

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATES 'DÉBORA' TRATADOS COM ETILENO.

POSTHARVEST QUALITY OF 'DÉBORA' TOMATOES TREATED WITH ETHYLENE

CAROLINE ANDREUCCETTI¹
MARCOS D. FERREIRA²
CELSO L. MORETTI³
SYLVIO L. HONÓRIO⁴

RESUMO

O tomate é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil e o desenvolvimento de processos de manuseio pós-colheita é desejável. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de tomates 'Débora', colhidos no estágio verde-maduro e submetidos ao tratamento com etileno. O etileno foi aplicado em fluxo dinâmico, por meio de uma mistura gasosa composta por Etil 5% e ar comprimido, à temperatura de $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $90\pm 5\%$, por 48 horas. Após a aplicação, os frutos foram armazenados sob $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $12,5\pm 1^{\circ}\text{C}$, juntamente com frutos controle. A periodicidade das análises deu-se de acordo com a percepção visual da mudança na coloração dos frutos. Após cada alteração no estágio de amadurecimento dos frutos, determinou-se a coloração (a^*/b^*), perda de massa, relação brix/acidez e ácido ascórbico. Por meio dos resultados observou-se que frutos tratados com etileno apresentaram maior uniformidade na coloração e amadureceram mais rapidamente, assim como apresentaram maiores valores para a relação brix/acidez com o amadurecimento. Maiores porcentagens de perda de massa foram obtidas por frutos armazenados à 20°C . De um modo geral, a aplicação de etileno e a temperatura de armazenagem não influenciaram nos teores de ácido ascórbico. Do exposto, conclui-se que a utilização de etileno para o amadurecimento de tomates 'Débora' é potencialmente factível.

Palavras-Chaves: *Lycopersicon Esculentum* Mill., Amadurecimento, Armazenamento.

¹ Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Barão Geraldo, CP 6121, CEP:13083-862, Campinas-SP, E-mail: caroline@fea.unicamp.br;

² Embrapa Instrumentação Agropecuária, Rua XV de novembro, 1452, CEP 13560-970, São Carlos, SP, E-mail: marcosferreira@cnpdia.embrapa.br. Pesquisador Colaborador, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP

³ Embrapa Hortaliças, Rodovia BR-060 Brasília/Anápolis, Km 09, CP 218, CEP 70359-970 Brasília, DF, E-mail: moretti@cnph.embrapa.br.

⁴ Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Barão Geraldo, CP 6011, CEP:13083-875, Campinas-SP, E-mail: honorio@agr.unicamp.br;

Recebido: Set/07
Aprovado: Dez/07

ABSTRACT

Tomatoes are one of the most important vegetable crops grown in Brazil and the development of postharvest handling processes is desirable. The main goal of this work was to evaluate the quality of 'Débora' tomatoes treated with ethylene. Treatments were accomplished using a gas mixture with ethyl (5%) diluted in compressed air, using a flow through system for 48 hours at the temperature of $20 \pm 1^\circ\text{C}$ and relative humidity of $90 \pm 5\%$. After ethylene application, tomatoes were stored either at $20 \pm 1^\circ\text{C}$ or $12.5 \pm 1^\circ\text{C}$, and control fruits were kept in the same conditions. For each maturity color change, fruits were assayed for color, water loss, ratio soluble solids/titratable acidity, and ascorbic acid. Ethylene treated fruits showed higher color uniformity and ripened faster than untreated ones, as higher values of ratio (soluble solids/titratable acidity) with ripened. Highest water loss percentages were shown for tomatoes stored at 20°C . In general, the ethylene treatment and the storage temperature did not influence the ascorbic acid contents. The utilization of ethylene to ripe 'Débora' tomatoes is potentially feasible.

Keywords: *Lycopersicon esculentum* Mill, ripening, storage.

INTRODUÇÃO

Durante o amadurecimento de frutos, ocorrem modificações nas células vegetais que interferem diretamente em sua qualidade pós-colheita. Tais mudanças, de forma geral, incluem o amolecimento dos frutos, devido à quebra enzimática de polímeros da parede celular, à hidrólise do amido, ao acúmulo de açúcares e ao declínio de ácidos orgânicos e de compostos fenólicos. Especificamente em tomates, ocorre a mudança da cor verde para o vermelho em consequência da perda da clorofila e concomitante revelação e síntese de pigmentos carotenóides. Simultaneamente, são sintetizados compostos associados com o aroma e sabor característico dos frutos (LUDFORD, 1987; ALEXANDER & GRIERSON, 2002; KIEBER, 2004).

O etileno é o hormônio vegetal associado ao processo de amadurecimento em frutos climatérios, como o tomate. De maneira geral, a evolução de etileno aumenta imediatamente antes ou concomitantemente ao climatério respiratório, caracterizando o início do processo de amadurecimento (NITSCH, 1970). O etileno é utilizado para acelerar e uniformizar o amadurecimento de frutos de várias espécies vegetais.

A aplicação de etileno em tomates exige que alguns parâmetros referentes ao produto vegetal, ao gás, e ao ambiente sejam observados, tais como temperatura, umidade relativa, tempo de exposição e concentração gasosa. HOBSON & GRIERSON

(1993), THOMPSON & CRISOSTO (2002), REID (2002) e SUSLOW & CANTWELL (2003) relatam diferentes recomendações para aplicação de gás etileno em tomates no estágio verde-maduro. CANTWELL & KASMIRE (2002) indicaram que a aplicação de etileno deve ser feita em ambientes com boa vedação, e concentração variável de 50 a 100 mL.L^{-1} . A temperatura e umidade relativa devem ser ajustadas para $20\text{-}22^\circ\text{C}$ e $90\text{-}95\%$, respectivamente, segundo SARGENT & MORETTI (2004). Apesar dos trabalhos desenvolvidos anteriormente, os quais descrevem a aplicação de etileno em tomates, os parâmetros discutidos acima ainda não estão bem definidos para muitas cultivares e híbridos de tomates recentemente lançados no mercado brasileiro. Do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade pós-colheita de tomates 'Débora' tratados com etileno no estágio verde-maduro.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal. Tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) da cultivar Débora foram colhidos no estágio verde-maduro (BRASIL, 2000) em campos de produção comercial no município de Apiaí (SP), durante o mês de abril de 2004. Os frutos colhidos foram transportados em caixas plásticas durante o período noturno para uma unidade de beneficiamento situada no município de Cabreúva (SP).

Seleção e classificação. Os frutos foram selecionados na unidade de beneficiamento passando pelas etapas de recebimento; lavagem, secagem e escovação; classificação e embalagem. A classificação foi realizada eletronicamente por diâmetro e cor, de acordo com as normas brasileiras do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000). Após o beneficiamento, os frutos foram transportados para o laboratório UNIMAC (Unidade Móvel de Auxílio à Colheita) da Faculdade de Engenharia Agrícola (Unicamp), no qual passaram por nova seleção de descarte de tomates que apresentavam alguma alteração de coloração, ou seja, no estágio pintando (BRASIL, 2000) e frutos brocados.

Aplicação de etileno. A aplicação do gás etileno foi realizada em fluxo dinâmico, utilizando-se uma mistura gasosa composta por Etil 5%, White Martins ($50.000 \mu\text{L.L}^{-1}$) e ar comprimido, à temperatura de $20^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$, sob umidade relativa de $90\pm 5\%$, por 48 horas. A concentração da mistura contendo etileno foi mantida a $100 \mu\text{L.L}^{-1}$, a qual foi monitorada por cromatografia (cromatógrafo VARIAN, modelo CG 3400, equipado com detector de ionização de chama (FID) e coluna empacotada com Chromosorb 106 (60-80 mesh, 1,8 m de comprimento e 3,2 mm de diâmetro interno). O gás de arraste empregado foi nitrogênio, com vazão de $20\text{-}25 \text{ ml.min}^{-1}$ e pressão de 280 kPa. A pressão e a vazão do ar sintético e do

hidrogênio foram respectivamente, 550 kPa e $300\text{-}350 \text{ ml.min}^{-1}$; e 280 kPa e $37\text{-}39 \text{ ml.min}^{-1}$. As temperaturas da coluna, do injetor e do detector foram, respectivamente, 40° , 70° e 150°C . A corrente elétrica foi de 138 mA, com atenuação de 8 mA. As amostras gasosas foram coletadas com uma seringa (Hamilton 81000, Gastight 1710) de capacidade volumétrica de 100 mL. Após o tratamento com etileno, os frutos foram divididos em dois lotes.

Armazenamento. Um lote de frutos permaneceu armazenado a $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ e o outro a $12,5\pm 1^{\circ}\text{C}$. Frutos que não receberam aplicação de gás etileno foram mantidos nas mesmas condições ambientais. Todos os tratamentos permaneceram armazenados em câmaras frigoríficas com umidade relativa de $90\pm 5\%$.

Análises químicas e físicas. A periodicidade das análises físicas e químicas deu-se de acordo com a percepção visual da mudança na coloração dos frutos armazenados. Foi considerado como mudança de coloração quando 60% dos frutos, ou mais, de um mesmo tratamento, atingissem o estágio de amadurecimento subsequente, de acordo com a classificação adotada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000). Foram considerados cinco estágios de amadurecimento: (1) verde-maduro, (2) pintando, (3) rosado, (4) vermelho e (5) vermelho-maduro.



Figura 1: Da esquerda para direita: (1) Verde-Maduro: Evidencia o início de amadurecimento na região apical do fruto, (2) Pintando (de vez): quando as cores amarelo, rosa ou vermelho encontram-se entre 10 e 30% da superfície do fruto, (3) Rosado: Quando 30 a 60% do fruto encontra-se com a coloração vermelha, (4) Vermelho: Quando o fruto apresenta entre 60 a 90% da sua superfície vermelha, (5) Vermelho-maduro: quando mais de 90% da superfície encontra-se vermelha (ANDREUCETTI, 2005, adaptado de BRASIL, 2000).

Para a análise de cor foi utilizado um espectrocolorímetro Hunter Lab., com miniscan XE Plus, parâmetros D65/10°, na escala L*, a* e b*. Foram feitas medições num mesmo fruto, em pontos equidistantes da região equatorial. Os resultados foram expressos pela relação a*/b*, onde a* varia do vermelho (+a*), localizado a 0° ou 360°, ao verde (-a*), que está a 180° (na ausência dos componentes amarelo ou azul). O valor b*, na ausência dos componentes verde ou vermelho, varia do amarelo (+b*), ao azul (-b*), que estão a 90° e 270°, respectivamente (SHEWFELT et al., 1988).

A perda de massa foi calculada em relação ao peso inicial do fruto por meio de uma balança (Marte, modelo AL 500) com 0,01 g de precisão e 500 g de carga máxima. Para avaliar o equilíbrio entre açúcares e ácidos orgânicos, durante o amadurecimento dos frutos, foi calculada a relação entre sólidos solúveis e a acidez titulável (brix/acidez). Os valores de sólidos solúveis e de acidez titulável foram obtidos pelos procedimentos descritos por CARVALHO et al. (1990). A determinação do ácido ascórbico foi realizada utilizando o método padrão da AOAC (1984), modificado por BENASSI & ANTUNES (1988), por meio da titulação com 2,6 diclorofenol-indofenol. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de matéria fresca.

Os ensaios foram conduzidos em Delineamento Inteiramente Casualizado em esquema fatorial (2x2) com quinze repetições. Os fatores considerados foram aplicação do gás etileno (dois tratamentos, um com e outro sem etileno) e duas temperaturas de armazenamento (12,5°C e 20°C). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas por diferença mínima significativa, em teste de comparações múltiplas, no qual as diferenças entre dois tratamentos maiores que a soma de dois desvios-padrões foram consideradas significativas no nível de 5% de probabilidade (SHAMAILA et al., 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de a*/b* negativos, na Figura 2, indicam a presença da cor verde nos frutos (estádio verde-maduro). Observa-se que no estágio posterior (fruto pintando), os valores de a*/b* se tornam positivos, expressando o

desenvolvimento da pigmentação vermelha. Nesse estágio o menor valor (0,1) de a*/b* foi obtido em frutos controle a 12,5°C, mostrando diferença estatística significativa ($p < 0,05$) em relação aos outros tratamentos. No estágio de amadurecimento vermelho, os maiores valores de a*/b* podem ser observados para frutos sem aplicação de etileno, sendo iguais a 1,27 e 1,13, respectivamente para, tomates a 20°C e 12,5°C, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre eles. No estágio vermelho-maduro os tomates armazenados a 12,5°C, tratados e não tratados com etileno, diferiram estatisticamente dos outros e entre si ($p < 0,05$). Eles mostraram maiores valores para a relação a*/b*, indicando que estes frutos atingiram o estágio vermelho-maduro, com maior intensidade da cor vermelha (Figura 2). Acredita-se que tal comportamento possa estar relacionado com um processo mais lento de degradação da clorofila, com concomitante síntese e revelação de pigmentos carotenóides verificado nos frutos armazenados a 12,5°C em comparação aos frutos armazenados a 20°C, devido à diferença na temperatura de armazenamento. DAVIES & HOBSON (1981) verificaram que a associação entre aplicação de etileno e temperatura de armazenamento causou efeito tanto na velocidade quanto na extensão das modificações de cor. Frutos tratados e mantidos à temperatura de 20°C amadureceram mais rápido em comparação com outros tratamentos. KADER et al. (1978) encontraram diferença de quatro dias para tomates tratados e não tratados com etileno, e armazenados a 20°C. Os resultados obtidos no presente experimento apresentaram a mesma tendência dos obtidos por CHOMCHALOW (1991), que constatou maior uniformidade no amadurecimento em tomates 'Sunny' tratados com etileno e armazenados a 20°C.

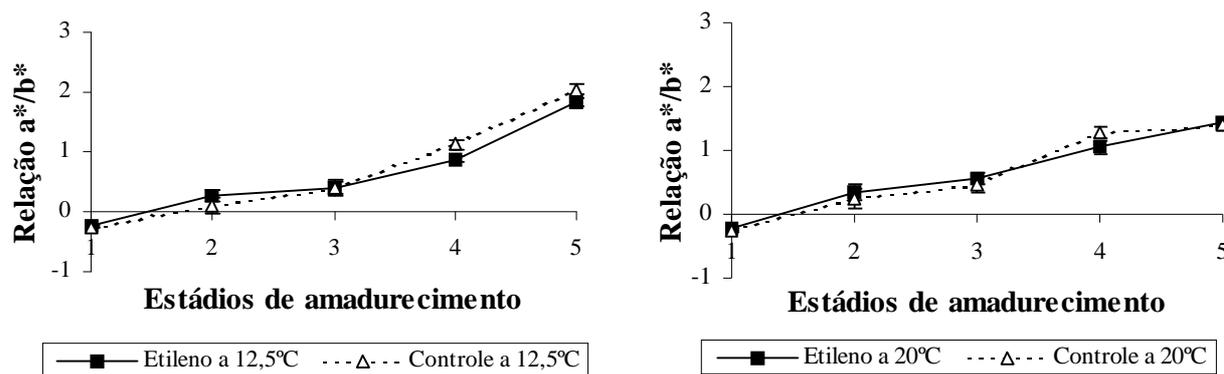


Figura 2: Relação a^*/b^* de tomates 'Débora' tratados e não tratados (controle) com etileno e armazenados a 12,5°C e 20°C. Estádio de amadurecimento: (1) verde-maduro, (2) pintando, (3) rosado, (4) vermelho e (5) vermelho-maduro.

A porcentagem de perda de massa para tomates 'Débora' aumentou de forma consistente ao longo do amadurecimento para todos os tratamentos conduzidos. A perda de massa foi mais expressiva para os frutos controle, armazenados a 20°C, que diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) dos outros tratamentos em todos os estádios de amadurecimento. No estágio de amadurecimento vermelho-maduro o tratamento controle apresentou perda de massa de 7,0%. Por outro lado, frutos neste mesmo estágio de amadurecimento, tratados com etileno e armazenados à mesma temperatura,

apresentaram perda de massa média de 4,1% (Figura 3). Os tomates mantidos a 12,5°C, e umidade relativa de $90 \pm 5\%$, apresentaram menores porcentagens de perda de massa; uma explicação para isto é que à medida que a temperatura decresce o processo de transpiração dos frutos diminui devido a diminuição da pressão de vapor de água, (KADER, 2002). CASTRO (2003) utilizou diferentes dosagens de ácido 2-cloroetil fosfônico e verificou seu efeito no amadurecimento de tomates 'Carmem', não encontrando diferença significativa para perda de massa entre as diferentes dosagens.

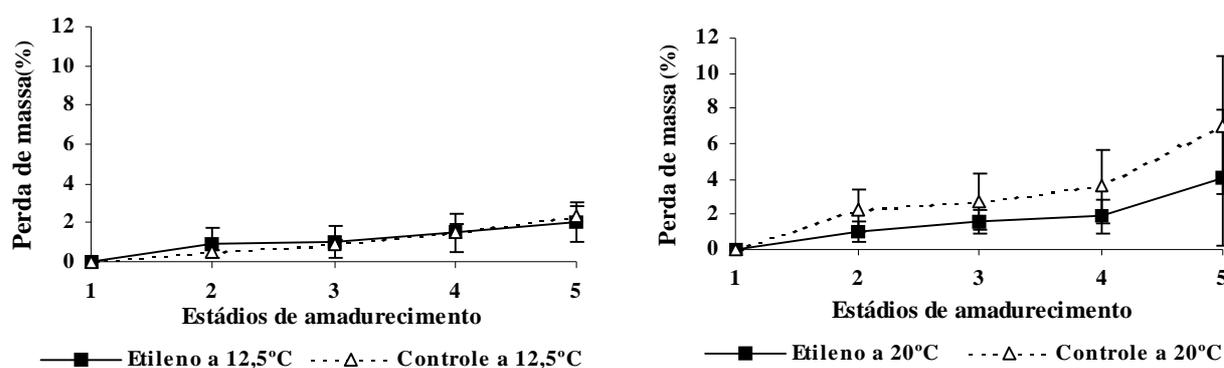


Figura 3: Perda de massa de tomates 'Débora' tratados e não tratados com etileno (controle) e armazenados a 12,5°C e 20°C. Estádios de amadurecimento: (1) verde-maduro, (2) pintando, (3) rosado, (4) vermelho e (5) vermelho-maduro. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Unicamp. Engenharia Agrícola. Dissertação de Mestrado. Caroline Andreuccetti, Campinas/SP, 2005.

Verificou-se que a relação brix/acidez apresentou tendência de redução, principalmente na transição dos estádios verde-maduro para rosado, para os diferentes tratamentos estudados (Figura 4). Em geral, tal redução está associada ao consumo dos açúcares no processo respiratório dos frutos,

de acordo com YOUNG et al. (1993) citado por FILGUEIRAS (1996); além da contribuição destes para a formação de esqueletos carbônicos, necessários para a manutenção e reações de síntese após a colheita (KAYS, 1991). Por outro lado, observou-se que os frutos mantidos a 20°C, tanto do tratamento controle

quanto os tratados com etileno, apresentaram tendência de elevação na relação brix/acidez a partir do estágio rosado (Figura 4). Tal comportamento pode ser explicado pela maior atividade metabólica dos frutos armazenados a 20°C, contribuindo para diversos fatores como: (i) redução dos teores de ácidos orgânicos, utilizados como substrato respiratório e no metabolismo geral, (ii) maior perda de água (Figura 3), com conseqüente concentração dos sólidos solúveis, levando a um aumento da relação brix/acidez para esses tratamentos nos referidos estádios de amadurecimento (Figura 4). HOBSON & GRIERSON (1993) relataram

redução nos níveis de acidez titulável, em tomates, durante o amadurecimento. CASTRO (2000) e CASTRO (2003) também verificaram redução nessa variável durante o amadurecimento dos tomates cultivares Santa Clara e Carmen. HOBSON (1982) descreve máxima acidez titulável nos primeiros sinais de pigmentação amarela para tomate, com queda progressiva até o final do amadurecimento, fato não constatado no presente estudo. Por outro lado, KADER et al. (1978) e MANZANO-MENDEZ et al. (1984) verificaram que o etileno exógeno não influenciou a concentração de ácidos orgânicos em tomate.

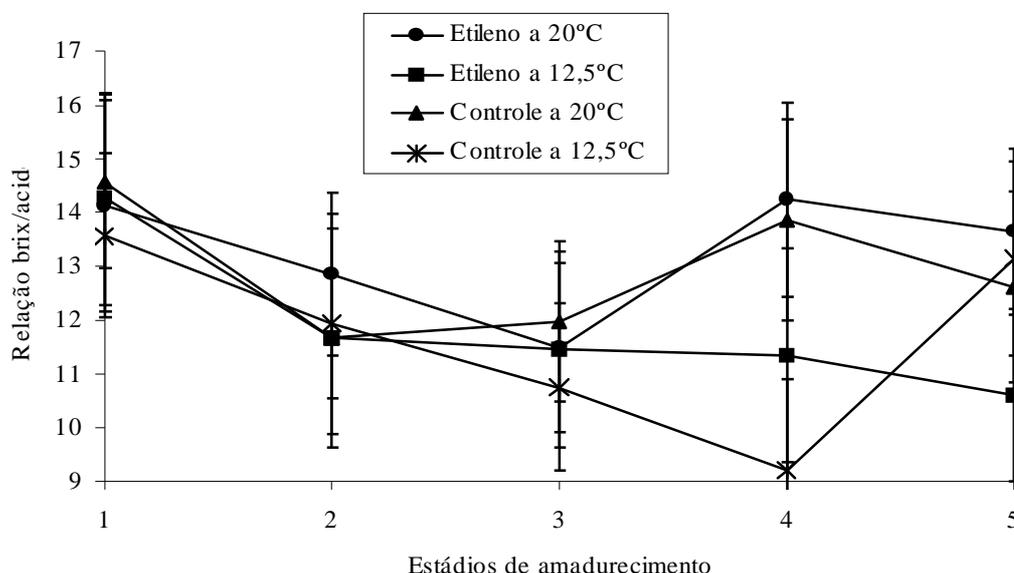


Figura 4: Relação brix/acidez de tomates 'Débora' tratados e não tratados com etileno (controle) e armazenados a 12,5°C e 20°C. Estádios de amadurecimento: (1) verde-maduro, (2) pintando, (3) rosado, (4) vermelho e (5) vermelho-maduro. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Unicamp. Engenharia Agrícola. Dissertação de Mestrado. Caroline Andreuccetti. Campinas, SP, 2005.

Os resultados de ácido ascórbico mostraram maior variação para frutos armazenados a 20°C (com ou sem etileno), apresentando comportamento semelhante ao longo do amadurecimento. Esses tratamentos apresentaram elevação de ácido ascórbico (AA) no estágio pintando, diminuindo no estágio subsequente, quando atingiu 9,64 mg.100 g⁻¹ (frutos a 20°C com etileno) e 11,85 mg.100g⁻¹ (a 20°C sem etileno), e aumentou o conteúdo de AA no estágio vermelho. Para tomates armazenados a 12,5°C, houve queda no estágio

rosado com aplicação de etileno (passou de 14,52 mg.100 g⁻¹ para 12,73 mg.100 g⁻¹), aumentando o nível de AA até o final do armazenamento (16,27 mg.100g⁻¹). Os frutos a 12,5°C sem etileno apresentaram aumento no nível de AA, atingindo o estágio rosado com 14,38 mg.100 g⁻¹, mantido sem diferença significativa, até alcançar o estágio vermelho-maduro. Os menores valores de AA foram encontrados no estágio verde-maduro para todos os tratamentos considerados (Figura 5).

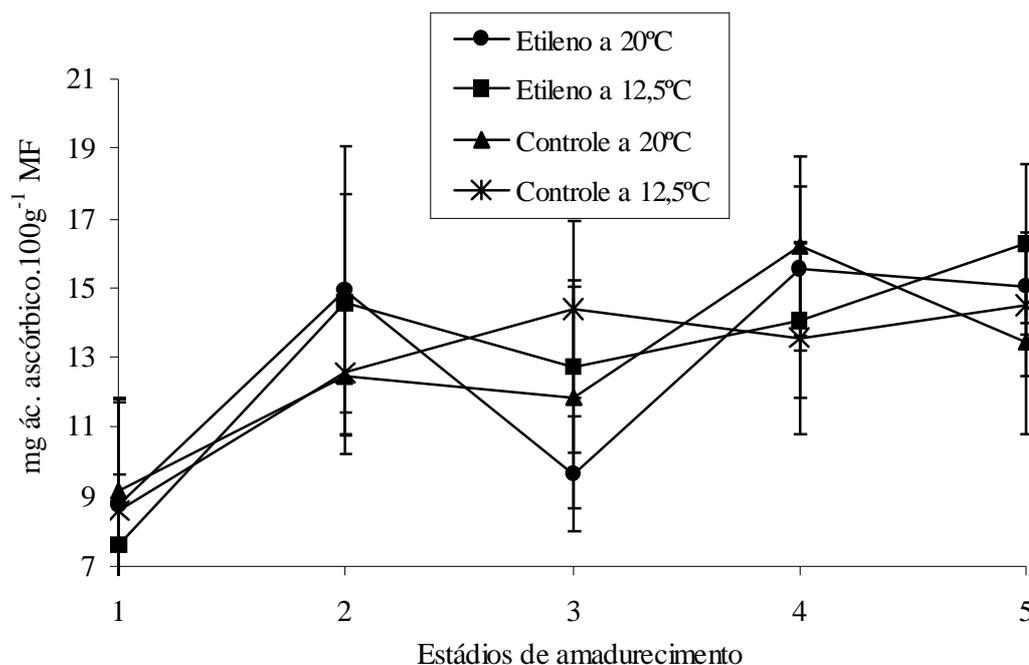


Figura 5: Teor de ácido ascórbico de tomates 'Débora' tratados e não tratados com etileno (controle) e armazenados a 12,5°C e 20°C. Estádios de amadurecimento: (1) verde-maduro, (2) pintando, (3) rosado, (4) vermelho e (5) vermelho-maduro. Barras verticais representam o desvio-padrão da média MF = matéria fresca.

De um modo geral, podemos dizer que a aplicação de etileno e a temperatura de armazenagem não influenciaram nos teores de ácido ascórbico. GARCIA et al. (1977) e CASTRO (2003) também não encontraram influência da aplicação de gás etileno nos níveis de ácido ascórbico em tomates. Porém, KADER et al. (1978) verificaram alterações significativas nos teores de ácido ascórbico em tomates, tratados ou não com etileno. Todavia, esses autores não souberam precisar se as referidas alterações foram ocasionadas ou não pela aceleração do amadurecimento causada pelo etileno.

CONCLUSÕES

No estudo da qualidade pós-colheita de tomates 'Débora' tratados com etileno, foi verificado que tanto a aplicação desta substância, como a temperatura de armazenagem, tiveram efeito na velocidade e na extensão das modificações da cor dos tomates. Tomates tratados com etileno apresentaram alterações significativas na cor, perda de massa e do teor de sólidos solúveis. Frutos tratados com o fito hormônio

apresentaram maior uniformidade na coloração e amadureceram mais rapidamente. Do exposto, conclui-se que a utilização de etileno para o amadurecimento de tomates 'Débora' é potencialmente viável nas condições brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, L.; GRIERSON, D. Ethylene biosynthesis and action in tomato: a model for climacteric fruit ripening. *Journal of Experimental Botany*, Lancaster, UK, v.53, n.377, p.2039-2055, 2002.
- ANDREUCETTI, C. *Avaliação da qualidade do tomate de mesa tratado com gás etileno*. 2005. 134p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. *Official methods of analysis*. Washington, D.C., 1984. p. 1058-1059.
- BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. *Arquivos de*

- Biologia e Tecnologia*, Curitiba, PR, v. 31, n.4, p. 507-513, 1988.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. *Anexo XVII – Regulamento técnico de identificação e qualidade para a classificação do tomate*, 2000. Disponível: <<http://extranet.agricultura.gov.br/agrolegis/Imagem?codArquivo=2472>> Acesso em: 27 jan. 2005.
- CANTWELL, M. Optimum procedures for ripening tomatoes. In: *Management of fruit ripening*. Postharvest Horticulture Series n. 9, UC Davis: Research and Information Center, p. 85-93, abr. 2003.
- CANTWELL, M.I.; KASMIRE, R.F. Postharvest handling systems: fruit vegetables. In: Kader, A.A. (Ed.). *Postharvest technology of horticultural crops*. Oakland: University of California. p.407- 422, 2002.
- CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. *Análises químicas de alimentos* (Manual Técnico). Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, 1990. 121p.
- CASTRO, L.R. *Influência de aspectos de classificação, embalagem e refrigeração na conservação pós-colheita de tomate “Santa Clara” e “Carmem”*. 2000. 159 p. Dissertação (Mestrado Tecnologia Pós-Colheita) – Universidade Estadual de Campinas.
- CASTRO, V.A.S.P.T. *Controle do amadurecimento pós-colheita do tomate ‘Carmem’ tratado com ácido 2-cloroetil fosfônico*. 2003. 76 p. Dissertação (Mestrado Tecnologia Pós-Colheita) – Universidade Estadual de Campinas.
- CHOMCHALOW, S. *Storage conditions and timing of ethylene treatment affect ripening uniformity and marketability of tomato fruits*. 1991. 137 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – University of Florida.
- DAVIES, J.N.; HOBSON, G.E. The constituents of tomato fruit: the influence of environment, nutrition and genotype. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition - CRC* Cleveland, OH, v.15, n.3, p.205-208, nov. 1981.
- FILGUEIRAS, H.A.C. *Bioquímica do amadurecimento de tomates híbridos heterozigotos no loco ‘alcoabaça’*. 1996. 118 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras.
- GARCIA, J.L.M.; BERNHART, L.W.; SHIROSE, I. Influência do ácido 2-cloroetilfosfônico (ETHREL) na maturação do tomate. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, ITAL*, Campinas, SP, n.53, p.141-157, set.-out. 1977.
- HOBSON, G. E. Controlling the ripening of tomato fruit. *Span*, Foston, v.25, p.21-23, 1982.
- HOBSON, G.E.; GRIERSON, D. Tomato. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Eds.). *Biochemistry of fruit ripening*. London: Chapman & Hall, 1993. p. 405-442.
- KADER, A. A. Methods of gas mixing, sampling, and analysis. In: KADER, A. A. (Ed.) *Postharvest technology of horticultural crops*. 3. ed., University of California. Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3311, 2002. p. 145-148.
- KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS, M.A.; ALBRIGHT-HORTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, VA, v.103, n.1, p.6-13, jan. 1978.
- KAYS, S. J. Postharvest physiology of perishable plant products. Athens, Georgia: Exon Press, 1991. 532p. Collection : AVI Book.
- KIEBER, J. Etileno: o hormônio gasoso. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Eds.). *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED , 2004. p. 541-559.
- LUDFORD, P.M. Postharvest hormone changes in vegetables and fruits. In: DAVIES, P.J. (Ed.). *Plant hormones and their role in plant growth and development*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1987. p.574-592.
- MANZANO-MENDES, J.; HICKS, J.R.; MASTER, J.F. Influence of storage temperature and ethylene on firmness, acids, and sugars of chilling-sensitive and chilling-tolerant tomato. *Journal of the American Society of Horticultural*

Science, Alexandria, VA, v.109, n.2, p.273-277, 1984.

NITSCH, J.P. Hormonal factors in growth and development. In: HULME, A.C. (Ed.). *The biochemistry of fruits and their products*. London: Academic Press Inc., 1970.v.1, p. 427-472.

REID, M.S. Ethylene in postharvest technology. In: KADER, A.A. (Ed). *Postharvest technology of horticultural crops*. 3.ed. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3311, 2002. p. 149-162.

SARGENT, S.A.; MORETTI, C.L. Tomato. In: GROSS, K.C.; WANG, C.Y.; SALTVEIT, M. (Eds). *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery crops*. Agriculture Handbook 66. Agricultural Research Service. Disponível em: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/index.html>. Acesso em: 28 jul. 2005.

SHAMAILA, 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*, Chicago, IL, v.57, p.1168-1172, 1992.

SHEWFELT, R. L.; THAI, C. N.; DAVIS, J. W. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. *Journal of Food Science*, Chicago, IL, v.53, n.5, p.1433-1437, 1988.

SUSLOW, T. V.; CANTWELL, M. Produce facts tomato: recommendations for maintaining postharvest quality. In: *Management of fruit ripening*. Postharvest Horticulture Series n.9, UC-Davis: Research and Information Center, p. 91-93, abr. 2003.

THOMPSON, J.F.; CRISOSTO, C.H. Handling at destination markets. In: KADER, A.A. (Ed). *Postharvest technology of horticultural crops*. 3. ed. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3311, 2002. p. 271-277.

YOUNG, T.E.; JUVIK, J.A.; SULLIVAN, J.G. Accumulation of the components of total solids

in ripening fruits of tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, VA, v.118, n.2, p.286-292, mar 1993.