



EFEITO DA DESIDRATAÇÃO FOAM MAT NA RETENÇÃO DA VITAMINA C DA POLPA DE CAJAMANGA*

Caroline Alves BREDA**

Priscilla Narciso JUSTI**

Eliana Janet SANJINEZ-ARGANDOÑA***

■RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da desidratação *foam mat* na retenção da vitamina C em polpa de cajamanga. A polpa de cajamanga foi elaborada a partir de quatro formulações utilizando três agentes espumantes combinados em diferentes concentrações: 1) pectina cítrica, 2) produto à base de monoglicérides destilados, monoestearato de sorbitana e polissorbato 60 (Emustab) e 3) produto à base de sacarose, carboximetilcelulose e goma guar (Super Liga Neutra). A composição proximal e o conteúdo de vitamina C foram determinados na polpa fresca e nas polpas desidratadas obtidas a partir das formulações. Os resultados mostraram que a adição de agentes espumantes favoreceu ao incremento de açúcares e fibras na polpa desidratada. Os agentes formadores de espuma influenciaram na retenção da vitamina C. A polpa desidratada contendo 1,5% de Emustab e 1,0% de pectina obteve maior retenção da vitamina (28,55%).

■PALAVRAS-CHAVE: *Spondias dulcis*; conservação; vitamina C; qualidade nutricional.

INTRODUÇÃO

A secagem em camada de espuma (*foam mat drying*) é um processo no qual alimentos líquidos ou semilíquidos são transformados em espumas estáveis através da incorporação de agentes espumantes, para posteriormente, serem submetidos à desidratação (KARIN; WAI, 1999). O processo compreende basicamente três etapas: modificação da consistência líquida do suco ou polpa em uma espuma estável, pela adição de agentes espumantes; secagem da espuma em camada fina e pulverização do material desidratado (SILVA et al., 2008). A secagem em camada de espuma é uma técnica que requer menores temperaturas e tempo de secagem, devido à maior área de superfície exposta ao ar aquecido, acelerando desta forma o processo de remoção da água e obtenção de um produto poroso e de fácil reidratação (RAJKUMAR et al., 2007).

Os alimentos contêm naturalmente proteínas solúveis e monoglicérides, que produzem espumas quando submetidos à agitação, entretanto, as espumas são pouco estáveis, sendo necessária a adição de espumantes e estabilizantes para manter a estabilidade pela redução da tensão superficial (SANKAT; CASTAIGNE, 2004). Os agentes estabilizantes de espuma comumente empregados nos trabalhos encontrados na literatura referem-se à carboximetilcelulose, monoestearato de sobitana (Tween 60), goma xantana, clara de ovo, pectina cítrica, Emustab (produto a base de monoglicérides destilados, monoestearato de sorbitana e polissorbato 60) e Super Liga Neutra (produto a base de sacarose, carboximetilcelulose e goma guar).

Por ser uma substância que apresenta alta instabilidade, o ácido ascórbico é frequentemente utilizado como um índice da qualidade global de nutrientes dos alimentos durante o processamento e armazenamento. Além disso, as perdas de ácido ascórbico estão relacionadas às reações deteriorantes que resultam em alterações indesejáveis de cor e sabor (HIATT et al., 2010).

O processo *foam mat* tem favorecido a manutenção da qualidade e da estabilidade de produtos, sendo aplicado em algumas frutas, tais como: laranja, uva, carambola, banana, abacaxi, acerola, tamarindo, entre outros (SILVA et al., 2005). Gurjão (2006) empregou o processo *foam mat* na obtenção de polpa de tamarindo em pó, utilizando um composto protéico a base de albumina como dispersante e promotor de espuma. Neste estudo, o processo favoreceu a conservação do ácido ascórbico e cor do produto.

Na secagem de carambola utilizando metilcelulose como agente formador de espuma, Karin & Wai (1999) avaliaram o efeito da temperatura na qualidade do produto desidratado e verificaram que a temperatura de 90°C apresentou maiores alterações na cor (escurecimento) e no sabor, sendo a temperatura de 70°C adequada para o processo. Bastos et al. (2005), após efetuar a desidratação da polpa de manga, pelo mesmo processo, também observaram influência da temperatura em alguns constituintes nutricionais.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da desidratação *foam mat* na retenção da

*Trabalho elaborado com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) através de bolsa concedida.

**Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental – Curso Mestrado – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia – Universidade Federal da Grande Dourados – 79804-970 – Dourados – MS – Brasil.

***Faculdade de Engenharia – Universidade Federal da Grande Dourados – 79804-970 – Dourados – MS – Brasil. E-mail: elianaargandona@ufgd.edu.br.

vitamina C em polpa de cajamanga em pó obtida de diferentes formulações de espuma.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de cajamanga oriundos do município de Itaporã/MS foram selecionados em estado de maturação favorável ao consumo. Os frutos foram transportados para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) onde foram higienizados com solução contendo 3% de cloro ativo, descascados, despulpados e homogeneizados em processador doméstico. Foram elaboradas 4 formulações de espumas constituídas de polpa de cajamanga e agentes espumantes pectina cítrica, produto à base de monoglicérides destilados, monoestearato de sorbitana e polissorbato 60 (Emustab) e produto à base de sacarose, carboximetilcelulose e goma guar (Super Liga Neutra).

A concentração dos agentes espumantes (Tabela 1) foi definida após ensaios preliminares. A estabilidade das espumas foi assegurada pela adição de 1% do estabilizante Super Liga Neutra em todas as formulações.

As espumas foram obtidas através da mistura de 100 g de polpa com os agentes espumantes nas concentrações indicadas na Tabela 1 e agitadas em dispersor mecânico a 7000 rpm, durante 20 minutos à temperatura ambiente (25°C). As espumas foram dispostas em bandejas de aço inoxidável formando uma camada fina de 0,5 cm de espessura e colocadas em secador convectivo com circulação de ar a 70°C e velocidade de ar quente de 0,5 m/s pelo período de 4 horas, condição para obter um produto com até 10% de umidade, conforme resultados de ensaios preliminares. As amostras desidratadas foram trituradas em liquidificador industrial até a obtenção de um produto em pó.

A polpa fresca e os produtos desidratados foram submetidos à determinação da composição proximal e do teor de ácido ascórbico. A determinação da umidade foi realizada pelo método gravimétrico em estufa com circulação de ar segundo método da AOAC (1975) adaptado a 70°C por 24 horas para evitar a caramelização da amostra. Os açúcares redutores e totais foram quantificados através do método Eynon-Lane, baseado na redução dos sais cúpricos e óxidos cuprosos presentes na solução de Fehling (IAL, 2008). Os lipídeos foram determinados em extrator Soxhlet utilizando hexano como solvente (IAL, 2008). O teor de

fibra bruta foi quantificado através de digestões ácida e básica, de acordo com a AOAC (1997). O conteúdo de cinzas foi determinado através da incineração da amostra em Mufla a 550°C. O teor de nitrogênio foi avaliado pelo método Micro-Kjedahl e convertido em proteína bruta, utilizando o fator 6,25. A determinação do conteúdo de ácido ascórbico foi realizado pelo método de Tillmans, com titulação da amostra com solução padronizada de 2,6-diclorofenolindofenol (AOAC, 1997). A retenção do ácido ascórbico foi calculada de acordo com a Equação 1.

$$R = \frac{AA_d \times 100}{AA_{pf}} \text{ Equação 1}$$

Onde R é o percentual da retenção do ácido ascórbico na amostra desidratada, AA_d e AA_{pf} são o conteúdo de ácido ascórbico na amostra desidratada (mg/100g ms) e na polpa fresca (mg/100g ms), respectivamente.

As análises foram realizadas em triplicata. Todos os dados foram apresentados em base seca e avaliados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA). Para a comparação entre as médias, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de significância com o auxílio do programa Origin 7.5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados da caracterização química da polpa de cajamanga fresca e das formulações de polpa de cajamanga desidratada em pó.

O teor de umidade nas polpas desidratadas pelo processo *foam mat* ou camada de espuma variou de 5,43 a 7,28%. De acordo com os resultados obtidos na desidratação em camada de espuma de acerola (SOARES et al., 2001) e umbu (GALDINO et al., 2003), a umidade final das polpas em pó foi de 7,24 e 16,75%, respectivamente. Os resultados apresentados neste trabalho estão dentro dos valores obtidos para frutas desidratadas por outros autores (ARLINDO et al., 2007; ENDO et al., 2007; GALDINO et al., 2003; SOARES et al., 2001). O baixo teor de umidade minimiza o desenvolvimento de microrganismos e consequentemente, aumenta a estabilidade do produto.

O conteúdo de cinzas das polpas desidratadas das quatro formulações foi ligeiramente maior em relação à polpa fresca. Este fato pode estar relacionado à adição dos agentes espumantes. Em relação à polpa de acerola desidra-

Tabela 1 - Composição das formulações de polpa de cajamanga desidratada.

Formulações	Concentração dos agentes espumantes (%)	
	Emustab®	Pectina
1	1,0	1,0
2	0,5	0,5
3	1,0	0,5
4	1,5	1,0

Tabela 2 – Características químicas da polpa de cajamanga fresca e das formulações de polpa de cajamanga em pó.

Determinações	Polpa fresca	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3	Formulação 4
Umidade (%)	82,71 a	7,28 b	5,43 b	6,10 b	6,83 b
Cinzas (%)	2,32 a	2,60 c	2,51 b	2,49 b	2,54 b
Fibras (%)	0,87 a	3,27 b	3,43 c	3,44 c	3,57 d
Lipídeos (%)	1,05 a	1,86 b	1,34 c	1,11 a	1,42 c
Proteínas (%)	0,88 a	0,06 b	0,05 b	0,05 b	0,06 b
Açúcares Totais (%)	15,05 a	72,21 b	74,30 c	73,55 d	77,76 e
Açúcares Redutores (%)	7,52 a	38,29 b	41,79 c	47,49 d	38,87 e
Ácido Ascórbico (mg/100g)	37,79 a	8,04 c	5,24 d	7,21 c	10,79 b

Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P>0,05$).

tada pelo processo *foam mat*, Soares et al. (2001) obtiveram maior conteúdo de cinzas para a polpa desidratada (3,41%) que para a polpa fresca (0,46%).

Observa-se que a formulação com maior concentração de agentes espumantes (Formulação 4) apresentou maior conteúdo de fibras e açúcares totais. As gomas são polissacarídeos que além de favorecer a formação de espumas, contribuem no aumento de fibras solúveis, que podem proporcionar benefícios para o organismo humano como a redução do colesterol plasmático (MARUYAMA et al., 2006; MATTOS; MARTINS, 2000).

Os percentuais de lipídeos encontrados nas formulações foram ligeiramente maiores quando comparados com o percentual de lipídeos determinado na polpa *in natura*. Segundo Lago-Vanzela et al. (2011), os lipídeos são moléculas altamente energéticas, porém, são encontradas em pequenas quantidades em frutas e hortaliças. O aumento deste componente nas formulações se deve à adição do agente espumante Emustab, cuja composição é de natureza lipídica (monoglicérides destilados, monoestearato de sorbitana e polissorbato 60).

Em termos comparativos, não houve diferença significativa ($P>0,05$) no percentual de proteínas, nas formulações de polpa de cajamanga em pó, sendo menor em relação à polpa fresca. É possível que tenha ocorrido desnaturação das proteínas devido à temperatura do processo de desidratação, ocasionando alterações funcionais e nutricionais, além de reações com algumas substâncias do sistema (pigmentos, carboidratos e substâncias fenólicas), que sob aquecimento, aumenta a probabilidade de deterioração das proteínas (FARIA; STABILLE, 2001).

O teor de açúcares das polpas desidratadas foi superior ao determinado para a polpa fresca. Este comportamento pode ser atribuído aos carboidratos presentes nos agentes espumantes que consequentemente contribuíram para o aumento da concentração total de hexoses, após hidrólise ácida dos polissacarídeos na quantificação de açúcares pelo método Eynon-Lane. Efeito semelhante foi reportado por Kadam et al. (2011) em secagem de diferentes formulações de espuma de tangerina, nas quais os autores observaram que maiores concentrações de agentes espumantes (carbo-

ximetilcelulose, leite e clara de ovo), resultaram no aumento do teor de açúcares.

Por ser a vitamina mais instável quimicamente, a retenção do ácido ascórbico (vitamina C) é utilizada como um índice de qualidade nutricional durante o processamento e a estocagem de alimentos (FENNEMA et al., 2008). Desta forma, considera-se que se o ácido ascórbico for retido no alimento, os demais nutrientes também o serão.

Como pode ser observado na Tabela 2, a polpa desidratada da formulação com maior conteúdo de agentes formadores de espuma (formulação 4) apresentou retenção de 28,55% de vitamina C (10,78 mg/100g) e a formulação com menor concentração (formulação 2) reteve 13,86% da vitamina (5,24 mg/100g). Segundo Jayaraman & Dasgupta (1992) e Gabas et al. (2003) quanto maior a viscosidade do produto, menor será a sua umidade e a mobilidade molecular e de oxigênio, o que reduz a velocidade de reação da degradação do ácido ascórbico. Desta forma, os resultados obtidos indicam que a adição de agentes espumantes, em concentrações maiores, favorece a retenção do ácido ascórbico, por aumentar a viscosidade das espumas. Por outro lado, a exposição das formulações a temperatura elevada (70°C) e ao oxigênio do ar durante a secagem são fatores que contribuem para sua degradação (ARANHA et al., 2000; MAIA et al., 2008).

Silva et al. (2008), em polpa de tamarindo desidratada pelo processo *foam mat* a 70°C, obtiveram 23,54 mg/100g de vitamina C, enquanto que o valor da polpa fresca foi de 36,73 mg/100g. Em espuma de polpa de cerguela formulada com 5% de albumina e desidratada a 70°C, Furtado et al. (2010) verificaram o mesmo comportamento, sendo o conteúdo de ácido ascórbico para a polpa desidratada menor (2,98 mg/100g) quando comparada com a polpa fresca (7,83 mg/100g). Estes resultados são semelhantes aos encontrados neste trabalho, para a polpa fresca.

Em espumas de jenipapo formuladas com albumina, Emustab, Superliga e maltodextrina em diferentes concentrações, Pinto (2009) verificou que o conteúdo de ácido ascórbico não variou com a adição dos agentes espumantes, com exceção da maltodextrina, que reduziu em 38,15% o conteúdo desta vitamina, concluindo que a natureza do agente espumante pode interferir na retenção do ácido ascórbico.

CONCLUSÃO

A adição dos agentes formadores de espuma influenciou no aumento dos teores de fibras, cinzas e açúcares. Assim como o aumento da concentração dos agentes formadores de espuma nas formulações, que contribuiu para a retenção do ácido ascórbico. A melhor formulação para a polpa em pó obtida pelo processo *foam-mat* foi a adição de 1,5% de Emustab e 1,0% de Pectina em 100 g de polpa. Nessas condições, a retenção da vitamina C foi de 28,55% para a polpa de cajamanga.

BREDA, C.A.; JUSTI, P.N.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E.J. Effect of *foam mat* dehydration in cajamanga pulp vitamin C retention. **Alim. Nutr. = Braz. J. Food Nutr.**, Araraquara, v.24, n.2, p. 189-193, abr./jun. 2013.

■**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the effect of foam mat dehydration in the retention of vitamin C of cajamanga pulp. The cajamanga pulp was prepared from four formulations using three foaming agents combined in different concentrations: 1) citrus pectin, 2) distilled monoglycerides, sorbitan monostearate and polysorbate 60 based product (Emustab) and 3) sucrose, carboxymethylcellulose and guar gum based product (Super Liga Neutra). Proximate composition and the vitamin C content were determined for fresh and dehydrated pulps obtained from the formulations. The results showed that the foaming agents addition favored the increase of sugars and fiber in the dried pulp. The foam-forming agents influenced the retention of vitamin C. The dehydrated pulp containing Emustab 1.5% and pectin 1.0% was the formulation with improved retention of vitamin (28.55%).

■**KEYWORDS:** *Spondias dulcis*; conservation; Vitamin C; nutritional quality.

REFERÊNCIAS

ARANHA, F.Q. et al. O papel da vitamina C sobre as alterações orgânicas no idoso. **Rev. Nutr.**, v. 13, p. 89-97, 2000.

ARLINDO, D.M.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIREDO, R.M.F. Armazenamento de pimentão em pó em embalagem de polietileno. **Rev. Bras. Prod. Agroind.**, v. 9, p. 111-118, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16th ed. Gaithersburg, 1997. 1141p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12. ed. Washington, DC, 1975. 1094p.

BASTOS, D. S. et al. Desidratação da polpa de manga Tommy Atkins utilizando a técnica foam mat drying – Avaliações químicas, físico-químicas e sensoriais. **Braz. J. Food Technol.**, v.8, p. 283-290, 2005.

ENDO, E. et al. Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora Edullis f. flavicarpa*) desidratado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 27, p. 382-386, 2007.

FARIA, H.G.; STABILLE, S.R. Efeito de diferentes tempos de autoclavagem sobre a qualidade nutricional da ração utilizada para ratos (*Rattus norvegicus*) em crescimento. **Acta Sci.**, v. 23, p. 645-648, 2001.

FENNEMA, O.R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L. **Fennema's food chemistry**. 4th ed. London: CRC, 2008. 1144p.

FURTADO, G.F. et al. Secagem de polpa de ceriguela pelo método de camada de espuma. **Rev. Bras. Prod. Agroind.**, v. 12, p. 9-14, 2010.

GABAS, A.L.; TELIS-ROMERO, J.; MENEGALLI, F.C. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 23, supl., p. 66-70, 2003.

GALDINO, P.O. et al. Avaliação da estabilidade da polpa de umbu em pó. **Rev. Bras. Prod. Agroind.**, v. 5, p. 73-80, 2003.

GURJÃO, K.C.O. **Desenvolvimento, armazenamento e secagem de tamarindo (*Tamarindus indica* L.)**. 2006. 165f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

HIATT, A.N.; TAYLOR, L.S.; MAUER, L.J. Influence of simultaneous variations in temperature and relative humidity on chemical stability of two vitamin C forms and implications for shelf life models. **J. Agric. Food Chem.**, v. 58, p. 3532-3540, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4. ed. 1. ed. Digital. São Paulo, 2008. 1020p.

JAYARAMAN, K.S.; DASGUPTA, D.K. Dehydration of fruits and vegetables – recent developments in principles and techniques. **Drying Technol.**, v. 10, p. 1-50, 1992.

KADAM, D.M. et al. Quality of fresh and stored foam mat dried Mandarin powder. **Int. J. Food Sci. Technol.**, v.46, p. 793-799, 2011.

KARIN, A.A.; WAI, C.C. Foam-mat drying of starfruit (*Averhoa carambola* L.) purée. Stability and air drying characteristics. **Food Chem.**, v.64, p. 337-343, 1999.

LAGO-VANZELA, E.S. et al. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel 'caja-manga' (*Spondias cytherea* Sonn.) jelly. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 31, p. 398-405, 2011.

MAIA, G.E.G. et al. Determinação dos teores de vitamina C em hortaliças minimamente processadas. **Alim. Nutr.**, v.19, p.329-335, 2008.

MARUYAMA, L.Y. et al. Textura instrumental de queijo *petit-suisse* potencialmente probiótico: influência de diferentes combinações de gomas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 26, p. 386-393, 2006.

MATTOS, L.L.; MARTINS, I.S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Rev. Saúde Pública**, v. 34, p. 50-55, 2000.

PINTO, E.G. **Caracterização da espuma de jenipapo (*Genipa americana* L.) com diferentes aditivos visando à secagem em leito de espuma.** 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

RAJKUMAR, P. et al. Drying characteristics of foamed alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer. **J. Food Eng.**, v. 79, p.1452-1459, 2007.

SANKAT, C.K.; CASTAIGNE, F. Foaming and drying behaviour of ripe bananas. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.**, v. 37, p. 517-525, 2004.

SILVA, A.S. et al. Desidratação da polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. **Ciênc. Agrotecnol.**, v. 32, p.1889-1905, 2008.

SILVA, R.N.G. et al. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Ciênc. Rural**, v. 35, 1179-1184, 2005.

SOARES, E.C. et al. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo "Foam-mat". **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.21, p. 164-170, 2001.

Recebido em: 14/03/2012

Aprovado em: 17/06/2013