

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MORANGOS SUBMETIDOS AO
1-METILCICLOPROPENO E ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO.**

POLYANNA ALVES SILVA¹, ESTELA DE REZENDE QUEIROZ², CELESTE MARIA PATTO DE ABREU³, ANGELITA DUARTE CORRÊA³, CUSTÓDIO DONIZETE DOS SANTOS⁴

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de morangos submetidos ao 1-metilciclopropeno. Os frutos da cultivar Oso-Grande foram provenientes de Itutinga, MG. Os frutos foram imersos em uma solução de dicloroisocianurato de sódio a concentração de 200mg L⁻¹ por 15 minutos para desinfecção, separados ao acaso, em 2 lotes de 280 frutos e colocados em duas câmaras hermeticamente fechadas, onde apenas uma recebeu tratamento com 1-MCP. Ao final do período de 2 horas, os frutos foram armazenados a 5,0±0,74°C e 90±6,4% UR, por 18 dias. Os parâmetros estudados foram: sólidos solúveis totais, acidez total, pH, açúcares totais, redutores e não redutores. Concluiu-se que o 1-MCP a 100 nL L⁻¹, por 2 horas, associado à refrigeração, foi eficiente em manter a qualidade dos frutos por um período de 18 dias, pois os mesmos apresentaram, maiores teores de açúcar não redutor e menores valores de pH, acidez titulável e sólidos solúveis em relação aos frutos controle.

Palavras-chaves: Refrigeração, 1-MCP, Morango, Pós-colheita.

INTRODUÇÃO

À medida que o mercado consumidor se conscientiza sobre o efeito do que consome torna-se mais exigente por produtos de qualidade, especialmente no consumo in natura, em que a relação produto/consumidor é muito estreita.

As frutas constituem parte essencial em uma dieta humana balanceada, pois são importantes fontes de minerais e vitaminas, nutrientes indispensáveis para uma vida saudável. O morango é considerado uma das frutas mais importantes, devido a peculiaridades como sabor, coloração, aroma e bom valor nutricional, sendo um produto muito utilizado como sobremesa.

Morangos apresentam curta vida pós-colheita e, mesmo sob refrigeração, são muito suscetíveis a fungos. São altamente perecíveis, o que implica em preço elevado e têm grandes problemas quanto à embalagem, transporte e conservação. Como os frutos de morango são consumidos integralmente, tanto ao natural como processado (polpa), deve-se utilizar, na sua conservação, produtos naturais e biodegradáveis e que não alterem seu sabor, sua cor e seu aroma. O objetivo do trabalho foi manter a qualidade dos morangos por um maior tempo possível.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

Os frutos da cultivar Oso-Grande foram colhidos pela tarde, em um pomar comercial da região de Itutinga, Minas Gerais, situado a 910 m de altitude, e nas coordenadas geográficas de 21°18'45" de latitude Sul e 44°41'15" de longitude W. Gr.

Foram colhidos 560 frutos e levados para o Laboratório de Bioquímica do Departamento de Química da UFLA, em Lavras, MG, onde foram selecionados em relação ao tamanho, estágio de maturação e ausência de defeitos.

¹ Doutora em Agroquímica, DQI/UFLA, polyalves@gmail.com

² Mestranda em Agroquímica, DQI/UFLA, estelaqueiroz@yahoo.com.br

³ Professora Associada II, DQI/UFLA, celeste@ufla.br; angelita@ufla.br.

⁴ Professor Titular, DQI/UFLA, santoscd@ufla.br

Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos arranjos em esquema fatorial (2X7), sendo 2 tratamentos (com 1-MCP e controle), 7 dias de análises, correspondente aos dias 0, 3, 6, 9, 12, 15 e 18, com 4 repetições de 10 frutos para cada tratamento.

Preparo das amostras e instalação do experimento

Os 560 frutos selecionados foram imersos em uma solução de dicloroisocianurato de sódio à concentração de 200 mg L⁻¹, por 15 minutos, para desinfecção. Em seguida, foram colocados sobre papel-toalha para secar à temperatura ambiente. Após essa etapa, foram separados, ao acaso, em 2 lotes de 280 frutos cada.

Os frutos do primeiro lote receberam o tratamento com 1-MCP na concentração de 100nL L⁻¹, por 2 horas, em câmara hermeticamente fechada. Ao final desse período, os frutos foram retirados das câmaras, codificados, pesados e armazenados sob refrigeração, a 5,0±0,7°C e 90±6,0% UR, por 18 dias. As análises foram iniciadas logo após a aplicação do 1-MCP (dia zero) e, a cada 3 dias, até o fim do período de armazenamento, o mesmo foi realizado com os frutos controle.

Os frutos foram cortados em pedaços e uma parte foi triturada em homogeneizador de tecidos, na proporção de 1:5 (fruto/água), filtrada em organza para avaliações de pH, sólidos solúveis e acidez titulável. O restante da polpa foi congelado com nitrogênio líquido e armazenado, em freezer, a -18°C, para análises posteriores.

Análises químicas

O pH e os sólidos solúveis totais foram determinados segundo a técnica da A. O. A. C. (2005). A acidez titulável foi determinada segundo a técnica segundo a técnica do Instituto... (1985), citado por Zenebon et al. (2008). Os açúcares totais e redutores foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (2005) e o doseamento, segundo a técnica de Somogyi adaptada por Nelson (1944), citado por Oliveira et al. (2006).

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), por meio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2003). As médias dos tratamentos foram analisadas por regressão polinomial, quando houve diferença significativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre tratamento e dias de armazenamento para todos os parâmetros estudados.

pH

O pH apresentou mesmo comportamento durante o armazenamento para os dois tratamentos. Entretanto, nos frutos controle o pH foi maior durante todo o período de armazenamento (3,63 a 3,70 nos frutos tratados e 3,70 a 3,80 nos frutos controle, ambos no dia 0 e no dia 18, respectivamente). Como, provavelmente, o metabolismo desses frutos estava mais intenso, os ácidos orgânicos poderiam estar sendo utilizados no ciclo de Krebs, daí o pH maior.

Ao longo do período de armazenamento, pode-se observar que os valores de pH mantiveram-se constantes até o 12º dia e ocorreu um aumento nos valores médios, mantendo-se constantes até o 18º dia, em ambos os tratamentos. Também pode ser observado que os valores de pH dos frutos controle foram maiores que os dos frutos tratados com 1-MCP (Figura 1).

Moraes et al. (2008), estudando as características físicas e químicas de morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada, observou, no 3º dia de armazenamento, a 5°C, diferença significativa de pH entre os frutos mantidos nas atmosferas 3% O₂+15% CO₂ (3,74) e atmosfera ambiente (3,67), que não diferiram dos mantidos sob 3% O₂ + 10% CO₂ (3,71). Não houve diferença entre as atmosferas de armazenamento no 7º dia de armazenamento, nesta mesma temperatura. A 10°C, não houve diferença significativa entre as atmosferas no 3º dia de armazenamento. Porém, no 7º dia, houve diferença significativa entre O₂+15% CO₂ (3,86) e atmosfera

ambiente (3,77) ($p < 0,05$), que não diferiram da atmosfera 3% O₂ + 10% CO₂ (3,81). Os frutos do experimento citado apresentaram variação de pH semelhante à observada neste trabalho, que foi de 3,63 a 3,70, nos frutos tratados com 1-MCP e de 3,70 a 3,80, nos frutos controle, ambos no dia 0 e no dia 18, respectivamente.

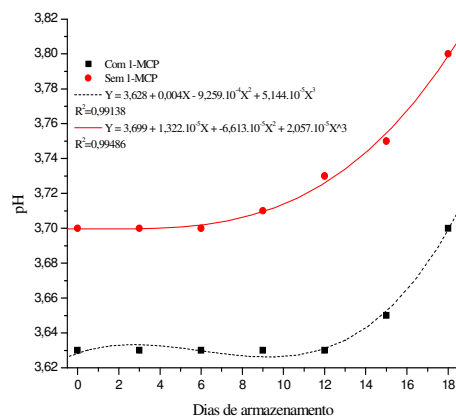


FIGURA 1: Curvas e equações de regressão de pH de morangos 'Oso-Grande'.

Sólidos Solúveis Totais

Durante o armazenamento, observou-se aumento nos teores de sólidos solúveis totais (SST), para ambos os tratamentos (Figura 2). Os maiores valores de SST foram observados nos frutos sem 1-MCP (7,3° e 8,2°Brix, no dia 0 e no 18° dia, respectivamente). Os frutos tratados com 1-MCP apresentaram teor de SST de 6,0° e 7,4° Brix (Figura 2). Essa diferença entre os frutos tratados com 1-MCP e os frutos controle parece ser devido a um metabolismo mais lento nos frutos tratados.

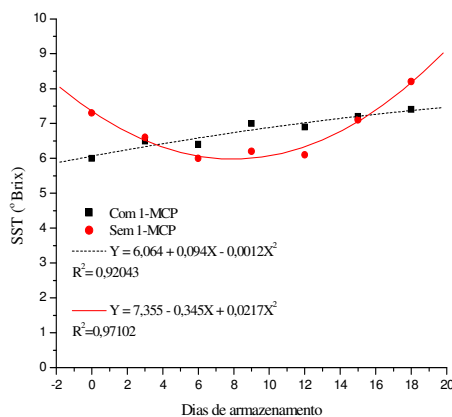


FIGURA 2: Curvas e equações de regressão de sólidos solúveis totais (°Brix) em morangos 'Oso-Grande'.

Usualmente, o teor de SST aumenta no transcorrer do processo de maturação do fruto, seja por biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos.

Os valores de SST encontrados estão de acordo com os relatados por Moraes et al. (2004) que, estudando a influência do tempo de armazenamento a 1°C e das cultivares Oso-Grande e Sweet Charlie na qualidade de morango, encontraram valores de 7,7°Brix no dia 0 e 8,4°Brix no oitavo dia de armazenamento.

Os teores de sólidos solúveis totais são utilizados como indicativos de maturidade e também determinam a qualidade do fruto, exercendo importante papel no sabor (Chitarra & Chitarra, 2005).

Acidez titulável (AT)

Em geral, a acidez titulável dos frutos diminuiu ao longo do período de armazenamento (Figura 3), o que está de acordo com o comportamento do pH (Figura 1) que, a partir do 12º dia, diminuiu. Os frutos tratados com 1-MCP apresentaram menor acidez titulável que os frutos sem 1-MCP (0,38 e 0,46), respectivamente, ao final do armazenamento (Figura 3).

Os valores de acidez total titulável ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa) obtidos são inferiores aos descritos na literatura por Françoso et al. (2008), entre 1,14 e 1,68 $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. No entanto, as discrepâncias observadas podem ser devido às diferenças entre as cultivares e os diferentes tratamentos.

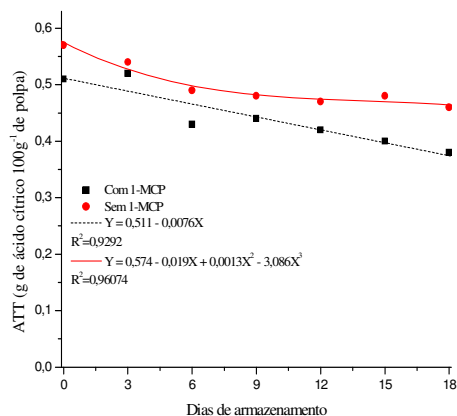


FIGURA 3: Curvas e equações de regressão de acidez total titulável (ATT) de morangos ‘Oso-Grande’.

Os resultados encontrados estão de acordo com o esperado, pois os ácidos orgânicos tendem a diminuir durante o amadurecimento, em virtude de sua utilização como substrato para a respiração. Moraes et al. (2008) também observou redução significativa da acidez titulável ao longo do período de armazenamento, com exceção dos frutos mantidos em atmosfera ambiente a 5°C, que mantiveram a acidez constante.

Açúcares totais, redutor e não-redutor

Durante todo o armazenamento, notou-se um acréscimo nos teores de açúcares totais, para ambos os tratamentos. Esse acréscimo pode ser devido à degradação de carboidratos de parede celular com liberação de açúcares ligados. No entanto, no tratamento com 1-MCP 100 nL L^{-1} associado à refrigeração, os teores de açúcares totais foram menores durante todo o armazenamento em comparação aos frutos controle. Os frutos tratados com 1-MCP apresentaram menor porcentagem de açúcares totais que os frutos sem 1-MCP (12,2% e 16,4%, respectivamente), ao final do armazenamento (Figura 4). Isto se deve à menor degradação da parede celular nos frutos deste tratamento.

Oliveira et al. (2005) relatam que o teor de açúcares usualmente aumenta com o amadurecimento dos frutos, por meio de processos de biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos. Em experimento com morangos, Dias et al. (2002) também encontraram teores de açúcares totais aumentando ao longo do armazenamento.

O aumento no teor desses açúcares também pode estar relacionado à perda de água durante o armazenamento, o que causa maior concentração dos mesmos.

O acúmulo de açúcares totais também foi observado em mangas da cv. Tommy Atkins (Cocozza et al., 2004), em graviolas (Lima et al., 2004) e em bananas maçã (Pinheiro et al., 2005).

Na Figura 5, observa-se o comportamento dos açúcares redutores dos frutos submetidos aos tratamentos com 1-MCP e sem 1-MCP, ao longo do armazenamento. Verifica-se que o teor de açúcares redutores aumentou durante o armazenamento, tanto nos frutos tratados com 1-MCP (0,56% a 11,33%) quanto nos frutos controle (4,49% a 15,87%).

Essa menor elevação dos açúcares redutores para os frutos tratados com 1-MCP está relacionada à diminuição da atividade metabólica dos frutos tratados e indica que houve menor

hidrólise de sacarose (Figura 6), ao longo do armazenamento ou, ainda, a perda de água dos frutos pode ter contribuído para o aumento da concentração dos açúcares, bem como a degradação de açúcares não-redutores.

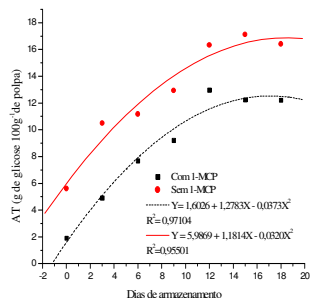


FIGURA 4: Curvas e equações de regressão de açúcares totais (AT) em morangos 'Oso-Grande'.

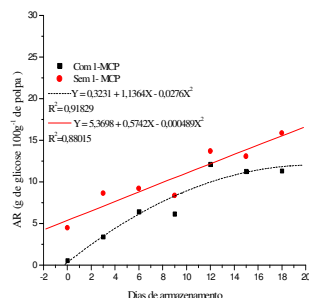


FIGURA 5: Curvas e equações de regressão de açúcares redutores (AR) em morangos 'Oso-Grande'.

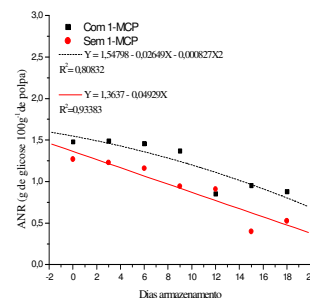


FIGURA 6: Curvas e equações de regressão de açúcares não-redutores em morangos 'Oso-Grande'.

O aumento nos teores de açúcares redutores também foi encontrado por Silva (2007), estudando a qualidade de diferentes cultivares de morango durante armazenamento à temperatura ambiente.

Os teores de açúcares não-redutores (sacarose) decresceram no decorrer do armazenamento (Figura 6) para os frutos de ambos os tratados (com 1-MCP e frutos controle). Este comportamento deve-se à degradação da sacarose que, ao longo do armazenamento, foi hidrolisada a açúcares redutores, o que justifica o aumento dos mesmos como mostrado na Figura 5. No entanto, os frutos tratados com 1-MCP apresentaram maiores teores de açúcares não-redutores em comparação com o controle, (0,88 g 100g⁻¹ e 0,53 g 100g⁻¹, respectivamente) ao final do armazenamento, o que caracteriza um menor metabolismo nos frutos que receberam tratamento com este produto.

Chim et al. (2006), em estudo de determinação físico-químicas em polpas de morangos, encontraram teores de 0,9 g 100g⁻¹ de sacarose no dia da colheita, os resultados encontrados são semelhantes aos encontrados nos frutos tratados com 1-MCP no final do período de armazenamento (0,88 g 100g⁻¹).

O decréscimo nos teores de açúcares não-redutores ao longo do armazenamento também foi observado por Cordenunsi et al. (2003), avaliando mudanças físico-químicas relacionadas à qualidade de cinco cultivares de morango durante armazenamento refrigerado (6°C). No entanto, em seu experimento, os teores de ANR não foram detectados a partir do segundo dia de armazenamento em todas as cultivares.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o 1-MCP, aplicado em morangos na concentração de 100 nL L⁻¹, por 2 horas e armazenados, por 18 dias, sob refrigeração, foi eficiente em estender a vida útil desses frutos por 8 dias.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official agriculture chemistry**. 18. ed. Mayland: AOAC, 2005. 1094 p.

CHIM, J. F.; ZAMBIAZI, R. C.; BRUSCATTO, M. H. Doces em massa light de morango: caracterização físico-química e sensorial. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 295-301, jul./set. 2006.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Ed. UFLA, 2005. 783 p.

COCOZZA, F. M.; PEREIRA, M. E. C.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; JORGE, J. T. Respiration rate and chemical characteristics of cold stored. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 645, p. 645-650, 2004.

CORDENUNSI, B. R.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, New York, v. 83, n. 2, p. 167-173, Nov. 2003.

DIAS, M. S. C.; RIBEIRO JUNIOR, P. M.; SILVA, M. S.; SANTOS, L. O.; CANUTO, R. S.; CASTRO, M. V.; COSTA, S. M. Caracterização físico-química de morangos cultivados na região norte de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. p. 1-4.

FERREIRA, D. F. **SISVAR** - sistema de análise de variância, Versão 4. 6. Lavras: Dex/UFLA, 2003. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/danielff/dff02.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

FRANÇOZO, I. L. T.; COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa* Duch.) irradiados e armazenados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 614-619, jul./set. 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para a análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533 p.

LIMA, M. A. C. de; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; LIMA, J. R. G. Uso de cera e 1-metilciclopropeno na conservação refrigerada de graviola (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 26, n. 3, p. 433-437, dez. 2004.

MORAES, I. V. M.; CENCI, S. A.; BENEDETTI, B. C.; MAMEDE, A. N. G. N.; SOARES, A. G.; BARBOZA, H. T. G. Características físicas e químicas de morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 274-281, abr./jun. 2008.

MORAES, I. V. M.; MAMEDE, A. M. G. N.; CENCI, S. A.; SOARES, A. G.; BENEDETTI, B. C.; GODOY, R. L. O. Influência do tempo de armazenamento e da cultura na qualidade de morangos (*Fragaria X ananassa* Duch) minimamente processado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. v. 1. p. 1-4.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 135, n. 1, p. 136-175, May 1944.

OLIVEIRA, F. E. da R.; ABREU, C. M. P.; ASMAR, S. A.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D. Firmeza de pêssegos 'diamante' tratados com 1-MCP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 366-368, dez. 2005.

OLIVEIRA, S. M. A.; TERAPO, D.; DANTAS, S. A. F.; TAVARES, S. C. C. H. **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 855 p.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. de B.; MESQUITA, C. T. Ação do 1-metilciclopropeno (1-MCP) na vida de prateleira da banana 'maçã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 25-28, abr. 2005.

ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz/Secretaria de Estado da Saúde, 2008. 1020 p.