

Conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC

Pahlevi A de Souza¹; Edna M Mendes Aroucha; Aline ED de Souza; Andréa RFC da Costa; Gilvania de S Ferreira; Francisco Bezerra Neto

UFERSA-Depto. Ciências Ambientais, 59625-900 Mossoró-RN; Bolsista PDP/CNPq; pahlevi10@hotmail.com

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a conservação pós-colheita de berinjelas revestidas com filmes de PVC ou películas de fécula de mandioca a 3%, foram colhidos frutos de berinjela, cultivar Embú, aos 147 dias após a semeadura em campo da UFERSA em Mossoró-RN. Os frutos foram transportados ao Laboratório de Pós-Colheita e armazenados por 15 dias em condições ambientais (26 a 29°C; UR de 50-75%). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 6, com três repetições e três frutos por parcela. Os tratamentos constaram da combinação de 3 tipos de revestimento (controle, fécula de mandioca a 3% ou filme plástico) e 6 tempos de armazenamento (0; 3; 6; 9; 12 ou 15 dias). Avaliou-se a aparência externa (escala 1-5), perda de massa (%), firmeza da polpa (N) e teores de sólidos solúveis (°Brix), acidez total (% de ácido cítrico) e ácido ascórbico (mg/100 g polpa). O uso do filme plástico foi eficiente em manter a aparência externa e reduzir a perda de massa. O uso de fécula de mandioca não foi eficiente em prolongar a vida útil pós-colheita da berinjela quando comparado com o uso de filme plástico. Baseado na aparência externa, o período de conservação da berinjela foi de 15, 12 e 9 dias para os tratamentos com filme plástico, fécula de mandioca e controle, respectivamente.

Palavras-chave: *Solanum melongena*, vida-útil pós-colheita, filmes comestíveis.

ABSTRACT

Postharvest conservation of eggplant fruits by the application of cassava edible coating or PVC film

The postharvest conservation of eggplant fruits covered with cassava starch at 3% or covered with PVC film was compared. Fruits of the cultivar Embú were taken 147 days after sowing date in the field, in Mossoró, Rio Grande do Norte State, Brazil. Afterwards, the fruits were taken to the Postharvest Laboratory and stored during 15 days in environmental conditions (26-29°C and 50-75% RH). A 3 x 6 factorial scheme with three replications of three fruits per plot in a completely randomized design was used. The treatments consisted of the combination of three coating types (control, cassava starch and polyethylene film) with six storage times (0; 3; 6; 9; 12 or 15 days). The external appearance (1-5 scale), mass loss (%), flesh firmness (N) and soluble solids (°Brix), titratable acidity (% of citric acid), and ascorbic acid (mg/100 g of pulp) content of fruits were evaluated. Polyethylene film was the most efficient coat to keep the external appearance and to reduce the mass loss of the eggplant fruits. The cassava starch coat was not so efficient in extending the shelf life of eggplant fruits as the PVC film was. Based on external appearance, the conservation period for eggplant fruits was of 15 and 12 days for PVC film and cassava starch, compared to 9 days of the control treatment.

Keywords: *Solanum melongena*, postharvest shelf-life, edible coating.

(Recebido para publicação em 29 de fevereiro de 2008; aceito em 8 de abril de 2009)

(Received in February 29, 2008; accepted in April 8, 2009)

A berinjela (*Solanum melongena* L.) sempre foi considerada hortaliça de importância secundária, porém, dado o crescente interesse da população em consumir produtos de origem vegetal, com baixas calorias, seu volume comercializado vem aumentando continuamente (Silva et al., 1999). Alguns estudos confirmam que seu suco é eficaz em reduzir o colesterol total e tecidual, os triglicérides e a peroxidação lipídica (Jorge et al., 1998).

A comercialização da berinjela é freqüentemente realizada a granel e sem o uso de refrigeração, provocando, em poucos dias, a perda de qualidade em virtude do murchamento, aspecto esponjoso e ausência de brilho dos frutos, o que deprecia o seu valor comer-

cial e nutritivo (Henz & Silva, 1995). As perdas pós-colheitas de frutas e hortaliças são muito elevadas no Brasil. As principais causas dessas perdas estão relacionadas à falta de transporte adequado, ao uso de embalagens impróprias e a não utilização de refrigeração durante o armazenamento (Borges, 1991).

Dentre técnicas de manuseio adequado para o aumento da vida útil pós-colheita de frutos e hortaliças cita-se, de uma forma geral, o controle de parâmetros que definem o ambiente de armazenamento, com destaque para a temperatura, umidade relativa e atmosfera (Durigan, 1999).

A utilização de embalagens de polietileno com conseqüente modificação de atmosfera torna a disponibilida-

de de O₂ no interior da embalagem menor, o que favorece a retenção de ácido ascórbico (Kader, 1986), reduz a taxa respiratória, a produção de etileno, e o amolecimento (Chitarra & Chitarra, 2005) e, por limitar a murcha e manter a cor do produto, mantém a aparência comercializável por um período maior (Pariasca et al., 2000). Por estas razões, e pela praticidade de uso e custo relativamente baixo, os filmes poliméricos estão cada vez mais sendo utilizados para prolongar a vida útil de prateleira de diversos produtos.

Mais recentemente, pesquisadores têm estudado o efeito do revestimento de produtos vegetais com biofilmes, visando controlar a transpiração e o metabolismo respiratório dos mesmos. Para

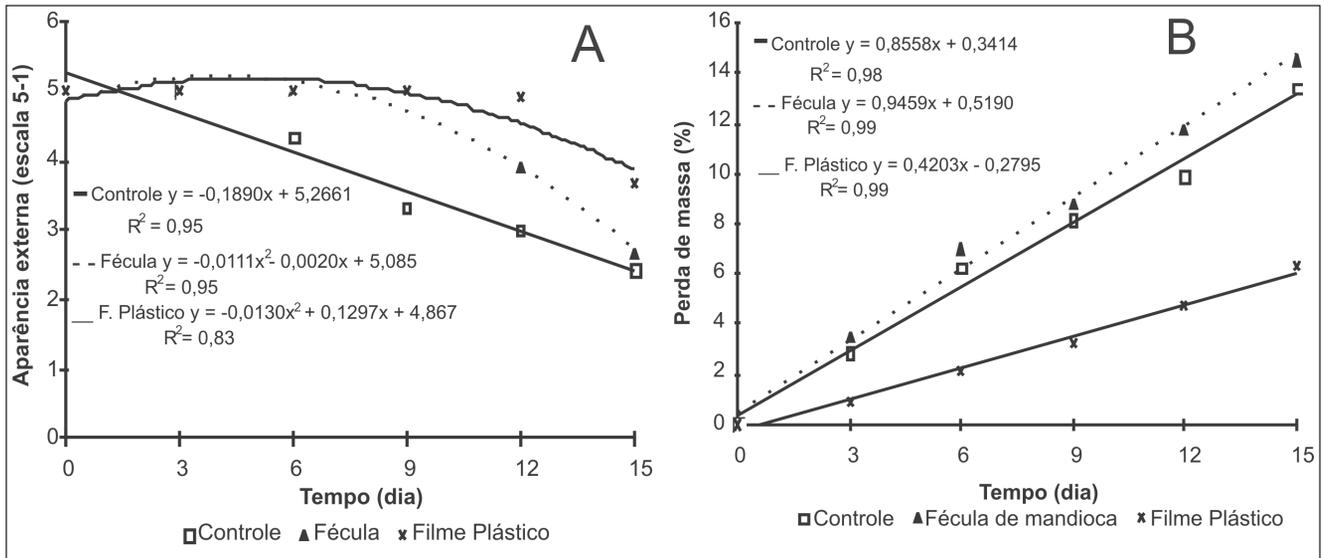


Figura 1. Aparência externa (A) e perda de massa (B) em frutos de berinjela, cultivar Embú, tratados com fécula de mandioca a 3% ou envoltos em PVC, e armazenados durante 15 dias em condições ambientais (26-29°C; 50-75% UR) (external appearance (A) and weight loss (B) of eggplant, cv Embu, treated with 3% cassava starch or wrapped in PVC film and stored for 15 days at ambient conditions (26-29°C; 50-75% RH). Mossoró, UFERSA, 2007.

isto, testes são realizados com amido, proteínas e outros (Cereda *et al.*, 1992). O uso dessas tecnologias é de fundamental importância, pois contribui para reduzir perdas pós-colheita e permite a comercialização dos produtos para mercados mais distantes.

O uso de películas (filmes) comestíveis é uma proposta que vem sendo usada com a mesma finalidade da cera. Nesta técnica são utilizados, como matéria-prima, os derivados do amido, da celulose ou do colágeno. Podem ser usadas diretamente sobre os alimentos, que poderão ser consumidos ainda com a película. A fécula de mandioca é considerada a matéria-prima mais adequada na elaboração de biofilmes comestíveis, por formar películas resistentes e transparentes, por serem eficientes barreiras à perda de água, proporcionando bom aspecto e brilho intenso, tornando frutos e hortaliças comercialmente atrativos (Bobbio & Bobbio, 1984; Cereda *et al.*, 1992; Vila, 2004).

Resultados positivos com a utilização de fécula de mandioca, para prolongar a vida útil são relatados para vários produtos, tais como goiaba (Oliveira, 1996), tomate (Vietes *et al.*, 1997), morango (Henrique & Cereda, 1999), pepino (Reis *et al.*, 2006) e mamão (Pereira *et al.*, 2006). Por outro lado, Vicentini *et al.* (1999) e Lemos *et al.* (2007) verificaram

efeito negativo do uso de fécula de mandioca em pimentões, pois a mesma não mostrou ser uma eficiente barreira contra a perda de água.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a conservação pós-colheita de frutos de berinjela revestidos com filmes de PVC e películas de fécula de mandioca.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de berinjela, cultivar Embú, foram cultivados no município de Mossoró-RN, em campo da UFERSA, localizada a aproximadamente 18 m de altitude, com coordenadas geográficas 5° 11' de latitude Sul e 37° 20' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich. O clima dessa região é quente e seco com temperatura e pluviosidade médias anuais de 27,4±2°C e 695,8 mm, respectivamente.

Os frutos de berinjela, colhidos aos 147 dias após a sementeira, foram transportadas para o Laboratório de Pós-Colheita da UFERSA, onde foram selecionados e sanitizados com solução de cloro ativo (100 mg×L⁻¹/3 min). Em seguida, parte dos frutos foi recoberta com suspensão de fécula de mandioca na concentração de 3%, outra parte foi recoberta com filme de PVC comercial Alp Film®, esticável e autoaderente, com 15 µm de espessura, e os demais

frutos foram mantidos sem tratamento.

A formulação da fécula consistiu de um aquecimento prévio da solução a 70°C, para a geleificação e após resfriada, os frutos foram imersos na suspensão, por 1 minuto, retirados e deixados secar naturalmente. O armazenamento das berinjelas nos tempos pré-fixados foi realizado em condições ambientais, com temperatura variando de 26 a 29°C e de 50 a 75% de UR.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 6, consistindo de tipos de revestimento (controle, fécula de mandioca a 3% e filme plástico) e tempos de armazenamento (0; 3; 6; 9; 12 e 15 dias), realizados em três repetições de três frutos por parcela. A cada tempo de armazenamento avaliaram-se a aparência externa (usando escala visual e subjetiva, variando de 1 a 5, considerando-se a ausência ou presença de defeitos; perda de massa, através da diferença entre a massa inicial e massa obtida a cada intervalo de tempo, resultados expressos em porcentagem); firmeza da polpa (utilizando penetrômetro com ponteira cilíndrica de 8 mm de diâmetro, três medições por fruto, resultados expressos em Newton (N)); teor de sólidos solúveis (determinado no suco filtrado usando-se refratômetro digital, resultados expressos em °Brix (AOAC, 1992));

teor de acidez titulável (através de titulação de uma alíquota do suco filtrado com solução de NaOH (0,1N), resultados expressos em % de ácido cítrico (IAL, 1985)); conteúdo de ácido ascórbico (determinado por titulação da amostra com solução de Tillman (2,6 diclorofenol indofenol 0,02% - DFI) (Strohecker & Henning, 1967)).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Para o fator qualitativo utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade e para o fator quantitativo, análise de regressão, através do programa Table Curve (Jandel Scientific, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada interação significativa entre os tipos de revestimento e o tempo de armazenamento apenas para as características aparência externa e perda de massa. Houve perda de qualidade externa no final do armazenamento (Figura 1A), sendo mais nítida para os tratamentos controle e fécula quando comparado ao filme plástico. Aos 15 dias, apenas o tratamento filme plástico apresentava-se com qualidade comercial (nota >3,0). O efeito positivo da embalagem plástica está associado a uma barreira de proteção que separa os frutos do contato direto com o meio, preservando assim, a integridade física dos mesmos, argumentam Sarantópoulos & Soler (1989).

Os tratamentos com fécula e controle apresentaram frutos com vida útil de 12 e 9 dias, respectivamente. A redução dos valores da aparência externa foi devida, principalmente, aos sintomas de murcha, perda de brilho, depressões na casca e leve ataque fúngico. Foi verificado também, descascamento da película nos frutos tratados com fécula de mandioca. 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.

Houve acréscimo gradual da perda de massa dos frutos durante o armazenamento em todos os tratamentos estudados. Observou-se a maior perda de massa nos frutos tratados com

biofilme de fécula de mandioca, seguido pelo tratamento controle (Figura 1B). Ao fim do período de 15 dias, os frutos de berinjela apresentaram perda de massa de 13,2%, 14,7% e 6,0% para os tratamentos controle, fécula e filme plástico, respectivamente. Essa perda foi mais acentuada nos frutos tratados com fécula de mandioca, porém o efeito da perda de massa não foi visível a olho nu quando comparado ao controle.

Resultados semelhantes foram detectados por Lemos *et al.* (2007), que avaliando o efeito de biofilmes de fécula de mandioca nas concentrações de 3, 4 e 5% sobre a conservação de pimentões 'Magali R', armazenados sob duas condições de armazenamento, verificaram que, no ambiente, o biofilme não reduziu a perda de massa e, sob refrigeração, os frutos tratados com o biofilme perderam mais massa que o controle. Vicentini *et al.* (1999), utilizando revestimento com fécula de mandioca a 1 e 3% em pimentão, e Pereira *et al.* (2006), avaliando este revestimento em mamão a 1, 2 e 3%, também não observaram redução significativa da perda de massa pelo uso do biofilme. Todavia, os últimos autores verificaram uma menor perda em valores absolutos, com o aumento da concentração da fécula na suspensão. Ao contrário dos resultados evidenciados no presente trabalho, o revestimento com fécula em goiaba foi efetivo para evitar a perda de massa (Oliveira, 1996). Segundo Chitarra & Chitarra (2005), o uso de coberturas hidrofílicas, como o amido, tem limitações quanto às propriedades de barreira de vapor d'água. Para sanar tal limitação poderia se adicionar ao filme comestível algum lipídeo ou proteína.

Quanto à utilização do filme plástico, Moretti & Pineli (2005), usando diferentes atmosferas em berinjelas armazenadas a 12°C, observaram reduzida perda de massa com o uso do filme plástico, associado ou não ao CaCl₂, em relação ao controle. Assim, o PVC mostrou-se efetivo na contenção da perda de massa, provavelmente, devido à redução da taxa respiratória nos frutos e também por formar importante barreira contra a perda de água (Hojo *et al.*, 2007).

Durante o período de armazenamento, verificou-se redução significativa na firmeza dos frutos, com

o tempo de armazenamento das berinjelas à medida que as mesmas avançaram sua maturação (Figura 2A). Pode-se concluir que essa perda de firmeza não teve como causa principal a perda de massa, mas está relacionado também com a hidrólise do amido, o que contribuiu para as mudanças de textura. Kaynas *et al.* (1995) também verificaram redução no teor de amido durante o armazenamento de berinjelas.

Neste experimento os tratamentos utilizados não exerceram influência na manutenção da firmeza dos frutos de berinjela. Ao contrário, Moretti & Pineli (2005) observaram que berinjelas envolvidas com filmes de polietileno de baixa densidade apresentaram-se mais firmes durante o armazenamento.

Não houve efeito significativo dos tratamentos para a acidez titulável. Entretanto, ao longo do armazenamento, verificou-se certa variação nos teores de acidez (Figura 2B). A oscilação no teor de acidez titulável, ao longo do armazenamento, pode estar relacionada aos processos bioquímicos do metabolismo respiratório, que tanto sintetiza quanto consome ácido como esqueleto de carbono (Chitarra & Chitarra, 2005). Resultados semelhantes foram observados em pimentões revestidos com biofilme de fécula de mandioca por Hojo *et al.* (2007) que verificaram aumento na acidez titulável em pimentões ao longo do período de armazenamento.

Houve efeito significativo do tempo de armazenamento sobre o conteúdo de ácido ascórbico dos frutos de berinjela (Figura 2C), com aumento durante a primeira semana de armazenamento e posterior tendência de estabilização. Ao longo do experimento, observou-se um incremento de 53,27%. Resultados semelhantes foram verificados em pimentões por Morgado *et al.* (2008), com aumento nos teores de ácido ascórbico durante o armazenamento com cera e PVC.

Na maioria dos produtos armazenados ocorre a rápida degradação do teor de ácido ascórbico, pois o mesmo é bastante instável e sua elevada degradação é decorrente da facilidade de oxidação e ação enzimática da ascorbato oxidase (Islam *et al.*, 1993; Saari *et al.*, 1995). O ácido ascórbico é um importante atributo de qualidade, entretanto, os teores

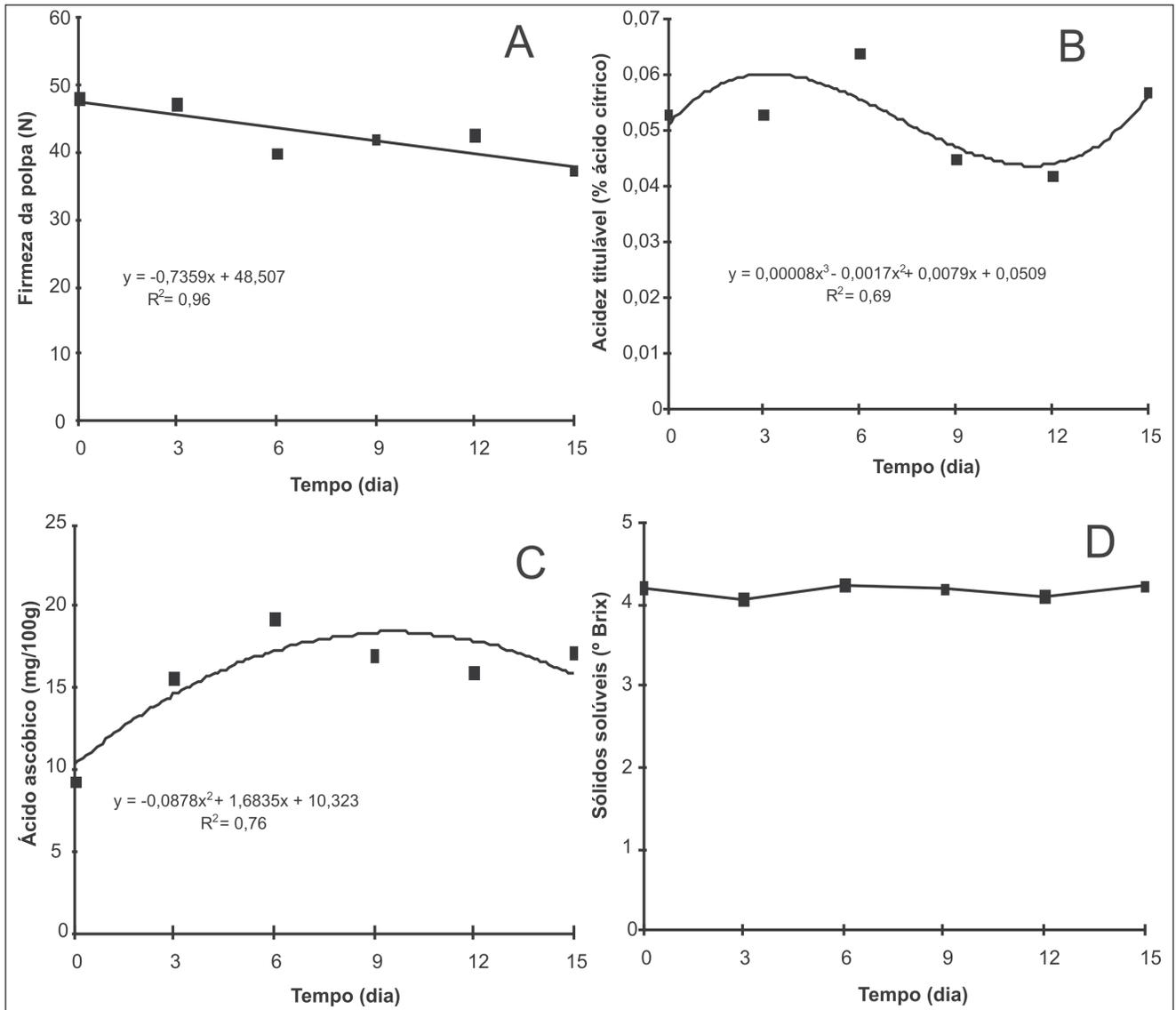


Figura 2. Firmeza da polpa (A), e teores de acidez titulável (B), de ácido ascórbico (C) e sólidos solúveis (D) em frutos de berinjela, cultivar Embú, armazenados durante 15 dias em condições ambientais (26-29°C; 50-75% UR). (flesh firmness (A), titratable acidity (B) ascorbic acid (C) and average values of soluble solids (D) of eggplant, cv Embu, stored for 15 days at ambient conditions (26-29°C; 50-75% RH). Mossoró, UFERSA, 2007.

encontrados em berinjela são muito baixos quando comparados a outras hortaliças ou frutas.

Não houve efeito significativo dos tipos de revestimento, tempo de armazenamento e de sua interação para o conteúdo de sólidos solúveis, que foram mantidos inalterados durante o período de armazenamento das berinjelas (Figura 2D), com valores médios de 4,0-4,2° Brix. No entanto, Kaynas *et al.* (1995) e Moretti & Pineli (2005), observaram aumento nos teores de sólidos solúveis, variando de 4,2° Brix e 5,4° Brix, para berinjelas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. Tais resultados, no presente trabalho, para o conteúdo

de sólidos solúveis, podem estar relacionados ao não uso da refrigeração, que devido ao estresse causado pelo tipo de armazenamento, pode ter causado aceleração do metabolismo do amido, assim como do consumo dos açúcares solúveis nos processos respiratórios.

O uso do filme plástico foi eficiente em manter melhor aparência externa e reduzir a perda de massa. Os resultados obtidos com o uso de fécula de mandioca não se mostraram satisfatórios se comparados ao filme plástico, porém apresentaram bons resultados quando comparados ao controle. Baseado na aparência externa, o período de conservação da berinjela foi de 15, 12 e 9 dias

para os tratamentos com filme plástico, fécula de mandioca e controle, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. 1992. Official Methods of analysis of the agricultural chemists. 11th ed. Washington. 1115p.
- BOBBIO PA; BOBBIO FO. 1984. Material de embalagem. In: *Química de processamento de alimentos*. Campinas: Fundação Cargill, Cap. 9. p. 189-202.
- BORGES RF. *Panela Furada: O incrível desperdício de alimentos no Brasil*. 1991. 3ª ed. São Paulo: Columbus, 124 p. (Coleção Cardápio, 7).

- CEREDA MP; BERTOLLINI AC; EVANGELISTA RM. 1992. *Uso do amido em substituição às ceras na elaboração das películas na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7, Resumos... Recife. p.102.
- CHITARRA MIF; CHITARRA AB. 2005. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio*. Lavras: UFLA, 785p.
- DURIGAN JF. 1999. Uso da modificação da atmosfera no controle de doenças. *Summa Phytopathologica* 25: 83-88.
- HENRIQUE CM; CEREDA MP. 1999. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria ananassa* Duch) cv IAC. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 19: 231-233.
- HENZ GP; SILVA C. 1995. Conservação de frutos de berinjela cv. Ciça através de refrigeração e embalagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30: 157-162.
- HOJO ETD; CARDOSO AD; HOJORH; VILAS BOAS EVB; ALVARENGA MA. 2007. Uso de películas de fécula de mandioca e PVC na conservação pós-colheita de pimentão. *Ciência e Agrotecnologia* 31: 184-190.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas: Método químico e físico para análise de alimentos. 2 ed. São Paulo: IAL, 1985. v.1.
- ISLAM MN; COLON T; VARGAS T. 1993. Effect of prolonged solar exposure on the vitamin C contents of tropical fruits. *Food Chemistry* 48: 75-78.
- JANDEL SCIENTIFIC. 1991. *User's Manual*. Califórnia: Jandel Scientific, 280p.
- JORGE PAR; NEYRA LC; OSAKI RM; ALMEIDA E; BRAGAGNOLO N. 1998. Efeito da berinjela sobre os lípidos plasmáticos, a peroxidação lipídica e a reversão da disfunção endotelial na hipercolesterolemia experimental. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 70: 87-91.
- KADER AA. 1986. Biochemical and physiological basis of effects of controlled and modified atmospheres on fruit and vegetables. *Food Technology* 40: 99-104.
- KAYNAS K; ÖZELKÖK S; SÜMELI N; ABAK K. 1995. Controlled and modified atmosphere storage of eggplant [*Solanum melongena* L.] fruits. *Acta Horticulturae* 412: 143-151.
- LEMOIS OL; REBOUÇAS TNH; SÃO JOSÉ AB; VILA MTR; SILVA KS. 2007. Utilização de biofilmes comestíveis na conservação de pimentão 'Magali R' em duas condições de armazenamento. *Bragantia* 66: 693-699.
- MORETTI CL; PINELI LLO. 2005. Qualidade química e física de berinjelas submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 25: 339-344.
- MORGADO CMA; DURIGAN JF; SANCHES J; GALATI FOO. 2008. Conservação pós-colheita de frutos de pimentão sob diferentes condições de armazenamento e filmes. *Horticultura Brasileira* 26: 793-798.
- OLIVEIRA MA. 1996. *Utilização de películas de fécula de mandioca como alternativa à cera comercial na conservação pós-colheita de frutos de goiaba (Psidium guajava) variedade Kumagai*. Piracicaba: ESALQ, 73 p. (Tese mestrado).
- PARIASCA JAT; MIYAZAKI T; HISAKA H; NAKAGAWA H; SATO T. 2000. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) and controlled atmosphere (CA) storage on the quality of snow pea pods (*Pisum sativum* L. var. *saccharum*). *Postharvest Biology and Technology* 21: 213-223.
- PEREIRA MEC; SILVA AS; BISPO ASR; SANTOS DBS; SANTOS SB; SANTOS VJ. 2006. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. *Ciência e Agrotecnologia* 30: 1116-1119.
- REIS KC; HELIAS HHS; LIMA LCO; SILVA JD; PEREIRA J. 2006. Pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) submetido ao tratamento com fécula de mandioca. *Ciência e Agrotecnologia* 30: 487-493.
- SAARI NB; FUJITA S; MIYAZOE R; OKUGAWA M. 1995. Distribution of ascorbate oxidase activities in the fruits of family Cucurbitaceae and some of their properties. *Journal of Food Biochemistry* 19: 321-327.
- SARANTÓPOULOS IGL; SOLER RM. 1989. Embalagens com atmosfera modificada/controlada. In: SARANTÓPOULOS IGL; SOLER RM. *Novas tecnologias de acondicionamento de alimentos: Embalagens flexíveis e semi-rígidas*. Campinas: ITAL. Cap. 5, p. 104-140.
- SILVA DJH; COSTA CP; CASALI VWD; DIAS LAS; CRUZ CD. 1999. Análise da capacidade combinatória em berinjela. *Bragantia* 58: 7-14.
- STROHECKER R; HENNING HM. 1967. *Análisis de vitaminas: métodos comprobados*. Madrid: Paz Montalvo, 428p.
- VICENTINI NM; CASTRO TMR; CEREDA MP. 1999a. Influência de películas de fécula de mandioca na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 19: 127-130.
- VIEITES RL; DAIUTO AR; SILVA AP. 1997. Efeito da utilização de cera, películas de amido e fécula em condições de refrigeração, na conservação do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Cultura Agrônômica* 6: 93-110.
- VILA MTR. 2004. *Qualidade pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato' armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca*. Lavras: UFLA, 66p. (Tese mestrado).