

INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO EM ASSOCIAÇÃO COM ATMOSFERA MODIFICADA POR FILMES PLÁSTICOS NA QUALIDADE DE MANGAS 'TOMMY ATKINS'¹

JOACI PEREIRA DE SOUSA², EVERARDO FERREIRA PRAÇA³, RICARDO ELESBÃO ALVES⁴, FRANCISCO BEZERRA NETO³ E FLÁVIO FERNANDES DANTAS

Resumo. Avaliou-se a qualidade de mangas Tommy Atkins, embaladas em filmes plásticos e armazenadas sob condição refrigerada. Utilizaram-se frutos da safra 2000 obtidos na Fazenda Paulicéia Empreendimentos Ltda., situada no Pólo Agrícola Mossoró-Assu. Os frutos foram colhidos no estágio 2 (Brix 7° e 75% verde e 25% vermelha) e selecionados de acordo com o tipo 12 (12 frutos/caixa) e tratados com fungicida para evitar podridões. No laboratório, os frutos foram submetidos aos seguintes tratamentos: 1 – frutos não embalados; 2 – frutos embalados individualmente em cloreto de polivinila (PVC); 3 – frutos embalados em sacola de polietileno de alta densidade (PEAD); 4 – frutos embalados em sacola de polietileno de baixa densidade (PEBD). Os frutos foram armazenados por 42 dias em condição controlada (11 ± 1°C; 85-90% UR). O armazenamento dos frutos sob condição controlada, associada à atmosfera modificada pelos filmes plásticos, reduziu-lhes a perda de matéria fresca e proporcionou-lhes a manutenção dos teores de sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais e acidez total titulável. A atmosfera modificada pelos filmes plásticos manteve mais regular as perdas na firmeza da polpa, possibilitando uma vida útil pós-colheita de 42 dias em ralação à testemunha. Até o final do armazenamento, o uso de PEAD promoveu o desenvolvimento da coloração da casca e da polpa dos frutos, porém o uso de PVC e PEBD reteve a coloração da casca.

Termos para indexação: atmosfera modificada, refrigeração, *Mangifera indica* L

INFLUENCE OF REFRIGERATED STORAGE ASSOCIATED WITH PLASTIC FILM-MODIFIED ATMOSPHERE IN QUALITY OF 'TOMMY ATKINS' MANGOES

Abstract. The quality of mangoes cv Tommy Atkins enclosed in plastic films and stored under refrigerated conditions were evaluated. Mangoes from the 2000 crop harvested at the Fazenda Paulicéia Empreendimentos Ltda., located in the Mossoró-Assu Agropole were used as experimental unity. The fruits were harvested in stage 2 (7° brix and 75% green, 25% red) and selected for the type 12 (12 fruits/box), then treated with fungicide to prevent rots. The fruits were submitted to the following treatments in the laboratory: 1 - no enclosure (control); 2 - fruits enclosed with individual Polyvinyl chloride film PVC; 3 - enclosed in bag of High Density Polyethylene film - HDPE; 4 - enclosed in bag of Low Density Polyethylene Film - LDPE. Then stored for 42 days under refrigerated condition (11 ± 1°C; 85-90% RH). Fruits storage under refrigeration associated with plastic film-modified atmosphere had their fresh matter loss reduced and kept soluble solid and soluble sugar content, unchanged. The plastic film-modified atmosphere reduced pulp firmness loss, which provided for the fruits a shelf life of 42 days. Up to the end of the storage period, HDPE-modified atmosphere under refrigeration promoted skin color development, while PVC and LDPE kept fruit color unchanged.

Index Terms: refrigeration, *Mangifera indica* L., postharvest quality

INTRODUÇÃO.

O Nordeste brasileiro oferece condições ideais para o cultivo das mais diversas espécies frutíferas, de modo que a fruticultura contribui para o desenvolvimento socio-econômico da região. Porém, o estudo de técnicas de conservação pós-colheita de frutas ainda é bastante escasso. Devido à baixa qualidade da manga, o Brasil vem perdendo o mercado externo. O transporte marítimo é uma alternativa muito utilizada pelos exportadores brasileiros devido ao baixo custo e possibilidade do transporte de grandes volumes. No entanto, devido ao longo período de transporte (cerca de 12 dias) para a Inglaterra e Holanda, a manga apresenta, no país importador, pouco tempo de vida útil (10 dias). A manutenção da qualidade dos frutos deve-se às técnicas de armazenamento pós-colheita que reduzem as taxas respiratórias e retardam o amadurecimento e prevenção de desordens. A perda de água e a decomposição natural do fruto podem ser evitadas pelo abaixamento da temperatura e modificação da atmosfera ambiente ou mesmo à combinação de ambos, imediatamente após a colheita. O uso de filme plástico à base de polietileno ou cloreto de polivinila (PVC), devido sua praticidade, custo relativamente baixo e alta eficiência, tem sido bastante utilizado, principalmente quando associado ao armazenamento refrigerado para evitar perdas de frutas. Frutos tropicais podem ter a vida pós-colheita prolongada, devido à redução da taxa respiratória, da produção de etileno e, conseqüentemente, diminuição do amadurecimento por meio da modificação da atmosfera (Chitarra & Chitarra, 1990; Awad, 1993). O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da modificação da atmosfera

de armazenamento por filmes plásticos no prolongamento da vida útil pós-colheita de mangas cv. 'Tommy Atkins' sob refrigeração.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido com manga (*Mangifera indica* L) cv Tommy Atkins da safra do ano 2000, produzidas na Fazenda Paulicéia Empreendimentos Ltda, localizada no Pólo Agrícola Mossoró-Assu – RN, situada a 5° 12' 48" de latitude sul e 37° 18' 43" de longitude W. Gr., com 38 m de altitude, caracterizada por uma região de clima quente e seco. Os frutos foram colhidos no estágio 2 de maturação (7° Brix e casca 75% verde e 25% vermelha) de um pomar comercial de 5 anos, propagado por enxertia e irrigado por gotejamento. Na casa de embalagem, os frutos foram selecionados quanto à uniformidade (tipo 12) e ausência de danos. Em seguida, foram tratados com fungicida (procloraz a 0,45%), a fim de evitar podridões causadas por fungos. Os frutos selecionados foram, em seguida, transportados para o Laboratório do Núcleo de Pós-colheita do Departamento de Química e Tecnologia da ESAM. Após a seleção, os frutos foram embalados em filmes plásticos (cloreto de polivinila e polietileno) e mantidos em atmosfera modificada. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com 7 períodos de armazenamento: 0; 7; 14; 21; 28; 35 e 42 dias, usando-se 4 repetições. As análises de variância das características avaliadas foram efetuadas com o *software* SPSSPC Norusis (1990). As regressões entre as características avaliadas e o tempo de armazenamento nos diversos tipos de embalagem foram realizados com

1 (Trabalho 175/2001). Recebido: 05/11/2001. Aceito para publicação: 06/09/2002.

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, ESAM-RN

2 Professor EAF de Sousa-PB, Mestrando ESAM-RN. Rua 13 de Maio 131, CEP 63 500 000, Iguatu-CE.

3 Professor ESAM-RN, Km 47 BR 100, B. Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró-RN.

4 Pesquisador EMBRAPA Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Pici CEP 60511-110, Fortaleza-CE.

5 Bolsista Programa PIBIC-ESAM, Vila Acadêmica, casa 12, CEP 59625-900, Mossoró-RN

o programa *Table Curve Jandel Scientific* (1991). 1 – frutos não embalados (Testemunha); 2 – embalados individualmente em cloreto de polivinila (PVC) flexível, 14 mm, marca PLASTFILM; 3 – embalados em polietileno de alta densidade (PEAD), 9 µm, marca SÁKKOS – embalagem de 23 cm por 38 cm (4 frutos/sacola); 4 – embalados em polietileno de baixa densidade (PEBD), 55 µm, marca SÁKKOS ZIP – embalagem de 27 cm por 31 cm, com fechamento hermético (4 frutos por embalagem). Os frutos foram armazenados sob condições refrigeradas, com temperatura $11 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 85-90%. As análises de qualidade dos frutos foram realizadas aos 0; 7; 14; 21; 28; 35 e 42 dias. Foram estudadas as seguintes características qualitativas: a) Perda de Matéria Fresca – pela diferença entre o peso inicial e peso final e expressa em valores percentuais (%); b) Firmeza da polpa – através de penetrômetro da marca Mc. Cornick, modelo FT 327, com ponteira de 8 mm de diâmetro. Os valores foram obtidos em lb/pol² e transformados em N(Newton) multiplicando-se por 4,45; c) Sólidos solúveis totais (SST) com auxílio de refratômetro digital modelo PR-100, Pallette e expresso em ° Brix; d) Açúcares solúveis totais (AST) - foram determinados pelo método da Antrona, Disches (1962). Utilizou-se uma alíquota de 0,05 mL de suco diluído para 100 mL de água destilada; os resultados obtidos foram convertidos para porcentagem (%) de açúcares solúveis totais (glicose, frutose e sacarose) através de uma curva de padronização da Antrona; e) Vitamina C – determinada pelo método do iodeto de potássio, baseado na ação redutora do ácido ascórbico sobre agentes químicos, como o iodo. Os valores foram expressos em mg de vitamina C.100 mL⁻¹; f) Aparências interna e externa – através de uma escala crescente de notas que variou de 1 a 5, onde 1 equivale ao fruto com manchas, depressões e extremamente deteriorado (“*internal breakdown*”) e 5 ausência de manchas, de depressões e de murcha; notas £ 3,0 classificam o fruto como indesejável para o consumo; g) Cor da casca – através de uma escala de notas que varia de 1 a 5, onde 1 - verde; 2 – 75% verde e 25% amarelo e/ou vermelho; 3 - iguais quantidades de verde e amarelo; 4 – 25% verde e 75% amarelo e/ou vermelho; e 5 – 100% amarelo e/ou vermelho (Medlicott & Jeger, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Perda de Matéria Fresca: Durante o período de armazenamento sob condições refrigeradas, houve perda de matéria fresca progressiva para o controle até o final do experimento (42 dias), variando de 0,94%, nos primeiros 7 dias de armazenamento, para 5,95% aos 42 dias, correspondendo a aproximadamente 60 kg/ton (Figura 1). Nos tratamentos em atmosfera modificada com filmes plásticos, os frutos mostram perda de matéria fresca significativa durante todo o experimento. O comportamento dos frutos em atmosfera modificada mostra que, provavelmente, a manutenção da matéria fresca durante todo o período de armazenamento foi devido ao aumento da umidade relativa do ar no interior da embalagem, saturando a atmosfera ao redor do fruto, o que leva à diminuição do déficit de pressão de vapor d'água destes em relação ao ambiente.

b) Firmeza da polpa: Houve decréscimo da firmeza da polpa ao longo do tempo de armazenamento. Só foi possível obter dados a partir de 28 dias de armazenamento sob condições refrigeradas, pois o limite máximo de força no penetrômetro era de 133 N. Verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos. Constatou-se maior firmeza para os frutos em atmosfera modificada pelo PEBD (104,43N) aos 28 dias de armazenamento, permanecendo praticamente constante até 35 dias (96,33N), e diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 1). Nos frutos em atmosfera modificada pelo PEAD, a firmeza da polpa manteve-se também estável de 69,25 N aos 28 dias de armazenamento para 68,81 N aos 35 dias. Apesar de não diferirem quanto aos tempos de armazenamento, constatou-se uma diferença significativa deste tratamento com o PVC aos 28 e 35 dias de armazenamento. Constatou-se que os frutos em atmosfera modificada pelos filmes de polietileno diferiram da testemunha aos 28 e 35 dias de armazenamento. O decréscimo na firmeza da polpa ocorreu devido à ação das enzimas PME (pectinametilesterase) e PG (poligalacturonase) que atuam em nível de parede celular. A atividade dessas enzimas promo-

ve solubilização das substâncias pécicas da parede celular e, conseqüentemente, o amaciamento dos frutos, segundo Kays (1991).

TABELA 1 - Valores médios de firmeza da polpa de mangas ‘Tommy Atkins’ em atmosfera modificada por diferentes filmes plásticos e armazenadas sob condições de refrigeração ($11 \pm 1^\circ\text{C}$; 85 – 90% UR). Mossoró-RN, 2001.

Filmes	Firmeza da Polpa (N)		
	28 (dias)	35 (dias)	42(dias)
PVC	50,06 Ca	33,64 Cb	28,92 Ab
PEAD	69,25 Ba	68,81 Ba	12,81 Bb
PEBD	104,42 Aa	96,33 Aa	14,46 ABb
Testemunha	49,91 Ca	40,06 Ca	24,33 ABb
CV	16,32	16,32	16,32
DMS(Filmes)	15,37	15,37	15,37
DMS(Dias)	13,94	13,94	13,94

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

c) Sólidos Solúveis Totais: Houve interação significativa para os teores de sólidos solúveis dos frutos em atmosfera modificada nos diferentes tempos de armazenamento. Esses teores, inicialmente de 7° Brix, evoluíram durante o período de armazenamento (42 dias), sob condições de refrigeração. Os tratamentos não diferiram entre si (média de 9,73° Brix), porém, quando comparados com a testemunha (11,23° Brix), verifica-se diferença significativa, sugerindo que os frutos em atmosfera modificada induziram a um retardamento dos processos metabólicos. Os valores de brix mantiveram-se estáveis até 21 dias de armazenamento para os frutos tratado com PEBD, porém não diferiram estatisticamente dos frutos tratados com PVC e PEAD (Figura 2). O aumento significativo nos teores de sólidos solúveis com o avanço da maturação dos frutos deve-se à transformação das reservas acumuladas durante a formação e o desenvolvimento dos mesmos em açúcares solúveis, conforme Jerônimo & Kanapiro (2000). Por outro lado, a diferença mostrada entre o teor de SST do tratamento-controle e dos frutos em atmosfera modificada deve-se à inibição do processo respiratório resultante do acúmulo de CO₂ e diminuição do O₂ no interior da embalagem, provocando um retardamento no processo de maturação dos frutos, conforme Chitarra & Chitarra (1990).

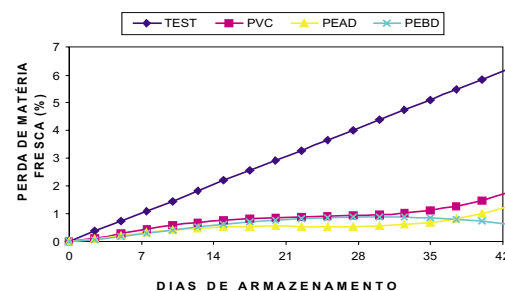


FIGURA 1 - Curva de regressão de perda de matéria fresca de mangas ‘Tommy Atkins’ em atmosfera modificada por filmes plásticos sob condições refrigeradas ($11 \pm 1^\circ\text{C}$; 85 – 90% UR), nos diferentes períodos de armazenamento. Mossoró-RN, 2001.

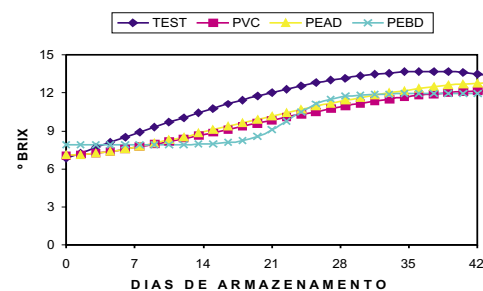


FIGURA 2 - Curva de regressão dos teores de sólidos solúveis totais de mangas ‘Tommy Atkins’ em atmosfera modificada por filmes plásticos sob condições refrigeradas ($11 \pm 1^\circ\text{C}$; 85 – 90% UR), nos diferentes períodos de armazenamento. Mossoró-RN, 2001.

d) Açúcares Solúveis Totais: Os teores de açúcares solúveis totais dos frutos armazenados sob refrigeração aumentaram com o amadurecimento (Figura 3). Não houve diferença significativa quando a evolução dos teores de açúcares solúveis totais entre os tratamentos foram comparados entre si (10,15%), no final dos 42 dias de armazenamento. Porém, houve diferença entre a testemunha (12,40%) e os demais tratamentos. O aumento nos teores de açúcares solúveis totais teve o mesmo comportamento dos sólidos solúveis totais, uma vez que quase a totalidade de sólidos solúveis (75 a 95%) são compostos pelos açúcares (Figura 3).

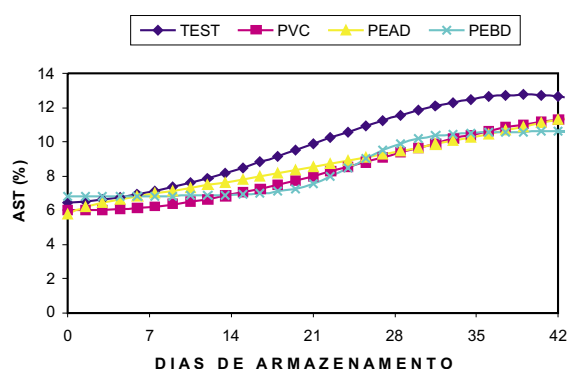


Figura 3 - Curva de regressão dos teores de açúcares solúveis totais de mangas 'Tommy Atkins' em atmosfera modificada por filmes plásticos sob condições refrigeradas ($11 \pm 1^\circ \text{C}$; 85 – 90% UR), nos diferentes períodos de armazenamento. Mossoró-RN, 2001.

e) Vitamina C: Durante o amadurecimento da manga, há diminuição nos teores de ácido ascórbico, segundo Laksminarayana (1980). Nos frutos utilizados neste experimento, constatou-se uma elevação nos teores de vitamina C até o 7º dia de armazenamento, chegando a um máximo de 61,43 mg de ácido ascórbico.100 mL⁻¹, decrescendo a partir daí até o final do experimento com valores de ácido ascórbico de 36,99 mg de ácido ascórbico.100 mL⁻¹. Do mesmo modo, o teor de vitamina C também aumentou nos frutos em atmosfera modificada com PEBD, até o 14º dia de armazenamento, mantendo os mesmos níveis encontrados para a testemunha (máximo de 60,93 e mínimo 35,20 mg de ácido ascórbico.100 mL⁻¹). Houve um retardamento na síntese de ácido ascórbico e o máximo constatado foi de 60,2 mg .100 mL⁻¹ no 13º dia de armazenamento. Nos outros tratamentos, o comportamento foi semelhante ao dos frutos acondicionados em PEBD (Figura 4); contudo, houve redução no teor máximo de ácido ascórbico produzido no tratamento com PVC (54,56 mg de ácido ascórbico.100 mL⁻¹) e (PEAD 53,00 mg de ácido ascórbico.100 mL⁻¹). A elevação dos níveis de ácido ascórbico observados é devida à síntese dos principais precursores desse ácido (glicose e 1-galactona-1,4-lactona) durante a maturação desses frutos (Evangelista, 1999).

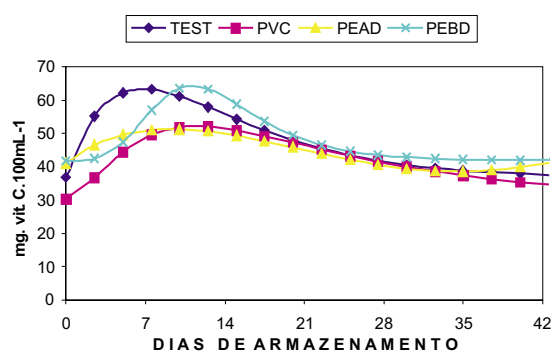


Figura 4 - Curva de regressão dos teores de vitamina C de mangas 'Tommy Atkins' em atmosfera modificada por filmes plásticos sob condições refrigeradas ($11 \pm 1^\circ \text{C}$; 85 – 90% UR), nos diferentes períodos de armazenamento. Mossoró-RN, 2001.

f) Cor da Casca: Houve interação entre os filmes plásticos nos diferentes tempos de armazenamento. Os frutos armazenados sob refrigeração sem embalagem e os submetidos à modificação da atmosfera com PVC, PEAD e PEBD diferiram significativamente quanto à evolução da cor da casca a partir do 14º dia de armazenamento. Do mesmo modo, houve diferença significativa entre os tratamentos PEAD e os demais tratamentos (PVC e PEBD), cuja coloração da casca de verde para amarelo-laranja ocorreu no final de 42 dias de armazenamento, e os frutos dos demais tratamentos mantiveram a mesma coloração da casca do início ao final do armazenamento. Gonzalez-Aguilar (1997) também verificou uma evolução na cor da casca de manga 'Keitt' para frutos-testemunha (100%) com diferença significativa para os frutos armazenados em atmosfera modificada e controlada com filmes de PEBD. Os frutos em atmosfera modificada pelo PVC e PEBD não diferiram entre si e mantiveram a mesma coloração do fruto desde o início do armazenamento (Figura 5). O acondicionamento em atmosfera modificada retardou o processo de amadurecimento das mangas Tommy Atkins armazenadas sob refrigeração, concordando com Alves et al. (1998).

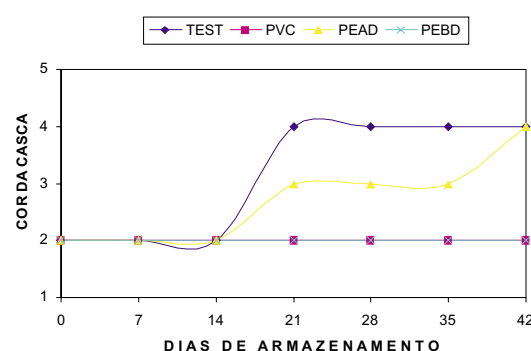


Figura 5 - Curva de regressão de cor da casca de mangas 'Tommy Atkins' em atmosfera modificada por filmes plásticos sob condições refrigeradas ($11 \pm 1^\circ \text{C}$; 85 – 90% UR), nos diferentes períodos de armazenamento. Mossoró-RN, 2001.

CONCLUSÕES

O armazenamento de mangas Tommy Atkins sob refrigeração, associada à atmosfera modificada por filmes de PVC, PEAD e PEBD, reduziu a perda de matéria fresca, proporcionou a manutenção dos teores de sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais e acidez total titulável dos frutos. A atmosfera modificada pelos filmes de polietileno reduziu as perdas na firmeza da polpa, possibilitando uma vida útil pós-colheita de 42 dias. O uso de PEAD para modificação da atmosfera, associado à refrigeração, promoveu o desenvolvimento da coloração da casca e da polpa de mangas Tommy Atkins a partir dos 35 dias de armazenamento, porém o uso de PVC e PEBD reteve a coloração da casca dos frutos até o final do armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AGUILLAR, G.; FÉLIX, L. GARDEA, A.; MARTINEZ-TELLEZ, M. A.; BAEZ, R. Low oxygen treatment before storage in normal or modified atmosphere packaging of mangoes to extend shelf life, *Journal of Food Science and Technology*, Mysore, v.34, n. 5, 399-404, 1997.
- ALVES, M. V.; SIGRIST, J. M. M.; PADULA, M. Atmosfera modificada em mangas 'Tommy Atkins'. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal-SP, v.20, n.2, p.220-228; 1998.
- AWAD, M. *Fisiologia pós-colheita de frutos*. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B.: *Pós-colheita de frutos e hortaliças - fisiologia e Manuseio*. Lavras: ESAL/FAEP, 1990. 320p.
- DISCHE, Z. General Color Reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAN, M. L. (Ed), *Carbohydrates chemistry*. New York: Academic press, 1962. v.1, p. 447-512.

- GONZALEZ- EVANGELISTA, R. M. Qualidade de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob refrigeração e tratadas com cloreto de cálcio pré-colheita. 1999. 129f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- JANDEL SCIENTIFIC: **User's Manual**. Califórnia: Jandel Scientific., 1991. 280p.
- JERÔNIMO, E. M., KANESIRO, M. A. B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas 'Palmer'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.22, n.2, p.237-243, 2000.
- KAYS, J. S. **Postharvest physiology of perishables plant products**. New York: AVI., 1991. 543p.
- LAKSMINARAYANA, S.: Mango. In: NAGY, S.; SHAW, P. **Tropical and sub-tropical fruit**. Westport: AVI, 1980.
- MEDLICOTT, A. P.; JEGER, M. J. The development and application of postharvest handling treatments to manipulate ripening in mangoes. In: PRINLEY, R. T. **Mangoes: a review**. London: Commonwealth Science Council, 1987. p. 56-77
- NORUSIS, M. J. **SPSS statstic**. Illinois: SPSS, 1990.