

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE ARMAZENAMENTO DO NÉCTAR DE MARACUJÁ ENRIQUECIDO COM β -CICLODEXTRINA

C. A. CÂNDIDO FILHO¹, R. C. BERGAMASCO¹

¹ Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia de Alimentos
e-mail para contato: rcbgamasco@uem.br

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade de armazenamento do néctar de maracujá enriquecido com β -ciclodextrina (β -CD). Foram preparados néctares de maracujá com e sem β -CD, e armazenados por 30 dias, à temperatura ambiente. Os resultados mostraram que o teor de sólidos solúveis totais das amostras se manteve constante durante o período de armazenamento. A acidez titulável e o pH da amostra controle sofreram alterações, devido a oxidação do ácido ascórbico com o tempo de armazenamento. A amostra enriquecida com β -CD teve comportamento diferente da amostra controle nestes parâmetros durante o armazenamento, sugerindo uma possível formação de complexo de inclusão entre o ácido ascórbico do néctar e a β -CD, protegendo este composto da oxidação. Na análise de cor, o parâmetro L* foi praticamente constante durante o armazenamento dos néctares, apresentando um aumento de 5% no néctar enriquecido com β -CD no fim da estocagem. Uma degradação progressiva das coordenadas a* e b* foi observada nas amostras analisadas, sendo mais acentuada para a amostra enriquecida com β -CD. Como consequência, houve uma redução no teor de pró-vitamina A das amostras, com uma queda de 10% para a mostra enriquecida com β -CD na primeira quinzena de estocagem, e 5% para a amostra controle. Estes dados mostram que o tempo de armazenamento afetou a qualidade nutricional do néctar de maracujá, e a adição de β -CD não teve um efeito negativo nos parâmetros sob análise.

1. INTRODUÇÃO

A mudança dos hábitos do consumidor em relação a uma dieta saudável nos últimos anos refletiu em um aumento no consumo de frutas. Enquanto algumas são consumidas frescas, outras são processadas ou preservadas por questões lógicas e econômicas, por necessidades culinárias, ou facilitar o seu uso por certos grupos de consumidores (Navarro *et al.*, 2011b). Em vista disso, o mercado brasileiro de sucos e néctares prontos para beber tem se expandido de forma rápida.

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) é uma fruta muito cultivada e consumida no Brasil, devido a seus aromas distintos e sabores. Na indústria, ele é processado na

forma de suco integral a 14°Brix, néctar e suco concentrado a 50°Brix, além de sorvetes, mousses, bebidas alcoólicas, entre outros (Morzelle *et al.*, 2009).

A cor característica do maracujá amarelo, tanto da casca, como da polpa e do suco, é devido aos carotenóides com atividade de pró-vitamina A e xantofilas, que são tipicamente sensíveis ao oxigênio, calor e luz, e sua estabilidade pode ser influenciada pelo tratamento térmico, condições ambientais e tempo de estocagem (Talcott *et al.*, 2003).

Uma alternativa para reduzir a perda de qualidade do néctar é o uso da técnica de encapsulação por inclusão molecular, utilizando ciclodextrinas. A β -ciclodextrina (β -CD) é um oligossacarídeo cíclico formado por sete unidades de D(+)-glicopiranoses unidas entre si através de ligações α -(1 \rightarrow 4). Esta ciclodextrina apresenta uma superfície externa hidrofílica e uma cavidade hidrofóbica, capaz de formar complexo de inclusão com uma variedade de moléculas (Szente & Szejtli, 2004).

Atualmente, há um crescente número de trabalhos com utilização de ciclodextrinas na área de alimentos, com a finalidade de melhoria de produtos, quanto aos aspectos nutricionais, organolépticos e sensoriais. Estudos têm mostrado diferentes aplicações das ciclodextrinas em sistemas alimentares, como: a) fixação e controle da liberação de aromas; b) modificação do perfil de sabor e odor pelo mascaramento ou remoção dos aromas indesejáveis; c) redução na degradação da cor e desenvolvimento de alimentos funcionais hidrofílicos, tais como sucos e néctares com nutrientes hidrofóbicos (vitaminas, minerais, carotenóides etc) (Szente & Szejtli, 2004; Navarro *et al.*, 2011b).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a estabilidade de armazenamento do néctar de maracujá enriquecido com β -ciclodextrina. Diferentes parâmetros foram observados durante o armazenamento do produto, tais como sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH e coordenadas CIE $L^*a^*b^*$.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Elaboração do néctar

Para a elaboração do néctar de maracujá, foram utilizados maracujás amarelos (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) adquiridos em comércio local de Maringá (PR). Inicialmente fez-se a pré-seleção dos frutos, lavagem e sanitização, corte manual dos frutos e despulpamento. A polpa de maracujá foi filtrada, e adicionada de água e açúcar, até um valor de 12,5° Brix. Segundo Coelho (2010), valores na faixa de 12 a 14° Brix são os mais comuns para que o néctar de maracujá esteja com sabor e odor agradável.

O néctar de maracujá foi dividido em duas porções, sendo a primeira, enriquecida com β -ciclodextrina (0,9% p/v; 8 mM), e a segunda, sem adição de β -CD, considerada como controle. Segundo Özoglu e Baymdirh (2002), a adição de β -ciclodextrina em sucos de frutas, em

concentrações maiores que 8 mM resulta na redução no “flavor” do suco, devido a complexação com compostos aromáticos, como consequência da falta de especificidade da ciclodextrina na formação de complexos.

Após o preparo dos néctares, estes foram acondicionados em garrafas de vidro transparente, e levados ao tratamento de pasteurização (85°C, por 30 minutos).

Os néctares foram armazenados a temperatura ambiente, durante um período de 30 dias. Em determinados períodos de tempo, amostras foram coletadas e realizadas análises de sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH e parâmetros de cor.

2.2. Análises físico-químicas

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi medido por meio de um refratômetro BIOBRUX. A acidez titulável (% ácido cítrico) foi determinada com solução de hidróxido de sódio (0,1 M) e solução de fenolftaleína (1%) (IAL 2005). A análise de pH foi realizada com pHmetro digital PG2000. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.3. Análise de cor

A análise de cor foi determinada em colorímetro digital Konica Minolta Croma Meter CR-400, com leituras convertidas para o sistema de cor CIEL*a*b*, onde L* corresponde à luminosidade, e os parâmetros a* e b* referem-se às coordenadas de cromaticidade verde (-)/vermelho (+) e azul (-)/amarelo (+), respectivamente. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O teor de pró-vitamina A, expresso como equivalentes de retinol (RE), foi estimado matematicamente usando as coordenadas de cor CIE L*a*b*, de acordo com a metodologia descrita por Meléndez-Martínez (2005), por meio da equação (1):

$$RE = 0,308382.L^* + 0,108054.a^* + 0,337946.b^* + 0,004563 \quad (1)$$

2.4. Análise estatística

Todos os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas por meio do teste estatístico de *Tukey*, considerando 95% de confiança. O software utilizado foi o STATISTICA 6.0, 2007.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados da Tabela 1, o tempo de armazenamento e a adição de β -CD não afetaram significativamente o teor de sólidos solúveis do néctar de maracujá. Porém, o pH e a acidez titulável da amostra controle tiveram uma alteração entre o primeiro e o 30º dia de

armazenamento, com um aumento no pH e uma redução na acidez titulável do néctar. Branco *et al.* (2005) avaliaram a estabilidade físicoquímica e sensorial de um *blend* de laranja e cenoura e constataram que a oxidação dos ácidos ascórbico e cítrico do *blend*, com o tempo e com as condições de armazenamento, poderia justificar a perda de acidez e consequente aumento no pH.

O mesmo resultado não foi observado para a amostra enriquecida com β -CD, em que não foi notada variação na acidez titulável da amostra em função do tempo de armazenamento. Como a β -CD tem potencial encapsulante, esta molécula pode ter aprisionado o ácido ascórbico do néctar em sua cavidade, protegendo-o da oxidação. Consequentemente, não houve redução significativa da acidez desta amostra. Todavia, o néctar enriquecido com β -CD teve um aumento significativo no pH após 15 dias de armazenamento, podendo estar relacionado com a degradação dos carotenóides do néctar.

Tabela 1 – Análise de sólidos solúveis, pH e acidez titulável dos néctares de maracujá armazenados por 30 dias à temperatura ambiente.

Parâmetro	Tempo (dias)	Controle	Enriquecida com β -CD
Sólidos solúveis (°Brix)	0	12,67 \pm 0,28 ^{a,A}	13,00 \pm 0,25 ^{a,A}
	15	12,75 \pm 0,00 ^{a,A}	12,75 \pm 0,00 ^{a,A}
	30	13,00 \pm 0,00 ^{a,A}	13,08 \pm 0,14 ^{a,A}
pH	0	3,13 \pm 0,03 ^{a,A}	3,17 \pm 0,06 ^{a,A}
	15	3,22 \pm 0,06 ^{a,b,A}	3,34 \pm 0,06 ^{b,A}
	30	3,31 \pm 0,04 ^{b,A}	3,42 \pm 0,00 ^{b,B}
Acidez titulável (% ácido cítrico)	0	6,99 \pm 1,64 ^{a,A}	5,48 \pm 1,69 ^{a,A}
	15	4,76 \pm 0,40 ^{a,b,A}	5,42 \pm 0,22 ^{a,A}
	30	4,18 \pm 0,11 ^{b,A}	4,96 \pm 0,22 ^{a,A}

Letras minúsculas iguais na mesma coluna e maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente, ao nível de significância de 5%.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os resultados de cor dos néctares armazenados a temperatura ambiente, durante 30 dias.

Os néctares de maracujá tiveram uma ligeira redução na luminosidade (Figura 1) na primeira semana de estocagem, permanecendo praticamente constante para a amostra controle durante o período restante de estudo. Porém, para a amostra enriquecida com β -CD, após este período inicial, observou-se uma variação significativa na luminosidade, resultando num aumento de, aproximadamente, 6% na coordenada L* após os 30 dias de armazenamento.

Segundo Sandi *et al.* (2004), compostos resultantes das reações de escurecimento não enzimático e oxidação do ácido ascórbico ou precipitação de pigmentos, contribuem para a redução da luminosidade, dando uma aparência mais escura ao suco. Os autores relatam também que o aumento na luminosidade pode ser causado pela destruição da estrutura de carotenóides, fornecendo uma cor mais clara ao produto.

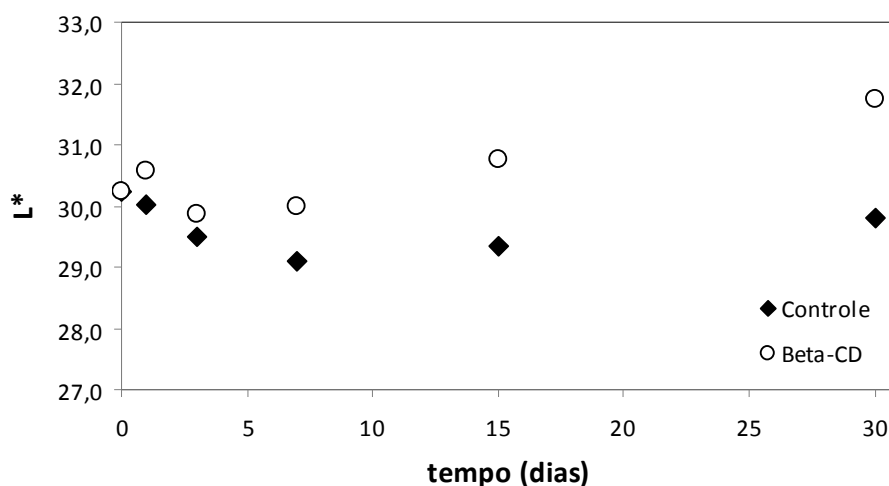


Figura 1 – Coordenada L* dos néctares de maracujá armazenados a temperatura ambiente por 30 dias.

Com relação a coordenada a* (Figura 2), este parâmetro se manteve praticamente constante para a amostra controle durante a primeira quinzena de armazenamento, sofrendo uma redução significativa após este período. Para o néctar enriquecido com β -CD, esta redução na cor foi visível após a primeira semana de estocagem.

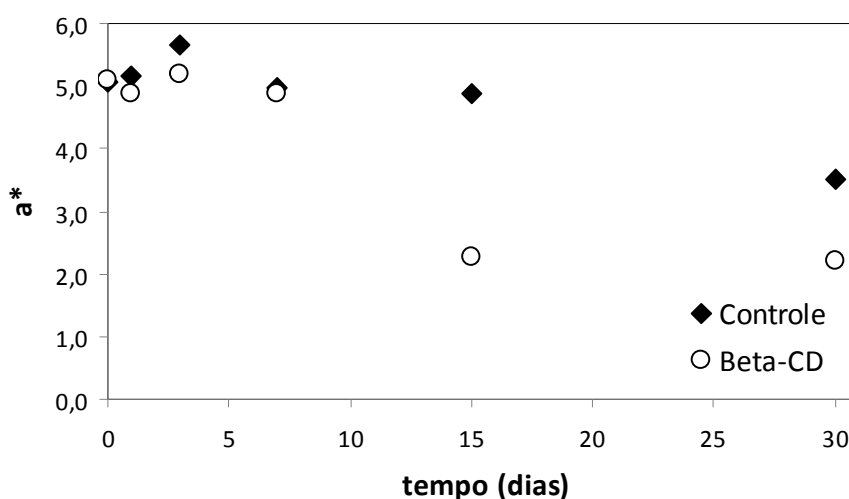


Figura 2 – Coordenada a* dos néctares de maracujá armazenados a temperatura ambiente por 30 dias.

As cromaticidades a^* e b^* podem ser relacionadas com os teores de carotenóides presentes no néctar de maracujá, pois estes são corantes naturais responsáveis pelo espectro de cores, que varia do vermelho ao amarelo (Rodríguez-Amaya *et al.*, 2008). A redução na coordenada a^* indicou que o tempo de estocagem provocou a degradação dos carotenóides da cor vermelha para a amarela, sendo mais significativa para a amostra enriquecida com β -CD. Além disso, a degradação dos carotenóides vermelhos presentes no néctar, deixou a amostra mais amarelada e, portanto mais clara, como pode ser observado na Figura 1, com o aumento da luminosidade da amostra enriquecida com β -CD.

O mesmo comportamento foi observado para a coordenada b^* , com uma redução mais acentuada deste parâmetro para o néctar enriquecido com β -CD.

Talcott *et al.* (2003) relatam que a presença de ácido ascórbico em *blends* de suco causa um efeito protetivo dos carotenóides. Esta proteção oxidativa dos carotenóides pelo ácido ascórbico pode ser atribuída à proteção oxidativa direta ou reações de isomerização. Analisando as Figuras 1 e 2, pode-se observar este efeito na amostra controle, com a redução da luminosidade na primeira semana de armazenamento, provavelmente devido a oxidação do ácido ascórbico, e posterior redução na coordenada a^* , devido a degradação dos carotenóides vermelho para amarelo. Com relação a amostra enriquecida com β -CD, a oxidação dos carotenóides foi mais rápida, quando comparada com a amostra controle (Figura 2), com a redução da coordenada a^* após a primeira semana de armazenamento, sugerindo uma possível formação de complexo de inclusão do ácido ascórbico do néctar com a β -CD, protegendo-o da oxidação. Este fato também pode ser notado na Figura 1, em que a luminosidade da amostra enriquecida com β -CD se manteve praticamente constante na primeira semana de armazenamento, devido a redução da oxidação do ácido ascórbico.

Com relação ao teor de pró-vitamina A (Figura 3), a sua redução foi mais significativa para a amostra enriquecida com β -CD, do que para a amostra controle, um resultado já esperado, devido a redução da coordenada a^* (Figura 2) dos néctares analisados. Na primeira quinzena de armazenamento a redução de pró-vitamina A foi de 10 % para a amostra enriquecida com β -CD, enquanto para a amostra controle esta redução foi de 5 %. Navarro *et al.* (2011a) determinaram perdas de 5 a 6% no conteúdo de pró-vitamina A de suco de mandarin enriquecido com casca de romã e goji berries, para a amostra controle e amostra adicionada de β -CD, respectivamente, durante 75 dias de armazenamento a 4°C. Os autores afirmam que a adição de β -CD no suco e a estocagem refrigerada afetaram negativamente o total de carotenóides e, portanto a pró-vitamina A.

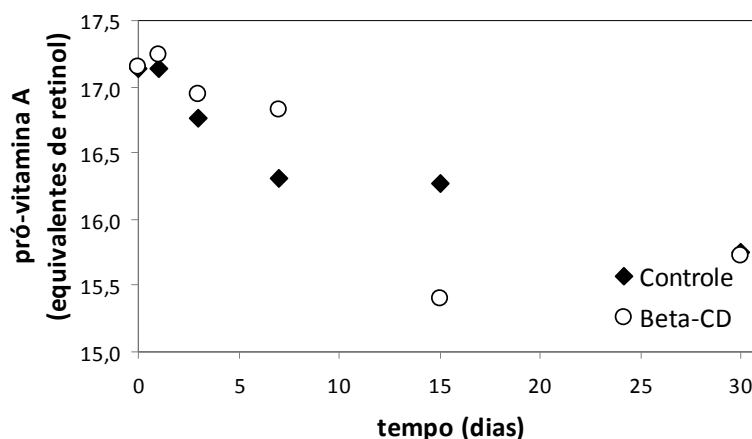


Figura 3 – Conteúdo de pró-vitamina A dos néctares de maracujá armazenados a temperatura ambiente por 30 dias.

4. CONCLUSÃO

O enriquecimento do néctar de maracujá com β -CD não implicou numa melhora significativa na estabilidade a estocagem deste produto. Análises de pH, acidez titulável e cor indicaram uma maior degradação dos carotenóides com a adição de β -CD e o tempo de estocagem. Este fato pode estar relacionado com uma possível formação do complexo de inclusão do ácido ascórbico do néctar com a β -CD, protegendo-o da oxidação e, consequentemente, acelerando a degradação dos carotenóides. Maiores estudos com o uso da β -CD na estabilidade do ácido ascórbico do néctar de maracujá devem ser realizados para comprovar esta suposição.

5. REFERÊNCIAS

- BRANCO, I. G.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; SILVA, M. M.; PAULA T. M. Avaliação sensorial e estabilidade físico-química de um *blend* de laranja e cenoura. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 1, p. 7-12, 2007.
- COELHO, A. A.; CENCI, S. A.; RESENDE, E.D. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes pontos de colheita e após o amadurecimento. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 3, p. 722-729, 2010.
- IAL – Instituto Adolfo Lutz. *Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos*. 4ª edição. 1ª Edição Digital. São Paulo-SP. 2005.
- MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J. *Estudio de los carotenoides y del color de zumos de naranja*. Ph. D. Thesis, University of Seville, Spain, 2005.
- MORZELLE, M. C.; SOUZA, E. C.; ASSUMPÇÃO, C. F.; FLORES, J. C. J.; OLIVEIRA, K. A. M. Agregação de valor a frutos de ata através do desenvolvimento de néctar misto de

- maracujá (*Passiflora Edulis Sims*) e ata (*Annona Squamosa L.*) *Alimentos e Nutrição, Araraquara*, v 20, n 3, p. 389-393, jul/set 2009.
- NAVARRO, P.; NICOLAS, T. S.; GABALDON, J. A.; MERCADER-ROS, M. T.; CALÍN-SÁNCHEZ, Á.; CARBONELL-BARRACHINA, Á.; PÉREZ-LÓPEZ, A. Effects of cyclodextrin type on vitamina C, antioxidant activity, and sensory attributes of a Mandarin juice enriched with pomegranate and Goji berries. *Journal of Food Science*, v 76, n 5, p 319-324, 2011a.
- NAVARRO, P.; MELENDEZ-MARTINEZ, A. J.; HEREDIA, F.; GABALDON, J. A.; CARBONELL-BARRACHINA, Á. A.; SOLER, A.; PÉREZ-LÓPEZ, A. J. Effects of β -cyclodextrin addition and farming type on vitamina C, antioxidant activity, carotenoids profile, and sensory analysis in pasteurized orange juices. *International Journal of Food Science & Technology*, v 46, p 2182-2190, 2011b.
- ÖZOGLU, H.; BAYMDIRH, A. Inhibition of enzymatic browning in cloudy apple juice with selected antibrowning agents. *Food Control*, v. 13, p 213-221, 2002
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. *Fontes brasileiras de carotenóides – Tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos*, Ministério do Meio Ambiente, 2008.
- SANDI, D.; CHAVES, J. B. P.; SOUSA, A. C. G.; PARREIRAS, J. F. M.; SILVA, M. T. C.; CONSTANT, P. B. L. Hunter color dimensions, sugar content and volatile compounds in pasteurized yellow passion fruit juice (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) during storage. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 47, n. 2, p. 233-245, 2004.
- SZENTE, L.; SZEJTLI, J. Cyclodextrins as food ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, v. 15, n. 3, p. 137-142, 2004.
- TALCOTT, S. T.; PERCIVAL, S. S.; PITTET-MOORE, J.; CELORIA, C. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 51, n. 4, p. 935-941, 2003.