

Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento

Ascorbic acid stability in fresh fruit juice under different forms of storage

Autores | Authors

Kelly Damasceno CUNHA
Priscila Ribeiro da SILVA
Ana Lígia Faria e Silva da
Fonseca COSTA
Anderson Junger TEODORO

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Escola de Nutrição
Departamento de Tecnologia de Alimentos
Rio de Janeiro/RJ - Brasil
e-mail: kellymozart@gmail.com
pr.ribeiro85@gmail.com
analigiabr@gmail.com
atteodoro@gmail.com

✉ **Maria Gabriela Bello KOBLITZ**

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Escola de Nutrição
Departamento de Tecnologia de Alimentos
Av. Pasteur, 296, Bloco II, Urca
CEP: 22290-240
Rio de Janeiro/RJ - Brasil
e-mail: mkoblitz@gmail.com

✉ Autor Correspondente | Corresponding Author

Recebido | Received: 22/11/2013
Aprovado | Approved: 24/06/2014
Publicado | Published: jun./2014

■ Resumo

O ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel de importância nutricional há muito estabelecida, por sua atuação como cofator em diversos processos fisiológicos e como antioxidante. O ser humano depende da ingestão diária desse micronutriente, cujas principais fontes são as frutas e hortaliças. Por ser um nutriente menos estável, o ácido ascórbico sofre perdas no processamento e no armazenamento, influenciadas por diversos fatores, como pH, temperatura, presença de íons, etc. A literatura apresenta escasso material sobre a estabilidade de ácido ascórbico em armazenamento doméstico, além de haver poucas informações sobre essa vitamina em sucos frescos. A metodologia padrão de análise dessa vitamina em sucos é o Método Titulométrico de Tillmans, que pode apresentar ponto de viragem de difícil visualização. Neste trabalho, foram avaliadas a concentração e a estabilidade do ácido ascórbico de sucos comerciais recém-preparados de laranja, abacaxi com hortelã e melancia, armazenados sob refrigeração e em temperatura ambiente, por dois métodos titulométricos distintos. O método alternativo de análise (NBS) superestimou a concentração de ácido ascórbico das amostras. Não houve diferença significativa na estabilidade da vitamina em sucos armazenados em temperaturas entre 6 e 30°C, no período testado. O ácido ascórbico foi estável por 24h no suco de laranja, porém apresentou decréscimo significativo após 8h de armazenamento nos sucos de abacaxi e melancia, possivelmente em virtude das diferenças de acidez inicial desses sucos. Em comparação com a literatura disponível, verificou-se que sucos frescos apresentaram menor estabilidade de ácido ascórbico do que sucos industrializados.

Palavras-chave: Vitamina C; DCFI; NBS; *Citrus sinensis*; *Citrullus vulgaris*; *Ananas comosus*.

■ Summary

Ascorbic acid is a water soluble vitamin of long-established nutritional importance for its role as a cofactor in many physiological processes and as an antioxidant. Human beings depend on daily intake of this micronutrient, whose main sources are fruits and vegetables. As the least stable nutrient, ascorbic acid suffers losses during processing and storage, influenced by several factors (pH, temperature, presence of ions, etc.). The literature provides little material on the stability of ascorbic acid in home storage and there is little information about this vitamin in fresh juices. The standard methodology for analysis of this vitamin in juices is the titrimetric method of Tillmans, which can present difficulties in visualizing the turning point. In this study, the concentration and stability of ascorbic acid in freshly prepared commercial juices of orange, pineapple with mint and watermelon, stored under refrigeration or at room temperature, were evaluated with two different titrimetric methods. The alternative method of analysis (NBS) overestimated the ascorbic acid concentration of the samples. There was no significant difference in the stability of this vitamin in juices stored in temperatures between 6 and 30°C during the testing period. Ascorbic acid was stable for 24 h in orange juice, but showed significant decrease after 8 h storage in pineapple and watermelon juices, possibly due to differences in initial acidity of these juices. In comparison to the available literature it was found that fresh juices had lower ascorbic acid stability than industrialized juices.

Key words: Ascorbic acid; DCFI; NBS; *Citrus sinensis*; *Citrullus vulgaris*; *Ananas comosus*.

Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento

CUNHA, K. D. et al.

1 Introdução

Vitamina C é o nome dado ao conjunto de compostos (isômeros, formas sintéticas e produtos de oxidação) que apresentam atividade biológica semelhante à do ácido L-ascórbico (2,3-enediol-L-ácido glicônico-γlactona) (SPINOLA et al., 2013). A importância nutricional dessa vitamina hidrossolúvel está estabelecida há muito tempo: sabe-se que sua deficiência causa escorbuto, enfermidade caracterizada por sangramento da gengiva, dificuldade na cicatrização de feridas, fadiga e anemia, e que pode ser fatal (PHILLIPS et al., 2010). Além disso, o ácido ascórbico é um cofator em diversos processos fisiológicos, incluindo a hidroxilação de prolina e lisina na síntese de colágeno e outras proteínas do tecido conjuntivo, a síntese de norepinefrina e de hormônios adrenais, a ativação de hormônios peptídicos e a síntese de carnitina. O ácido ascórbico age ainda como antioxidante, além de facilitar a absorção intestinal de ferro e a manutenção do íon ferroso no plasma sanguíneo (TARRAGO-TRANI et al., 2012).

Em virtude da sua incapacidade de sintetizar ácido ascórbico, o ser humano depende inteiramente da ingestão deste micronutriente. A recomendação de ingestão diária dessa vitamina é de 25 mg para crianças, 75 mg para mulheres e de 90 mg para homens. No entanto, o consumo de dosagens significativamente mais altas está sob investigação, pela possibilidade de proporcionar diversos benefícios à saúde (TARRAGO-TRANI et al., 2012). No Brasil, de acordo com a legislação pertinente, a ingestão diária recomendada (IDR) é de 60 mg para adultos (BRASIL, 1998a). As principais fontes de ácido ascórbico são as frutas e hortaliças, particularmente as frutas cítricas e os vegetais folhosos (PHILLIPS et al., 2010). Entretanto, o ácido ascórbico é considerado a vitamina mais sujeita à degradação por exposição ao calor, além de sofrer alterações aceleradas pela presença de oxigênio e pelo pH do meio, entre outras condições. Assim, o ácido ascórbico está sujeito a perdas significativas ao longo do armazenamento ou do processamento, sendo oxidado (química ou enzimaticamente) a ácido deidroascórbico, que apresenta atividade vitamínica, mas que é ainda menos estável e sofre oxidação a ácido dicetogulônico, que se degrada em diferentes produtos, como: ácido oxálico, ácido xilônico e xilose. Sabe-se que diversos fatores afetam a estabilidade do ácido ascórbico durante o armazenamento, incluindo o pH do meio, a presença de oxigênio e de íons metálicos, e a temperatura (TARRAGO-TRANI et al., 2012; SPINOLA et al., 2013).

A metodologia padrão da AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*) para determinação de ácido ascórbico em sucos consiste no método titulométrico envolvendo o 2,6-diclorofenol-indofenol (DCFI), conhecido como Reagente de Tillmans (AOAC Official Method 967.26) (HORWITZ, 2005). Esse método,

no entanto, apresenta ponto de viragem de difícil visualização em amostras coloridas, o que dificulta sua aplicação para diversos sucos de frutas e produtos de hortaliças (ARYA et al., 2000).

A literatura apresenta vários relatos sobre a estabilidade do ácido ascórbico em sucos de frutas (ZERDIN et al., 2003; LEIZERSON e SHIMONI, 2005; CASTRO et al., 2006; ROS-CHUMILLAS et al., 2007); no entanto, poucos foram os relatos que utilizaram amostras de suco fresco e há ainda dados limitados sobre a comparação de métodos utilizados nessa determinação. Além disso, o consumidor, muitas vezes, consome o suco ao longo de um período de tempo, mantendo a embalagem aberta, tornando-se importante a avaliação do comportamento do ácido ascórbico frente a esse tipo de armazenamento.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a concentração de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos disponíveis no mercado do Rio de Janeiro e sua estabilidade ao longo do armazenamento refrigerado e em temperatura ambiente, por dois métodos titulométricos distintos: o método oficial e um método alternativo, que utiliza solução de N-bromosuccinimida (NBS).

2 Material e métodos

2.1 Material vegetal

Amostras de sucos de laranja, melancia e abacaxi com hortelã, prontos para consumo, foram compradas entre julho/2011 e junho/2012, em estabelecimentos comerciais do município do Rio de Janeiro, responsáveis pela produção, envase e comercialização dos sucos. As amostras foram adquiridas em embalagens (garrafas de polietileno de alta densidade – PEAD) de 500 mL, recém-preparadas, imediatamente após a abertura do estabelecimento comercial produtor, e transportadas em bolsa térmica, de modo a manter, durante o transporte, a temperatura de armazenamento comercial dos sucos (8°C). As amostras foram analisadas, no máximo, 30 minutos após o preparo (tempo 0h). Metade do conteúdo de cada garrafa foi transferida para embalagem plástica fosca (polietileno de alta densidade – PEAD), idêntica e limpa, e armazenada sob refrigeração (8 ± 2°C). A fração submetida ao armazenamento em temperatura ambiente (25 ± 5°C) permaneceu na mesma embalagem e foi mantida sobre a bancada, no laboratório.

As análises foram realizadas com intervalos de tempo de 0h, 8h, 10h, 12h, 14h e 24h da aquisição das amostras. Esses períodos foram escolhidos com base em experimento preliminar, que avaliou a perda de ácido ascórbico nos mesmos sucos, após armazenamento por 2 e 6h, sem que houvesse redução significativa da concentração dessa vitamina em nenhuma das amostras, e com base na validade dos sucos, de 24h, informada no rótulo.

Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento

CUNHA, K. D. et al.

2.2 Metodologia analítica

O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado através de dois métodos titulométricos. Um deles foi realizado com solução de 2,6-diclorofenol indofenol (DCFI), conhecido como Reagente de Tillmans, utilizando solução de ácido oxálico a 4% para diluição das amostras (AQUINO et al., 2011). O DCFI, em meio básico ou neutro, é azul; em meio ácido, é rosa, e sua forma reduzida é incolor. O ponto final da titulação foi detectado pela viragem da solução de incolor para rosa (DANIELI et al., 2009). O outro método utilizado foi realizado com solução de N-bromosuccinimida (NBS), utilizando-se solução de ácido oxálico 4% pra diluição das amostras e iodeto de potássio e amido como indicador, segundo as Normas Analíticas do Instituto *Adolf Lutz* (ZENEBO e PASCUET, 2004). O ponto final da titulação foi detectado pela viragem da solução de incolor para lilás. Para as análises, 10 g de suco foram transferidos quantitativamente para balão volumétrico de 50 mL, que foi avolumado com ácido oxálico 4%. Transferiram-se, então, 5 mL dessa solução para frasco Erlenmeyer de 250 mL, adicionaram-se 20 mL de água destilada e procedeu-se à titulação, conforme a metodologia indicada. O resultado da análise foi expresso em mg de ácido ascórbico/100 g de suco.

A acidez foi determinada com solução de NaOH, previamente padronizada, e indicador de fenolftaleína, segundo metodologia proposta pelas Normas Analíticas do Instituto *Adolf Lutz* (ZENEBO e PASCUET, 2004). Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico/ 100 mL de suco. Foram analisadas três amostras de cada suco e cada amostra foi avaliada em triplicata.

Os sólidos solúveis totais (°Brix) foram determinados por leitura em refratômetro de Abbé equipado com termômetro digital.

2.3 Avaliação estatística

O tratamento estatístico dos resultados foi realizado através da análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

3 Resultados e discussão

3.1 Sólidos solúveis

Conforme pode ser observado na Tabela 1, não foi verificada diferença estatística significativa entre a concentração de sólidos solúveis dos sucos avaliados, indicando que, independentemente da fruta utilizada ou da forma de obtenção dos sucos, todas as amostras apresentavam concentrações de água e polpa semelhantes, o que possibilitou a comparação dos teores de ácido ascórbico entre estas.

3.2 Método analítico

De acordo com os resultados apresentados na Figura 1, o método do NBS superestimou a concentração de ácido ascórbico nas amostras analisadas, em comparação com o método oficial e, aparentemente, esta superestimativa foi maior nas amostras com menor concentração da vitamina (superestimativa de 445,9% para melancia, 342,1% para abacaxi com hortelã e de 200% para laranja). Assim, os resultados obtidos com este método não foram considerados nas demais avaliações. O método do DCFI é considerado, por alguns analistas, como um método cujo ponto de viragem apresenta difícil visualização, especialmente em amostras de cor avermelhada. No entanto, essa dificuldade não foi verificada experimentalmente, nem mesmo para amostras de suco de melancia, em virtude da diluição da amostra para a titulação. Pelo contrário, o ponto de viragem do método alternativo (NBS) foi considerado mais difícil de se determinar, nesse caso.

Tabela 1. Sólidos solúveis (SS) dos sucos.

Suco	% SS (°Brix) \pm DP
Laranja	8,5 ^a \pm 1,18
Melancia	8,3 ^a \pm 0,53
Abacaxi com hortelã	8,3 ^a \pm 0,53

^aletras diferentes indicam diferença significativa para $\alpha = 0,05$

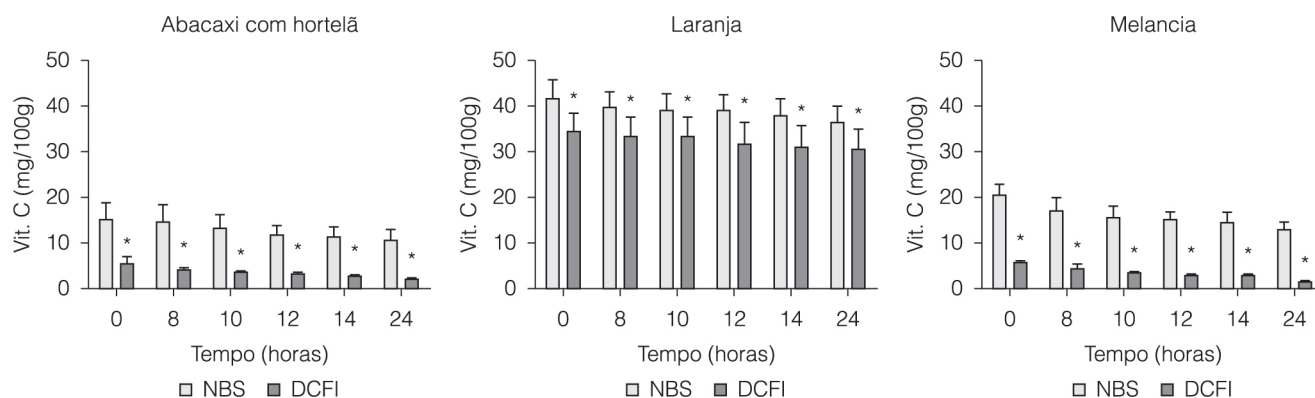


Figura 1. Comparação entre os teores de ácido ascórbico obtidos pelo método do NBS e o método do DCFI nos sucos de abacaxi com hortelã, laranja e melancia. *indica diferença significativa para $\alpha = 0,05$, entre amostras no mesmo tempo de armazenamento.

Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento

CUNHA, K. D. et al.

Ogunlesi et al. (2010) avaliaram a concentração de ácido ascórbico em diferentes vegetais nativos da Nigéria, comparando o método do NBS com um método voltamétrico. Segundo os resultados obtidos, o método do NBS apresentou valores superiores, com superestimativa variando entre 2% e 290%, para 14 das 15 amostras testadas. De forma geral, também nesse trabalho, a superestimativa tendeu a ser maior quando o teor de vitamina presente era menor. De forma semelhante, Souza et al. (2010) determinaram a concentração de ácido ascórbico em sucos de acerola, caju e goiaba pelos métodos de Tillmans e iodométrico, e verificaram que o método iodométrico superestimou os resultados obtidos em relação ao método oficial, sendo que a superestimativa foi maior nos sucos de caju e goiaba (165,89% e 150,74%, respectivamente), menos ricos em ácido ascórbico do que o suco de acerola (129,13% de superestimativa).

Embora ainda seja o método oficial (AOAC) para amostras de sucos de frutas, o método titulométrico do DCFI vem sendo considerado ultrapassado quando comparado às metodologias instrumentais envolvendo cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). No entanto, segundo Aldrigue (1998), que comparou a determinação de ácido ascórbico em frutas e seus principais produtos por CLAE e pelo Método de Tillmans, não houve diferença significativa entre os resultados obtidos pelos dois métodos. O método oficial ainda apresenta a vantagem de ser de muito simples execução e de baixo custo, quando comparado com o método instrumental. Spinola et al. (2013), também comparando um método titulométrico com o método instrumental (CLAE), concluíram que não houve diferença significativa entre os resultados obtidos pelos dois métodos e recomendaram o método titulométrico como de mais simples execução e menor custo de implantação.

3.3 Efeito da temperatura de armazenamento na estabilidade do ácido ascórbico

De acordo com os resultados apresentados na Figura 2, não houve diferença significativa na concentração de ácido ascórbico entre as amostras armazenadas sob refrigeração e em temperatura ambiente. Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que a estabilidade do ácido ascórbico nos sucos testados não é afetada por alterações na temperatura de armazenamento em valores entre 6 e 30°C (faixa testada).

A temperatura a que o produto é exposto é considerada um importante fator de influência na degradação do ácido ascórbico. Teixeira et al. (2006) comprovaram que a retenção de vitamina C em goiabada era maior em temperatura de refrigeração (5°C) do que em temperatura ambiente (30°C). No entanto, diversos trabalhos vêm verificando que o efeito do binômio 'tempo temperatura' sobre a degradação de ácido ascórbico pode ser menor do que o esperado, como observado por Mercali et al. (2012, 2014), em polpa de acerola, e Lima et al. (2010), em polpa de caju.

Os sucos de melancia e de abacaxi com hortelã mantidos em temperatura ambiente apresentaram, a partir do segundo tempo de análise (8h de armazenamento), sinais claros de deterioração (aumento de acidez – Figura 3), o que, aparentemente, não influenciou a estabilidade do ácido ascórbico. De acordo com Vegara et al. (2014), o aumento da acidez em sucos armazenados (especialmente por surgimento de ácido acético ou láctico) é um indicador de contaminação por leveduras e/ou bactérias. O suco de laranja não apresentou as mesmas alterações (Figura 3), o que pode ser creditado à sua maior acidez inicial e à presença de compostos terpênicos no suco, especialmente o limoneno, com reconhecida atividade antimicrobiana (TAKARIMI et al., 2010).

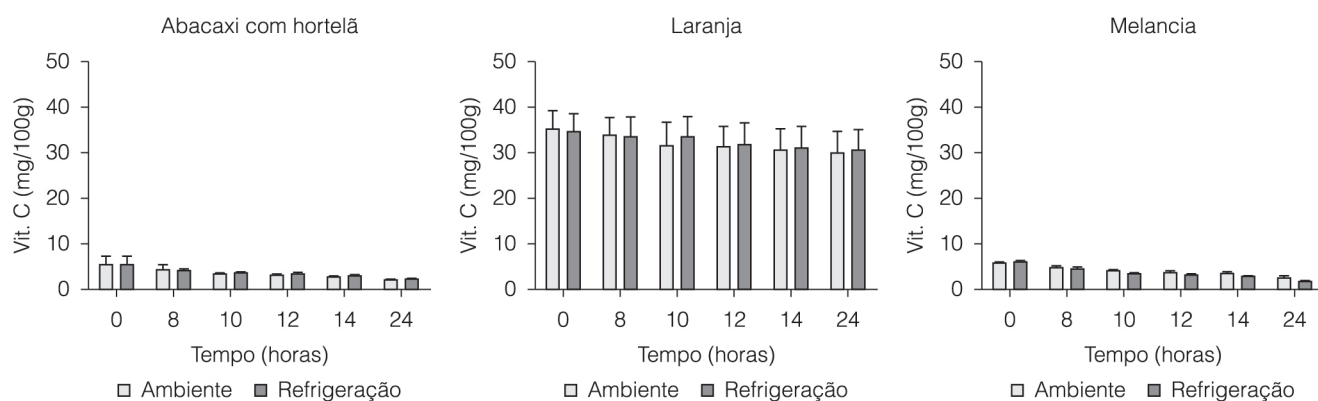


Figura 2. Comparação entre os teores de ácido ascórbico em sucos de abacaxi com hortelã, laranja e melancia armazenados em temperatura ambiente e sob refrigeração. *indica diferença significativa para $\alpha = 0,05$, entre as amostras e o tempo zero.

Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento

CUNHA, K. D. et al.

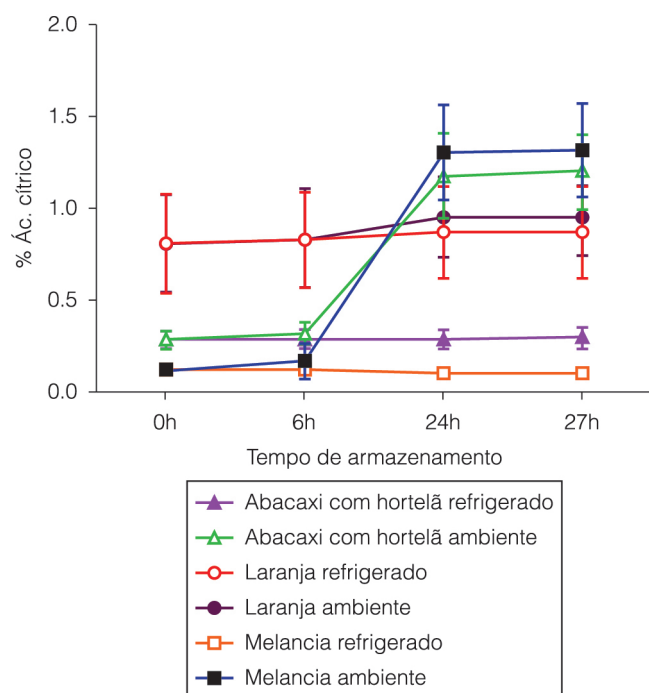


Figura 3. Acidez dos sucos ao longo do período de armazenamento.

Não é comum encontrar na literatura dados a respeito da estabilidade de ácido ascórbico em temperatura ambiente, possivelmente porque outros aspectos do produto analisado (aroma, sabor e qualidade microbiológica) se deterioram rapidamente nesse tipo de armazenamento, tornando seu consumo contraindicado. No entanto, Spinola et al. (2013) avaliaram a concentração de ácido ascórbico em soluções de ácido ascórbico padrão e em extratos de maracujá, por 5 horas, em temperatura de 23°C. Segundo esses autores, não houve queda mensurável da concentração da vitamina após 2h de armazenamento, porém perdas de 6,3% foram detectadas após 5h de armazenamento no extrato de maracujá. Esses autores não informam a respeito da avaliação estatística da degradação do ácido ascórbico; assim, é impossível saber se a perda detectada representa diferença significativa entre as amostras avaliadas nos tempos 0h e 5h ou se a diferença verificada está dentro da margem de erro do método analítico empregado.

3.4 Concentração e estabilidade do ácido ascórbico ao longo do tempo de armazenamento

Os valores médios de ácido ascórbico para os sucos analisados (tempo 0h) podem ser observados na Tabela 2. Quando comparados com dados de tabelas de composição de alimentos nacionais (UNICAMP, 2011) e norte-americanas (USDA, 2011), os valores obtidos no presente trabalho podem ser considerados baixos,

Tabela 2. Teores de ácido ascórbico.

Suco	Ácido ascórbico (mg/100 g) ± DP	TACO	USDA
Laranja	34,87 ± 3,53	73,3 ¹	50,0
Melancia	6,37 ± 0,58	6,1	8,1
Abacaxi com hortelã	5,77 ± 1,36	34,6	47,8

¹variedade pêra.

embora seja importante apontar que as tabelas citadas não dispõem de dados sobre todos os sucos crus (não termicamente tratados), mas apenas sobre o suco de laranja. Os demais dados disponibilizados na Tabela 2 se referem à fruta crua. Essas diferenças podem ser creditadas a fatores genéticos (diferenças de variedade) e ao manejo pré e pós-colheita (estádio de maturação, condições de estocagem) (SPINOLA et al., 2013). Mesmo assim, de acordo com a legislação em vigor atualmente (BRASIL, 1998a, b), os sucos de abacaxi com hortelã e de melancia avaliados podem ser considerados como fonte de ácido ascórbico, e o suco de laranja como contendo alto teor dessa vitamina. No entanto, para os sucos de abacaxi com hortelã e melancia, essa afirmativa deixa de ser verdadeira após 10h de armazenamento refrigerado, antes do término do prazo de validade apresentado pelo fabricante (24h).

Diferentes trabalhos avaliaram a estabilidade do ácido ascórbico em sucos de frutas armazenados sob refrigeração. Silva et al. (2005) analisaram diversas marcas de suco de laranja industrializado e marcas de refresco em pó reconstituído. De acordo com os resultados obtidos, não houve perda significativa de ácido ascórbico nos sucos por até 72 horas de armazenamento e apenas três das 11 marcas de refresco analisadas não foram estáveis por 48 horas, nas mesmas condições de estocagem. Lima et al. (2007) compararam a estabilidade de diferentes amostras de suco industrializado de caju com uma amostra de suco natural obtido no laboratório. De acordo com esses autores, o teor de ácido ascórbico do suco natural permaneceu inalterado por três dias sob refrigeração, enquanto as amostras industrializadas só apresentaram perda significativa após sete dias de estocagem similar. Em 2009, Danieli et al. (2009) avaliaram a estabilidade de ácido ascórbico em sucos de laranja industrializados e naturais. Os sucos *in natura* foram estáveis por até 14h de armazenamento refrigerado, enquanto os industrializados não apresentaram perda significativa de ácido ascórbico por até 72h.

No presente trabalho, o teor de ácido ascórbico do suco de laranja não apresentou alteração significativa ao longo do período de armazenamento, permanecendo inalterado mesmo após 24 h (Figura 4). Os demais sucos apresentaram redução significativa na concentração de ácido ascórbico a partir de 8h de armazenamento

Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento

CUNHA, K. D. et al.

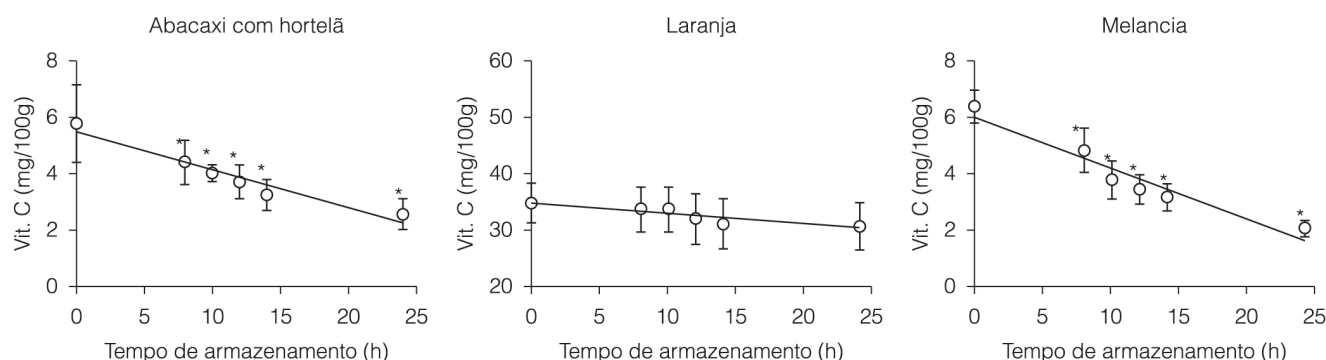


Figura 4. Perda de ácido ascórbico ao longo do tempo de armazenamento. *indica diferença significativa para $\alpha = 0,05$, em relação ao tempo 0h.

(Figura 4). Essa diferença pode ser creditada à diferença de acidez inicial dos sucos (Figura 3), uma vez que existe uma direta correlação entre a concentração de íons H^+ no meio e a estabilidade do ácido ascórbico (SPINOLA et al., 2013).

Os dados apresentados acima mostram que a estabilidade de ácido ascórbico em sucos industrializados tende a ser maior do que em sucos *in natura*, possivelmente porque os produtos industrializados sofrem adição de acidulantes, o que aumenta a estabilidade do ácido ascórbico ao longo do tempo. Outra possível estratégia industrial é a adição de antioxidantes, que podem evitar a degradação do ácido ascórbico ou mesmo reverter sua oxidação, aumentando sua estabilidade. A literatura disponível e os dados do presente trabalho indicam que sucos de fruta *in natura* apresentam estabilidade de ácido ascórbico relativamente reduzida, especialmente nos casos em que a acidez inicial do suco não é particularmente acentuada. Dos três sucos testados neste trabalho, dois deles mostraram queda significativa do teor dessa vitamina antes do encerramento do prazo de validade sugerido pelo fabricante. Uma possível alternativa para minimizar essa queda poderia ser a acidificação desses sucos por mistura com sucos de frutas mais ácidas (laranja ou limão, por exemplo) ou por adição de ácidos orgânicos permitidos pela legislação (ácido cítrico, por exemplo).

4 Conclusão

Dos sucos testados, apenas o suco de laranja manteve inalterado o teor de ácido ascórbico até o final do prazo de validade (24h) indicado pelo fabricante. A temperatura de armazenamento não influenciou a estabilidade do ácido ascórbico nos sucos avaliados, embora os sucos de abacaxi com hortelã e de melancia tenham apresentado sinais claros de deterioração, quando armazenados em temperatura ambiente. O método do NBS testado como alternativa ao método oficial não se mostrou recomendável, uma vez que superestimou os resultados obtidos.

Referências

- AQUINO, A. C. M. S.; CARNELOSSI, M. A. G.; CASTRO, A. A. Estabilidade do Ácido Ascórbico e dos Pigmentos da Polpa de Acerola Congelada por Métodos Convencional e Criogênico. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 147-156, 2011.
- ALDRIGUE, M. L. **Desenvolvimento e Validação de Metodologia Analítica, Utilizando a CLAE, para Determinação de Ácido Ascórbico em Frutas e seus Principais Produtos**. 1998. 346 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.
- ARYA, S. P.; MAHAJAN, M.; JAIN, P. Non-Spectrophotometric Methods for the Determination of Vitamin C. **Analytica Chimica Acta**, New York, v. 417, n. 1, p. 1-14, 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 33 de 13 de janeiro do 1998. Adota valores como níveis de IDR para as vitaminas, minerais e proteínas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 jan. 1998a.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27 de 13 de Janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico Referente à Informação Nutricional Complementar (Declarações Relacionadas ao Conteúdo de Nutrientes), Constantes do Anexo desta Portaria. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 jan. 1998b.
- CASTRO, F. J.; SCHERER, R.; GODOY, H. T. Avaliação do Teor e da Estabilidade de Vitaminas do COMPLEXO B e ácido Ascórbico em Bebidas Isotônicas e Energéticas. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 719-723, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422006000400017>
- DANIELI, F.; COSTA, L. R. L. G.; SILVA, L. C.; HARA, A. S. S.; SILVA, A. A. Determinação de Ácido Ascórbico em Amostras de Suco de Laranja *in natura* e Amostras Comerciais de Suco de Laranja Pasteurizado e Envasado em Embalagem Tetra Pak.

Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento

CUNHA, K. D. et al.

- Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 361-365, 2009.
- HORWITZ, W. (Ed.). Vitamin C in foods. In: HORWITZ, W. (Ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. Gaithersburg: AOAC, 2005. (Official Method 967.26).
- LEIZERSON, S.; SHIMONI, E. Stability and Sensory Shelf Life of Orange Juice Pasteurized by Continuous Ohmic heating. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 10, p. 4012-4018, 2005.
- LIMA, E. S.; SILVA, E. G.; MOITA-NETO, J. M.; MOITA, G. C. Redução de Ácido Ascórbico em Suco de Caju (*Anacardium occidentale*.) Industrializado e Cajuína. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1143-1146, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000500017>
- LIMA, J. R.; ELIZONDO, N. J.; BOHUON, P. Kinetics of Ascorbic Acid Degradation and Colour Change in Ground Cashew Apples Treated at High Temperatures (100–180°C). **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 45, p. 1724-1731, 2010. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02327.x>
- MERCALI, G. D.; JAESCHKE, D. P.; TESSARO, I. C.; MARCZAK, L. D. F. Study of Vitamin C Degradation in Acerola Pulp During Ohmic and Conventional Heat Treatment. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 47, n. 1, 91-95, 2012.
- MERCALI, G. D.; SCHWARTZ, S.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. C.; SASTRYC, S. Ascorbic Acid Degradation and Color Changes in Acerola Pulp During Ohmic Heating: Effect of Electric Field Frequency. **Journal of Food Engineering**, New York, v. 123, p. 1-7, 2014.
- OGUNLESI, M.; OKIEI, W.; AZEEZ, L.; OBAKACHI, V.; OSUNSANMI, M.; NKENCHOR, G. Vitamin C Contents of Tropical Vegetables and Foods Determined by Voltammetric and Titrimetric Methods and Their Relevance to the Medicinal Uses of the Plants. **International Journal of Electrochemistry Science**, Bor, v. 5, p. 105-115, 2010.
- PHILLIPS, K. M.; TARRAGO-TRANI, M. T.; GEBHARDT, S. E.; EXLER, J.; PATTERSON, K. Y.; HAYTOWITZ, D. B.; PEHRSSON, P. R.; HOLDEN, J. M. Stability of Vitamin C in Frozen Raw Fruit and Vegetable Homogenates. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v. 23, p. 253-259, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2009.08.018>
- ROS-CHUMILLAS, M.; BELISARIO-SÁNCHEZ, Y.; IGUAZ, A., LÓPEZ-GÓMEZ, A. Quality and Shelf Life of Orange Juice Aseptically Packaged in PET bottles. **Journal of Food Engineering**, New York, v. 79, n. 1, p. 234-242, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.048>
- SILVA, P. T.; FIALHO, E.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L. Sucos de Laranja Industrializados e Preparados Sólidos para Refrescos: Estabilidade Química e Físico-Química. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 597-602, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000300033>
- SOUZA, L. M.; BARRETO, L. P.; MORAES, T. M.; SILVA, D. F. N.; OLIVEIRA, C. G. S.; SILVA, G. C. S. Determinação de Ácido Ascórbico Comparando Dois Métodos Volumétricos em Sucos de Acerola (*Malpighia marginata*), goiaba (*Psidium guajava*) e Cajú (*Anacardium occidentale*). In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 10., 2010, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2010.
- SPINOLA, V.; BERTA, B.; CÂMARA, J. S.; CASTILHO, P. C. Effect of Time and Temperature on Vitamin C Stability in Horticultural Extracts. UHPLC-PDA vs. Iodometric Titration as Analytical Methods. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 50, n. 2, p. 489-495, 2013.
- TAJKARIMI, M. M.; IBRAHIM, S. A.; CLIVER, D. O. Antimicrobial Herb and Spice Compounds in Food. **Food Control**, Guildford, v. 21, p. 1199-1218, 2010.
- TARRAGO-TRANI, M. T.; PHILLIPS, K. M.; COTTY, M. Matrix-Specific Method Validation for Quantitative Analysis of Vitamin C in Diverse Foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v. 26, n. 1-2, p. 12-25, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2012.03.004>
- TEIXEIRA, J.; PETRARCA, M. H.; TADIOTTI, A. C.; SYLOS, C. M. Degradação do Ácido Ascórbico em Goiabada Industrializada Submetida a Diferentes Condições de Estocagem. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 281-6, 2006.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos: TACO. 4. ed. Campinas: Unicamp: Neppa, 2011. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/>>.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **National Nutrient Data Base for Standard Reference**. Washington: USDA, 2011. Disponível em: <<http://ndb.nal.usda.gov/>>.
- VEGARA, S.; MARTI, N.; LORENTE, J.; COLL, L.; STREITENBERGER, S.; VALERO, M.; SAURA, D. Chemical Guide Parameters for *Punica granatum* cv. 'Mollar' Fruit Juices Processed at Industrial Scale. **Food Chemistry**, London, v. 147, p. 203-8, 2014. PMID:24206706. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.122>
- ZENEBO, O.; PASCUET, N. S. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2004.
- ZERDIN, K.; ROONEY, M. L.; VERMUE, J. The Vitamin C Content of Orange Juice Packed in an Oxygen Scavenger Material. **Food Chemistry**, London, v. 82, n. 3, p. 387-395, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00559-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00559-9)