas no início da armazenagem a incidência de pingo-de-mel.

Todavia, o distúrbio regrediu com o transcorrer da armazenagem.

CONCLUSÕES

1. O etileno acumulado dentro das unidades de armazenagem de maçãs da cv. Fuji não causou a manifestação de distúrbios fisiológicos.
2. O acúmulo de etileno dentro das câmaras de armazenagem de maçãs da cv. Fuji foi crescente.
3. As concentrações de etileno acumuladas dentro das unidades de armazenagem da cv. Fuji influenciaram somente a acidez titulável das frutas armazenadas por período mais prolongado.

REFERÊNCIAS

- BAUMANN, H.; HENZE, J. Ethylenproduktion, wirkung and adsorption bei der Apfellagerung. *Erwerbobstbau*, v.28, n.7, p.203-204, 1986.
- BENDER, R.J. Determinação de etileno em câmaras frias de atmosfera controlada em Santa Catarina. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.5, p.753-758, 1990.
- BENDER, R.J. Frigoconservação de maçã: a atmosfera controlada. *Agropecuária Catarinense*, v.2, n.1, p.56-57, 1989.
- BOHLING, H.; HANSEN, H. Untersuchungen ueber das Lagerungsverhalten von Aepfeln in kontrollierten Atmosphaeren mit sehr niedrigen Sauerstoffanteilen. *Erwerbobstbau*, v.27, n.4, p.80-84, 1985.
- KNEE, M. Influence of ethylene on the ripening of stored apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.27, p.383-392, 1976.
- LIU, F.W. Interaction of Daminozide, harvesting date, and ethylene in CA storage on 'McIntosh' apple quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.104, n.5, p.599-601, 1979.
- LIU, F.W.; SAMELSON, D. Rates of change in firmness, acidity and ethylene production of 'McIntosh' apples in simulated low-ethylene CA-storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.111, p.404-408, 1986.

- SMITH, S.M. A comparison of two carbon dioxide removal systems on quality of 'Cox's Orange Pippin' apples after storage. **Journal of Horticultural Science**, v.60, n.2, p.201-206, 1985.
- STOW, J.R. Low ethylene, low oxygen CA storage of apples. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 5., 1989, Wenatchee. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1989, p.325-332.
- TRUTER, A.B.; COMBRINK, J.C. Ethylene levels in commercial CA stores and low ethylene CA storage of 'Golden Delicious', 'Starking' and 'Granny Smith' apples and 'Packham's Triumph' pears. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 5., 1989, Wenatchee. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1989. p.333-338.