

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE FATIAS DE BANANA NANICA REVESTIDAS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS

L. P. MUSSI^{1*} e N. R. PEREIRA^{1**}

¹ Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Laboratório de Tecnologia de Alimentos
E-mail para contato: *lara_pmw@hotmail.com, **nadiar@uenf.br

RESUMO – A banana é uma fruta climatérica com perdas consideráveis na produção. A desidratação osmótica reduz parcialmente a água e possibilita redução das perdas, agregação de valor e conservação das frutas. O revestimento com biofilmes comestíveis a base de polissacarídeos também permite prolongar a vida útil de produtos frescos e minimamente processados, por possuírem boa barreira aos gases. O objetivo deste trabalho foi estudar o processo osmótico em solução de sacarose a 55 °Brix (1:10) de fatias de banana nanica (1 cm) revestidas com biofilmes de alginato e pectina, nas concentrações de 2 e 3%. O processo ocorreu numa incubadora com temperatura e agitação constantes (40°C, 80 rpm) durante 60, 180 min. Os biofilmes de alginato aderiram melhor à fruta em comparação aos de pectina. O alginato a 3% foi o que proporcionou menor incorporação de sólidos e maior perda de água durante o processo osmótico em 60 e 180 min.

1. INTRODUÇÃO

A banana é uma das frutas mais presentes na dieta dos brasileiros pelas suas características sensoriais, alto valor nutritivo, praticidade de consumo e baixo custo. Por ser uma fruta climatérica, apresenta alta taxa respiratória na maturação, o que promove perdas consideráveis na produção (Awad, 1993). A dificuldade na conservação e a procura por praticidade de consumo das frutas provocaram o surgimento de técnicas de preservação a fim de manter a qualidade da fruta fresca, como o processamento mínimo.

As frutas minimamente processadas, em geral, são mais susceptíveis às mudanças fisiológicas e bioquímicas e à deterioração microbiológica, que podem resultar na degradação da cor, da textura e do sabor, os quais são provocados pelas operações de descascamento e corte. No entanto, quando submetidas a processos brandos adicionais, como desidratação osmótica (DO), a vida de prateleira da fruta é aumentada, o rendimento na produção é maior e os produtos finais podem possuir características similares às da fruta natural, apresentando a vantagem de proporcionar maior praticidade de consumo (Souza *et al.*, 2003; Park *et al.*, 2007).

A desidratação osmótica é um processo que reduz parcialmente o teor de umidade dos alimentos pela imersão do produto em solução concentrada em soluto em condições brandas de processo. Os fenômenos de transferência de massa durante o processo são fortemente afetados tanto pela natureza

da matéria-prima quanto pelas variáveis do processo. Estas podem ser a natureza, a composição e a concentração do soluto, a razão fruta:solução, a agitação do meio e a temperatura, dentre outras. Como os fluxos de água e solutos ocorrem devido ao gradiente osmótico entre a fruta e o meio, a membrana e a parede celular influenciam na seletividade da incorporação e perda de solutos. Assim, alterações da membrana promovidas por drásticas condições de processo podem interferir no ganho de sólidos, na perda de água e nas características físicas e nutricionais do fruto (Mauro, 1992; Araújo, 2000; Antônio, 2002).

Devido a essas características das frutas minimamente processadas se faz necessária a utilização de uma combinação de processamentos brandos, como por exemplo, a aplicação de recobrimento com biofilmes comestíveis anteriormente ao processo osmótico. Esta aplicação nas frutas quando cortadas pode alterar a barreira natural das superfícies das frutas, podendo ser uma alternativa viável para auxiliar nas transferências de massa durante o processo de desidratação osmótica (Lazarides *et al.*, 2007). Diversos autores vêm relatando essa atuação do recobrimento nessas transferências entre a fruta e a solução durante o processo. Isso ocorre em razão das características e propriedades dos biofilmes comestíveis. Assim, podem ser obtidos produtos de qualidade, com mais semelhança ao produto *in natura* e com vida de prateleira prolongada, diminuindo as alterações de cor, aroma, textura e sabor, decorrentes do armazenamento (Rodrigues *et al.*, 2003; Lazarides *et al.*, 2007; Lin e Zhao, 2007; Andrade *et al.*, 2008).

Embora os filmes comestíveis ofereçam potencial para melhorar a qualidade de produtos alimentícios e influenciar nos processos de desidratação osmótica, ainda há poucas aplicações industriais desenvolvidas. Por isso, os estudos desses processos são importantes para delinear as propriedades funcionais dos filmes comestíveis visando diversas aplicações possíveis. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos recobrimentos de alginato e pectina na desidratação osmótica de fatias de banana nanica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As bananas da variedade nanica (*Musa spp.*), foram selecionadas de acordo com o tamanho e o grau de maturação. Este último foi identificado pelo teor de sólidos solúveis totais da banana *in natura* (entre 17 e 22 °Brix) e pela coloração da casca (verde nas extremidades e amarelada na região intermediária da casca). As bananas selecionadas, lavadas em água corrente e secas em papel toalha, foram descascadas manualmente e cortadas em fatias de 1 cm em um fatiador elétrico (Fun Kitchen). Foram descartadas as amostras não uniformes, as extremidades e as partes machucadas da fruta e as amostras da região central foram utilizadas nas análises e processo osmótico.

As fatias foram branqueadas quimicamente a temperatura ambiente pela imersão em soluções de 1% de ácido cítrico monohidratado e 0,5% ácido ascórbico durante 30 min previamente ao processo osmótico.

Após o branqueamento, as fatias foram escolhidas aleatoriamente e imersas em soluções de recobrimento de alginato de sódio e pectina de baixa metoxilação, ambas nas concentrações de 2 e 3% (m/v). Para gelificação dos biopolímeros e formação dos filmes, as frutas recobertas com soluções de

alginato de sódio e pectina foram imersas em solução de cloreto de cálcio a 0,1 M e 0,2 M, durante 10 e 20 min, respectivamente. Posteriormente, as fatias foram secas com ar a temperatura ambiente com auxílio de um ventilador.

As fatias recobertas foram desidratadas osmoticamente em solução de sacarose a 55 °Brix, na proporção fruta:solução 1:10 em uma incubadora com temperatura e agitação constantes (40 °C, 80 rpm) durante 60 e 180 min. Cada fatia, previamente branqueada quimicamente e recoberta com o filme comestível, foi pesada na balança semi-analítica digital. As amostras pesadas foram transferidas para os frascos contendo a solução osmótica e tampados na incubadora, iniciando assim o processo osmótico. Fatias de banana desidratadas osmoticamente sem recobrimento foram utilizadas como amostra controle.

Um conjunto de 6 frascos, contendo uma fatia em cada, foram retirados em 60 min de processo osmótico, e depois, os outros 6 frascos restantes foram retirados em 180 min. As amostras retiradas da incubadora foram imersas três vezes em água destilada para retirada do excesso de solução de sacarose, enxugadas com papel toalha na superfície e pesadas. Após a pesagem, foi realizada a avaliação da coloração por análise de imagens com imagens digitais, em triplicata para cada amostra composta (conjunto de 6 amostras). Utilizou-se um sistema de iluminação controlada composto de quatro pequenas lentes dicróicas, incidindo sobre as fatias colocadas sobre porta amostra com fundo preto. Este sistema foi inserido dentro de uma caixa de madeira para reduzir a incidência lateral de luz externa na amostra, conforme ilustrado na Figura 2.

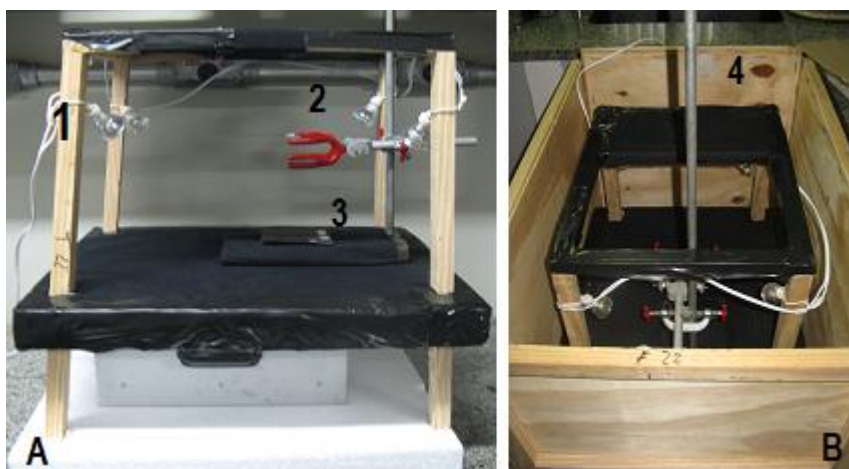


Figura 2 – Sistema fotográfico para análise da coloração das fatias de banana nanica. A. Visão frontal do sistema: (1) lâmpada dicróica, (2) suporte para câmera digital e (3) suporte para amostra. B. Visão geral do sistema inserido dentro da caixa de madeira (4).

As respostas do processo osmótico, perda de água (PA), ganho de sólidos (GS), redução de massa (RM) foram realizadas por meio de balanços de massa, utilizando as seguintes Equações 1 a 3.

$$PA(\%) = \frac{ma_0 - ma_t}{m_0} \times 100 \quad (1)$$

$$GS(\%) = \frac{ms_t - ms_0}{m_0} \times 100 \quad (2)$$

$$RM(\%) = PA - GS \quad (3)$$

A determinação do teor de umidade das amostras foi realizada pelo método da AOAC (1995), que consiste da pesagem de 2g da amostra, triturada e homogeneizada, e secagem em estufa a pressão atmosférica a 100 °C, durante 6 h e em seguida em estufa a vácuo (pressão ≤100 mmHg) a 70 °C até atingir peso constante.

Os dados de cada resposta dependente (perda de água, ganho de sólidos, redução de massa) foram submetidos à análise da variância (ANOVA, $p \leq 0,05$) e, quando necessário, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das respostas das transferências de massa que ocorreram durante o processo de desidratação osmótica das fatias de bananas nanicas. Observa-se que a perda de água, o ganho de sólidos e a redução de massa são crescentes com o tempo de processo para ambos os ensaios com e sem o recobrimento.

Tabela 1– Transferência de massa da desidratação osmótica durante 60 e 180 min das fatias de bananas recobertas com os biofilmes e sem recobrimento (controle)

60 min			
Tratamentos/Respostas	PA (%)	GS (%)	RM (%)
Controle	16,0 ± 1,3 ^c	7,0 ± 0,9 ^a	10,0 ± 0,7 ^d
Alginato 2%	23,0 ± 1,0 ^a	7,0 ± 0,7 ^a	15,0 ± 0,9 ^{ab}
Alginato 3%	19,0 ± 0,8 ^b	2,3 ± 0,7 ^b	17,0 ± 1,0 ^{ab}
Pectina 2%	18,5 ± 0,8 ^b	6,0 ± 0,3 ^a	12,0 ± 1,0 ^c
Pectina 3%	21,0 ± 0,5 ^a	6,7 ± 0,7 ^a	16,0 ± 1,4 ^b
180 min			
Controle	22,0 ± 0,7 ^b	9,0 ± 1,2 ^{ab}	12,0 ± 0,8 ^d
Alginato 2%	26,0 ± 1,0 ^a	9,0 ± 1,0 ^{ab}	18,5 ± 0,5 ^b
Alginato 3%	27,0 ± 1,0 ^a	3,5 ± 0,3 ^c	22,0 ± 0,9 ^a
Pectina 2%	22,0 ± 0,6 ^b	8,0 ± 0,7 ^b	14,0 ± 0,9 ^c
Pectina 3%	27,0 ± 1,3 ^a	10,0 ± 1,6 ^a	19,0 ± 1,8 ^b

PA = perda de água; GS = ganho de sólidos e RM = redução de massa. As análises foram realizadas em 6 repetições. Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si para $p > 0,05$ pelo teste de Tukey.

A perda de água das amostras recobertas e desidratadas por 60 min foram maiores que a do controle. Os biofilmes de alginato 2% e de pectina 3% promoveram maiores perda de água, 23% e 21%, respectivamente, em comparação aos 16% da amostra controle. Após 180 min de processo, a perda de água das amostras com biofilme de pectina 2% foi equivalente a da amostra controle (22%). As amostras recobertas com o alginato a 2% e 3% e com a pectina a 3% apresentaram maiores perda de água, em torno de 26 a 27%. A utilização de biofilmes poderia proporcionar uma resistência à saída de água da fruta, por representar uma barreira, por mais que seja uma barreira mínima de umidade. Esperava-se, portanto uma perda de água menor para as amostras recobertas em comparação as amostras controle, sem recobrimento. No entanto, a maior perda de água em relação às amostras controle durante o processo osmótico, pode ser justificada por um possível aumento da perda de água do fruto para o biofilme e do biofilme para a solução. Já que o biofilme apresenta natureza hidrofílica e há um gradiente osmótico entre o filme e a solução, favorável a saída de água. Além disso, a realização da análise de perda de água foi feita no conjunto composto pela amostra recoberta e biofilme, por isso não dá para diferenciar o que seria a perda de água da amostra e do biofilme. Azeredo e Jardine (2000) também verificaram que o biofilme contribuiu para maximizar a perda de água.

Assim como a perda de água, a redução de massa das bananas processadas osmoticamente com revestimento também foi maior e significativamente diferente da amostra controle em 60 e 180 min. Os biofilmes de alginato 2% e 3% e de pectina 3% propiciaram uma redução de massa maior em 60 min. No entanto, em 180 min, o alginato a 3% foi o que apresentou maior redução, provavelmente em razão da redução significativa do ganho de sólidos.

Ao observar os valores referentes à perda de água e ao ganho de sólidos, durante 60 e 180 min de processo osmótico, a alteração do segundo foi menor em relação ao primeiro, sem e com recobrimento. A incorporação de sólidos foi reduzida apenas para as amostras recobertas com o alginato a 3%, o que pode ser explicado pela sua capacidade de formar um filme com uma estrutura mais coesa e permitir um menor ganho de sólidos. Esse resultado referente à redução do ganho de sólidos na desidratação osmótica é muito válido, uma vez que a utilização deste processo pode oferecer produtos semelhantes aos frescos com reduzido teor de umidade e, paralelamente, buscando-se minimizar o ganho de sólidos. Outros autores como Andrade *et al.* (2007) também observaram menor incorporação de sólidos e maior perda de água para o recobrimento com o alginato em jenipapo desidratado osmoticamente. No entanto, Brandelero *et al.* (2005) observaram redução do ganho de sólido sem abacaxi desidratado sem e com cobertura de alginato, pois a velocidade da perda de água do produto recoberto (ou umidade, como eles relatam) foi semelhante aos dos não cobertos. Brandelero *et al.* (2005) relatam que esse comportamento pode estar ligado às propriedades de barreira dos revestimentos, bem como à sua natureza, como já foi discutido anteriormente.

Em relação à análise visual da coloração das fatias de banana nanica, verificada por imagens digitais, observa-se que as amostras branqueadas e recobertas com os biofilmes (Figura 3, 1 a 4, b)

ficam bem uniformes e mais claras do que amostra *in natura*. Isso ocorre devido aos polissacarídeos apresentarem uma baixa permeabilidade aos gases e reduzirem as taxas de escurecimento enzimático (Azeredo, 2003). Após o processo de desidratação osmótica, observa-se que a cor característica da banana é mantida nas fatias de banana nanica recobertas com os biofilmes, ficando com a coloração amarelada mais escura por conta da solução de sacarose. Além disso, não foi observado escurecimento, uma vez que o biofilme atuou como uma barreira ao longo do processo osmótico. Isso mostra que o recobrimento é conveniente, pois favoreceu a manutenção da cor e do brilho da fruta desidratada, o que pode não afetar a aceitação do consumidor ou até mesmo tornar o produto mais atraente.

As amostras recobertas com o alginato e desidratadas osmoticamente (Figura 3, quadros 1 e 2: c, d) apresentaram biofilmes mais firmes e maior aderência dos mesmos às frutas em comparação com as amostras recobertas com a pectina ao final do processo, principalmente a pectina de 2% (Figura 3, quadros 3 e 4: c, d).

Sendo assim, depois de analisar as transferências de massa do processo osmótico e as imagens digitais das fatias de banana nanica, o alginato a 3%, proporcionou maior barreira para a incorporação de sólidos e também permitiu maior perda de água, aumentando a eficiência da desidratação.

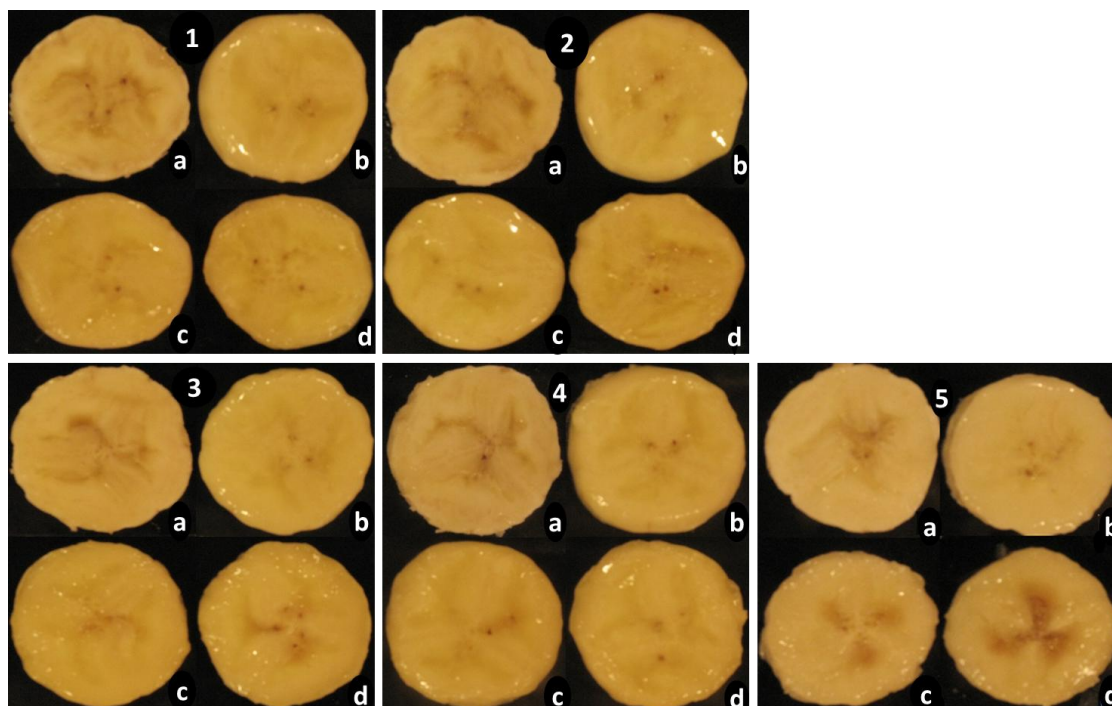


Figura 3 – Análise visual das fatias de banana nanica, recobertas com os biofilmes (1, 2, 3, 4) ou não (5). Quadros 1: Alginato 2%; 2: Alginato 3%; 3: Pectina 2%; 4: Pectina 3%; 5: Controle (DO sem recobrimento). Letras (a): amostra *in natura*, (b): amostra branqueada e recoberta, (c) e (d): amostras branqueadas, recobertas e desidratadas osmoticamente em 60 e 180 min, respectivamente.

4. CONCLUSÃO

Ambos os recobrimentos comestíveis, alginato de sódio e pectina de baixa metoxilação, mostraram-se eficientes na manutenção da coloração, do brilho e da estrutura das bananas minimamente processadas. No entanto, os biofilmes de alginato aderiram melhor à fruta em comparação aos de pectina.

O alginato a 3% foi o recobrimento que proporcionou ao final do processo menor incorporação de sólidos (3,5%) e maior perda de água (27%) em relação aos outros que apresentaram a primeira resposta semelhante à amostra controle sem o recobrimento. Dessa forma, o alginato a 3% favoreceu melhor eficiência no processo osmótico.

O estudo mostrou a eficiência do recobrimento comestível na preservação das bananas desidratadas osmoticamente. No entanto, é necessária a realização de mais estudos para avaliar a fruta separadamente do recobrimento e verificar se as transferências de massa ocorridas confirmam esse resultado.

5. NOMENCLATURA

DO	desidratação osmótica	(-)
PA	perda de água	(%)
GS	ganho de sólidos	(%)
RM	redução de massa	(%)
X	umidade	(%)
ma_0	massa de água do material inicial ($t=0$)	(g)
ma_t	massa de água do material no tempo t	(g)
ms_0	massa de sólidos do material inicial ($t=0$)	(g)
ms_t	massa de sólidos do material no tempo t	(g)
m_0	massa do material inicial	(g)

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências de fomento à pesquisa no Brasil

FAPERJ, CAPES e CNPq. Além disso, somos gratos pelo apoio dos laboratórios da UENF, onde as análises foram realizadas.

7. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, S. A. C.; GUERRA, T. M. B.; RIBEIRO, M. A.; GUERRA, N. B. Emprego de revestimentos comestíveis de alginato e pectina de baixa metoxilação em alimentos: Revisão. *B.CEPPA*, Curitiba, v. 26, p. 41-50, 2008.
- ANTÔNIO, G.C. *Influência da estrutura celular e da geometria da amostra na taxa de transferência de massa do processo de desidratação osmótica de Banana Nanica (Musa cavendishi) e de Mamão Formosa (Carica papaya L.)*. Dissertação de mestrado, FEA/UNICAMP, Campinas, SP, 2002.
- ARAÚJO, E.A.F. *Estudo da cinética de secagem de fatias de banana nanica (Musa acuminata var. Cavendish) osmoticamente desidratadas*. Dissertação de mestrado. FEA/UNICAMP, Campinas, SP, 2000.
- AOAC, *Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists*, Washington, 1995.
- AWAD, M. *Fisiologia Pós-Colheita de Frutos*. São Paulo: Nobel, 1993.
- AZEREDO, H. M. C. de. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. *B.CEPPA*, Curitiba, v. 21, p. 267-278, 2003.
- AZEREDO, H. M. C.; JARDINE, J. G. Desidratação osmótica de abacaxi aplicada à tecnologia de métodos combinados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, vol.20, 2000.
- BRANDELERO, R. P. H.; VIEIRA, A. P.; TELIS, V. R. N.; TELIS-ROMERO, J.; YAMASHITA, F. Aplicação de revestimento comestível em abacaxis processados por métodos combinados: isoterma de sorção e cinética de desidratação osmótica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 2, p.285-290, 2005.
- LAZARIDES, H. N.; MITRAKAS, G. E.; MATSOS, K. I. Edible coating and countercurrent product/solution contacting: A novel approach to monitoring solids uptake during osmotic dehydration of a model food system. *Journal of Food Engineering*, v. 82, p.171- 177, 2007.
- LIN, D.; ZHAO, Y. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v 6, p. 60 - 75, 2007.
- MAURO, M.A. *Cinética da desidratação osmótica de banana nanica*. Dissertação de mestrado. FEA/UNICAMP, Campinas, SP, 1992.
- PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A.; PARK, K. J. B. *Conceitos de processo e equipamentos de secagem*. Campinas, SP: CTEA. UNICAMP, 2007.
- RODRIGUES, L.K.; PEREIRA, L.M.; FERRARI, C.C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; HUBINGER, M.D. Vida útil de fatias de manga armazenadas em embalagem com atmosfera

modificada passiva. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, p. 271-278, 2003.

SOUZA, P. H. M.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, R. W; NASSU, R. T.; SOUZA NETO, M. A. Influencia da concentração e da proporção fruto:xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 23, p. 126-130, 2003.