

Estabilidade físico-química e sensorial do suco de limão Tahiti natural e adoçado, congelado¹

Mayka R. PEDRÃO², Adelaide BELEIA^{2,*}, Regina C. D. MODESTA³, Sandra H. PRUDENCIO-FERREIRA²

RESUMO

Suco de limão Tahiti adoçado com 60% de sacarose (p:p) e puro foram congelados e armazenados por 60 dias. Análise de variância, comparação de médias e regressão foram usadas para avaliar o efeito da adição de sacarose e tempo de armazenamento nas propriedades físico-químicas e sensoriais dos dois tipos de sucos. Sessenta por cento de sacarose foi escolhido pois simples diluição produziu limonada com boa aceitabilidade. O suco natural foi adoçado e diluído na mesma proporção que o suco adoçado antes das análises. A concentração de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico, e pH do suco

não foram afetados pelo tempo de armazenamento. Houve escurecimento do suco durante o armazenamento, não detectado na análise sensorial, mas determinado pelo método espectrofotométrico. Atributos sensoriais de sabor e odor de limão passado e percepção de doçura foram afetados por tempo de armazenamento.

Palavras-chave: limão Tahiti, armazenamento congelado, análise sensorial, lima ácida.

SUMMARY

Sensory and physicochemical stability of frozen Tahiti lime juice, natural and sweetened. Tahiti lime juice sweetened with 60% sucrose (w:w) and natural was frozen and stored for 60 days. Analysis of variance, comparison of means and regression analysis were used to evaluate the effect of sucrose addition and time of storage on physicochemical and sensory characteristics of the juices. Sixty percent sucrose was added because simple dilution of the sweetened juice produced limonade with high acceptability. The juice stored without sugar was sweetened and diluted in the same proportion of the sweetened one before analysis. Concentration of soluble solids, total acidity and ascorbic acid, and pH of the juice were not affected by storage time. Sensory analysis did not detect the darkening that occurred during storage,

which could be determined by spectrophotometry. Sensory attributes of aroma and flavor of aged lime juice, as well as sweetness perception were affected by storage time.

Keywords: lime juice, sensory analysis, frozen storage.

1 – INTRODUÇÃO

Consumidores e produtores estão cada vez mais preocupados com a qualidade de alimentos e na praticidade de prepará-los. Quanto mais rápido e fácil o preparo, mantendo qualidade sensorial equivalente ao produto fresco ou recém preparado, mais atraente o produto se torna para consumidores e produtores. Sucos de frutas são consumidos principalmente por suas características sensoriais e como fonte de vitaminas. O suco do limão é considerado fonte de vitamina C, e contém ácido fólico, niacina e piridoxina [3, 8, 13].

Sucos de frutas cítricas, principalmente de laranja, são processados em várias indústrias de concentrados congelados e têm sido produtos de exportação do Brasil, desde a década de 70. O limoeiro é uma frutífera rentável e os frutos têm ampla aceitação no mercado, pois podem ser usados em alimentos, fármacos, chás e refrigerantes. O limão não tem uma entressafra, pois está disponível no mercado o ano todo, mas os meses de outubro e novembro registraram as maiores altas no preço do produto nos últimos 4 anos na CEASA de Londrina, PR. Aumentar a disponibilidade do suco nesta época seria vantajoso para produtores e consumidores.

Tratamento térmico geralmente degrada o aroma e o sabor das frutas, embora seja usado, principalmente para inativação de enzimas, em muitos produtos antes do congelamento. O simples congelamento pode ser adequado para armazenar sucos e polpas de frutas, especialmente as frutas ácidas, pelo reduzido risco de crescimento de microrganismos. A sacarose é um dos ingredientes mais usados em tecnologia de alimentos e é adicionada em sucos de frutas ácidas antes do consumo. BEMILLER & WHISTLER [2] descrevem as propriedades dos açúcares como umectantes, plasticizantes, texturizantes, conservantes e como agentes para retenção de aromas e sabores, além da propriedade adoçante. Adição de açúcar pode ter um efeito positivo sobre a qualidade química, microbiológica e sensorial em sucos de frutas ácidas. RIGHETTO [9] estudou a adição de sacarose em suco de maracujá armazenado congelado e concluiu que o açúcar estabilizou a cor do suco, reduziu perda de β -caroteno em comparação com o suco armazenado sem açúcar e aumentou a percepção de sabores e aromas associados ao suco de maracujá, mesmo após 8 meses de armazenamento congelado. As modificações que ocorreram nos sucos foram detectadas nos primeiros 60 dias de armazenamento, mas não foi determinado se por efeito do armazenamento ou se devido ao congelamento.

O objetivo deste trabalho foi determinar a concentração de sacarose a ser adicionada para o preparo de limonada apenas por diluição do suco congelado adoçado, o efeito da adição de açúcar e do processo de congelamento nas propriedades químicas, físicas e sensoriais do suco armazenado por 60 dias, comparado com o suco armazenado sem adição de açúcar.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Material

Limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka), na classificação botânica uma lima ácida sem sementes, foi usada para o processamento de sucos naturais e adoçados, congelados e armazenados. O limão foi obtido em pomar comercial da região de Londrina, PR, e colhido nos meses de agosto, setembro e outubro de 1997. Açúcar refinado e água mineral foram adquiridos em supermercado.

2.2 – Métodos

O suco foi extraído em espremedor de frutas e coado em peneira plástica de malha de 2mm. Inicialmente foi usada análise sensorial para determinar a quantidade adequada de sacarose para adicionar ao suco e a diluição para preparar a limonada. Uma equipe treinada, do laboratório de análises sensoriais da EMBRAPA-RJ, com pessoas de ambos os sexos, idades entre 25 e 40 anos, definiu a concentração de açúcar e os atributos a serem avaliados durante as provas. Testes pareados direcionais para identificar a melhor amostra foram realizados com sucos que continham 55 e 60g de sacarose por 100g de suco, diluídas 1:5 e 1:6 (v : v) com água mineral. Após as análises pela equipe treinada foi realizado um teste de preferência com 50 provadores não treinados para amostras com 60g de sacarose por 100g de suco diluídas de 1:5 e 1:6 com água mineral.

Os sucos, 100mL, foram embalados a vácuo em sacos de polietileno (10X15cm, 15mm de espessura) congelados e armazenados em congeladores domésticos (Consul e Brastemp S.A.) a temperatura média de -18° C. O descongelamento foi feito sob água corrente. Análises físico-químicas foram realizadas em triplicatas para determinar sólidos solúveis em refratômetro de mesa Carl Zeiss (AOAC método n° 932.12), pH em potenciômetro digital Incibras

calibrado com soluções tampão pH 4 e 7, acidez titulável, expressa em ácido cítrico, por titulação com hidróxido de sódio 0,1N (AOAC método n° 942.15) [1]. Ácido ascórbico foi determinado por titulação com 2,6 diclorofenol indofenol (AOAC método n° 967.21) e escurecimento pelo método proposto por MEYDAV *et al.* [7] por leitura em espectrofotômetro a 420nm, após precipitação de material em suspensão com etanol absoluto e centrifugação.

Análise sensorial descritiva foi realizada por 10 provadores treinados, 4 homens e 6 mulheres, idades entre 22 e 40 anos, no laboratório do TAM-UEL, que inicialmente descreveram os atributos a serem analisados. Foram analisadas características visuais (cor amarela e opacidade), olfativas (aromas de limão, adocicado, ácido e de fruta passada) e gustativas (sabores de limão, de fruta passada, residual ácido; gostos amargo, ácido e doce e sensação de adstringência). Os provadores usaram escalas não estruturadas de 10cm ancoradas em pontos fraco (1cm) e forte (9cm) para cada atributo analisado [14]. Treinamento dos atributos no ponto fraco da escala foram feitos com suco congelado armazenados por 2 meses diluído de 1:10 (v:v) e pontos fortes com sucos sem diluição. Sabor e odor característicos com sucos frescos diluídos e não diluídos. Os testes foram realizados em cabines individuais e com amostras apresentadas de modo monádico. O suco continha 60g de sacarose/100g de suco de limão e foi diluído 1:6 antes da apresentação aos provadores. As amostras de 30mL, foram servidas a temperatura ambiente em copos brancos descartáveis, de 50mL de capacidade, identificados por código de três dígitos. O suco armazenado sem açúcar foi adoçado na mesma proporção, 60g/100g, e diluído antes das análises sensoriais.

Os sucos foram extraídos, congelados e armazenados por

períodos de 1, 15, 30 e 60 dias, analisados todos ao mesmo tempo e comparados à limonada preparada com suco fresco, na hora das análises. Os frutos foram colhidos em épocas diferentes, não sendo todas as amostras processadas ao mesmo tempo e armazenadas por períodos diferentes, mas as variações atribuídas ao tratamento e ao armazenamento foram consideradas mais importantes que variações em matéria prima. O experimento foi composto por 9 amostras distribuídas em esquema fatorial sendo tempo com 4 níveis, dois tratamentos (armazenamento com e sem sacarose) e uma amostra sem armazenamento, em três repetições. Os dados foram analisados usando o sistema SAS de tratamento de dados e as notas da análise sensorial foram transformadas em raiz quadrada de $x + 0,5$ porque algumas tinham valores iguais a zero (12). Foram realizadas análises de variância, comparação de médias pelo teste de Tukey e teste de Dunnet (comparação com a amostra de limonada recém preparada). Equação de regressão para escurecimento em função do tempo de armazenamento foi calculada no sistema SAS (12). O nível de significância foi de 5% em todos os testes estatísticos.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Análise sensorial para determinação da concentração de açúcar e diluição

Resultados dos testes sensoriais para definir a quantidade de açúcar e diluição no preparo da limonada, indicaram que 55 e 60g de sacarose/100g de suco eram adequadas em diluições de 1:5 e 1:6, enquanto 40 e 50g de sacarose não adoçavam a limonada suficientemente e a diluição de 1:4 era considerada muito ácida. Os testes pareados direcional bicaudal, realizados com 30 amostras não concluíram qual a amostra era melhor, sendo as quatro limonadas igualmente classificadas pelos

provadores que as analisaram para aroma de limão, gosto ácido e equilíbrio ácido/doce (*Tabela 1*). Apenas o atributo sabor de limão diferiu, sendo a diluição 1:6 considerada melhor, para 55 e 60g de sacarose por 100g de suco.

TABELA 1. Teste pareado direcional bicaudal para indicar melhor amostra

Atributos	55 g sacarose	60 g sacarose	55 g sacarose	60 g sacarose
	diluição 1:5	diluição 1:5	diluição 1:6	diluição 1:6
Aroma de limão	19	11	14	16
Sabor de limão	10	20*	9	21*
Gosto ácido	16	14	12	18
Eq. ácido/doce	13	17	10	20

* Diferença significativa ao nível de 5% segundo ROESLLER *et al.* [11].

O teste de preferência foi realizado com o suco contendo 60g de açúcar/100g, diluído de 1:5 e 1:6, dos 50 provadores 30 preferiram a diluição 1:5 e 20 a diluição 1:6, não havendo diferença na preferência, ao nível de 5% de probabilidade, entre as duas diluições segundo ROESLLER *et al.* [11]. A concentração de 60g de sacarose/100g de suco produz uma bebida quando diluída de 1:6 com aproximadamente 10% de açúcar, pH em torno de 2,5 e aproximadamente 0,85% de ácido cítrico. Esta limonada tem concentração de açúcar e pH compatíveis com bebidas de lima/limão [4].

3.2 – Análises físico-químicas

As frutas renderam em média 47% de suco, resultado que está de acordo com o rendimento mínimo de 42% indicado por SWISHER & SWISHER [16]. Em relação as análises físico-químicas, não houve diferença entre amostras para concentração de ácido ascórbico, ácido cítrico e sólidos solúveis e pH devido ao armazenamento (*Tabela 2*). Ácido

ascórbico, nos sucos armazenados variou entre 28,2 e 30,3 mg/100mL, e os resultados não foram afetados pelo tratamento ou tempo de armazenamento, suco fresco tinha 34mg/100mL que não diferiu do conteúdo dos sucos armazenados. Ácido ascórbico geralmente é estável em sucos e polpas de frutas congelados, VENNING *et al.* [16] não encontraram diferenças em teor de ácido ascórbico durante o armazenamento de polpa de kiwi em diferentes embalagens e RIGHETTO [9] não encontrou diferença em suco de maracujá congelado por 8 meses. No entanto, ROBERTSON & SAMANIEGO [10] encontraram redução de 50% do conteúdo de ácido ascórbico em suco de limão pasteurizado, armazenado a 36° C mas esta temperatura acelera a degradação da vitamina.

TABELA 2. Resultados das análises físico-químicas, médias de 3 repetições

Amostras	Ácido ascórbico mg/100mL	Acido cítrico g/100 mL	Absorvância 420 nm*	pH	* Brix
Adoçadas					
60 dias	28,2	5,29	0,087a	2,66	42,5
30 dias	28,5	5,43	0,069bac	2,80	43,1
15 dias	27,2	5,51	0,055dc	2,80	42,1
1 dia	25,6	5,49	0,049d	2,77	41,6
Naturais					
60dias	28,7	5,48	0,076ab	2,66	9,1
30 dias	29,5	5,59	0,060bdc	2,70	8,9
15 dias	31,3	5,56	0,052dc	2,74	8,5
1 dia	30,3	5,46	0,052dc	2,66	8,8
Fresca	34,0	5,56	0,045d	2,75	8,9

* Letras diferentes na coluna indicam diferenças entre as amostras ao nível de 5%.

Acidez em ácido cítrico variou entre 5,43 e 5,59g/100mL de

suco enquanto no suco fresco havia 5,29g/100mL, pH variou entre 2,66 e 2,80 nos sucos armazenados e no suco fresco 2,75 não havendo diferenças entre as amostras devido ao armazenamento ou ao tratamento (*Tabela 2*). Estes valores estão de acordo com a literatura para suco de lima (13,15). Grau Brix variou entre 8,5 e 9,1 nos sucos armazenados sem açúcar e 41,6 e 42,5 nos sucos adoçados, não havendo variação devido ao armazenamento. SWISHER e SWISHER [15], recomendam 48° Brix para o suco armazenado adoçado, mas o produto com 42° Brix teve a preferência no teste para seleção da quantidade de açúcar.

O suco fresco teve uma absorvância de 0,045, suco sem sacarose variou entre 0,049 e 0,076 e suco com sacarose entre 0,052 e 0,087, aumentando com o tempo de armazenamento. Os valores de absorvância são baixos pois as análises foram realizadas em sucos clarificados com etanol absoluto, mas a análise de variância detectou diferença para o fator tempo de armazenamento. Análise de regressão foi realizada para determinar a relação entre o escurecimento e o tempo de armazenamento em dias (X) e as equações foram:

$$Y_{\text{absorvância de suco adoçado}} = 0,048 + 0,001X \quad (r = 0,987)$$

$$Y_{\text{absorvância de suco natural}} = 0,046 + 0,00048X \quad (r = 0,992)$$

No final dos 60 dias de armazenamento, o suco armazenado adoçado estava 93,3% mais escura e o suco natural estava 68,8% mais escuro que o suco fresco. A taxa de escurecimento do suco adoçado foi o dobro da taxa de escurecimento do suco armazenado sem açúcar. JOHNSON *et al.* [5] correlacionam taxas maiores de escurecimento em sucos de laranja durante o aquecimento com a quantidade de sólidos presentes, aumentando com o aumento de sólidos. O suco armazenado com sacarose tinha mais sólidos solúveis o que poderia resultar na maior velocidade de escurecimento.

Em sucos cítricos o escurecimento não enzimático, reação de Maillard, não é importante, pois o pH muito ácido não favorece a reação. No entanto, os ácidos orgânicos principalmente o ácido cítrico, causam degradação dos açúcares presentes no suco para formar hidroxi-metil furfural (HMF) e furfural, principalmente. O HMF e o furfural podem ser decompostos em subprodutos que tem cor escura e que contribuem na formação de compostos de odor desagradável [6]. Um outro mecanismo de escurecimento é a decomposição de ácido ascórbico [6, 13]. A degradação de ácido ascórbico nos sucos de limão Tahiti foi muito pequena para ser importante no processo de escurecimento, mas a participação de açúcares em reação de escurecimento é indicada pela maior velocidade de escurecimento do suco adoçado (*Tabela 2*).

3.4 – Análise sensorial

As notas da maioria dos atributos na análise sensorial descritiva para características visuais, olfativas e gustativas não sofreram modificações em relação ao período de armazenamento e tratamentos quando comparadas com as amostras controle. As alterações detectadas nos índices de escurecimento do suco de limão por métodos espectrofotométricos não foram detectadas visualmente pelos provadores, pois não houve qualquer alteração nas características visuais que pudessem comprometer a qualidade do produto.

O atributo sensorial para aroma de fruta passada diferiu somente para amostra adoçada armazenada por 60 dias e a natural com 15 dias de armazenamento. O gosto doce diferiu apenas para a amostra adoçada após 60 dias de armazenamento, enquanto sabor de limão passado foi o atributo com mais variações entre amostras (*Tabela 3*).

TABELA 3. Valores médios das notas dos atributos sensoriais em suco de limão, puro e adoçado congelados e controle.

Atributos	Amostras adoçadas				Amostras naturais				Controle
	60 dias	30 dias	15 dias	1 dia	60 dias	30 dias	15 dias	1 dia	
Visuais									
Cor amarela	1,9	1,8	2,0	1,9	1,9	1,8	1,5	1,6	1,7
Opacidade	2,1	2,1	2,1	2,0	2,2	1,9	1,7	1,7	2,0
Olfativos									
Aroma de limão	3,2	3,5	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,1	3,6
Aroma de limão passado	1,9 ^a	1,0 ^{ab}	1,0 ^{ab}	1,6 ^{ab}	1,6 ^{ab}	1,0 ^{ab}	0,7 ^b	1,4 ^{ab}	1,4 ^{ab}
Aroma ácido	1,9	2,4	2,4	2,3	2,6	2,4	2,3	2,6	2,6
Gustativos									
Aroma adocicado	4,2	4,2	4,4	3,9	4,0	4,0	3,8	3,7	3,6
Sabor de limão	4,6	5,1	4,6	5,2	4,8	5,0	5,1	5,0	5,0
Gosto doce	4,2 ^a	2,4 ^b	2,2 ^b	2,1 ^b	2,3 ^b	2,2 ^b	1,8 ^b	2,0 ^b	2,5 ^{ab}
Gosto ácido	3,1	3,4	3,6	3,2	3,1	3,1	3,3	3,1	3,4
Gosto amargo	0,63	0,69	0,37	0,67	0,63	0,95	0,55	0,48	0,45
Sabor de limão passado	2,8 ^a	0,85 ^c	0,93 ^{bc}	1,2 ^{bc}	2,0 ^{ab}	0,94 ^{bc}	0,71 ^c	0,90 ^{bc}	0,80 ^b
Sabor residual ácido	2,5	2,8	3,0	3,0	2,3	2,9	2,3	2,7	2,6
Adstringência	2,3	2,3	2,7	2,7	2,3	2,7	2,7	2,5	2,1

* - letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a 5%

Sabor e aroma de limão passado foram detectados em ambos os tratamentos com o decorrer do período de armazenamento

nos dois tratamentos, e a amostra controle teve nota equivalente para aroma. O sabor de fruta passada foi mais intenso após 60 dias de armazenamento, mas este atributo também foi percebido no suco fresco. É possível que o treinamento não tenha sido suficiente para os provadores diferenciarem estes atributos, ou talvez o sabor tenha se desenvolvido durante o período de preparo e espera pelos provadores, pois as amostras foram servidas em temperatura ambiente. O gosto doce apresentou maior intensidade nas amostras adoçadas armazenadas por período de sessenta dias, tendo nota mais alta e diferente dos outros tratamentos, é provável que tempo tenha influído nesta amostra. A adição de sacarose não resultou em produtos com qualidade sensorial diferenciada, sendo opcional a adição de açúcar, já que os sucos se comportaram do mesmo modo. O escurecimento que foi mais rápido no suco adoçado não foi diferenciado na análise sensorial no prazo máximo de armazenamento.

4 – CONCLUSÕES

As frutas renderam em média 47% de suco e limonada com boa aceitabilidade foi preparada diluindo o suco adoçado com 60g de sacarose/100g de suco em 1:5 ou 1:6 com água. O conteúdo de ácido ascórbico não se alterou no congelamento ou armazenamento, mas o suco armazenado adoçado escureceu mais e mais rapidamente que o suco armazenado puro. A adição de sacarose não resultou em produtos com qualidade sensorial diferenciada, sendo opcional a adição de açúcar, já que os sucos se comportaram do mesmo modo. O escurecimento que foi mais rápido no suco adoçado não foi diferenciado na análise sensorial no prazo máximo de armazenamento. O congelamento, o armazenamento e o

tratamento praticamente não afetaram as propriedades físico-químicas e sensoriais dos sucos, mas amostras adoçadas armazenadas por 60 dias foram consideradas mais doces e tinham sabor mais intenso de fruta passada que as outras amostras.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1990. **Official Methods of Analysis**, 15th ed., vol II, AOAC, Arlington,
- [2] BEMILLER, J. N.; WHISTLER, R. L. Carbohydrates. In: FENNEMA, O. R. (Ed.) **Food Chemistry**. New York: Marcel Dekker, 1996, Cap. 4 p. 157-224.
- [3] CHARALAMBOUS, G. 1993. Shelf life studies of foods and beverages. Elsevier, New York.
- [4] GIESE, J. Developments in beverages additives. **Food Technology**, v. 49, n. 9, p. 64-65, 68-70, 72, 1995.
- [5] JOHNSON, J. R.; BRADDOCK, R. J.; CHEN, C. S. Kinetics of ascorbic acid loss and non enzymatic browning in orange juice serum: experimental rate constant. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 3, p. 502-505, 1995.
- [6] LEE, H. S.; NAGY, S. Relationship of sugar degradation to detrimental changes in citrus juice quality. **Food Technology**, v. 42, n. 11, p. 91-94, 97, 1988.
- [7] MEYDAV, S.; SAGUY, I.; KOPELMAN, I. J. Browning determination in citrus products. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 25, n. 3, p. 602-604, 1977.
- [8] NAGY, S.; SHAW, P. E.; VELHDUIS. 1977. **Citrus science and technology**. Avi Publishing, Westport.
- [9] RIGHETTO, A. Estabilidade físico-químico e sensorial do suco de maracujá, puro e adoçado, congelado. Londrina, 1996. 101p. Tese de Mestrado - Universidade Estadual de

Londrina.

[10] ROBERTSON, G. L.; SAMANIEGO, C. M. L. Effect of initial dissolved oxygen levels on the degradation of ascorbic acid and browning of lemon juice during storage. **Journal of Food Science**, v. 51, n. 1, p. 184-187, 1986.

[11] ROESLLER, E. B.; PANGBORN, R. M.; SIDEL, J. L.; STONE, H. Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preferences, duo-trio and triangular test. **Journal of Food Science**, v. 43, n. 3, p. 940-943, 1978.

[12] SAS INSTITUTE, INC. 1991. SAS user's guide, version 6. Cary, SAS Institute.

[13] SINCLAIR, W. B. 1984. The biochemistry and physiology of the lemon and others citrus fruits. University of California, Riverside.

[14] STONE, H. & SIDEL, J. L. 1993. Sensory Evaluation Practices. Academic Press, San Diego. Cap. 6, p. 202-242.

[15] SWISHER, H.; SWISHER, L. H. Lemon and lime juices. In: NELSON, P. E.; TRESSLER, D. K. (Eds.) Fruit and vegetable juice processing technology. Westport: Avi Publishing ,1980. p. 144-179.

[16] VENNING, J. A.; BURNS, D. J. W. Factors influencing the stability of frozen kiwi fruit pulp. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 2, p. 369-400, 1986.

¹ *Recebido para publicação em 22/03/99. Aceito para publicação em 29/07/99.*

² *UEL/CCA/TAM – Cx. Postal 6001 – CEP 86051-970 – Londrina – PR – beleia@npd.uel.br*

³ *EMBRAPA – Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501 – CEP 23020-470 – Guaratiba – RJ.*

** A quem a correspondência deve ser enviada.*

