

ALTERAÇÕES NOS NÍVEIS DE ANTIOXIDANTES EM POLPA DE MANGA¹

Danielle Fabíola Pereira da Silva², Rosana Gonçalves Pires Matias^{2,*}, José Osmar da Costa e Silva², João Paulo Gava Cremasco³, Alejandro Hurtado Salazar⁴, Claudio Horst Bruckner²

RESUMO – De acordo com o padrão respiratório, a manga é uma fruta climatérica e, por isso, amadurece e se deteriora rapidamente mesmo em ambiente refrigerado. Este trabalho teve como objetivo avaliar o método mais eficaz de congelamento e armazenamento para polpa de manga ‘Palmer’. Os métodos de congelamento e armazenamento testados foram: freezer a $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ (F), congelamento em nitrogênio líquido e armazenamento em freezer $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ (CNF), ultra freezer a $-80\pm 2^{\circ}\text{C}$ (UF) e com congelamento em nitrogênio líquido e armazenamento em ultra freezer a $-80\pm 2^{\circ}\text{C}$ (CNUF). As amostras foram acondicionadas em papel alumínio e avaliadas, quinzenalmente, por até 60 dias e depois, mensalmente, até 150 dias de armazenamento. Houve redução média de 5% no teor de sólidos solúveis e de 11% para o teor de acidez titulável para todos os tratamentos. A redução no teor de ácido ascórbico foi brusca para todos os tratamentos, com perdas de 81,1%; 75,1%; 77,3% e 75,5% para polpa armazenada por 150 dias em CNF, CNUF, F e UF, respectivamente, evidenciando que nenhum dos métodos de congelamento utilizados é eficaz para preservar os teores de AA da polpa de manga ‘Palmer’. Os teores de carotenóides são preservados durante 150 dias de armazenamento utilizando tanto o método CNF quanto o CNUF.

Palavras chave: armazenamento, *Mangifera indica* L., vida útil.

CHANGES IN THE LEVELS OF ANTIOXIDANTS MANGO PULP

ABSTRACT – In accordance with the breathing pattern, the sleeve is a climacteric fruit, and therefore matures rapidly deteriorates even under refrigerated conditions. This work aimed to evaluate the most effective method of freezing and storage for ‘Palmer’ mango pulp. The methods of freezing and storage were tested: a freezer at $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ (F), freezing in liquid nitrogen and store in freezer at $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ (CNF), ultrafreezer at $-80\pm 2^{\circ}\text{C}$ (UF) and frozen in liquid nitrogen and storage in ultrafreezer at $-80\pm 2^{\circ}\text{C}$ (CNUF). The samples were packed in aluminum foil and evaluated biweekly for up to 60 days and then monthly until 150 days of storage. There was a mean reduction of approximately 5% in soluble solids (SS) and around 11% for the content of titratable acidity (TA) for all treatments. Reduced ascorbic acid (AA) was sharp for all treatments, with losses of 81.1%, 75.1%, 77.3% and 75.5% for pulp stored for 150 days in CNF, CNUF, F and UF, respectively, indicating that none of the freezing methods is effective to preserve the contents AA of ‘Palmer’ mango pulp. The carotenoids levels are preserved during 150 days of storage using both the CNF as CNUF method.

Keywords: *Mangifera indica* L., shelf life, storage.

¹ Projeto desenvolvido com apoio financeiro da CAPES, CNPq e FAPEMIG.

² Engenheiro-Agrônomo, DS. DFT/UFV. danieele@ufv.br, rosana.pires@ufv.br, joksilva7@yahoo.com.br, bruckner@ufv.br.

*Autora para correspondência.

³ Engenheiro-Agrônomo - Mestrando do Departamento de Fitotecnia - Universidade Federal de Viçosa (DFT/UFV), Av. P. H. Rolfs s/n, 36.570-000 - Viçosa-MG. cremasco_7@hotmail.com.

⁴ Engenheiro-Agrônomo - Doutorando do Departamento de Fitotecnia - Universidade Federal de Viçosa (DFT/UFV), Av. P. H. Rolfs s/n, 36.570-000 - Viçosa-MG. alhuza@gmail.com.



1. INTRODUÇÃO

A manga *Mangifera indica* L. destaca-se como uma fruta de alto valor comercial em muitas regiões do mundo. De tamanho e formato variável, aroma e cor agradável faz parte do elenco das frutas tropicais de importância econômica, não só pela aparência exótica, mas também por ser rica fonte de vitamina C e carotenóides (Vidal, 2004). A fruta possui grande quantidade de polpa e pode ser consumida na forma de sucos, compotas, gelatinas, mas, principalmente, *in natura*.

Antioxidantes naturais, presentes, particularmente, em frutas e hortaliças, têm ganhado crescente interesse entre os consumidores e a comunidade científica (Oliveira et al., 2011). Pesquisas recentes apontam que compostos fitoquímicos encontrados nesses produtos possuem ação antioxidante e, desse modo, podem prevenir ou retardar o aparecimento de doenças como o câncer (Segantini et al., 2012). De acordo com Barreiros et al. (2006), entre os antioxidantes não enzimáticos que têm recebido maior atenção por sua possível ação benéfica ao organismo, estão as vitaminas C e E, os carotenóides e os flavonóides.

A produção de polpas e sucos vem sendo estimulada devido à sazonalidade da produção e à perecibilidade das frutas (Fernandes et al., 2010). A indústria de polpa de frutas tem como objetivo a obtenção de produtos com características nutricionais próximas da fruta *in natura*, com segurança microbiológica e qualidade, visando não apenas a atender aos padrões exigidos pela legislação brasileira, como também às exigências do consumidor.

A importância nutricional da polpa de fruta tem motivado a realização de estudos que visam estimar o comportamento de antioxidantes durante o período de armazenamento (Fernandes et al., 2010). Nesse sentido, o teor de ácido ascórbico e carotenóides têm sido usados como importantes marcadores ou indicadores da qualidade de sucos de fruta.

Alguns estudos já foram feitos sobre congelamento e armazenamento de polpa de manga. Brunini et al. (2002) avaliaram as alterações em polpa de manga 'Tommy-Atkins' congeladas e verificaram que os teores de sólidos solúveis aumentaram devido, provavelmente, à perda de umidade e os de vitamina C decresceram com o tempo de armazenamento. Alves et al. (2010) estudaram a cinética de degradação de vitamina C em mangas 'Palmer' minimamente processadas e armazenadas em diferentes

temperaturas e concluíram que o teor desta vitamina é um bom parâmetro para acompanhar a vida útil de mangas minimamente processadas. Entretanto, faltam informações de quanto tempo a polpa de manga pode ser armazenada e qual a melhor forma de armazenamento para posteriores análises. Visando preencher esta lacuna, o presente trabalho teve como objetivo avaliar qual o método mais eficaz de congelamento e armazenamento para polpa de manga 'Palmer' e por quanto tempo as amostras podem ser armazenadas congeladas sem perda da qualidade nutricional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Mangas da variedade Palmer adquiridas no comércio de Viçosa-MG, em janeiro de 2012, foram transportadas para o laboratório de Análise de Frutas da UFV, onde foi efetuada seleção e a padronização quanto ao tamanho e coloração da epiderme. Foram selecionadas 90 frutas em estágio de maturação próprio para o consumo na forma *in natura*, ou seja, aquelas que apresentavam coloração totalmente amarela (Silva et al., 2012) e polpa amarela e macia, com aroma e sabor característicos (Silva et al., 2009).

Na montagem do experimento os frutos foram avaliados quanto ao peso (gravimetria, valores expressos em g); diâmetros (paquímetro digital, valores expressos em mm); coloração da epiderme e da polpa, determinada pela leitura das coordenadas L*, a* e b* na região central de cada fruto, e no caso da polpa leituras realizadas próximo ao caroço, com um colorímetro (Color Reader CR-10 Minolta) com os resultados expressos pela coordenada b* que indica eixo que varia entre o azul (-60) e o amarelo (+60) e pelo ângulo hue (ângulo de cor -h) (0°= vermelho; 90°= amarelo; 180°= verde; 270°= azul); teores de: sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico e carotenóides (Tabela 1).

Para a obtenção da polpa, as frutas foram selecionadas e submetidas à lavagem em solução aquosa de detergente líquido neutro 0,2% e, em seguida, as cascas e caroços foram removidos. A polpa foi homogeneizada em liquidificador de laboratório durante 10 minutos.

Foram separados 384 lotes com 12±2g de polpa, embalados em papel alumínio e submetidos aos seguintes tratamentos: 1) armazenamento em freezer a -20±2°C (F); 2) com congelamento em nitrogênio líquido e armazenamento a -20±2°C (CNF); 3) armazenamento a -80±2°C (UF) e; 4) com congelamento em nitrogênio



Tabela 1 - Caracterização inicial da polpa de mangas 'Palmer'. Viçosa - MG, janeiro de 2012

Variáveis	Média
Peso	559,3±66,0 g
Diâmetro menor	85,1±2,9 mm
Diâmetro maior	134,5±7,0 mm
Coordenada b da epiderme	14,36±3,9
Ângulo hue da epiderme	54,07±8,9°
Coordenada b da polpa	51,4±4,9
Ângulo hue da polpa	84,5±3,0°
Sólidos solúveis	13,1±0,3 °Brix
Acidez titulável	0,28±0,01%
Ácido ascórbico	37,1±8,2 mg.100 ⁻¹
Carotenóides	1,9±0,1 mg.100 ⁻¹

líquido e armazenamento a -80±2°C (CNUF). As amostras foram avaliadas, quinzenalmente, por até 60 dias e depois, mensalmente, até o 150^o dia de armazenamento (DA).

Nos períodos das amostragens, a polpa foi analisada quanto ao teor de sólidos solúveis (refratômetro digital com resultados expressos em °Brix); acidez titulável (titulação com NaOH com resultados expressos em % de ácido cítrico) e teor de ácido ascórbico (titulação com reagente de Tillman 2,6 diclorofenolindofenol com resultados expressos em mg.100g⁻¹ de polpa de acordo com metodologias proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Para avaliação do teor de carotenóides foram pesados, aproximadamente, 2,0 g da polpa, que foram homogeneizadas em cadinho com areia lavada, acetona 80% e 10 mg de CaCO₃. O extrato cetônico foi filtrado em papel de filtro e o volume completado para 25 mL. Suas absorvâncias foram determinadas a 470, 646,8 e 663,2 nm e os teores de carotenóides determinados segundo as equações de Lichtenthaler (1987). Os resultados foram expressos em mg.100g⁻¹ de polpa.

O experimento foi instalado parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os quatro tratamentos e nas subparcelas os dias de avaliação (oito níveis) no delineamento inteiramente casualizado, com 12 repetições. Os dados foram analisados por meio das análises de variância e regressão. Os modelos, ajustados por meio de regressão, foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, a 5% de probabilidade, pelo teste "t", de Student, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico. O programa estatístico utilizado foi o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa, versão 9.1 (SAEG, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu decréscimo no conteúdo de sólidos solúveis nas polpas até 150 dias de armazenamento (Figura 1A). A redução mais baixa (1,4%) foi observada nas polpas submetidas ao congelamento em nitrogênio líquido e armazenadas a -80±2°C (CNUF). A redução mais alta (6,9%) no conteúdo de sólidos solúveis foi observada em polpas submetidas ao congelamento em nitrogênio líquido e armazenadas a -20±2°C (CNF). De acordo com Lima et al. (2012), essa redução sugere o consumo de açúcares em decorrência dos processos metabólicos. Todavia, mesmo com perdas em torno de 7%, a polpa de manga 'Palmer' armazenada por 150 dias contém os teores de SS em atendimento à Legislação vigente, e desse modo, pode ser armazenada sem comprometimento da qualidade. Estes valores se assemelham aos encontrados para esta variedade por Galli et al. (2013).

A acidez titulável (AT) decresceu ao longo de todo o armazenamento (Figura 1B), com as reduções mais baixas nas amostras da polpa submetida aos tratamentos CNUF e CNF. As maiores perdas foram encontradas nas amostras da polpa armazenadas em freezer a -20±2°C (tratamento F), com redução de 27,6% durante o armazenamento. De acordo com a Instrução Normativa n° 12 (Brasil, 2003), o teor máximo de AT na polpa de manga deve ser de 0,30 g.100g⁻¹ de ácido cítrico. Como os resultados para AT obtidos com todos os tratamentos testados estão abaixo de 0,30 g.100g⁻¹ de ácido cítrico, há indicação da utilização de todos estes tratamentos para a conservação da polpa de manga 'Palmer' por até 150 dias sem comprometimento da qualidade. Resultados divergentes foram encontrados por Brunini et al. (2002), em polpa de manga 'Tommy Atkins' triturada e congelada, durante armazenamento a 18°C. Estes autores observaram que após 150 dias de armazenamento, o teor de AT era de 0,707 g.100g⁻¹ de ácido cítrico.

Observou-se redução acentuada no teor de ácido ascórbico em todas as amostras de polpa submetidas aos diferentes métodos de congelamento e armazenamento (Figura 1C). No 15^o dia de armazenamento (DA) esta redução de ácido ascórbico era de 16,5%, 15,5%, 15,3% e 15,5% e no 150^o DA era de 81,1%, 75,1%, 77,3% e 75,5% para os tratamentos CNF, CNUF, F, UF, respectivamente. Em decorrência da alta instabilidade das vitaminas e pró-vitaminas, o processamento e a estocagem da polpa de frutas podem implicar em alterações significativas da composição qualitativa e quantitativa

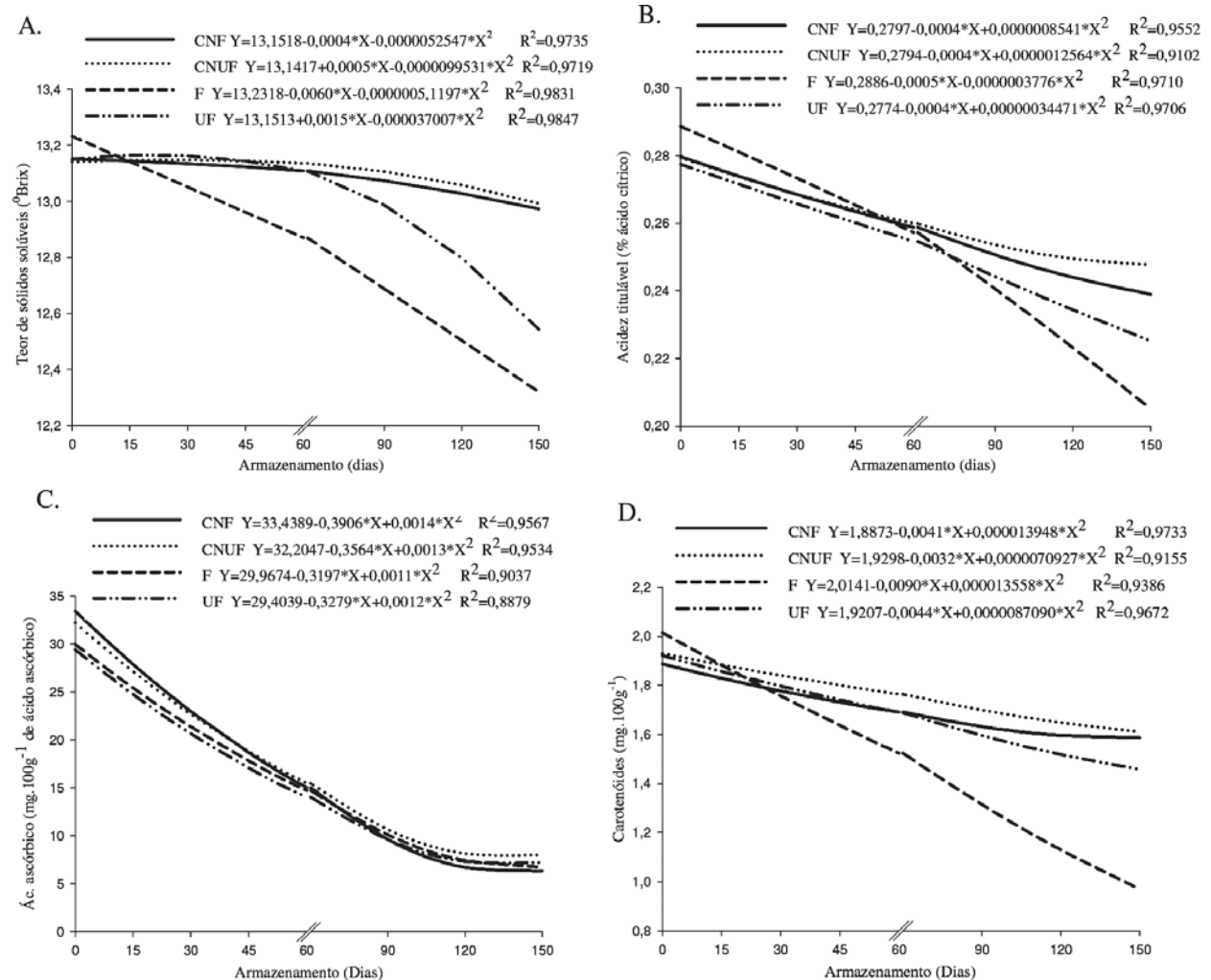


Figura 1 - Variação nos teores de sólidos solúveis (A), acidez titulável (B), ácido ascórbico (C) e carotenóides (D) em polpa de manga 'Palmer' congelada por diferentes métodos e armazenadas sob diferentes métodos de congelamento e armazenamento. Viçosa-MG, 2012.

destes nutrientes. Segundo Teixeira & Monteiro (2006), os sucos processados têm vida útil mais longa quando comparados aos sucos frescos. Contudo, podem ocorrer perdas de nutrientes em função das condições de armazenamento, sendo que a decomposição do ácido ascórbico tem sido relatada como a reação mais deteriorativa que ocorre durante o armazenamento. Brunini et al. (2002), trabalhando com polpa de manga 'Tommy Atkins' triturada, congelada e armazenada em sacos plásticos a -18°C , também observaram, no 150^o dia de armazenamento, redução de 45,2% nos teores de ácido ascórbico. O ácido ascórbico é um antioxidante sinérgico e removedor de oxigênio. Age diretamente

com o oxigênio, formando o deidroascórbico e eliminando o suprimento de oxigênio disponível para reações de auto-oxidação (Daiuto et al., 2011). Hojo et al. (2011) afirmaram que, durante a senescência, o ácido ascórbico do fruto é utilizado em reações oxidativas, as quais são ativadas pelos estresses sofridos pelas membranas celulares durante este período, o que contribui para a redução nos teores de ácido ascórbico.

Houve redução nos teores de carotenóides nas amostras de polpa submetidas aos tratamentos CNF e CNUF. As perdas foram de 15,9% para o tratamento CNF e de 16,6% para o tratamento CNUF (Figura 1D).



Já no tratamento F a redução foi mais acentuada, chegando no 150^o DA com 0,9 mg de carotenóides por 100g de polpa, ou seja, perda de 51,7% e, portanto, não se recomenda o uso deste tratamento para o armazenamento congelado da polpa de 'Palmer'. Segundo Costa et al. (2010), a concentração dos teores de carotenóides totais caracteriza a coloração amarela da polpa e de acordo com Faraoni et al. (2008), nas polpas e produtos elaborados à base de polpa de fruta, a cor, além de influenciar na qualidade, é um importante parâmetro utilizado no controle da qualidade desses produtos.

A conservação de frutas na forma de sucos, polpas e outros produtos foi desenvolvida para aumentar a oferta da matéria prima e como forma de utilizar os excedentes de produção (Raimundo et al., 2009). No entanto, de acordo com a Resolução RDC n° 360 de dezembro de 2003 (ANVISA), é permitida uma variação de no máximo 20% do valor especificado no rótulo dos produtos para que eles possam ser comercializados. Dessa forma, no caso da vitamina C, com apenas 60 dias de armazenamento a variação já superou 20% para o tratamento F, e para os demais a partir dos 90 DA.

4. CONCLUSÕES

Para a determinação dos teores de sólidos solúveis e acidez titulável, a polpa de manga 'Palmer' pode ser congelada e armazenada por 150 dias sem perda da qualidade utilizando os métodos de congelamento e armazenamento testados.

Nenhum dos métodos de congelamento é eficaz para preservar os teores de ácido ascórbico da polpa de manga 'Palmer', pois as perdas médias de AA foram superiores a 15% no 15^o DA.

Os teores de carotenóides foram preservados por 150 dias de armazenamento com congelamento em nitrogênio líquido e armazenadas a -20±2°C (CNF) e naquelas com congelamento em nitrogênio líquido e armazenadas a -80±2°C (CNUF).

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG pelo apoio financeiro.

6. LITERATURA CITADA

ALVES, J.A.; NASSUR, R.C.M.R.; PIRES, C.R.F. et al. Cinética de degradação de vitamina C em mangas 'Palmer' minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.714-721, 2010.

BARREIROS, A.L.B.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesas do organismo. **Química Nova**, v.29, p.113-123, 2006.

BRASIL. Resolução RDC n° 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de dez. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa N° 12, de 4 de setembro de 2003. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. Diário Oficial da União, N° 6, Brasília, 10 de janeiro de 2003. Seção 1, p.54-58.

BRUNINI, M.A.; DURIGAN, J.F.; OLIVEIRA, A.L. Avaliação das alterações em polpa de manga 'Tommy-Atkins' congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.651-653, 2002.

COSTA, M.G.P.; FIGUEIREDO, F.J.; SILVA, Q.J. et al. Carotenóides totais e caracterização cromática de polpas de frutos de genótipos de cirigueleiras cultivadas no banco de germoplasma do IPA. In: Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão - JEPEX 2010 –UFRPE. Anais... Recife, Brasil, 2010. CD Rom.

DAIUTO, E.R.; VIEITES, R.L.; CARVALHO, L.R. et al. Avaliação sensorial do guacamole com adição de á-tocoferol e ácido ascórbico conservado pelo frio. **Revista Ceres**, v.58, p.140-148, 2011.



- FARAONI, A.S.; RAMOS, A.M.; STRINGHETA, P.R. et al. Efeito dos métodos de conservação, tipos de embalagem e tempo de estocagem na coloração de polpa de manga 'Ubá' produzida em sistema orgânico. **Revista Ceres**, v.55, p.504-511, 2008.
- FERNANDES, T.N. RESENDE, J.V.; CRUVINEL, R.S.R. et al. Relação entre o comportamento reológico e a dinâmica do congelamento e descongelamento de polpa de morango adicionada de sacarose e pectina. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.30, n.1, p.188-204, 2010.
- GALLI, J.; PALHARINI, M.C.A.; FISCHER, I.H. et al. Produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de mangueira adubadas com boro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, p.358-363, 2013.
- HOJO, E.T.D.; DURIGAN, J.F.; HOJO, R.H. et al. Uso de tratamento hidrotérmico e ácido clorídrico na qualidade de lichia 'Bengal'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.386-393, 2011.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed./1.ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.
- LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v.148, p.349-382, 1987.
- LIMA, R.B.T.; FIGUEIREDO, R.W.; MAIA, G.A. et al. Estabilidade química, físico-química e microbiológica de polpas de acerola pasteurizadas e não pasteurizadas de cultivo orgânico. **Ciência Rural**, v.42, p.367-373, 2012.
- OLIVEIRA, D.S.; AQUINO, P.P.; RIBEIRO, S.M.R. et al. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão provenientes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v.33, p.89-98, 2011.
- RAIMUNDO, K.; MAGRI, R.S.; SIMIONATO, E.M.R.S. et al. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de Bauru. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.2, p.539-543, 2009.
- SAEG. **Sistema para análises estatísticas**. Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV, 2007. CD Rom.
- SEGANTINI, D.M.; LEONEL, S.; LIMA, G.P.P. et al. Caracterização da polpa de pêssegos produzidos em São Manuel-SP. **Ciência Rural**, v.42, p.52-57, 2012.
- SILVA, D.F.P.; SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L. et al. Amadurecimento de manga Ubá com etileno e carbureto de cálcio na pós-colheita. **Ciência Rural**, v.42, p.213-220, 2012.
- SILVA, D.F.P.; SIQUEIRA, D.L.; PEREIRA, C.S. et al. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. **Revista Ceres**, v.56, p.783-789, 2009.
- TEIXEIRA, M.; MONTEIRO, M. Degradação da vitamina C em suco de fruta. **Alimentos e Nutrição**, v.17, n.2, p.219-227, 2006.
- VIDAL, J.R.M.B. Comportamento da polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv. *Keitt*) integral. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.6, p.217-222, 2004.

Recebido para publicação em 13/10/2014 e aprovado em 22/12/2014.

