

(S9-P36)

**ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE MANGA ‘TOMMY ATKINS’
SOB ATMOSFERA MODIFICADA (*SMARTBAG*TM)****MARIA AUXILIADORA COELHO DE LIMA⁽¹⁾, DANIELLY CRISTINA GOMES DA TRINDADE⁽¹⁾, ANA CRISTINA NASCIMENTO DOS SANTOS⁽²⁾ e PRISSILA DE CASTRO PAES⁽²⁾**

⁽¹⁾Embrapa Semi-Árido, Laboratório de Pós-Colheita, Caixa postal 23, CEP 56.302-970, Petrolina, Pernambuco, Brasil, maclima@cpatsa.embrapa.br, fone: 55 87 3862-1711, fax: 55 87 3862-1744

⁽²⁾Bolsista PIBIC-CNPq/FACEPE, CEP 50720-001, Recife, Pernambuco, Brasil, fone: 55 81 3445-0455, fax: 55 81 3445-9695

Palavras chaves: aparência – PEBD – qualidade pós-colheita – vida útil

RESUMO

Avaliou-se a eficiência do uso de um filme polimérico sobre a qualidade e vida útil pós-colheita da manga ‘Tommy Atkins’ armazenada sob refrigeração. As frutas foram colhidas no estádio de maturação 3, reconhecido pela visualização de pequenas áreas com pigmentação amarela na casca. Após a colheita, foram submetidas aos procedimentos de rotina realizados no *packing house* visando ao mercado externo, exceto a aplicação de cera. As frutas foram acondicionadas em caixa de papelão ondulado com capacidade para 4,0 kg. Os tratamentos testados constaram do uso de atmosfera modificada e do tempo de armazenamento. A atmosfera modificada foi obtida por meio de sacolas plásticas microperfuradas *Smartbag*TM, que foram fechadas com ligas de borracha e comparadas ao controle (sem embalagem). As mangas foram avaliadas aos 0, 14, 28 e 35 dias de armazenamento a $10,4 \pm 2,1^\circ\text{C}$ e $73,4 \pm 8,8\%$ UR, seguidos de mais três avaliações, aos 1, 2 e 3 dias, sob temperatura ambiente ($26,4 \pm 2,7^\circ\text{C}$ e $44,9 \pm 13,8\%$ UR). No momento da transferência, as embalagens foram retiradas a fim de evitar condensação de vapor de água e posterior crescimento de microorganismos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 7 (atmosfera modificada x tempo de armazenamento) com três repetições, correspondentes cada uma à caixa comercial de 4,0 kg. O uso da sacola plástica contribuiu significativamente para a redução na perda de massa das frutas apesar de resultar em maior perda de firmeza. Menores taxas de degradação de pigmentos da casca, de acúmulo de sólidos solúveis e de redução na acidez titulável também foram observadas, mas com efeitos pouco relevantes sobre as características comerciais de forma que, independentemente do emprego de atmosfera modificada, as frutas apresentaram aparência compatível com a aceitação do consumidor até o trigésimo sétimo dia.

REFRIGERATED STORAGE OF 'TOMMY ATKINS' MANGO FRUIT UNDER MODIFIED ATMOSPHERE (*SMARTBAG*TM)

Keywords: appearance – LDPE – postharvest quality – shelf life.

ABSTRACT

The efficiency of the use of a polymeric plastic film on quality and shelf life of 'Tommy Atkins' mango fruit stored under refrigeration was evaluated. Fruits were harvested on maturity stage 3, when yellowish areas appear in the skin. After harvest, fruits were submitted to common procedures done on packinghouses when they are destined to external market, except for the wax coating step. Fruits were kept on boxes of corrugated board of kraft paper with 4.0 kg of capacity. The treatments tested were the use of modified atmosphere and the time of storage. The modified atmosphere was obtained through microperforated plastic bags *Smartbag*TM, which were closed with rubbers and compared to the control (without bags). The mango fruits were evaluated at 0, 14, 28 and 35 days of storage at $10.4 \pm 2.1^\circ\text{C}$ and $73.4 \pm 8.8\%$ RH, followed by three evaluations after 1, 2 and 3 days under ambient temperature ($26.4 \pm 2.7^\circ\text{C}$ and $44.9 \pm 13.8\%$ RH). At the moment of this transference, the bags were eliminated to prevent water vapour condensation and decay. The experimental design was completely casualized, in a factorial arrangement 2×7 (modified atmosphere \times time of storage) with three replications, corresponding each one to a commercial box of 4.0 kg. The use of plastic bags contributed significantly to a reduction on fruits weight loss and also resulted on higher firmness loss. Lower rates of skin pigments degradation, increase on soluble solids and reduction on titratable acidity were observed too, however the effects on commercial characteristics presented low relevance; then, independently of the use of modified atmosphere, the fruits presented an appearance compatible with the consumer acceptance until the 37th day.

INTRODUÇÃO

A manga produzida no Brasil tem grande importância econômica tanto para o mercado interno quanto para o externo. No ano de 2005, a produção brasileira dessa fruta foi de 1.002.211 t, das quais cerca de 70% foi originária da Região Nordeste do país, onde existem 46.901 ha cultivados com mangueira (IBGE, 2007). Localizado nessa região, o Vale do Submédio São Francisco destaca-se como principal produtor nacional de manga, apresentando uma área cultivada em torno de 22.000 ha (VALEXPORT, 2005). Além da representatividade da área cultivada e do volume produzido, que atingiu 449.356 t, em 2005 (IBGE, 2007), essa região projetou-se na mangicultura nacional devido ao nível tecnológico de condução da cultura e pela participação de 93% no volume total exportado pelo país (VALEXPORT, 2005).

Os principais destinos da manga exportada pelo Brasil são Europa e Estados Unidos, para onde são embarcados 74 e 20%, respectivamente, do total (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2006). Desde 2005, a fruta também é embarcada para o Japão em volume ainda limitado, mas apresentando crescimento (Rodrigues, 2006).

Para os mercados europeu e americano, os embarques são realizados essencialmente por via marítima. Para o Japão, a situação é um pouco diferenciada e os embarques aéreos são mais favoráveis à preservação da qualidade da fruta. Neste caso, a distância marítima é um fator que dificulta uma melhor conservação pós-colheita da manga. Porém, essa é a via mais barata e este aspecto é determinante do sucesso do agronegócio da manga, uma vez que o valor da fruta no mercado internacional não permite mais os ganhos observados em anos anteriores.

Desta forma, a escolha é orientada para os meios que requerem menores investimentos, que, por sua vez, também requerem maior tempo de trânsito e maior vida útil pós-colheita aos produtos frescos.

Há a necessidade, portanto, de viabilizar o transporte marítimo para distâncias maiores que aquelas massivamente praticadas, como é o caso dos embarques para o Porto de Rotterdam. Esta perspectiva requer investimentos em técnicas de conservação pós-colheita eficientes.

Atualmente, a manga produzida no Vale do Submédio São Francisco que é destinada à exportação possui como técnicas pós-colheita apenas o uso da refrigeração e, em alguns casos, a aplicação de ceras. Estas tecnologias asseguram o retardo do amadurecimento da fruta durante o período de trânsito marítimo e poucos dias de exposição nas gôndolas dos supermercados. Outras tecnologias precisariam ser implementadas visando à maior flexibilidade no período entre a colheita e o consumo.

Com este fim, a atmosfera modificada é uma técnica bastante estudada para frutos de clima temperado, mas pouco aplicada para as espécies cultivadas sob condições tropicais. A atmosfera modificada pode ser obtida com o uso de filmes poliméricos semi-permeáveis ou de revestimentos solúveis biodegradáveis (Baldwin et al., 1995; Kader, 1995). No caso dos filmes poliméricos, o uso eficiente depende da observação de alguns fatores, como as características do produto, a massa do produto, a composição recomendada da atmosfera para o produto em particular, a permeabilidade dos materiais a diferentes gases e sua dependência da temperatura e da taxa respiratória para as condições de armazenamento praticadas (Fonseca et al., 2002).

Especificamente a modificação da atmosfera por meio do uso de filmes poliméricos depende dos processos de respiração do produto e de transferência de gases através do material, que, resultando num aumento das concentrações internas de CO₂ e redução de O₂ (Fonseca et al., 2002), pode alterar as respostas dos produtos às condições ambientais (Baldwin et al., 1995). Como consequência, é possível retardar o amadurecimento pós-colheita de alguns frutos e as mudanças bioquímicas e fisiológicas a ele associadas pela alteração dos níveis de O₂ e CO₂ em torno dos produtos (Ali et al., 2004).

Entre os materiais usados com o fim de modificação da atmosfera em torno de frutos e hortaliças armazenados estão: polietileno de baixa densidade (PEBD), polipropileno (PP), poliestireno, acetato de celulose, cloreto de polivinil (PVC), cloreto de polivinilideno, policarbonato, etilcelulose, metilcelulose, álcool polivinílico, fluoreto de polivinil, policlorotrifluor-oetileno, triacetato de celulose e cloro-acetato de vinil (Kader, 1989). Portanto, uma diversidade de faixas ou condições de atmosferas pode ser formada usando materiais semi-permeáveis. Quando se associa às propriedades do material, o número de perfurações, que ampliam a permeabilidade aos gases embora sem seletividade, o número de condições ou possibilidades é ampliado consideravelmente (Paul e Clarke, 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso de um filme polimérico (*Smartbag*TM) sobre a qualidade e vida útil pós-colheita da manga ‘Tommy Atkins’ armazenada sob refrigeração.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com mangas da variedade Tommy Atkins selecionadas no estádio de maturação 3 (EMEX, 1998), reconhecido pela visualização de pequenas áreas com pigmentação amarela na casca. Após a colheita, os frutos foram submetidos aos procedimentos de rotina realizados no *packing house*, como lavagem, desinfecção, seleção e classificação, exceto a aplicação de cera. Os frutos foram acondicionados em caixa de papelão de 4,0 kg de capacidade, que corresponderam à unidade experimental. A atmosfera

modificada foi conseguida com a utilização de sacolas plásticas de PEBD microperfuradas *SmartbagTM*, que foram fechadas com ligas de borracha. As caixas do controle não receberam essa embalagem.

As mangas foram avaliadas aos 0, 14, 28 e 35 dias em câmara fria a $10,4 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$ e $73,4 \pm 8,8\%$ de umidade relativa (UR) e, em seguida, transferidas para temperatura ambiente ($26,4 \pm 2,7^{\circ}\text{C}$ e $44,9 \pm 13,8\%$ UR) para realização de mais três avaliações aos 1, 2 e 3 dias nesta condição. No momento da transferência, as embalagens foram retiradas a fim de evitar condensação de vapor de água e posterior crescimento de microorganismos.

As variáveis estudadas foram:

a) perda de massa (%): através da diferença entre a massa do fruto no dia da colheita e na data da avaliação;

b) firmeza da polpa (N): determinada pela resistência da polpa à penetração, utilizando penetrômetro manual modelo FT 327, com ponteira de 8 mm de diâmetro;

c) aparência: avaliada por meio de escala subjetiva de notas, em que: 4= fruto isento de manchas e com aparência fresca, 3= sinais de murcha inicial e/ou presença de manchas em até 5% da superfície do fruto, 2= manchas em 6 a 20% da superfície e/ou enrugamento inicial, 1= manchas em 21 a 40% do fruto e/ou enrugamento em intensidade moderada e 0= manchas em mais de 40% da área do fruto e/ou enrugamento em intensidade severa e/ou podridão.

d) cores da casca e da polpa: avaliadas a partir da escala de notas sugerida pelo EMEX (1998);

d) teor de sólidos solúveis (SS, °Brix): obtidos pela leitura em refratômetro digital (IAL, 1985);

e) acidez titulável (AT, % de ácido cítrico): por titulação com solução de NaOH 0,1 M (IAL, 1985).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 7 (uso de atmosfera modificada x tempo de armazenamento) com três repetições, correspondentes cada uma à caixa comercial de 4,0 kg.

Os dados foram submetidos a análises de variância e de regressão polinomial, utilizando-se o programa estatístico Sisvar. No último caso, o procedimento foi adotado quando o tempo de armazenamento isoladamente ou a interação entre os fatores foram significativos, sendo admitidas equações de ajuste de até terceiro grau e coeficientes de determinação maiores ou iguais a 0,70. Quando houve efeito significativo da interação, realizou-se o desdobramento da embalagem em cada tempo de armazenamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso das sacolas plásticas para modificação da atmosfera em torno dos frutos contribuiu significativamente para a redução na perda de massa (Figura 1A). No início das avaliações (ao 14º dia de armazenamento), as mangas do controle apresentaram perda de massa média de 2,6% enquanto naquelas embaladas em sacola esse valor era de 0,3%. As diferenças foram ampliadas com o decorrer do tempo de forma que, no controle, a perda de massa ao final do período foi praticamente o triplo da observada para o tratamento com a sacola microperfurada.

A limitação da perda de massa é o efeito mais comumente observado quando se emprega atmosfera modificada como técnica de conservação pós-colheita. A intensidade do efeito, entretanto, depende das características do material usado, das condições de armazenamento e do metabolismo do produto. Em estudos realizados com pêssego e nectarina, Akbudak e Eris (2004) observaram que o acondicionamento dos frutos em embalagens de polipropileno (30 μm) e polietileno (45 μm) limitou a perda de massa durante o armazenamento. Considerando o tipo de material usado, os autores verificaram que, em

pêssego, as menores perdas de massa ocorreram nos frutos embalados com polipropileno. Por sua vez, em nectarina, os melhores resultados foram verificados com o uso de polietileno.

A firmeza da polpa da manga 'Tommy Atkins' decresceu acentuadamente ao longo do tempo de armazenamento, partindo de 114,08 N (Figura 1B). O processo de amaciamento foi desencadeado mesmo durante o período em que os frutos foram mantidos sob armazenamento refrigerado, o que, em geral, não é esperado. Ao final dos 38 dias, os frutos apresentaram valores médios de firmeza iguais a 6,77 N. Essa grande redução esteve associada à presença de defeitos que reduzem a aparência comercial dos frutos, conforme será comentado a seguir. Porém, neste estudo, os frutos sob atmosfera modificada por meio do uso de sacolas microperfuradas apresentaram amaciamento da polpa relativamente mais rápido (Figura 1C). Esta resposta é contrária aos efeitos normalmente relatados por diferentes autores que estudaram o uso de atmosfera modificada em frutos. Em geral, estes estudos reforçam os efeitos da embalagem na redução da perda de massa e, naqueles casos onde se verifica influência sobre a maturação, ela pode ser observada pela maior firmeza dos frutos (Jerônimo e Kanesiro, 2000; Lana e Finger, 2000).

Segundo Hertog et al. (2004), as altas concentrações de CO₂ resultantes da modificação da atmosfera inibem ou atrasam os processos oxidativos característicos do amadurecimento, entre eles o amaciamento. Tal efeito é mais marcante quando o fruto é armazenado a temperatura baixa (Ali e Chin, 2004).

No que se refere à aparência, as manchas e outros defeitos observados nos frutos somente atingiram uma área superficial mais extensa e que comprometia a comercialização, aos 38 dias. Até o 37º dia, a nota média observada para a aparência dos frutos foi de 2,2, representando uma ocorrência de manchas numa área superficial inferior a 20% (Figura 1B). Outro problema que comprometeu a aparência de alguns frutos isolados foi o desenvolvimento de podridão peduncular, caracterizada pela coloração escura com bordas bem definidas e estendendo-se completamente no fruto em dois ou três dias (dados não apresentados). Esses problemas têm origem ainda no campo, desenvolvendo-se quando as condições de temperatura e umidade tornam-se propícias.

Alguns estudos, como os realizados por Akbudak e Eris (2004) em pêssigo e nectarina, têm indicado a manutenção da aparência comercial dos frutos com o emprego de atmosfera modificada.

Tanto as mudanças na cor da casca quanto da polpa evoluíram para um aumento mais significativo durante o armazenamento em temperatura ambiente (a partir do 35º dia) (Figura 1D). Para os frutos do controle, a nota média observada (4,3) indicava coloração da casca mais amarelada do que aqueles embalados com a sacola plástica (Figura 1C). A resposta sugere que o uso da embalagem promoveu apenas um leve atraso na evolução da cor da casca.

Em carambola, Ali e Chin (2004) observaram respostas semelhantes quando os frutos foram armazenados a 28°C. A 10°C, os efeitos foram mais evidentes e representativos do que os que registramos com a manga 'Tommy Atkins'.

Ao longo do armazenamento, o teor de SS aumentou de forma linear (Figura 2A). Esses teores, inicialmente com média de 7,2ºBrix, evoluíram para um acúmulo máximo de 17,4ºBrix. O aumento significativo nos teores de SS com o avanço da maturação deve-se à transformação das reservas acumuladas durante a formação e desenvolvimento dos frutos em açúcares solúveis (Wills et al., 1998).

De forma inversa, a AT diminuiu durante o período de armazenamento e na medida em que o metabolismo dos frutos acelerava (Figura 2A). Contudo, era esperado que as mudanças mais significativas somente ocorressem depois que os frutos fossem transferidos para temperatura ambiente (Lima et al., 2005).

Apesar da diferença estatisticamente significativa no teor de SS e na AT dos frutos dos tratamentos controle e sacola microperfurada, os valores observados não representaram

mudanças que afetariam a qualidade ou que permitiriam a diferenciação do sabor entre tratamentos (Figura 2B). Nota-se que os teores de SS e a AT dos dois tratamentos são praticamente equivalentes.

Em estudos realizados com outros frutos, podem ser verificadas respostas distintas. Em cereja, o armazenamento sob atmosfera modificada não influenciou o teor de SS (Tian et al., 2004). Por outro lado, em pêssigo ‘Red Top’, o emprego da atmosfera modificada por meio de polipropileno restringiu o acúmulo de SS, característico do amadurecimento. O mesmo foi verificado em nectarinas ‘Fantasia’ e ‘Fairlane’ embaladas com material de polietileno (Akbudak e Eris, 2004). Ainda neste estudo, observou-se atraso na degradação dos ácidos orgânicos em pêssigo, quando se utilizou polipropileno como filme polimérico.

Em geral, as menores taxas respiratórias verificadas com o uso de atmosfera modificada são especialmente importantes para prevenir ou reduzir as mudanças metabólicas após a colheita, preservando a qualidade dos frutos (Akbudak e Eris, 2004).

CONCLUSÃO

O uso da sacola plástica microperfurada, para formação de atmosfera modificada, reduziu a perda de massa da manga ‘Tommy Atkins’, limitando danos ocasionados pelo enrugamento superficial dos frutos.

AGRADECIMENTOS

Ao Banco do Nordeste do Brasil S.A., pelo apoio financeiro.

BIBLIOGRAFIA

- Akbudak, B.; Eris, A. 2004. Physical and chemical changes in peaches and nectarines during the modified atmosphere storage. *Food Control*, 15: 307–313.
- Ali, Z. M.; Chin, L. H.; Marimuthu, M; Lazan, H. 2004. Low temperature storage and modified atmosphere packaging of carambola fruit and their effects on ripening related texture changes, wall modification and chilling injury symptoms. *Postharvest Biology and Technology*, 33(2):181–192.
- Ali, M. S.; Nakano, K.; Maezawa, S. 2004. Combined effect of heat treatment and modified atmosphere packaging on the color development of cherry tomato. *Postharvest Biology and Technology*, 34(2): 113–116.
- Anuário Brasileiro da Fruticultura 2006. 2006. Ed. Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul. 136 pp.
- Baldwin, E. A.; Nisperos-Carriedo, M.; Shaw, P. E.; Burns, J. 1995. Effect of coating and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles, degrees brix and ascorbic acid levels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 43: 1321-1331.
- EMEX. Norma de calidad para mango fresco de exportación. CIAD: Zapopan. 1998.
- Fonseca, S. C.; Oliveira, F. A. R.; Brecht, J. R. K. 2002. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *Journal of Food Engineering*, 52(1): 99 – 119.
- Hertog, M. L.A.T.M.; Nicholson, S. E.; Jeffery, P. B. 2004. The effect of modified atmospheres on the rate of firmness change of ‘Hayward’ kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 31(3): 251–261.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. 1985. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. v.1. São Paulo. 371 pp.

- IBGE. Produção agrícola municipal. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 12 de março de 2007.
- Jerônimo, E. M.; Kaneshiro, M. A. B. 2000. Efeitos da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas Palmer. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 22(2): 237-243.
- Kader, A.A. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 28(1): 1-30.
- Kader, A.A. 1995. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. *Acta Horticulturae*, (398): 59-70.
- Lana, M. M.; Finger, F. L. Atmosfera modificada e controlada: Aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 34 p.
- Lima, M.A. C. de; Silva, A. L. da; Azevedo, S. S. N.; Santos, P. de S. 2005. Tratamentos pós-colheita com 1-metilciclopropeno em manga 'Tommy Atkins': efeito de doses e número de aplicações. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28(1): 64-68.
- Paul, D. R.; Clarke, R. 2002. Modeling of modified atmosphere packaging based on designs with a membrane and perforations. *Journal of Membrane Science*, 208: 269-283.
- Rodrigues, B. B. Manga. 2006. *Hortifruti Brasil*, (44): 21.
- Tian, S.; Jiang, A.; Xu, Y.; Wang, Y. 2004. Responses of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmospheres in storage. *Food Chemistry*, 87(1): 43-49.
- VALEEXPORT. Há 17 anos unindo forças para o desenvolvimento do Vale do São Francisco e da fruticultura brasileira. Petrolina [2005]. 17 p.
- Wills, R.; Mcglasson, B.; Graham, D.; Joyce, D. 1998. *Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. UNSW Press, Washington: 262 pp.

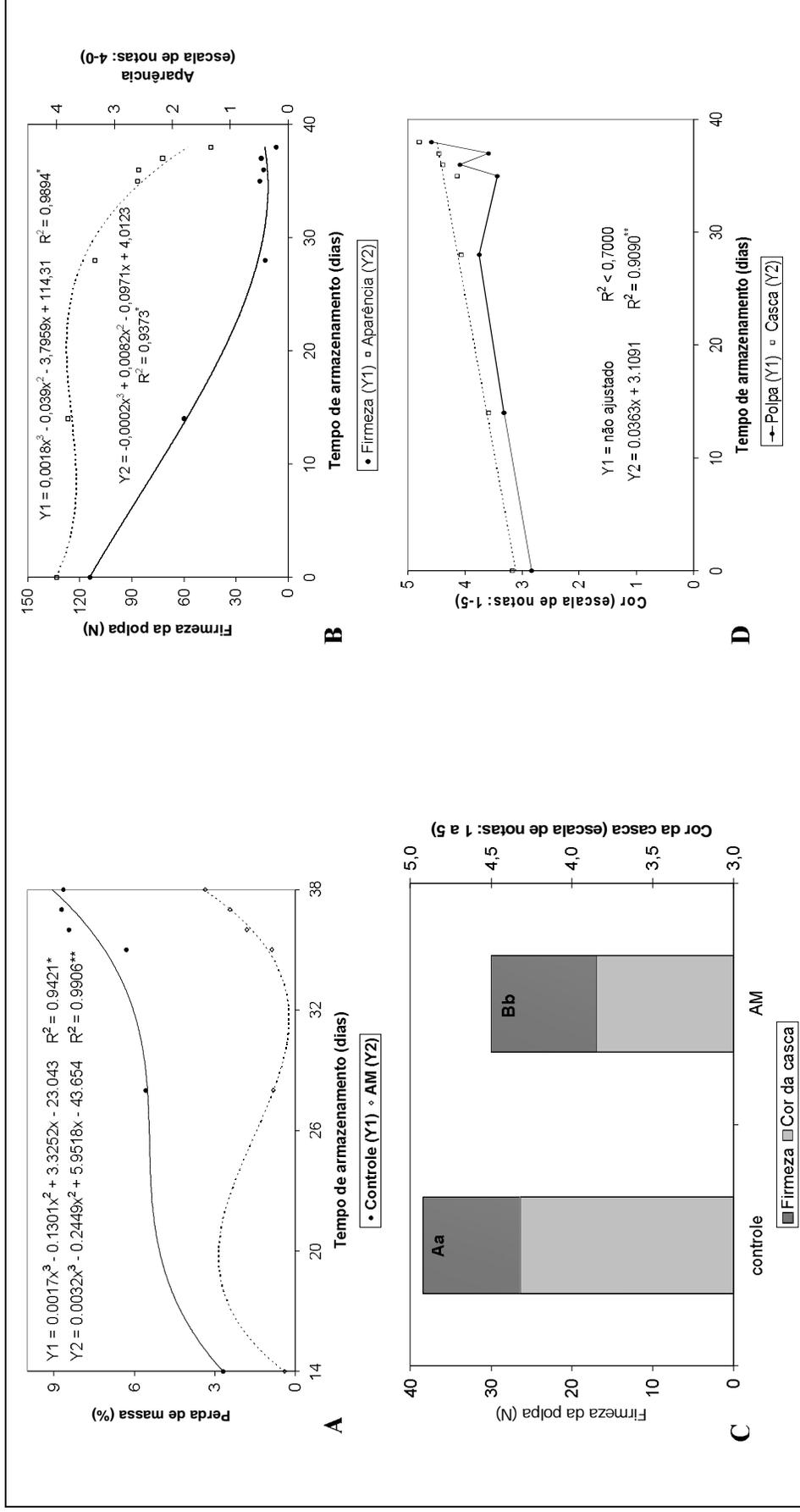


Figura 1. Perda de massa (A), firmeza da polpa (B e C), aparência (B), cor da casca (C e D) e da polpa (D) da manga 'Tommy Atkins' embalada com sacola microperfurada, durante até 35 dias de armazenamento refrigerado ($10,4 \pm 2,1^\circ\text{C}$ e $73,4 \pm 8,8\%$ UR) seguido de até 3 dias sob temperatura ambiente ($26,4 \pm 2,7^\circ\text{C}$ e $44,9 \pm 13,8\%$ UR). Em B e D, estão representados os valores médios do uso ou não de embalagem. Em C, onde estão representados os valores médios dos tempos de armazenamento, médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, para a firmeza, ou minúsculas, para a cor da casca, não diferem entre si pelo teste F.

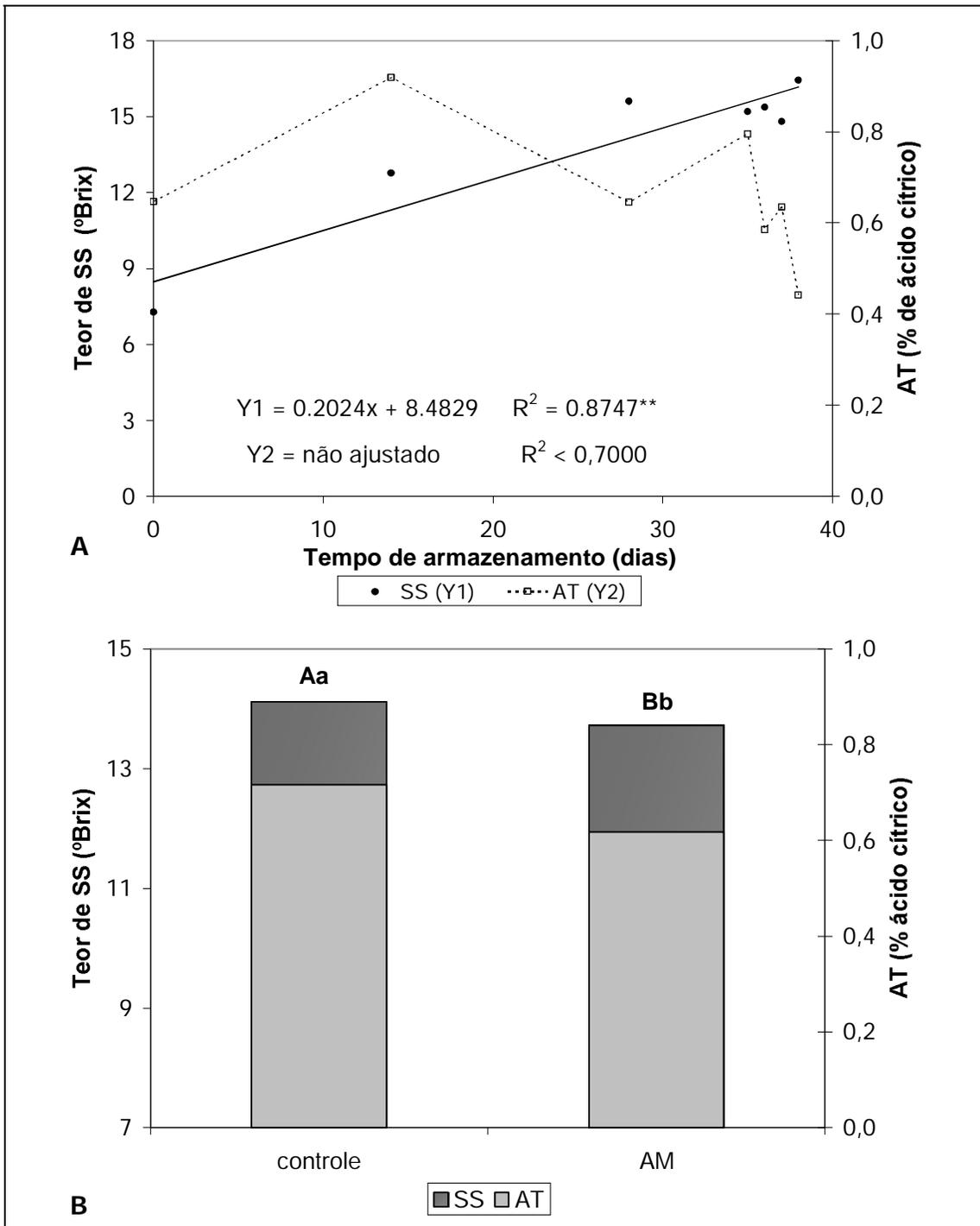


Figura 2. Teor de sólidos solúveis – SS – (A e B) e acidez titulável – AT – (A e B) da manga 'Tommy Atkins' embalada com sacola microperfurada, durante até 35 dias de armazenamento refrigerado (10,4 ± 2,1°C e 73,4 ± 8,8% UR) seguido de até 3 dias sob temperatura ambiente (26,4 ± 2,7°C e 44,9 ± 13,8% UR). Em A, estão representados os valores médios do uso ou não de embalagem. Em B, onde estão representados os valores médios dos tempos de armazenamento, as médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, para teor de SS, ou minúsculas, para a AT, não diferem entre si pelo teste F.