

## VIDA ÚTIL PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE BILIMBI (*Averrhoa bilimbi* L.) ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO<sup>1</sup>

PAHLEVI AUGUSTO DE SOUZA<sup>2</sup>, GEOMAR GALDINO DA SILVA<sup>3</sup>,  
PATRÍCIA LÍGIA DANTAS DE MORAIS<sup>4</sup>, ELIZÂNGELA CABRAL DOS SANTOS<sup>5</sup>,  
EDNA MARIA MENDES AROUCHA<sup>6</sup>, JOSIVAN BARBOSA MENEZES<sup>7</sup>

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar a vida útil pós-colheita de frutos de bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.) armazenados sob refrigeração. Os bilimbis foram colhidos em dois estádios de maturação, determinados pela coloração, em dez plantas no município de Arêz – RN, em novembro de 2006, e transportados em caixa de poliestireno com gelo até a Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró – RN. Os frutos foram colocados em bandejas de isopor, embalados com filme de PVC e mantidos a  $10^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$  e 95% UR. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $2 \times 6$ , que constou dos estádios de maturação verde ou amarelo e dos tempos de armazenamento de 0; 3; 5; 7; 9 e 11 dias. Avaliaram-se aparência externa, firmeza da polpa, perda de massa, pH, os teores de sólidos solúveis (SS), de acidez titulável (AT) e de ácido ascórbico, e relação SS/AT. Verificou-se aumento na perda de massa, no pH e na relação SS/AT, com redução do conteúdo de ácido ascórbico, AT e firmeza da polpa. A vida útil pós-colheita foi de 9 dias.

**Termos para indexação:** *Averrhoa bilimbi*., filme plástico, qualidade.

### POSTHARVEST SHELF-LIFE OF BILIMBI FRUITS (*Averrhoa bilimbi* L.) UNDER COLD STORAGE

**ABSTRACT** – Aiming to evaluate the postharvest shelf-life of bilimbi fruits (*Averrhoa bilimbi* L.) stored under cold storage, bilimbi fruits were harvested in two maturation stages (determined by the peel color) at ten plants in Arêz –RN, Brazil, in November 2006 and transported in polystyrene box containing ice’s bag to the Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró – RN. The fruits were placed in polystyrene trays, packed with PVC film and maintained at  $10 \pm 1^{\circ} \text{C}$  and 95% RH. It was used a completely randomized design in  $2 \times 6$  factorial scheme, which consisted of stadiums (green or yellow) and the period of 0, 3, 5, 7, 9, 11 days, respectively. It was evaluated external appearance, soluble solids, flesh firmness, weight loss, pH, titratable acidity (TA), ascorbic acid and ratio. There was an increase of the weight loss, pH and the ratio and reduction of the content of ascorbic acid, TA and flesh firmness. The postharvest shelf-life of bilimbi fruits was 9 days.

**Index terms:** *Averrhoa bilimbi*., plastic film, quality.

O bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.) pertence à família Oxalidaceae, a mesma da carambola, sendo largamente cultivado nos trópicos. No Brasil, seu cultivo é realizado nos Estados do Rio de Janeiro, Amazonas, Pará e Santa Catarina, além de ser encontrado em vários Estados do Nordeste, sendo conhecido como “biri-biri”, “caramboleira-amarela”, “limão-de-caiena”, “azedinho” ou “limão-do-pará”

(Lima et al., 2001). A árvore de bilimbi pode alcançar cerca de 15 metros de altura. Os frutos são cilíndricos, com cinco lobos longitudinais que, durante o amadurecimento, passam da coloração verde para a amarelo-clara (Mathew et al., 1993).

Seu suco contém alto teor de ácido oxálico, além de ser fonte de vitamina C (Lima et al., 2001). Verde ou maduro, o bilimbi é, quase sempre, con-

<sup>1</sup>(Trabalho 266-08). Recebido em: 31-10-2008. Aceito para publicação em: 08-10-2009.

<sup>2</sup>D. Sc. em Fitotecnia. Professor efetivo IF-CE.Limoeiro do Norte - CE E-mail: pahlevi@cefetce.br

<sup>3</sup>D.Sc. em Agronomia. Professor adjunto – UFERSA/Mossoró-RN E-mail: geomargaldino@yahoo.com.br

<sup>4</sup>D. Sc. em Fisiologia Vegetal. Professora adjunta UFCG/Pombal – PB. E-mail: plmorais@hotmail.com.

<sup>5</sup>D. Sc em Fitotecnia. Professora adjunta – UFERSA. E-mail: elizangela77@gmail.com

<sup>6</sup>D. Sc. em Produção Vegetal. Professora adjunta– UFERSA. E-mail: ednaaroucha@ufersa.edu.br

<sup>7</sup>D. Sc. em Ciências dos Alimentos, Professor adjunto. - UFERSA. E-mail: reitor@ufersa.edu.br

siderado muito ácido e amargo para ser consumido *in natura*, sendo usado para a elaboração de pickles, geléias, sucos e compotas. O bilimbi, quando mantido em temperatura ambiente, rapidamente perde sua qualidade, principalmente pela excessiva perda de massa que o torna murcho e sem brilho, imprestável para comercialização.

Os prejuízos econômicos causados por perdas pós-colheita em frutos são minimizados quando as pesquisas são desenvolvidas no sentido de retardar a senescência do fruto. Para isto, é necessário o conhecimento sobre a fisiologia do fruto e de técnicas para sua conservação pós-colheita, tais como o uso de atmosfera modificada, seja envolvendo frutos em filmes plásticos, seja revestindo-os com ceras, e associados à refrigeração resultam em melhores resultados (Bicalho, 1998). De acordo com O'Hare (1997), o armazenamento refrigerado foi promissor em estender a vida útil pós-colheita de carambola.

Aumento na vida útil pós-colheita de frutas pode ser obtido pelo uso de filmes plásticos flexíveis, que agem como agentes da atmosfera modificada (Al-Ati & Hotchkiss, 2003). Esta técnica, quando utilizada como suplemento da refrigeração, promove a redução da taxa de respiração pelo aumento do nível de CO<sub>2</sub> e decréscimo do nível de O<sub>2</sub> (Rai et al., 2002). Além disso, minimiza a perda de água (Cisnero-Zevallos & Krochta, 2002) e o crescimento microbiano (Hotchkiss & Banco, 1992). Este trabalho objetivou avaliar a vida útil pós-colheita e a qualidade de frutos de bilimbi armazenados sob refrigeração.

Os frutos de bilimbi foram colhidos diretamente na copa da planta, em dois estádios de maturação aparentes, verde (casca verde) e maduro (casca amarela), em dez plantas, no município de Arêz – RN, em novembro de 2006. O município encontra-se situado a aproximadamente 52 m de altitude, apresenta como coordenadas geográficas - 6° 11' 40" de latitude sul e 35° 09' 37" de longitude oeste do meridiano de Greenwich. O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco, precipitação média anual de 1.535,2 mm, temperatura média anual de 25,3°C e umidade relativa do ar média anual de 79%. Posteriormente, os frutos foram transportados em caixa de poliestireno, contendo sacos com gelo, ao laboratório de pós-colheita da Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró – RN (UFERSA). No laboratório, os frutos foram selecionados e pesados em balança semianalítica. Para as avaliações químicas, os frutos foram picados e prensados em espremedores domésticos, até a retirada total do suco. Em seguida, o suco foi filtrado em papel de filtro e utilizado para as análises químicas.

Os frutos foram colocados em bandejas de isopor, com 4 frutos por bandeja, embalados com filme de PVC comercial Alp Film®, esticável e autoaderente com 15 mm de espessura e mantidos a 10°C ± 1°C e 95% UR. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6, que constou dos estádios verde ou amarelo e dos tempos de 0; 3; 5; 7; 9 e 11 dias, respectivamente. Foram utilizadas 4 repetições de 4 frutos por bandeja. Também foram mantidos frutos verdes, sem embalagem, em ambiente com temperatura variando de 26 a 29°C e umidade relativa variando de 50 a 65%. Avaliou-se aparência externa através de uma escala visual e subjetiva de 1 a 5, considerando-se a ausência ou presença de defeitos. Foram observados: depressões, murchas ou ataque fúngico, em que 1= fruto extremamente deteriorado (acima de 50% da parte do fruto afetada); 2= severo (31-50%); 3= moderado (11-30%); 4= leve (1-10%) e 5= ausência de manchas, murcha ou depressões. Com nota inferior ou igual a 3,0, o fruto foi considerado impróprio para o consumo; sólidos solúveis (SS) no suco, utilizando-se de refratômetro digital, ATAGO modelo PR-100 Pallette e de acordo com a AOAC (2002); firmeza da polpa, utilizando-se penetrômetro manual McCormick modelo FT 327 com ponteira cilíndrica de 8 mm de diâmetro, sendo realizadas duas medições em regiões equidistantes por fruto, sendo os resultados obtidos em libra e transformados para Newton (N); teor de acidez titulável (AT), expresso em porcentagem de ácido oxálico (Lima et al., 2001); pH, por meio de um potenciômetro digital TECPOM, modelo mPA-210 (Instituto Adolfo Lutz, 1985); ácido ascórbico, segundo metodologia proposta por Strohecker & Henning (1967), e com resultados expressos em mg.100 mL<sup>-1</sup> de suco. Determinou-se, também, a relação entre os teores sólidos solúveis e de acidez titulável (SS/AT). Foi realizada a análise de variância para as características avaliadas e realizou-se a análise de regressão através do programa Table Curve (Jandel Scientific, 1991). As equações foram escolhidas com base na significância dos parâmetros e na resposta biológica da característica.

Foi observada interação significativa entre estádios de maturação e tempo de armazenamento apenas para as características aparência externa e firmeza da polpa. Houve perda de qualidade externa durante todo o armazenamento (Figura 1A), sendo mais nítida para os frutos colhidos com a coloração amarela. Porém, aos 11 dias, nem os frutos verdes nem os amarelos apresentaram qualidade comercial (nota < 3,0). Os frutos apresentaram sintomas de enrugamento, perda de brilho, depressões na casca e leve ataque fúngico. Observou-se, também, que

os frutos verdes se tornaram totalmente amarelados aos 11 dias. O lote de frutos armazenados em temperatura ambiente, na faixa de 26 a 29°C, e UR de 50 a 65% apresentaram vida útil de apenas 3 dias. Houve acentuada perda de qualidade externa causada, principalmente, pela excessiva perda de massa e pelo ataque fúngico (Tabela 1).

Segundo Sarantópoulos & Soler (1989), aliada à refrigeração, a embalagem plástica possibilita bons resultados no armazenamento de produtos hotifrutícolas, pois cria uma barreira de proteção que separa o produto do contato direto com o meio, preservando, assim, a integridade física dos mesmos. A aparência externa é o fator de qualidade de maior importância do ponto de vista de comercialização (Chitarra & Chitarra, 2005). É avaliada por diferentes atributos, tais como grau de frescor, tamanho, forma, cor, higiene, maturidade e ausência de defeitos.

Os resultados deste trabalho demonstraram que houve aumento gradual da perda de massa dos frutos, durante o armazenamento, nos estádios de maturação estudados, observando-se efeito significativo apenas do tempo de armazenamento (Figura 1B). Aos 11 dias, foi observada uma perda de massa média de 3,7%, o que acarretou nos frutos um aspecto enrugado, sem brilho, perdendo sua qualidade externa. Já os frutos armazenados à temperatura ambiente (Tabela 1) tiveram uma perda de massa extremamente alta, chegando a 22,45% aos 3 dias de armazenamento, o que deixou os frutos imprestáveis para o consumo.

A perda de massa relaciona-se, principalmente, à perda de água, causa principal de deterioração, pois resulta não somente em perdas quantitativas, mas também na aparência, nas qualidades texturais (amaciamento, perda de frescor e suculência) e na qualidade nutricional (Kader, 1993).

Com relação à firmeza da polpa, verificou-se interação significativa entre estádios de maturação e tempo de armazenamento, observando-se redução dessa característica ao longo do armazenamento, sendo mais intensa nos frutos colhidos no estágio amarelo (Figura 1C). Os frutos armazenados à temperatura ambiente tiveram uma perda de firmeza intensa (Tabela 1), podendo o mesmo estar relacionado à perda de massa.

A diminuição da firmeza ou amaciamento de frutos é decorrente da degradação da parede celular por meio do aumento de atividade enzimática, associada a outros processos, como hidrólise de amido e perda de água, contribuindo finalmente para o amaciamento do fruto (Chitarra & Chitarra, 2005). Em carambolas, a perda de firmeza durante o amadurecimento está relacionada com o aumento na atividade de várias enzimas que degradam a parede

celular, particularmente a pectinametilesterase e  $\beta$ -galactosidase. Poligalacturonase e  $\beta$ -glucanase, entretanto, aumentaram a atividade numa segunda fase do amadurecimento, sugerindo que elas podem ter um importante papel em estágios mais adiantados do amadurecimento (Chin et al., 1999). O'Hare (1993) observou uma relação inversa entre firmeza dos frutos de carambola e atividade da enzima poligalacturonase, além de verificar que a atividade enzimática foi maior nos frutos totalmente maduros.

Com relação ao teor de ácido ascórbico, observou-se que houve uma redução significativa dessa vitamina durante o período de armazenamento (Figura 1D), com perda de 48,92% em 11 dias, sem, contudo, verificar-se efeito dos estádios de maturação. Na maioria dos produtos armazenados, ocorre rápida degradação da vitamina C, pois a mesma é bastante instável, e sua elevada degradação é decorrente da facilidade de oxidação do ácido ascórbico pela ação enzimática da ascorbato oxidase (Islam et al., 1993).

O pH teve acréscimo ao longo do período de armazenamento, sendo influenciado significativamente apenas pelo tempo (Figura 2A). Ao contrário do comportamento do pH, os teores de acidez decresceram ao longo do período experimental, observando-se apenas efeito significativo do tempo (Figura 2B). Houve perda de acidez de 65% durante os 11 dias de armazenamento. O teor de acidez total, de maneira geral, tende a aumentar com o crescimento do fruto até seu completo desenvolvimento fisiológico, quando então começa a decrescer com o decorrer do processo de amadurecimento (Chitarra & Chitarra, 2005). A redução da acidez durante o armazenamento dos frutos parece resultar do uso de ácidos orgânicos como substrato respiratório via ciclo do ácido tricarbóxico (Weichmann, 1987) ou de sua conversão em açúcares (Chitarra & Chitarra, 2005).

A relação entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável (SS/AT) aumentou ao longo do período de armazenamento, tendo sido observado apenas efeito significativo do tempo (Figura 2C). Esse aumento foi causado, principalmente, pela redução nos teores de ácidos. Em muitos produtos, o equivalente entre os ácidos orgânicos e os açúcares é utilizado como critério de avaliação do sabor. Contudo, como são alguns constituintes voláteis (ésteres, aldeídos, alcoóis, cetonas, etc), essa relação é mais indicativa do sabor. Além disso, alguns produtos insípidos, contendo acidez e teor de sólidos solúveis muito baixos, apresentam relação elevada entre seus componentes, o que pode conduzir a

interpretações errôneas da qualidade comestível (Chitarra & Chitarra, 2005).

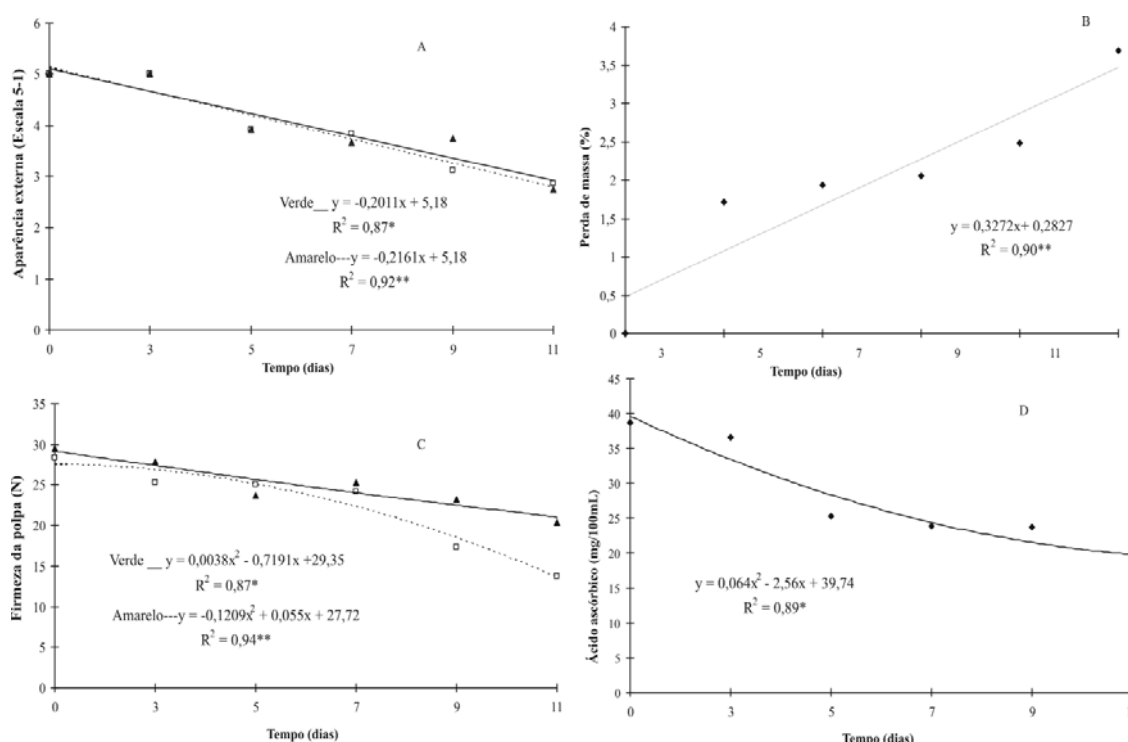
Não houve efeito significativo dos estádios de maturação, tempo de armazenamento e de sua interação para o conteúdo de sólidos solúveis, que praticamente foram mantidos inalterados durante o período de armazenamento dos frutos de bilimbi, com valores médios de 4,79 °Brix. Os frutos de bilimbi não devem possuir amido para serem convertidos em açúcares solúveis, ou se possui, não chega a influenciar nos teores de SS. Porém, Lima et

al., 2001, avaliando as características físico-químicas de bilimbis, verificaram que os frutos maduros apresentaram maiores valores de sólidos solúveis que os frutos semimaduros. No fruto de carambola, os principais açúcares presentes foram a frutose e a glicose (Campbell & Koch, 1989). Também em carambola, Campbell et al. (1989) observaram que a sacarose também está presente, porém em baixas concentrações e que todos os açúcares aumentam a concentração durante a maturação, mas permanecem praticamente constantes durante o armazenamento.

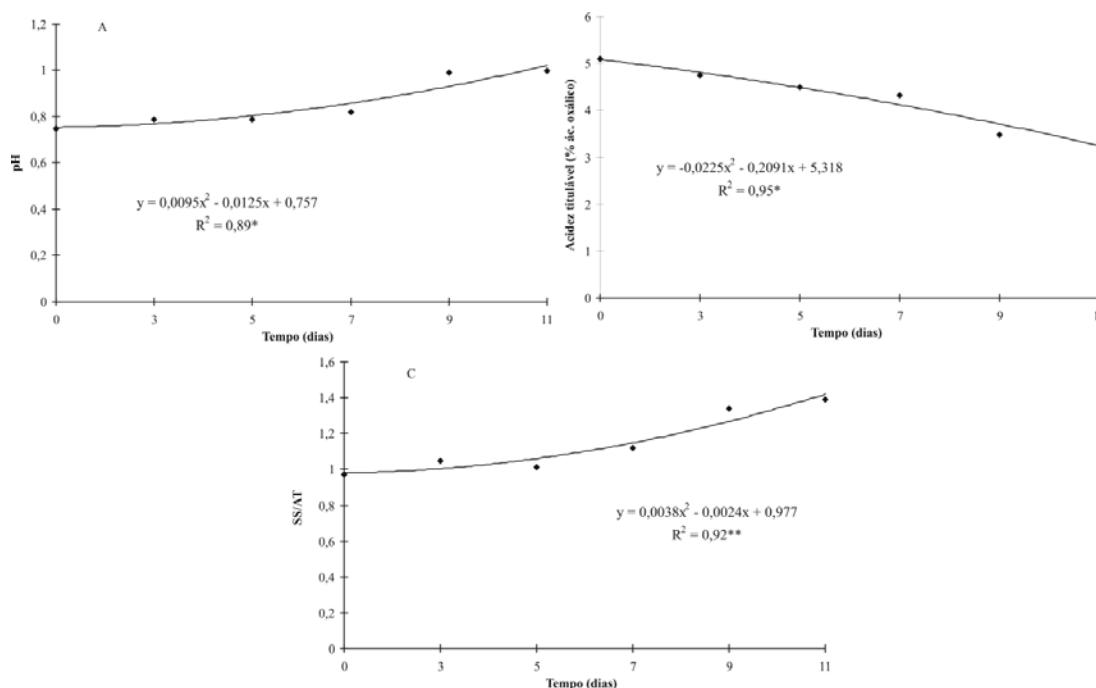
**TABELA 1** – Valores médios da aparência externa (AE), perda de massa (PM), firmeza da polpa (FIRM), acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis (SS), relação SS/AT e ácido ascórbico (Á. Asc.) de frutos de bilimbi verdes armazenados por 3 dias a temperatura ambiente variando de 26 a 29°C e umidade relativa variando de 50 a 65%.

Tempo (dias)	Características químicas							
	AE (0-5)	PM (%)	FIRM (N)	AT (% Ac. oxálico)	pH	SS (%)	SS/AT	Á. Asc. (mg.100.g <sup>-1</sup> )
0	5	-	27,43	5,67	0,74	5,02	0,88	33,63
3	1,42	22,45	5,93	5,47	0,74	5,20	0,95	25,59

\*Média de 16 frutos



**FIGURA 1**- Valores da aparência externa (A), perda de massa (B), firmeza da polpa (C) e do ácido ascórbico (D) em bilimbis armazenados sob refrigeração a  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e 95% UR. UFERSA, Mossoró – RN, 2006.



**FIGURA 2** - Valores do pH (A), da acidez titulável (B) e da relação SS/AT (C) em bilimbis armazenados sob refrigeração a  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e 95% UR. UFERSA, Mossoró – RN, 2006.

## CONCLUSÃO

Verificaram-se aumento na perda de massa e relação SS/AT e redução do conteúdo de ácido ascórbico, AT e firmeza da polpa. A vida útil pós-colheita foi de 9 dias.

## REFERÊNCIAS

AL-ATI, T.; HOTCHKISS, J. H. The role of packaging film permselectivity in modified atmosphere packaging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 51, n. 14, p. 4133-4138, 2003.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. 17. ed. Washington, 2002. 1115p.

BICALHO, U. O. *Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de PVC*. 1998. 145 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

CAMPBELL, C. A.; KOCH, K. E. Sugar/acid composition and development of sweet and tart carambola fruit. *Journal of American Society of Horticultural Science*, Alexandria, v. 114, p. 455-457, 1989.

CAMPBELL, C. A.; HUBER, D. J.; KOCH, K. E. Postharvest changes in sugars, acids, and colour of carambola fruit at various temperatures. *Hort-Science*, Alexandria, v. 24, p. 472-475, 1989.

CHIN, L. H.; ALI, Z. M.; LAZAN, H. Cell wall modifications, degrading enzymes and softening of carambola fruit during ripening. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 50, p.767-775. 1999.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CISNERO – ZEVALLOS, L.; KROCHTA, J. M. Internal modified atmosphere of coated fresh fruit and vegetables: Understanding relative humidity effects. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 67, n. 8, p. 2792-2797, 2002.

HOTCHKISS, J. H.; BANCO, M. J. Influence of new packaging technologies on the growth of micro-organism in produce. *Journal of Food Protection*, Chicago, v.55, n. 10, p. 815-820, 1992.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas: métodos químicos e físicos de alimentos*. 3.ed. São Paulo: IAL, 1985. v. 1, 553p.

- ISLAM, M. N.; COLON, T.; VARGAS, T. Effect of prolonged solar exposure on the vitamin C contents of tropical fruits. **Food Chemistry**, Oxford, v. 48, p. 75–78, 1993.
- JANDEL SCIENTIFIC. **User's manual**. Califórnia: Jandel Scientific, 1991. 280p.
- KADER, A. A. Modified atmosphere storage of tropical fruits. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology horticultural crops**. Oakland: University of California, 1993. p. 15-20.
- LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LIMA, L. S. Physicochemical characteristics of bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p.421-423, 2001.
- MATHEW, L.; GEORGE, S. T.; BABYLATHA, A. K.; GEETHA, C. K. Flowering and fruit development in bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.). **South Indian Horticulture**, Coimbatore, v. 41, n. 1, p. 41-42, 1993.
- O'HARE, T. J. Postharvest physiology and storage of carambola (starfruit): a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 2 p. 257-267, 1993.
- O'HARE, T. J. Carambola. In: MITRA, S. (Ed.). **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. Oxon: CAB International, 1997. p.295–307.
- RAI, D. R.; OBEROI, H. S.; BABOO, B. Modified atmosphere packaging and its effect on quality and shelf-life of fruits and vegetables – An overview. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 39, n. 3, p. 199-207, 2002.
- SARANTÓUPOLOS, I.G.L.; SOLER, R.M. **Novas tecnologias de acondicionamento de alimentos: embalagens flexíveis e semirrígidas**. Campinas: ITAL, 1989. cap. 5, p.104-140.
- STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 42 p.
- WEICHMANN, J. **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 1987. 597p.