

Estabilidade de doces em massa de banana prata

Study on the stability of banana preserves

RIALA6/1382

Glêndara Aparecida de Souza MARTINS^{1*}, Fabiana Queiroz FERRUA², Karina Scatolino MESQUITA², Soraia Vilela BORGES², João de Deus Souza CARNEIRO²

*Endereço para correspondência: ¹ Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins - UFTO, Campus de Palmas, Caixa Postal: 114, CEP: 77001-090, Palmas, TO, e-mail: glendarasouza@uft.edu.br

² Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras - UFLA

Recebido: 25.08.2010 – Aceito para publicação: 18.08.2011

RESUMO

Doces em massa possuem prolongada vida de prateleira, aproximadamente 12 meses, quando armazenados em condições adequadas. No Brasil as condições de armazenamento são variáveis e a adição de conservantes é uma das técnicas mais utilizadas para ampliar a estabilidade. Devido à possibilidade da adição de conservantes induzir alterações nesses produtos, no presente trabalho foi analisada a estabilidade de doces em massa de banana prata, com e sem a adição de sorbato de potássio, durante o armazenamento, bem como os efeitos de variações de temperatura. A estabilidade das amostras de doces armazenadas foi avaliada pelo planejamento fatorial triplo com duas repetições, sendo os fatores analisados o sorbato de potássio (presença e ausência), a temperatura (20 °C, 30 °C e 40 °C) e o tempo de armazenamento (0, 30, 75, 120, 165 dias), por meio da determinação de sólidos solúveis, açúcares totais, redutores e não redutores, acidez, atividade de água, umidade, cor e textura. O tempo foi fator determinante nas alterações ocorridas. A temperatura de armazenamento influenciou todos os parâmetros, exceto a elasticidade e a adesividade. A presença do sorbato de potássio interferiu no teor de sólidos solúveis, na firmeza e na fraturabilidade e nos demais parâmetros com exceção da elasticidade, coesividade e teores de açúcares.

Palavras-chave. sorbato de potássio, temperatura, textura, cor.

ABSTRACT

Banana preserves have a long shelf life, when stored under proper conditions. In Brazil the storage conditions are variable, and the preservatives addition is one of the mostly used among several methods employed to increase product stability. As this preservation methodology may cause changes in banana preserves, it is crucial to conduct studies on alterations caused by adding preservative, but also by temperature variations in banana preserves. This study aimed at monitoring the stability of banana preserves, with and without addition of potassium sorbate during its storage. For evaluating the stability, banana preserves were stored at different temperatures for 165 days, using a triple factorial planning with two replications and investigating factors on potassium sorbate (with and without), temperature (20 °C, 30 °C and 40 °C) and storage time (0, 30, 75, 120, 165 days) and soluble solids, total sugars, reducing- and non reducing-sugars, color and texture were analyzed. The time was the determining factor on product alterations. The storage temperature affected all of the analyzed parameters, excepting elasticity and adhesiveness; the presence of potassium sorbate interfered mainly on soluble solids contents, firmness and fractures, and on other characteristics excepting on moisture, elasticity, cohesiveness and sugar contents.

Keywords. potassium sorbate, temperature, texture, color.

INTRODUÇÃO

Na comercialização de produtos *in natura* são exigidos altos padrões de qualidade, o que leva ao descarte daqueles que possuam partes amassadas ou apodrecidas, bem como, frutos com formatos irregulares, injúrias provocadas pelo transporte, manuseio e armazenamento inadequado. No geral, quando qualificados para consumo, esses produtos danificados podem ser aproveitados para a produção de doces em massa. Esses doces, conforme a embalagem e condições de processamento, têm uma vida útil que pode variar de seis meses a um ano, a qual pode ser prolongada pela adição de ácido sórbico e seus sais, uma vez que, de acordo com Tfouni e Toledo¹, a presença desse conservante em pH ácido pode prorrogar a vida de prateleira de alimentos.

A banana cv. prata constitui-se uma importante fruta, não apenas por seu elevado valor nutritivo, com excelente aceitação para o consumo *in natura* e grande aplicação industrial, como também porque pode se desenvolver e produzir satisfatoriamente mesmo em condições adversas, motivo pelo qual está entre as frutas com as melhores perspectivas econômicas nas regiões onde é cultivada².

A Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa³ define produto de frutas como um processo que deve ser realizado a partir de frutas, inteiras ou em partes e ou sementes, obtidos por cocção e/ou concentração e/ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos. Podendo ser apresentados com ou sem a adição de açúcar e/ou outro ingrediente, desde que não descaracterize o produto.

A resolução Normativa nº 9, de 1978⁴ define doce em massa como o produto resultante do processamento das partes comestíveis de bananas, desintegradas, com adição de açúcares, com ou sem adição de água, agentes geleificantes, ajustadores de pH e de outros ingredientes e aditivos permitidos até consistência apropriada, sendo termicamente processada e acondicionada de modo a assegurar a sua perfeita conservação, devendo ter cor normal característica do produto, aspecto gelatinoso e sólido permitindo o corte.

A conservação de doces em massa ocorre pela tecnologia de obstáculos, em que barreiras, como tratamento térmico, adição de açúcar e conservantes garantem a estabilidade e segurança do alimento⁵. No entanto, durante o armazenamento os produtos em geral sofrem

influências de fatores intrínsecos e extrínsecos, podendo alterar suas características até atingir um período em que essas alterações impossibilitam o consumo⁶.

A textura como parâmetro de qualidade pode ser determinada instrumentalmente por meio das propriedades mecânicas, sendo considerada um aspecto de qualidade dos alimentos de suma importância^{7,8}, principalmente nos doces em massa em que se deseja o corte.

A cor é um dos principais atributos que afetam o consumo por meio da percepção da qualidade do produto, podendo até ser usada como estimativa dos componentes nutricionais para índices de qualidade, influenciando também na tomada de decisão de compra pelo consumidor. A cor de doces em massa deve-se aos pigmentos presentes nos alimentos e seus produtos de degradação. Há produtos derivados de reações enzimáticas e não enzimáticas (reação de Maillard, oxidação de vitaminas, caramelização), que são influenciados pelas condições de processamento e pela formulação^{6,9}. Durante a estocagem, a estabilidade da cor é dependente da temperatura, material da embalagem (permeabilidade à luz, vapor de água e oxigênio), uso de aditivos¹⁰, entre outros fatores como o cultivar e o tempo de armazenamento^{6,11}.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade dos doces em massa de banana prata por meio das alterações físico-químicas ocorridas durante 165 dias de armazenamento, nas temperaturas de 20 °C, 30 °C e 40 °C.

MATERIAL E MÉTODOS

As bananas (*Musa* sp.) da variedade prata foram adquiridas em comércio local no município de Lavras-MG. Os frutos foram lavados com solução de água e detergente neutro e imersos em solução aquosa de hipoclorito com concentração de 500 mg/L de solução, durante 15 minutos. Após foram selecionados e submetidos ao descascamento manual e branqueamento. O binômio tempo x temperatura, a ser utilizado no branqueamento, foi determinado por meio da análise da atividade da peroxidase, de acordo com Matsuno e Uritani¹², sendo o tempo de 100 °C por cinco minutos suficiente para a inativação total da atividade dessa enzima. Faz-se importante destacar que a peroxidase é uma das enzimas de maior estabilidade térmica presente em frutos e vegetais e, portanto, uma das mais utilizadas como indicador de branqueamento¹³.

Para a obtenção do doce de banana em massa o açúcar cristal, a pectina de alto teor de metoxilação e grau de especificação 150-SAG previamente dissolvida em água e a polpa de banana foram misturados e concentrados em tacho aberto na temperatura de, aproximadamente 85 °C até atingir 74 °Brix, sendo elaborados doces com e sem a presença de sorbato de potássio. A formulação utilizada foi de 60% de açúcar, 40% polpa e 0,4% ácido cítrico, sendo essa porcentagem referente à massa da polpa. O ácido foi adicionado metade no início e a outra metade no final do processamento em virtude do tacho utilizado ser aberto e a temperatura de trabalho elevada, o que pode provocar a hidrólise da pectina afetando no ponto de corte dos doces. Nos doces adicionados de conservante o sorbato de potássio foi adicionado no final do processo na concentração de 0,1% (m/m em relação à massa de polpa inicial), atendendo o descrito na Resolução nº 34 da Anvisa¹⁴. O produto final foi envasado a quente em embalagens de polipropileno (0,190 mm de espessura, 9 mm de diâmetro, 5,5cm de altura), fechado e resfriado a temperatura ambiente.

Após o processamento e o acondicionamento na embalagem, os doces foram estocados em câmaras com temperatura controlada em 20 °C, 30 °C e 40 °C e umidade relativa média 85%, durante 165 dias visando à avaliação da influência da variação da temperatura de armazenamento e da presença de sorbato de potássio na estabilidade dos doces em massa.

Para avaliar o efeito do sorbato de potássio na formulação do doce e da temperatura de armazenamento sobre a estabilidade física e físico-química dos doces armazenados, foi seguido um planejamento fatorial triplo com duas repetições. Os fatores e níveis avaliados foram: sorbato de potássio (presença e ausência), temperatura (20 °C, 30 °C e 40 °C) e tempo de armazenamento (0, 30, 75, 120, 165 dias).

A determinação dos sólidos solúveis totais foi realizada por refratometria, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz¹⁵, e os valores expressos em °Brix. Os açúcares totais, redutores em glicose e não redutores em sacarose foram analisados pelo método descrito por Nelson¹⁶ e Somogyi¹⁷. A cor dos doces foi determinada, em triplicata, de acordo com a metodologia proposta por Giese¹⁸, em que os valores de L*, a* e b* foram determinados com aparelho colorímetro Minolta modelo CR 400, trabalhando com D₆₅ (luz do dia) e utilizando-se os padrões CIELab.

A diferença total de cor foi calculada utilizando a seguinte equação:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

(1) sendo Δ a diferença entre cada parâmetro de cor da amostra inicial (tempo zero) e a amostra armazenada.

Para análise de perfil de Textura (TPA) foi utilizado um texturômetro TA.TX2i Stable Micro Systems, (Goldaming, England) em amostra de doce com volume de 1 cm³, com sonda cilíndrica de alumínio de fundo chato (45 mm) e tempo, distância, velocidades de pré-teste, teste e pós-teste de cinco segundos, 6 mm, 2 mm/s, 1 mm/s e 2 mm/s, respectivamente, sendo os testes realizados em oito replicatas. Os resultados obtidos da curva força x tempo foram calculados pelo *software* Texture Expert Versão 1.22, sendo analisados os parâmetros de dureza, coesividade, elasticidade e adesividade.

Após as análises, os dados das alterações físico-químicas e de físicas, ocorridas no produto durante o armazenamento, foram analisados com o auxílio do *software* SISVAR, por meio da análise de variância para indicar o efeito significativo das variáveis independentes e suas interações. A alteração da cor foi analisada por meio do cálculo de médias e desvio padrão das análises, realizadas em triplicata, para posterior cálculo da diferença total de cor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentadas as análises de variância das variáveis resposta para as análises físico-químicas e físicas.

Os teores de sólidos solúveis tenderam a aumentar com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos estudados. No entanto, o aumento mais acentuado foi observado nos doces com sorbato de potássio. Comportamento semelhante foi observado por Menezes¹⁹ em doces de goiaba, sendo que a autora atribuiu esse efeito ao fenômeno de sinérese, que é um problema frequentemente encontrado em géis de polpa de frutas, resultado da liberação da água retida na matriz do gel²⁰. Tal fenômeno também foi observado nesse estudo a partir de 120 dias de armazenamento em todos os doces, mas não foi quantificado.

Quando avaliada a influência da temperatura nos sólidos solúveis observou-se que os doces com adição de

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos resultados das análises físico-químicas dos doces de banana em massa

Causas de variação	Quadrado Médio das Variáveis							
	GL	SS	AT	AR	ANR	pH	AcT	aw
Tempo (t)	4	0,000*	0,000*	0,001*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
Sorbato (S)	1	0,000*	0,112	0,211	0,113	0,003*	0,088*	0,000*
Temperatura (T)	2	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
t*S	4	0,000*	0,262	0,232	0,242	0,000*	0,000*	0,053
t*T	8	0,000*	0,518	0,718	0,528	0,000*	0,009*	0,005*
T*S	2	0,000*	0,020*	0,039*	0,019*	0,796	0,281	0,146
T*t*S	8	0,000*	0,561	0,591	0,681	0,047*	0,105	0,443
Resíduo	30							
CV (%)		0,15	9,06	10,6	12,06	1,01	1,75	2,38
Média geral		74,30	70,94	17,13	51,07	3,59	0,66	0,72

* Significativo, ao nível de 5%, pelo teste F. SS- Sólidos Solúveis; AT- Açúcares totais; AR - Açúcares redutores; ANR - Açúcares não redutores; AcT - Acidez Total Titulável; aw- Atividade de água

Tabela 2. Análise de variância da textura e umidade dos doces de banana em massa

Causas de variação	Quadrado Médio das Variáveis						
	GL	FIRM	COEZ	ELAST	ADES	FRAT	UM
Tempo (t)	4	0,000*	0,009*	0,021*	0,000*	0,000*	0,000*
Sorbato (S)	1	0,000*	0,168	0,097	0,000*	0,000*	0,062
Temperatura (T)	2	0,000*	0,061*	0,570	0,587	0,000*	0,000*
t*S	4	0,000*	0,178	0,058	0,255	0,000*	0,004*
t*T	8	0,000*	0,198	0,106	0,000*	0,000*	0,047*
T*S	2	0,000*	0,229	0,887	0,027*	0,000*	0,047*
T*t*S	8	0,000*	0,650	0,069	0,007*	0,000*	0,395
Erro	30						
CV (%)		7,23	10,66	3,03	-17,03	11,18	4,34
Média geral		5,59	0,24	0,91	-4,3	4,24	33,13

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F. FIRM - Firmeza; COEZ - Coesividade; ELAST - Elasticidade; ADES - Adesividade; FRAT - Fraturabilidade; UM - Umidade

sorbato de potássio armazenados a 20 °C mantiveram-se o teor de sólidos solúveis constantes, enquanto que nas demais temperaturas observou-se o aumento dessa variável. Resultado semelhante foi obtido por Martins et al.²¹ para doce em massa de umbu. Os autores destacam que esse tipo de alteração provavelmente ocorre devido à evaporação de água durante a estocagem a temperaturas elevadas, uma vez que a permeabilidade de algumas embalagens, como o caso do polipropileno, pode permitir a migração da água para o ambiente. Já os doces sem adição do conservante apresentaram comportamentos diferentes para cada temperatura de armazenamento, sendo que quando armazenados a 20 °C os valores de sólidos solúveis mantiveram-se constantes até os 30 dias, apresentando aumento aos 75 dias e posterior queda e estabilização

aos 120 dias. No entanto, ao serem armazenados na temperatura de 30 °C, os valores de sólidos solúveis dos doces aumentaram aos 30 dias, mantendo-se estáveis até posterior queda e estabilização aos 120 dias. Já os doces armazenados a 40 °C, apresentaram queda nos valores de sólidos solúveis aos 30 dias e subsequente aumento até a estabilização aos 120 dias de armazenamento.

Os teores de açúcares totais, redutores e não redutores sofreram influência do tempo e da temperatura, ao nível 5% de significância (Tabela 1). Observou-se que o teor de açúcares totais aumentou com a elevação do tempo de armazenamento e conseqüentemente os açúcares redutores e não redutores.

Quando avaliada a influência da temperatura, os tratamentos sem sorbato de potássio e armazenados

nas temperaturas de 30 °C e 40 °C apresentaram maiores valores de açúcares totais, não redutores e redutores quando comparados aos doces armazenados a 20 °C. Já nos doces com sorbato de potássio observou-se redução dos valores de açúcares totais, redutores e não redutores no último intervalo de tempo de armazenamento na temperatura de 40 °C. Alexandre et al.²² observaram comportamento semelhante ao avaliar a conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos.

Ao avaliar a textura, observou-se que tanto a firmeza, quanto a fraturabilidade apresentaram uma tendência a aumentar de acordo com o tempo de armazenamento. A tendência ao declínio foi observada para a adesividade, a coesividade e a elasticidade. Observou-se, porém, uma diferença significativa ($p < 0,05$) apenas no último tempo de armazenamento para todas as variáveis avaliadas e a influência do sorbato apenas sobre a adesividade, a firmeza e a fraturabilidade (Tabela 2).

De acordo com Szczesniak²³, a firmeza é a força necessária para que o material atinja uma dada deformação. O aumento desse parâmetro durante o tempo de armazenamento bem como o aumento na fraturabilidade, possivelmente ocorreu devido à elevação no teor de sólidos solúveis. Godoy et al.²⁴ destaca que variações nos valores que representam a firmeza indicam diferenças na estrutura do gel dos produtos, em decorrência da variabilidade nas formulações e métodos de processamento e armazenamento de cada produto, uma vez que a formação do gel e suas características finais estão diretamente relacionadas ao teor de sólidos solúveis, pectina, ácido e polpa.

A elevação do teor de sólidos solúveis afeta a textura do doce de duas maneiras. Por um lado, a redução do teor de água aumenta a rigidez da estrutura²⁵. Por outro, o aumento no teor de sólidos solúveis, assim como a firmeza e a fraturabilidade (Tabela 2), sofreram influência da temperatura de armazenamento, indicando que houve evaporação da água presente nos doces armazenados. Com isso, aumenta as chances de hidrólise da pectina, o que torna a estrutura descontínua e mais aderente⁴.

Observou-se, aos 165 dias de armazenamento, influência significativa, ao nível de 5%, das temperaturas de 30 °C e 40 °C na firmeza dos doces com sorbato de potássio. Já para a fraturabilidade a temperatura foi influente em ambos os tratamentos, tendo a temperatura de 30 °C provocado maiores valores dessa variável nos doces sem adição do sorbato de potássio. No entanto, nos

doces com sorbato de potássio a temperatura de 40 °C apresentou maiores valores para fraturabilidade a partir de 120 dias de armazenamento.

Menezes et al.²⁶ afirma que outro fator influente na textura de doces em massa é a acidez, pois quanto maior for o seu teor, maior será a firmeza dos doces, concordando com o encontrado nesse estudo. Os autores afirmam ainda que essa relação pode ser atribuída à menor dissociação das carbonilas livres e moléculas de pectina, o que diminui a repulsão intermolecular e favorece a formação de ligações cruzadas, essenciais para a formação do gel.

De acordo com Soares Júnior et al.²⁷ e Godoy et al.²⁴, o aumento no teor de sólidos solúveis ocasiona elevação na adesividade, pois esse fato indica evaporação de água e conseqüentemente a hidrólise da pectina, comportamento esse contrário ao encontrado nesse trabalho, visto a redução da adesividade. No entanto, de acordo com os autores, as técnicas empregadas para análise de textura ainda não propiciam um grau de padronização satisfatório ao produto, o que frequentemente apresenta deficiências nas avaliações da dureza, adesividade, entre outros parâmetros de textura.

A coesividade é a extensão em que o material pode ser deformado antes da ruptura e a elasticidade a taxa em que o material deformado volta para a sua condição inicial. Observou-se um aumento, no início do armazenamento, desses parâmetros, sendo mais pronunciado na coesividade e posterior redução de ambos os parâmetros nos últimos tempos de observação. Os baixos valores observados na elasticidade, desde o primeiro tempo de análise, pode ocorrer devido à presença de sacarose na formulação, pois, de acordo com Toledo², a sacarose possui efeito plasticizante tornando o produto mais plástico e menos elástico.

Os valores de pH dos doces de banana, com e sem a adição de sorbato de potássio, aumentaram com 30 dias de armazenamento em todos os tratamentos avaliados, principalmente nos doces sem adição do conservante e armazenados a 30 °C e 40 °C. Mas após esse período, os valores diminuíram concordando com o observado por Mota²⁸ para geleia de amora preta após 40 dias de armazenamento, sendo que o autor atribui o decréscimo do pH com o passar do tempo ao fato da acidez ter aumentado durante o armazenamento.

O efeito da presença de sorbato de potássio no pH, mostrou-se significativa, ao nível de 5% de significância (Tabela 1), concordando com o descrito por Vidyasagar

e Arya²⁹ e Thakur et al.³⁰ ao afirmarem que o sorbato de potássio provoca oscilações no pH do meio. No entanto, os autores descrevem ainda que nessa relação, porém, é difícil determinar qual é a variável independente, pois tanto o pH é alterado com a presença do conservante quanto o conservante pode sofrer efeito catalítico exercido pelo pH do meio. Nesse sentido, Menezes et al.²⁶ observaram que a adição de sorbato de potássio aumentou o pH de doces em massa de goiaba tornando o produto menos ácido, sendo que os autores atribuíram esse fato à relação entre o pH e a dissociação das moléculas de ácido sórbico que ocorre de forma proporcional.

A acidez titulável dos doces aumentou durante o armazenamento, corroborando com o encontrado por Nascimento et al.³¹ para doce de corte de casca de maracujá e Menezes¹⁹ para doce de goiaba em massa. Os tratamentos com e sem a presença de sorbato de potássio apresentaram diferença significativa, ao nível de 5%, entre si (Tabela 1), sendo que nos tratamentos sem o conservante houve um aumento mais rápido e pronunciado da acidez do que nos tratamentos com a adição do conservante.

A temperatura de armazenamento apresentou-se significativamente influente, ao nível de 5%, na acidez de ambos os doces avaliados durante o período de armazenamento (Tabela 1), apresentando valores maiores nas temperaturas de 30 °C e 40 °C. No entanto, mesmo nas temperaturas maiores, os valores de acidez não ultrapassaram o limite aceitável, que de acordo com Jackix⁴ é 1 mg de ácido/100 g de produto onde a partir de então ocorre o processo de sinérese, ou seja, a exsudação do líquido do doce.

Tabela 3. Médias e desvio padrão para o parâmetro de cor L do doce de banana durante o armazenamento

Tratamento	Tempo	20 °C	30 °C	40 °C
		L	L	L
Sem Sorbato	0	23,8 ± 1,8	22,7 ± 0,1	22,64 ± 0,1
	30	22,7 ± 0,04	27,6 ± 0,2	23,8 ± 0,1
	75	21,4 ± 0,03	26,6 ± 0,3	22,6 ± 0,1
	120	26,9 ± 0,3	24,6 ± 0,8	23 ± 0,2
	165	24,5 ± 0,4	27,8 ± 0,1	21,3 ± 0,2
Com Sorbato	0	31,6 ± 0,1	31,8 ± 0,1	31,3 ± 0,2
	30	29,1 ± 0,1	27,2 ± 0,04	27,5 ± 0,06
	75	25,1 ± 0,1	23,9 ± 0,8	24,2 ± 0,2
	120	28,7 ± 0,1	30,4 ± 0,2	26,6 ± 0,3
	165	27,8 ± 0,1	28,4 ± 0,5	25,4 ± 6,5

A atividade de água (Aw) apresentou oscilações durante o armazenamento.

Os tratamentos de doce em massa apresentaram diferença significativa, ao nível de 5%, entre as temperaturas de armazenamento ao longo do tempo (Tabela 1). Os tratamentos sem adição de sorbato de potássio apresentaram maiores oscilações da atividade de água durante o armazenamento, em todas as temperaturas.

Quando tratados com o conservante e armazenados a 40 °C, os doces apresentaram uma redução maior da atividade de água, quando comparados com as demais temperaturas. Por exemplo, descreveram, no final do período de armazenamento, Aw de 0,66, enquanto que nas demais temperaturas esse valor é de 0,72 e 0,74 para 20 °C e 30 °C, respectivamente.

Gliemmo et al.³² observaram, em seus trabalhos, que o sorbato de potássio, presente em modelos aquosos, provoca uma redução na atividade de água principalmente em altas temperaturas, concordando com o observado neste trabalho para a temperatura de 40 °C. De acordo com Takur et al.³⁰, essa relação da atividade de água com o sorbato de potássio deve-se ao fato da solubilidade dos sais de ácido sórbico ser alta, acima de 50%, principalmente em altas temperaturas.

Chagas et al.³³, ao estudar doce de goiaba, observaram que a atividade de água é influenciada diretamente pela proporção polpa/açúcar adicionada à formulação atribuindo essa ocorrência à capacidade higroscópica do açúcar que pode permitir a redução do teor de água livre no alimento.

Assim como a atividade de água, a umidade apresentou oscilações durante o tempo de armazenamento. No entanto, não houve diferença significativa, ao nível de 5%, entre os tratamentos com e sem a adição de sorbato de potássio (Tabela 2). Quando avaliada a influência da temperatura, os doces com adição de sorbato de potássio apresentaram um aumento da umidade aos 75 dias de armazenamento, sendo esse aumento significativo, ao nível de 5%, nos doces armazenados a 20 °C quando comparados com os doces armazenados nas demais temperaturas e posterior queda estabilizando em torno 34% de umidade, em base úmida (g/100g matéria úmida). Os doces sem adição do conservante também apresentaram diferença da temperatura de 20 °C para as demais temperaturas, no entanto aos 165 dias os doces armazenados a 40 °C apresentaram maior valor de umidade quando comparados com os demais.

Tabela 4. Médias e desvio padrão para os parâmetros de cor a* e b* do doce de banana durante o armazenamento

Tratamento	Tempo	20 °C		30 °C		40 °C	
		a*	b*	a*	b*	a*	b*
Sem Sorbato	0	4,6 ± 0,7	-2,0 ± 0,1	4,3 ± 0,3	-2,1 ± 0,02	4,7 ± 0,9	-2,1 ± 0,01
	30	7,4 ± 0,3	2,4 ± 0,4	7,1 ± 0,07	2,5 ± 0,06	8,5 ± 0,2	0,73 ± 0,02
	75	7,4 ± 0,02	1,2 ± 0,2	8,1 ± 0,01	0,85 ± 0,4	3,6 ± 0,2	0,38 ± 0,1
	120	7,3 ± 0,07	2,8 ± 0,7	7,5 ± 0,5	0,88 ± 0,2	7,7 ± 0,4	0,55 ± 0,2
	165	8,9 ± 0,09	0,9 ± 0,2	7,6 ± 0,2	0,26 ± 0,2	6,1 ± 0,3	0,07 ± 0,2
Com Sorbato	0	6,75 ± 0,7	2,7 ± 0,5	6,9 ± 1	2,1 ± 0,09	6,8 ± 0,8	2,3 ± 0,007
	30	10,4 ± 0,5	2,5 ± 0,6	7,6 ± 0,4	3 ± 0,1	9,5 ± 0,4	5 ± 0,2
	75	6,6 ± 0,07	3,9 ± 0,3	6,2 ± 0,2	2,48 ± 0,3	6,4 ± 0,5	0,54 ± 0,2
	120	8,3 ± 0,4	5,1 ± 1,4	8,8 ± 0,3	3,6 ± 1,1	6,56 ± 0	1,2 ± 0,9
	165	8,8 ± 0,07	3,8 ± 0,6	7,7 ± 0,3	1,9 ± 0,6	5,8 ± 0,1	0,1 ± 0,1

É importante destacar que todos os tratamentos, até o tempo estudado, apresentaram-se dentro do padrão descrito pela legislação, por meio da normativa nº 9, de 1978, publicada no D.O.U em 11/12/1978³⁴, da Câmara Técnica de Alimentos do Conselho Nacional de Saúde⁴, em que a umidade máxima permitida para doce em massa é de 35% em base úmida. Os doces sem adição de conservante e armazenados a 40 °C, porém, estavam no limite descrito pela legislação aos 165 dias de armazenamento.

Oscilações nos teores de umidade foram verificadas por Beltrão Filho e Silva³⁵ ao observar o comportamento dessa variável no doce em massa de banana nanica durante o armazenamento, sendo que o autor atribui essas oscilações ao não armazenamento das amostras em ambiente controlado. O autor destaca ainda que a importância da umidade, em doces em massa, não ultrapassa o exigido pela legislação evitando assim qualquer espécie de contaminação.

Os resultados de determinação da cor (L, a*, b* e ΔE) do doce em massa são apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5.

O produto apresentou escurecimento durante o armazenamento, ou seja, diminuição do valor do parâmetro de cor L*, luminosidade, tanto maior quanto maior a temperatura (Tabela 3), concordando com o descrito por Garza et al.³⁶ ao afirmar que o aumento do tempo e da temperatura de armazenamento afeta diretamente os principais componentes da cor. Menezes et al.²⁶ afirmam que a redução da luminosidade dos doces em massa pode ocorrer em decorrência de um maior escurecimento não enzimático, como a caramelização e a reação de Maillard, provocada pela presença de um

percentual elevado de açúcar nas formulações desse tipo de produto.

O parâmetro de cor a* apresentou poucas alterações com o aumento da temperatura (Tabela 4), tendendo a aumentar com o passar do tempo de armazenamento e intensificar a cor vermelha em todos os tratamentos. Já os valores do parâmetro de cor b* apresentaram oscilações com o aumento da temperatura de armazenamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Menezes¹⁹ para o parâmetro de cor a* do doce em massa de goiaba e Garcia-Viguera et al.¹¹ para os parâmetros de cor a* e b* analisados em geleia de morango.

A diferença total de cor apresentou oscilações com o tempo e a temperatura de armazenamento (Tabela 5) tanto nos doces com sorbato de potássio

Tabela 5. Médias e desvio padrão da diferença total de cor do doce de banana durante o armazenamento

Tratamento	Tempo	E		
		20 °C	30 °C	40 °C
Sem Sorbato	0	--	--	--
	30	5,33	7,28	4,87
	75	1,76	2,17	5,05
	120	5,72	2,08	4,12
	165	3,45	3,26	2,38
Com Sorbato	0	--	--	--
	30	4,42	4,73	5,38
	75	5,69	3,62	6,35
	120	4,15	7,08	2,49
	165	1,65	2,84	1,79

quando nos doces sem adição do conservante. Tal fato pode ter ocorrido devido ao comportamento oscilatório observado para o parâmetro b^* . A diferença total de cor tem sido largamente utilizada na descrição visual da alteração de cor e é útil no monitoramento da qualidade de frutas e produtos de frutas, sendo que quanto maior o seu valor, maior degradação da cor o produto apresenta. Esse aumento pode ser acentuado com a elevação da temperatura^{36, 37}, fato observado neste trabalho até os 75 dias de armazenamento.

Miguel et al.³⁸ afirmam que a oxidação de alguns ácidos, presentes em produtos como o doce em massa, podem ocorrer por via anaeróbica, levando à formação de hidróxi-metil-furfural e furfural, respectivamente, os quais por sua vez formam melanoidinas, que causam escurecimento, tal como na reação de Maillard. Os autores afirmam ainda que a fase anaeróbica ocorre durante o armazenamento e tende a variar de acordo com a oscilação da temperatura.

Quando avaliada a qualidade microbiológica durante o período de armazenamento, observou-se que os doces mantiveram-se microbiologicamente estáveis em todos os tratamentos. Ou seja, a contagem de micro-organismos apresentou-se inferior ao exigido pela legislação como padrão de qualidade por meio da portaria nº 451 de 19/9/1997, da Secretaria de Vigilância Sanitária (SVS)³⁹. Essa portaria descreve que para serem considerados estáveis, os purês e doces em massa devem apresentar ausência de salmonelas em 25 g de amostra, contagem máxima de 1 coliforme a 35 °C/g de amostra e contagem máxima de 103 fungos filamentosos e leveduras/g de amostra.

Embora não exigida pela legislação a contagem de coliformes totais foi realizada indicando ausência de contaminação e conseqüente adequabilidade do processamento, pois a presença deste microorganismo indica contaminação do produto após processamento⁴⁰. Resultados semelhantes foram observados por Menezes¹⁹.

CONCLUSÃO

As formulações de doce em massa de banana prata sofreram influência tanto do tempo como da temperatura de armazenamento e da presença de sorbato de potássio, sendo o tempo a variável que mais interferiu na qualidade do produto, contribuindo para as alterações de todos os parâmetros analisados. A temperatura provocou alterações em todos os parâmetros exceto a elasticidade e a adesividade,

enquanto a presença de sorbato de potássio mostrou-se influente nos sólidos solúveis, firmeza, fraturabilidade, adesividade, bem como em todos os parâmetros de cor, sendo a temperatura de 20 °C a menos influente nas alterações ocorridas.

REFERÊNCIAS

1. Tfouni SAV, Toledo MCF. Determination of benzoic and sorbic acids in Brazilian food. *Food Control*. 2002;13(2):117-23.
2. Toledo PF. Propriedades reológicas de doce de banana [dissertação de mestrado] Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); 2004.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. Brasília; 2005. [acesso 2011 Ago 15]. Disponível em: [http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php/].
4. Jackix MH. Doces, geleias e frutas em calda. São Paulo (SP): Ícone; 1988.
5. Leistner L. Food preservation by combined methods. *Food Res Int*. 1992;25(2):151-8.
6. Wicklund T, Rosenfeld HJ, Martisen BK, Sundfor MW, Lea P, Brunn T, Blomhoff R, et al. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. *LWT*. 2005;38(4):380-91.
7. Banjongsinsiri P, Kenney S, Wicker L. Texture and distribution of pectic substances of mango as affected by infusion of pectinmethylesterase and calcium. *J Sci Food Agric*. 2004;84(12):1493-9.
8. Cerezal P, Duarte G. Sensory influence of chemical additives in peeled cactus pears (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) in syrup conserved by combined methods. *J Prof Assoc Cactus Dev*. 2004;6(6):102-19.
9. Albuquerque JP. Fatores que influenciam no processamento de geleias e geleias de frutas. *Bol Soc Bras Ciênc Tecnol Alim*. 1997;31(1):1-8.
10. Gliemmo MF, Campo CA, Gerschensons LN. Effect of several humectants and potassium sorbate on the growth of *zygosaccharomyces balli* in model aqueous systems resembling low sugar products. *J Food Eng*. 2006;77(4):761-70.
11. Garcia-Vigyera C, Zafrilla P, Romero F, Abellán P, Artés F, Tomás-Barberán FA. Color stability of strawberry jam as affected by cultivar and storage temperature. *J Food Sci*. 1999;64(2):234-47.
12. Matsuno H, Uritani I. Physiological behaviour of peroxidase enzymes in sweet potato root tissue injured by cutting or back root. *Plant Cell Physiol*. 1972;13(6):1091-101.
13. Whitaker JR. Effect of temperature on enzyme-catalysed reactions. In: Principles of enzymology for the food science. New York: Marcel Dekker; 1972. p.319-49.
14. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 34, de 9 de março de 2001. Aprova o regulamento técnico para o uso de aditivos alimentares estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a Categoria de Alimentos 21: Preparações culinárias industriais.

- Brasília; 2001. [acesso 2011 Mai 9]. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/34_01rdc.htm].
15. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo - Brasil). Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3ª ed. São Paulo (SP): Instituto Adolfo Lutz; 1985.
 16. Nelson N. A fotometric adaptaion of Somogyi method for the determination of glucose. *J Bio Chem*. 1944;153(2):375-80.
 17. Somogy M. A new reagent for determination of sugars. *J Bio Chem*; 1956. 160(1):61-8.
 18. Giese J. Fats, oils and fat replacers. *Food Technol*. 1996; 50(4):78-83.
 19. Menezes CC. Otimização e avaliação da presença de sorbato de potássio e das embalagens sobre o doce de goiaba durante o armazenamento [dissertação de mestrado]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras (UFLA); 2008.
 20. Mouquet C, Aymard C, Guilbert S, Cuvelier G, Launay B. Influence of inicial pH on gelation kinetics of texturized passion fruit pulps. *LWT*. 1997;30(1):129-34.
 21. Martins MLA, Borges SV, Deliza R, Castro FT, Cavalcante NB. Características de doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. *Rev Pesq Agropec Bras*. 2007;42(9):1329-33.
 22. Alexandre D, Cunha RL, Hubinger MD. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. *Rev Ciênc Tecnol Alim*. 2004;24(1):114-9.
 23. Szczesniak AS. Texture is a sensory property. *Food Qual Prefer*. 2002;13(2): 215-25.
 24. Godoy RCB, Matos ELS, Santos DV, Amorim TS, Waszczynskyj N, Neto MAS. Estudo da composição físico-química e aceitação de bananadas comerciais por meio de análise multivariada. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2009;68(3):373-80.
 25. Glicksman M. Gum technology food industry. New York: Academic Press; 1969.
 26. Menezes CC, Borges SV, Cirillo MA, Ferrua FQ, Oliveira LF, Mesquita KS. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. *Rev Ciênc Tecnol Alim*. 2009;29(3): 618-25.
 27. Soares Júnior AM, Maia ABRA, Nelson DL. Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil texturométrico do doce de manga. *Rev Ciênc Tecnol Alim*. 2003;23(1):76-80.
 28. Mota RV. Caracterização física e química de geleia de amora-preta. *Ciênc Tecnol Alim*. 2006;26(30):539-43.
 29. Vidyasagar K, Arya SS. Stability of sorbic acid in orange squash. *J Agric Food Chem*. 1983;31(6):1262-3.
 30. Thakur BR, Singh RK, Arya SS. Chemistry of sorbates: a basic perspective. *Food Rev Int*. 1994;10(1):71-91.
 31. Nascimento MRF, Oliveira, Borges SB. Estudo da conservação de doce de corte de casca de maracujá à temperatura ambiente. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos; Porto Alegre: CBCTA; agosto de 2002.
 32. Gliemmo MF, Campo CA, Gerschensons LN. Effect of several humectants and potassium sorbato on the growth of *zygosaccharomyces balli* in model aqueous systems resembling low sugar products. *J Food Eng*. 2006;77(4):761-70.
 33. Chagas EN, Menezes CC, Cirillo MA, Borges SV. Método "Ridge" em modelo de superfície de resposta: otimização de condições experimentais na elaboração de doce de goiaba. *Rev Bras Biom*. 2009;26(4):71-81.
 34. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução Normativa nº 9, de 11 de dezembro de 1978. Atualiza a Resolução nº 52/77 da antiga Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Brasília; 1978. [acesso 2009 Mar 22] Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/09_78_doces.htm].
 35. Beltrão Filho EM, Silva MLP. Processamento de doce em massa de banana (*Musa* sp): cultivar nanicao. I Jornada Nacional da Agroindústria; outubro de 2006. Bananeiras: Agroindústria Nacional. 1 CD-ROMm.
 36. Moura SCSR, Berbari AS, Almeida MEM, Luccas V, Kitahara EO. Acompanhamento da vida-de-prateleira de caqui-passa. V Congresso Ibero-Americano de Ingeniería de Alimentos; setembro de 2005;México: CIBIA. CD-ROM.
 37. Moura SCSR, Berbari AS, Germer SPM, Almeida MEM, Fefim DA. Determinação da vida de prateleira de maçã-passa por testes acelerados. *Rev Ciênc Tecnol Alim*. 2007;27(1):41-.
 38. Miguel ACA, Albertini S, Spoto MHFS. Cinética da degradação de geleia de morango. *Ciênc Tecnol Alim*. 2009;29(1):142-7.
 39. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 451, de 19 de setembro de 1997. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 jul. 1998. Seção I, nº 124, p. 4-13.
 40. Siqueira RS. Manual de microbiologia de alimentos. Brasília: EMBRAPA-SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA; 1995.