

ESTABILIDADE DO ÁCIDO ASCÓRBICO EM SUCO CONGELADO DE ACEROLA (*Malpighia glabra* L. - sinônimo *M. puniceifolia* L.) DURANTE O ARMAZENAMENTO

RITA MARIA CORTE-ELEUTÉRIO *
JOCELEM MASTRODI SALGADO **

Avaliou-se a estabilidade do ácido ascórbico em suco congelado de acerola (*Malpighia glabra* L. - sinônimo *M. puniceifolia* L.), obtido de frutas verdes e maduras, em diferentes tempos de armazenamento. As análises químicas para determinação do ácido ascórbico foram realizadas imediatamente após a extração do suco da fruta e depois de um, três, seis e nove meses de armazenamento em congelador. Concluiu-se que o ácido ascórbico apresenta boa estabilidade em suco de acerola, com retenção de 83,72% para o suco obtido de frutas maduras e 91,22% para o de frutas verdes, ao final de nove meses de armazenamento a -18°C.

1 INTRODUÇÃO

A acerola ou cereja das Antilhas (*Malpighia glabra* L. - sinônimo *M. puniceifolia* L.) é reconhecida como uma fruta que contém alta concentração de vitamina C, quando comparada com outras frutas fontes desta vitamina. O seu conteúdo de ácido ascórbico varia de 860 a 2700 mg por 100 g de fruta madura (7, 9, 16, 19, 21, 24).

* Bolsista do CNPq e Pós-graduanda em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), São Paulo, SP.

** Professora Associada ao Setor de Nutrição Humana e Alimentos ESALQ/USP.

A vitamina C é fundamental para todo o complexo biológico humano e pesquisadores como ANDERSON (3), BLOCK (10), PALEVIC *et al.* (28), ROBERTSON *et al.* (30) e ZIEGLER (31), entre outros, estão voltando suas atenções para melhor compreensão do seu funcionamento no organismo.

Um dos papéis mais significativos da vitamina C é a formação e manutenção do colágeno, responsável pela formação dos dentes, dos ossos, da pele, de cartilagens e pela integridade da parede estrutural dos capilares (11, 23).

A vitamina C desempenha papel importante na prevenção e cura de anemia, sendo que na presença do ácido ascórbico, a absorção do ferro no intestino aumenta consideravelmente (11, 17, 23). Também atua na conversão do ácido fólico para o seu análogo biologicamente ativo, o ácido tetraidrofólico (11, 23).

Dentro das células, o ácido ascórbico participa do metabolismo dos ácidos graxos, contribuindo para formação da carnitina, a qual é essencial para o transporte de grupos acil dentro e fora da mitocôndria. Dentro da mitocôndria, o grupo acil participa da produção de energia (20).

BLOCK (10) relata o papel do ácido ascórbico como fator de proteção contra a formação de nitrosaminas. Estes compostos são agentes carcinogênicos formados pela interação de uma substância contendo nitrogênio (uréia, amida e amina) e o nitrito ou óxido de nitrogênio. O ácido ascórbico reage prioritariamente com o nitrito tornando-o não disponível para reagir com as aminas.

PALEVIC *et al.* (28) pesquisando a atividade antimetabólica do ácido ascórbico em tumores de animais e humanos observaram que, este ácido, quando ingerido em quantidades superiores a 1 g por dia, inibe a síntese de DNA e a mitose de células de tumores.

Outra função biológica importante do ácido ascórbico é a reação com radicais livres, principalmente os derivados do oxigênio, os quais são destrutivos e aparecem no curso de oxidações e reduções essenciais para a manutenção da vida e produção de energia necessária ao organismo. Além disso, os radicais livres podem entrar no metabolismo como resultado da irradiação solar, cigarro, etc. Esta propriedade é particularmente importante nos olhos e fluídos extracelulares, principalmente no pulmão (22). Estudos bioquímicos mostraram que, a

oxidação causada pela acumulação de radicais livres está provocando cataratas em idosos e que, a vitamina C (junto com a vitamina E e β -caroteno) pode prevenir ou retardar seu desenvolvimento (30).

A vitamina C também exerce função importante no aumento da resistência imunológica, incrementando a atividade antimicrobiana e agindo na reconstituição dos leucócitos em períodos de queda de resistência. Por este motivo, é considerada fundamental como agente imunofarmacológico na profilaxia e terapia de indivíduos imunocomprometidos (2).

A acerola é bastante consumida no mundo, porém não na forma "in natura", pois tratando-se de fruta perecível, sua comercialização nesta forma torna-se difícil. Esta fruta requer manuseio delicado e em poucos dias após ser colhida deteriora-se, não podendo mais ser consumida. Sua estocagem e transporte, principalmente para lugares distantes, é difícil, não havendo maneira de utilizá-la "in natura" com eficiência, exceto para consumo nos locais de produção (5).

A conservação da acerola envolve sua transformação em produtos como polpas congeladas, geléias, sorvetes, compotas, etc. Para ORSONO (27) as vantagens do congelamento e armazenamento a -18°C dizem respeito a preservação do sabor, da cor e dos componentes voláteis da fruta, sem a necessidade de se adicionar produtos diferentes ao suco. Com o suco congelado pode-se obter produtos, que tradicionalmente são preparados com frutas "in natura", propiciando o consumo tanto em regiões distantes de seu lugar de plantio, como na entressafra.

A qualidade nutricional desta fruta, a possibilidade de expansão do mercado (12) e a necessidade de se encontrar forma de conservação prática, acessível e viável economicamente têm originado pesquisas para seu melhor aproveitamento.

Neste trabalho avaliou-se a estabilidade do ácido ascórbico em suco congelado de acerola (*Malpighia glabra* L. - sinônimo *M. puniceifolia* L.), obtido de frutas verdes e maduras em diferentes tempos de armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As atividades desta pesquisa foram conduzidas nas dependências do Setor de Nutrição Humana e Alimentos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- USP - Campus de Piracicaba, SP.

2.1 MATÉRIA-PRIMA

Utilizou-se acerolas provenientes de Louveira, SP, colhidas em dois estágios de desenvolvimento: verdes (coloração da casca verde) e maduras (coloração da casca completamente vermelha). O peso de cada fruta variou de 4 a 9 g.

Todo o material foi processado, dentro do período máximo de 24 horas após a colheita, devido à alta perecibilidade desta fruta.

2.2 PROCESSAMENTO DO SUCO CONGELADO

Do total das frutas colhidas (aproximadamente 6 Kg de cada estágio de amadurecimento) selecionou-se aleatoriamente a quantidade necessária de frutas para obtenção de aproximadamente 1 litro de suco.

As frutas passaram por processo manual de lavagem em água corrente por 1 minuto, seguida de drenagem. A obtenção do suco foi realizada por extração em centrífuga doméstica comercial.

Para preparação das amostras colocou-se 40 mL de suco em 15 sacos de polietileno, os quais foram dobrados, fechados e armazenados em congelador a -18°C.

2.3 DESCONGELAMENTO DAS AMOSTRAS

Doze horas antes da realização das análises (1, 3, 6, 9 meses), três amostras foram retiradas do congelador (três repetições) e mantidas em refrigeração até o momento do exame.

2.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE

As análises químicas para determinação do ácido ascórbico foram realizadas imediatamente após a extração do suco da fruta e depois de um, três, seis e nove meses de armazenamento em congelador. A determinação do teor do ácido ascórbico foi realizada pelo método de titulação com 2,6 diclorofenolindofenol, recomendado pela Association of Official Analytical Chemists (8). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico em 100 g da amostra. O experimento consistiu de três repetições para cada tempo de análise.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Submeteu-se os resultados à análise de variância, utilizando-se o teste F e para comparação das médias, o teste de Tukey. Também realizou-se regressão quadrática para obtenção de equação que evidenciasse a porcentagem de retenção de ácido ascórbico no suco congelado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises do suco congelado, nos diferentes tempos de armazenamento e a porcentagem de retenção de ácido ascórbico estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 - TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO EM SUCO CONGELADO OBTIDO DE FRUTAS MADURAS E AS RESPECTIVAS PORCENTAGENS DE RETENÇÃO COM RELAÇÃO AO TEMPO ZERO E DURANTE OS 9 MESES DE ESTOCAGEM

Armazenamento (meses)	Conteúdo de ácido ascórbico (mg/100 g de suco)	Retenção de ácido ascórbico (%)
0	992,907 A*	---
1	935,373 B*	96,48
3	890,523 C*	90,71
6	847,353 D*	85,28
9	820,703 E*	83,72

F (tempo) = 194,18 **

* Médias com diferentes letras diferem entre si ao nível de 1% de significância.

** F é significativo ao nível de 1%.

O conteúdo de ácido ascórbico encontrado no tempo zero foi de 992,91 mg por 100 g de suco de frutas maduras e de 2.384,75 mg por 100 g de suco de frutas verdes. FITTING & MILLER (15) encontraram 1.110 mg por 100 g de suco de frutas maduras; MUTHUKRISHINAN & PALANISWAMY (25) de 1.051 a 1.736 mg de ácido ascórbico por 100 g do suco de frutas maduras e ARAGÃO *et al.* (4) 1.040 mg por 100 g de suco obtido de frutas maduras.

As variações do teor desta vitamina na acerola, assim como em outras frutas, podem ocorrer dependendo da localidade do plantio, das práticas de cultivo, do regime pluvial e da exposição à luz do sol, no período de desenvolvimento dos frutos (1, 26). Os métodos de obtenção do suco

também interferem no conteúdo de ácido ascórbico.

**TABELA 2 - TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO EM SUCO CONGELADO
OBTIDO DE FRUTAS VERDES E AS RESPECTIVAS
PORCENTAGENS DE RETENÇÃO COM RELAÇÃO AO
TEMPO ZERO E DURANTE OS 9 MESES DE ESTOCAGEM
VERDES**

Armazenamento (meses)	Conteúdo de ácido ascórbico (mg/100 g de suco)	Retenção de ácido ascórbico (%)
0	2384,753 A*	---
1	2291,667 B*	97,52
3	2201,797 C*	93,69
6	2171,473 D*	90,76
9	2150,670 E*	91,22

F (tempo) = 535,14**

* Médias com diferentes letras diferem entre si ao nível de 1% de significância.

** F é significativo ao nível de 1%.

O suco de frutas verdes apresentou teor de ácido ascórbico maior que o de frutas maduras. Como a atividade da enzima ácido ascórbico oxidase é maior nas frutas maduras que nas verdes (6) pode-se explicar, pelo menos em parte, tal resultado.

Através da análise estatística constatou-se que existe diferença significativa (ao nível de 1%), tanto para a variação ocorrida no suco de frutas maduras, quanto para o de frutas verdes (durante o armazenamento). A comparação de médias realizada pelo teste Tukey mostrou que esta variação de conteúdo de ácido ascórbico é significativa quando as médias são comparadas duas a duas (obtidas em cada tempo analisado). Estas análises estatísticas podem ser observadas na Tabela 1 (suco de frutas maduras) e Tabela 2 (suco de frutas verdes).

Para obtenção do valor quantitativo de retenção do ácido ascórbico, após 9 meses de congelamento do suco de acerola, foi aplicada a regressão quadrática. Deste modo foi possível obter as equações (1) para o suco congelado de frutas maduras e (2) para o suco congelado de frutas verdes:

$$(1) \quad Y = 982,964 - 36,796 \cdot x + 2,112 \cdot x^2 \quad (** R^2 = 97,07\%)$$

$$(2) \quad Y = 2367,112 - 63,194 \cdot x + 4,453 x^2 \quad (**R^2=85,71 \%)$$

onde Y = conteúdo de ácido ascórbico
x = tempo de armazenamento (meses)

Para o suco congelado obtido de frutas maduras, após um mês de armazenamento, a perda de ácido ascórbico foi de 3,52%. Ainda tendo como referência o tempo zero, após três meses de armazenamento, houve decréscimo de 9,29%, passando para 14,72% após 6 meses e no final de 9 meses o conteúdo de ácido ascórbico encontrado foi 16,28% menor que no início, o que significa retenção de 83,72% de ácido ascórbico.

Quanto ao suco congelado elaborado de frutas verdes verificou-se que, em um mês de armazenamento ocorreu decréscimo de 2,48%. Tendo como referência o tempo zero observou-se que após 3 meses de armazenamento houve diminuição de 6,31%, passando para 9,24% após 6 meses, e, no final de 9 meses para 8,78%, o que significa retenção de 91,22% de ácido ascórbico.

FITTING & MILLER (15), que pesquisaram os efeitos do congelamento na retenção do ácido ascórbico em suco de acerola elaborado de frutas maduras, encontraram após 8 meses, valores de retenção de ácido ascórbico de aproximadamente 82 a 92% de ácido ascórbico no suco. Portanto, os resultados encontrados pelo presente trabalho assemelharam-se aos apresentados por estes pesquisadores.

O decréscimo do teor de ácido ascórbico decorre de oxidações, que ocorrem não só na obtenção do suco, mas também durante seu armazenamento em congelador. A vitamina C está presente nos tecidos vegetais principalmente na forma de ácido ascórbico. Este composto pode ser oxidado de modo reversível a ácido dehidroascórbico que, posteriormente, quando convertido irreversivelmente em ácido 2,3-dicetogulônico, perde sua atividade biológica de vitamina (13, 18). Embora o ácido ascórbico seja considerado como um dos nutrientes mais sensíveis a oxidação (14), a retenção do ácido ascórbico do suco de acerola congelado mostrou-se alta. As razões disto não estão bem claras, mas acredita-se que algumas substâncias como flavonóides presentes em alguns sucos são inibidores da oxidação enzimática e não enzimática do ácido ascórbico (18). Portanto, a antocianina que está presente no suco de acerola pode estar ajudando a aumentar a estabilidade do ácido ascórbico. Há duas teorias para explicar o modo de ação dos flavonóides. A primeira, é que esses compostos são agentes complexantes de metais, podendo formar complexos com metais muito facilmente. A segunda, é que os flavonóides interrompem a reação de oxidação do ácido ascórbico, agindo como receptores de radicais livres (13, 18). Além dos flavonóides, o

aumento da concentração de ácidos polibásicos, como o ácido málico, que está presente no suco de acerola, reduzem a atividade catalítica de metais como cobre e ferro, favorecendo a estabilidade do ácido ascórbico (13, 18).

Após nove meses de armazenamento, o teor de ácido ascórbico encontrado no suco congelado de frutas maduras (820,70 mg por 100 g de suco) ainda foi superior ao encontrado na maioria das frutas fontes de vitamina C na forma "in natura". Conforme FONSECA et al. (16) o caju amarelo apresenta 215 mg de ácido ascórbico por 100 g da fruta, a goiaba 166 a 169 mg de ácido ascórbico por 100 g da fruta e a uvaia 150 mg por 100 g da fruta. Segundo MOSER & BENDICH (24) a groselha apresenta 150 a 230 mg de ácido ascórbico por 100 g da fruta, o limão de 50 a 80 mg, o morango, de 40 a 90, o abacaxi de 20 a 40 e a laranja de 40 a 60 mg de ácido ascórbico por 100 g da fruta.

De acordo com a Recommended Dietary Allowances (29) 60 mg de vitamina C por dia é a quantidade mínima necessária para um adulto. No entanto, a maioria dos pesquisadores como PALEVIC *et al.* (28), ANDERSON (3), BLOCK (10) e ZIEGLER (31) concordam que doses diárias de 1 g trazem muitos benefícios ao organismo humano, sem contra indicação, especialmente quando ingerida através de frutas. Deste modo, a ingestão de 100 g de suco congelado por 9 meses fornece aproximadamente 1 g de vitamina C, o que é suficiente para suplementar a dieta humana em termos deste nutriente.

4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o ácido ascórbico apresenta boa estabilidade em suco congelado de acerola, com retenção de 83,72% para o elaborado com frutas maduras e 91,22% para o de frutas verdes ao final de 9 meses de armazenamento. Além disso, o congelamento do suco de acerola permite melhor aproveitamento desta fruta, que tem se mostrado excelente suplemento vitamínico, com boas condições de mercado.

Abstract

The objective of this paper was the evaluation of ascorbic acid stability in frozen acerola (*Malpighia glabra* L. - sinônimo *M. puniceifolia* L.) juice obtained from ripe and unripe fruits during different periods of storage. Ascorbic acid content determination was performed in fresh juice and after one, three, six and nine months of storage under frozen conditions. Ascorbic acid retention in the ripe fruit frozen juice at -18°C, after nine months, was 83.72% and 91.22% for unripe fruits. These results denote high stability of ascorbic acid in acerola frozen juice under the applied conditions.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ALVES, R. E., CHITARRA, A.B., CHITARRA, M. I. F. **Postharvest physiology of Acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) fruits: maturation changes; respiration activity and refrigerated storage at ambient and modified atmosphere.** Lavras : ESAL/Depto. Ciências de Alimentos, 1993. 7 p.
- 2 ANDERSON, R. Ascorbic acid and immune functions: mechanism of immunostimulation. In: COUNSELL, J. N. & HORNIG, D. H. **Vitamin C (Ascorbic acid).** New Jersey : Applied Science Publishers, 1982. p. 249-272.
- 3 ANDERSON, R. Assessment of the roles of vitamin C, vitamin E and β -carotene in the modulation of oxidant stress mediated by cigarette smoke-activated phagocytes. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 53, p. 358-361, 1991.
- 4 ARAGÃO, C., IKEGAKI, M., SATO, H. OLIVEIRA, I.M., PARK, Y.K. Determination of ascorbic acid concentration in acerola and camu-camu fruit juices by ascorbate oxidase method. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 175-176, 1996.
- 5 ARAUJO, P. S. R., MINAMI, K. **Acerola.** Campinas : Fundação Cargill, 1994. 81 p.
- 6 ASENJO, F. C. Acerola. In: NAGY, S., SHAW, P.E. **Tropical and subtropical fruits.** Westport : AVI Publ., 1980. p. 341-374.
- 7 ASENJO, F.C., GUZMAN, A. R. F. The high ascorbic acid content of the West Indian cherry. **Science**, v. 103, p. 219, 1946.
- 8 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 15. ed. Arlington, 1990. p. 1058-1059.

- 9 BENK, E. Tropical and subtropical fruit and fruit products. **Verbraucherdienst-B**, v. 18, n. 10, p. 229-234, 1973.
- 10 BLOCK, G. Vitamin C status and cancer: epidemiologic evidence of reduced risk. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 669, p. 280-292, 1992.
- 11 BURTON, B. Acido Ascórbico (Vitamina C). In: _____. **Nutrição humana**. São Paulo : McGraw-Hill do Brasil, 1979. p.135-139.
- 12 CARDOSO, C. E. L., ANDIA, L. H., LOPES, R. L. **Estrutura, conduta e desempenho do mercado da acerola no Brasil: um estudo preliminar**. Piracicaba : ESALQ/Dept. de Economia e Sociologia Rural, 1994.
- 13 ELBE, J. H. Chemical changes in plant and animal pigments during food processing. In: FENNEMA, O., CHANG, W., YILU, C. **Role of chemistry in the quality of processed food**. Westport : Food and Nutrition Press, 1986. cap. 5, p. 49-51.
- 14 ELEUTÉRIO, R.M.C., OETTERER, M. Retenção do ácido ascórbico no processamento de alimentos. In: PROCESSAMENTO e qualidade nutricional dos alimentos. Piracicaba : ESALQ/Dept. de Ciência e Tecnologia Agroindustrial de Alimentos, 1994. v. 1.
- 15 FITTING, K. O., MILLER, C. D. The stability of ascorbic acid in frozen and bottled acerola juice alone and combined with other fruit juices. **Food Research**, v. 25, p. 203, 1960.
- 16 FONSECA, H., NOGUEIRA, N., MARCONDES, A.M.S. Teor de ácido ascórbico e β -caroteno em frutas e hortaliças brasileiras. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**, v. 19, n. 1, p. 9-16, 1969.
- 17 HALLBERG, L. Effect of vitamin C on the bioavailability of iron from food. In: COUNSELL, J. N., HORNIG, D. H. **Vitamin C (ascorbic acid)**. New Jersey : Applied Science Publishers, 1982. p. 49-61.
- 18 HENSHALL, J. D. Ascorbic acid in fruit juices and beverages. In: COUNSELL, J. N. & HORNIG, D. H. **Vitamin C (ascorbic acid)**. New Jersey : Applied Science Publishers, 1982. p. 123-137.
- 19 HERRMANN, K. Übersicht über die chemische Zusammensetzung und die Inhaltsstoffe einer Reihe wichtiger exotischer Obstarten. **Z.Lebensm. Unters. Forsh.**, v. 173, p. 47-60, 1981.

- 20 ISLABÃO, N. Vitamina C. In: _____. **Vitaminas: seu metabolismo no homem e nos animais domésticos.** São Paulo : Nobel, 1987. p. 151-155.
- 21 ITOO, S., AIBA, M., ISHIHATA, K. Ascorbic acid content in acerola fruit from different production regions and degrees of maturity, and stability during processing. **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology (Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishil),** v. 37, n. 9, p. 726-729, 1990.
- 22 KLAUI, H., PONGRACZ, G. Ascorbic acid and derivatives antioxidants in oils and fats. In: COUNSELL, J. N. & HORNIG, D. H. **Vitamin C (ascorbic acid).** New Jersey : Applied Science Publishers, 1982. p. 139-166.
- 23 MITCHELL, H. S., RYNBERGEN, H. J., ANDERSON, L., DIBBLE, M.V. Acido ascórbico. In: _____. **Nutrição.** 16. ed. Rio de Janeiro : Interamericana, 1978. cap. 7, p. 92-96.
- 24 MOSER, U., BENDICH, A. Vitamin C. In: MACHLIN, L. J. **Handbook of vitamins.** New York : Marcel Dekker, 1991. cap. 5, p. 195-232.
- 25 MUTHUKRISHNAN, C.R., PALANISWAMY, P. A study on the West Indian cherry products. **Indian Food Packer,** v. 26, n. 4, p. 34-7, 1972.
- 26 NAKASONE, H. Y., MIYASHITA, R. K., YAMANE, G. M. Factors affecting ascorbic acid content of the acerola (*Malpighia Glabra* L.). **American Society for Horticultural Science,** v. 89, p. 161-162, 1966.
- 27 ORSONO, M. V. Diferentes métodos de conservación de pulpas de frutas tropicales. **Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas,** v. 144, p. 34-48. 1983.
- 28 PALEVIC, K., KOS. Z., SAPAVENTI, S. Antimetabolic activity of L-ascorbic acid in human and animal tumors. **International Journal of Biochemistry,** v. 21, n. 8, p. 931-935, 1989.
- 29 RECOMMENDED dietary allowances national. Washington : Academic Press, 1989. p. 284-286.
- 30 ROBERTSON, J. McD, DONNER, A. P., TREVITHICK, J. R. A possible role for vitamins C and E in cataract prevention. **American Journal Clinical Nutrition,** v. 53, p. 346-351, 1991.

- 31 ZIEGLER, R. G. Vegetables, fruits, and carotenóids and risk of cancer. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 53, p. 251-259, 1991.

Agradecimentos

Ao Senhor Bruno Casarin, produtor de acerola do Município de Louveira, SP e ao Engenheiro Agrônomo da Secretaria da Agricultura de Louveira, SP, Luiz Carlos Alarcon, pela colaboração no desenvolvimento dessa pesquisa e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pela bolsa concedida.