



6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2012
13 a 15 de agosto de 2012– Jaguariúna, SP

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESCASCAMENTO E EXTRAÇÃO DE AMIDO DE BANANA VERDE DO CULTIVAR NANIÇÃO JANGADA

CAMILA P. TADDEI¹; PEDRO V. M. ALVES²; JORGE M. HASHIMOTO³

Nº 12243

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi obter um procedimento otimizado de descascamento e extração de amido de banana verde do cultivar Nanicao Jangada (*Musa sp*), visando o aproveitamento de bananas verdes colhidas fora do padrão de comercialização. Foram realizados testes de descascamento utilizando o procedimento de imersão dos frutos verdes em água aquecida e aquecimento em autoclave com injeção de vapor. O binômio de 82°C/18 minutos proporcionou a maior facilidade no descascamento com menor dano ao amido do fruto verde. O binômio 120°C/40s foi o mais satisfatório quando pressurizado. Entre duas soluções avaliadas durante o processo de extração de amido, a de ácido cítrico apresentou melhores resultados em relação à solução de hidróxido de sódio (combinada com metabissulfito de sódio).

ABSTRACT

The objective of this research was to obtain an optimized procedure for stripping and extraction of starch from green banana cultivar Nanicao Jangada (*Musa sp*), for the use of green bananas harvested outside the standard commercial. Tests were conducted using the procedure of stripping immersion of green fruit in hot water and heating in an autoclave with steam injection. The combination of 82°C/18 minutes provided the greatest ease in peeling with less damage to the starch of the green fruit. The binomial 120°C/40s was the most satisfying when pressurized. Between two solutions evaluated during the extraction of starch, citric acid showed the best results in terms of sodium hydroxide solution (combined with sodium metabisulfite).

Bolsista CNPq: Graduação em Eng. de Alimentos, UNICAMP, Campinas-SP,
camilaponteladdei@hotmail.com.br.

² Bolsista CNPq: Graduação em Eng. de Alimentos, UNICAMP, Campinas-SP, jotapea@gmail.com.br

³ Orientador: Pesquisador, GEPC/ITAL, Campinas-SP.



6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2012
13 a 15 de agosto de 2012– Jaguariúna, SP

INTRODUÇÃO

Uma característica fisiológica no cacho de banana é a não uniformidade de tamanho entre os frutos, por vezes, esses não são comercializados como produto nobre por não atenderem ao padrão comercial de classificação para venda “in natura”. Outros fatores que prejudicam a comercialização são a precária estrutura comercial, baixa qualidade de produção e principalmente, os substanciais danos pós-colheita, podendo estes ocorrer devido a inúmeros fatores físicos, fisiológicos ou microbiológicos (RANGEL et. al., 2002), que podem não afetar a polpa, mas causam danos visuais. Segundo SOARES (2009), perde-se 40% da banana colhida (10% ocorrem na área de cultivo).

A polpa de banana é uma massa com alto teor de amido e baixo teor de açúcares e compostos aromáticos. Os frutos ainda verdes são ricos em flavonóides, os quais atuam na proteção da mucosa gástrica, e também apresentam conteúdo significativo de amido resistente, o qual age no organismo como fibra alimentar (RODRIGUEZ-AMBRIZ, 2008).

CHIANG, et. al. (1987) realizaram experimentos para obtenção de amido de banana verde (*Musa sapientum* L.) sem remoção da casca, que resultaram em uma grande porção de fibras, na etapa de separação em peneiras. E, constataram que a remoção da casca é necessária para uma extração eficiente do amido de banana. As cascas das bananas verdes estão fortemente aderidas à polpa e, seria difícil removê-las sem um pré-tratamento. Dois métodos de pré-tratamento foram propostos por CHIANG et. al. (1987) e, os resultados mostraram que o processo com o uso de calor causa menor gelatinização do que o uso associado com NaOH.

OBJETIVOS

Aprimoramento do processo de descascamento de banana verde por imersão em água quente e em autoclave e otimização do processo de extração de amido.

MATERIAL E MÉTODOS

Determinação da umidade da polpa de banana verde

Bananas verdes foram descascadas manualmente e a polpa homogeneizada. Foram transferidos aproximadamente 2 g a 3 g, da amostra previamente preparada, para cadinhos de alumínio, cujas massas foram determinadas em balança analítica (ADA 210/L). A secagem foi efetuada em estufa a vácuo (120 mmHg e 60°C).



Extração de amido de banana verde

As bananas foram descascadas manualmente com auxílio de faca e pesadas em balança semi-analítica (AND/EK – 12 kg, nº J8009295). A polpa foi fatiada em Multiprocessador de Alimentos (Kitchen Aid-K5 A) e imersa em massa equivalente de solução combinada de hidróxido de sódio (0,2%) e metabissulfito de sódio (200ppm) ou solução aquosa de ácido cítrico (0,5g / L), por dois minutos. O material foi homogeneizado em liquidificador (Walita/Liqfaz com filtro R II-764) por três minutos e depois transferido para uma peneira (abertura de 1 x 1 mm), a polpa triturada foi lavada com água destilada. Decorrido o período de decantação, o béquer com o material decantado foi vertido novamente sobre a peneira, repetindo-se o procedimento por cinco vezes. A suspensão final obtida foi levada à decantação por 48 horas, sendo mantida sob-refrigeração ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) neste período. O sobrenadante foi retirado por sifonação e o material decantado (amido) foi seco em estufa com circulação de ar (Quimis/Q314242) por 24 horas, à temperatura de 45°C . O amido seco foi pesado em balança semianalítica e, triturado.

Descascamento por imersão em água sem agitação

As bananas verdes foram imersas em tanque com água aquecida, de acordo com os binômios apresentados na Figura 1.

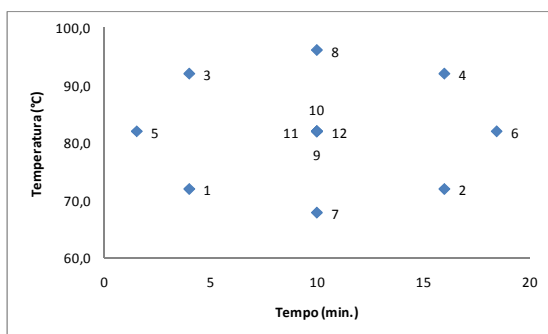


FIGURA 1. Experimentos do delineamento utilizado para avaliar diferentes binômios no descascamento da banana verde.

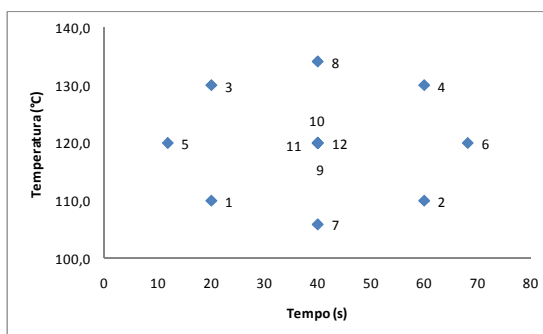


FIGURA 2. Experimentos do delineamento utilizado para avaliar diferentes binômios no descascamento da banana verde.

As temperaturas da água e da polpa dos frutos (imersos completamente) foram monitoradas. Foram realizados somente os experimentos **3** ($92^\circ\text{C}/4$ min.), **4** ($92^\circ\text{C}/16$ min.), **6** ($82^\circ\text{C}/18$ min.) e **8** ($96^\circ\text{C}/10$ min.). Foram utilizados 7 cabos termopares (TC) tipo T de 73 mm de comprimento por 1,2 mm de diâmetro, um aquisitor de dados Modelo E-Val Flex M16 Serial nº 14631 de 16 canais e, o software E-ValSuite Pro 2.8.5.0v ELLAB A/S, Krondalvej 9, DK-2610, Rødovre. Os TCs foram posicionados em pontos



6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2012
13 a 15 de agosto de 2012– Jaguariúna, SP

específicos da banana verde, como: centro geométrico (CG); limite entre a casca e a polpa (denominado região próxima à casca = RPC). Um TC foi fixado ao cesto em que as bananas foram colocadas, para monitorar a temperatura da água de imersão. Decorrido o tempo estabelecido para o experimento os frutos foram transferidos imediatamente para um tanque com água a temperatura ambiente.

Descascamento por imersão em água com agitação (injeção de ar comprimido)

Foram realizados três testes (96°C/10 minutos, 96°C /7,5 minutos e 96°C/5 minutos) para comparar com ensaios sem agitação. Em cada um dos testes foram utilizadas cinco bananas verdes.

Descascamento de banana verde tratada termicamente em autoclave

Dos experimentos apresentados na Figura 2, foram realizados os experimentos 7 (105,9°C/40s), 2 (110°C/60s), 4 (130°C/60s) e 6 (120°C/68,2s). Foram realizados dois experimentos adicionais: (120°C/40s) e (110°C/90s). Foi utilizada uma autoclave vertical do tipo fixa (Marca: Taylor, Modelo 200VA 13 220-58864A) e dez TCs, com as mesmas especificações dos ensaios anteriores. Em cada um dos testes foram monitoradas as temperaturas de cinco bananas verdes nas RPC. Dois TC monitoraram o CG de duas bananas, enquanto cinco TCs monitoravam a temperatura interna da autoclave, sendo dois fixados à borda superior do cesto, dois fixados próximos às bananas e, um ao lado PT100. Uma grade metálica com baias adequadas à inserção das bananas verdes foi utilizada, evitando a movimentação dos frutos durante o tratamento térmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação da umidade da polpa de banana verde

A Tabela 1 contém os dados que correspondem à massa de polpa de banana verde, após a secagem.

TABELA 1. Determinação de Umidade da polpa de banana verde.

Replicata	Amostra inicial (g)	Amostra após secagem (g)	Umidade base úmida (%)
1	2,6689	0,7366	72,4006
2	2,9429	0,8140	72,3402
3	3,2115	0,8900	72,2871
4	2,2268	0,6143	72,4133

A umidade média observada foi de $72,36 \pm 0,06\%$ (b.u.). Valores próximos a 73,28% foram observados por ORMENESE (2010), para o mesmo cultivar.

Extração de amido de banana verde

Na Figura 3, estão apresentadas as imagens dos amidos secos e triturados, obtidos pelos diferentes métodos de extração. As extrações designadas como 1, 2, 5 e 8 foram realizadas utilizando-se solução combinada de metabissulfito de sódio e hidróxido de sódio, enquanto foi utilizada solução de ácido cítrico nas extrações designadas como 3, 4, 6 e 7. A extração que apresentou maior rendimento foi a de nº8 (Tabela 2).

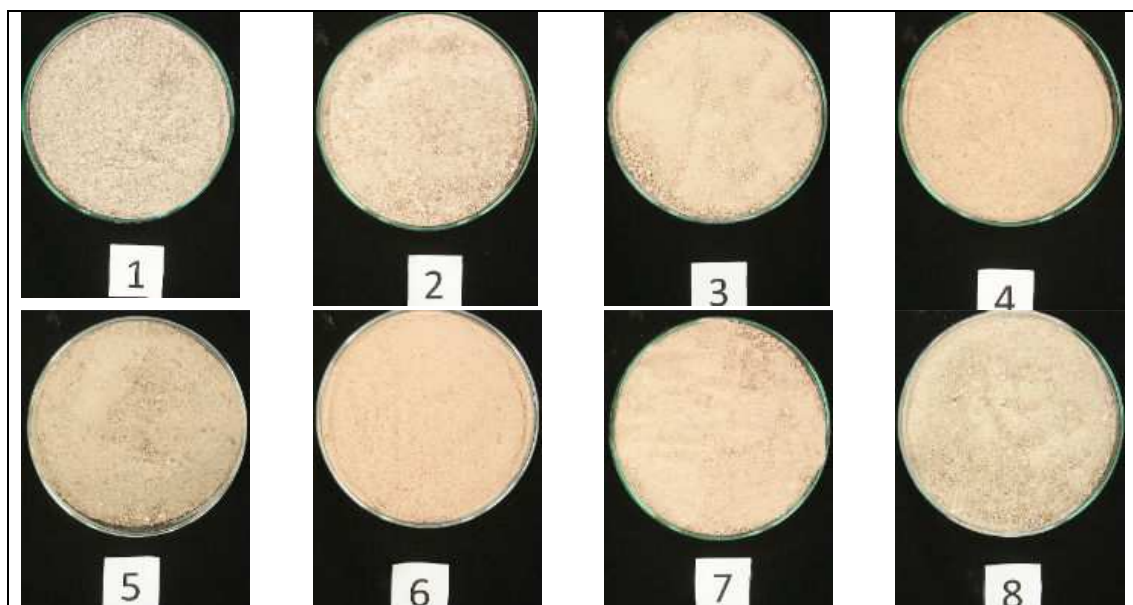


FIGURA 3. Amostras secas e trituradas de amido extraído de banana verde (Extrações 1 a 8).

TABELA 2. Extração de amido de banana verde com o uso de solução combinada de metabissulfito de sódio com hidróxido de sódio e solução de ácido cítrico.

Extração	Relação polpa/fruto (%)	Polpa (g) U=72,36%	Polpa seca (g)	Solução (g)	Amido seco (g)	% Amido (b. u.)	% Amido (b. s.)
1	53,00	185,00	51,13	186,23	46,00	24,86	89,96
2	52,89	192,12	53,10	191,20	48,21	25,09	90,79
3	51,39	162,00	44,78	163,34	41,00	25,31	91,56
4	48,19	557,19	154,01	585,00	134,34	24,11	87,23
5	51,83	252,43	69,77	259,64	60,97	24,15	87,38
6	53,97	236,84	65,46	239,60	55,88	23,59	85,36
7	52,48	269,37	74,45	271,79	64,08	23,79	86,07
8	53,11	325,87	90,07	327,03	82,80	25,41	91,93

O rendimento médio para a extração de amido com solução combinada de metabissulfito de sódio com hidróxido de sódio foi igual a 90,02% (b. s.) ou 24,88% (b. u.).



6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2012
13 a 15 de agosto de 2012– Jaguariúna, SP

No uso da solução de ácido cítrico, o rendimento médio foi igual a 87,55% (b. s.) ou 24,20% (b. u.). Estes valores estão próximos ao relatado por BLEINROTH (1995).

As extrações realizadas com solução de ácido cítrico apresentaram cor mais clara e avermelhada que as extrações realizadas com solução combinada de hidróxido de sódio e metabissulfito de sódio, que apresentaram coloração próxima ao castanho. O método de extração com ácido cítrico foi o mais promissor.

Descascamento por imersão em água sem agitação

Na Tabela 3, estão apresentadas as maiores temperaturas atingidas nas regiões do fruto, monitoradas com sensores, em cada experimento realizado.

TABELA 3. Maiores temperaturas atingidas pelas regiões monitoradas por sensores.

Experimento	Água de imersão (°C)	Temperatura na RPC (°C)	Temperatura no CG (°C)
8	97,11°C	83,08°C	82,53°C
3	92,65°C	57,26°C	56,13°C
4	94,48°C	89,48°C	87,93°C
6	83,99°C	79,49°C	78,44°C

As Figuras 4, 5, 6 e 7 representam a variação da temperatura de determinadas regiões da banana durante o processamento térmico.

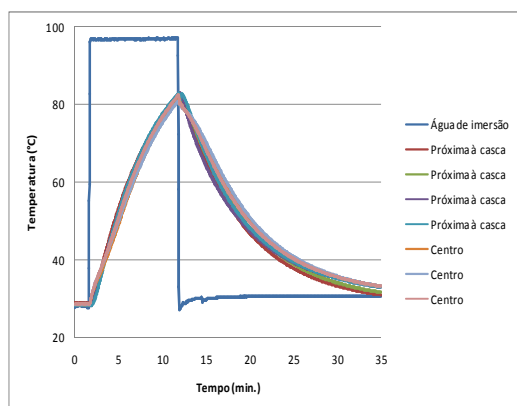


FIGURA 4. Temperaturas em diferentes locais durante o processamento térmico (imersão em água a 96°C por 10 minutos).

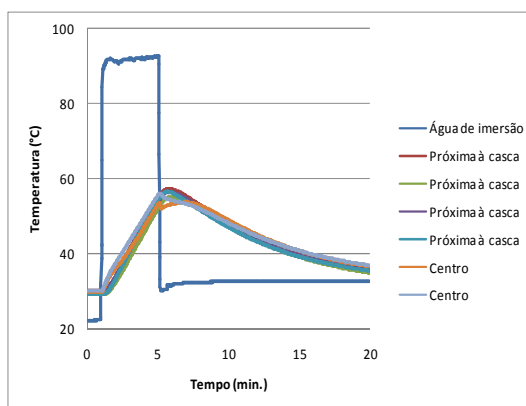


FIGURA 5. Temperaturas em diferentes locais durante o processamento térmico (imersão em água a 92°C por 4 minutos).

Nos experimentos 4 (92°C/16 minutos), 8 (96°C/10 minutos) e 6 (82°C/18 minutos), observou-se gelatinização do amido, pois as temperaturas atingidas nas regiões monitoradas durante o tratamento térmico foram superiores ou iguais à faixa de temperatura de gelatinização do amido de banana verde (70,3°C a 86,1°C), conforme mencionado por MOTA et al. (2000).



6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2012
13 a 15 de agosto de 2012– Jaguariúna, SP

A facilidade no descascamento, em ordem crescente, foi verificada somente para os experimentos 4 (92°C/16 minutos), 6 (82°C/18 minutos) e 8 (96°C/10 minutos), destacando-se o experimento 8 como o de maior facilidade.

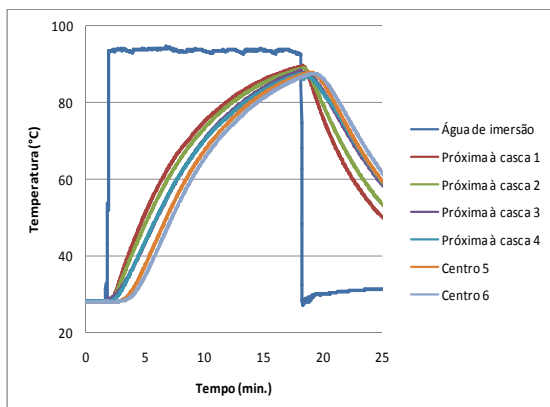


FIGURA 6. Temperaturas em diferentes locais durante o processamento térmico (imersão em água a 92°C por 16 minutos).

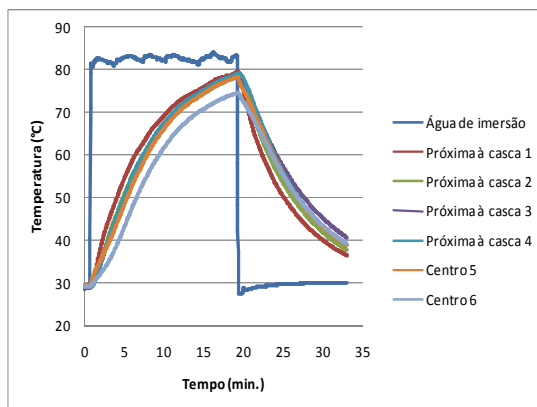


FIGURA 7. Temperaturas em diferentes locais durante o processamento térmico (imersão em água a 82°C por 18 minutos).

O binômio a ser adotado deve facilitar o descascamento de forma efetiva, com mínima gelatinização do amido, para evitar a lixiviação deste durante o procedimento de extração. O experimento 6 (82°C/18 minutos) apresentou-se como o mais promissor. Os valores de fh (minutos) e jh para este experimento são, respectivamente, 15,45 e 1,24 para a RPC e, 16,90 e 1,35 para o CG.

Descascamento por imersão em água com agitação

As Figuras 8, 9 e 10 representam a variação da temperatura de determinadas regiões da banana com o tempo de processamento térmico. A Tabela 4 apresenta as maiores temperaturas alcançadas nas regiões termicamente, em cada experimento realizado.

TABELA 4. Maiores temperaturas alcançadas pelas regiões monitoradas por sensores.

Experimento	Água de imersão (°C)	Temperatura na RPC (°C)	Temperatura no CG (°C)
1	97,05	88,8	89,68
2	96,95	79,94	Não foi monitorada
3	96,98	69,74	Não foi monitorada

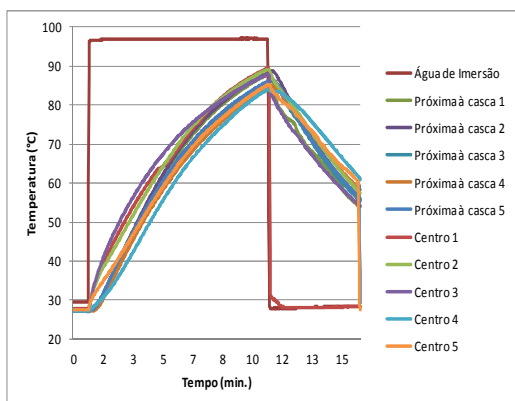


FIGURA 8. Temperaturas em diferentes locais durante o processamento térmico (imersão em água a 96°C por 10 minutos com agitação).

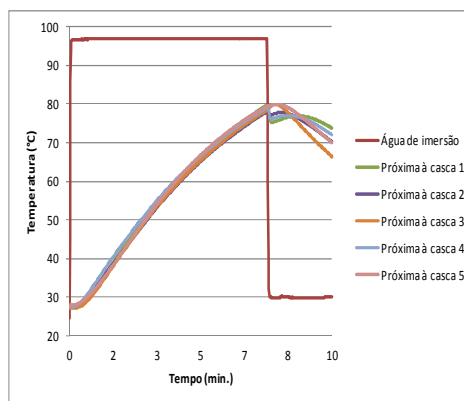


FIGURA 9. Temperatura em diferentes locais durante o processamento térmico (imersão em água a 96°C por 7,5 minutos com agitação).

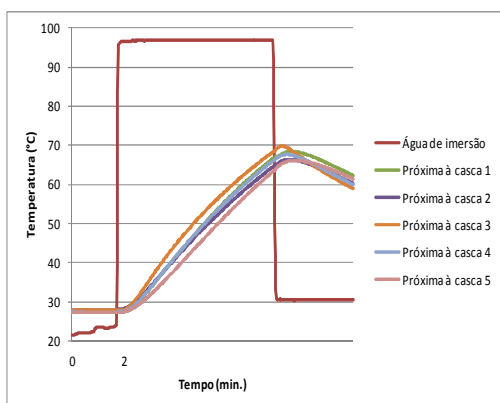


FIGURA 10. Temperatura em diferentes locais durante o processamento térmico (imersão em água a 96°C por 5 minutos com agitação).

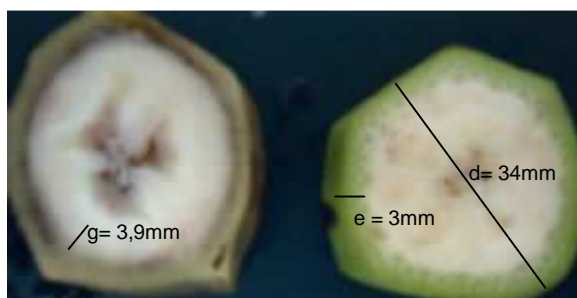


FIGURA 11. Comparação entre banana verde (à direita) e banana tratada a 96°C por 7,5 minutos (à esquerda).



FIGURA 13. Comparação entre banana verde (à esquerda) e banana tratada a 96°C por 10 minutos (à direita).



FIGURA 12. Comparação entre banana verde (à direita) e banana tratada a 96°C por 5 minutos (à esquerda).

d = diâmetro do fruto;
e = espessura da casca;
g = camada gelatinizada.

Nos experimentos 1 (96°C/10 minutos) e 2 (96°C/7,5 minutos), observou-se gelatinização do amido, que foi proporcional à temperatura utilizada. O menor grau de



6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2012
13 a 15 de agosto de 2012– Jaguariúna, SP

gelatinização foi observado no experimento 3 (96°C/5 minutos), fato que pode ser visualizado nas Figuras 11, 12 e 13. A maior facilidade no descascamento, foi constatada para o experimento 1, seguido pelo 2, indicando que o tempo necessário de exposição ao tratamento térmico está entre 7,5 e 10 minutos. Comparativamente, para o tratamento sem agitação, seria necessário tempo de processo igual a 18 minutos. O processo com agitação, por aumentar o coeficiente de troca térmica, proporciona rápida elevação da temperatura na RPC em menores tempos de imersão, evitando que a temperatura do CG do fruto se eleve demasiadamente, o que restringe a gelatinização do amido da polpa, desde que o resfriamento seja imediato.

Descascamento de banana verde tratada termicamente em autoclave

As Figuras 14, 15, 16, 17, 18 e 19 representam a variação da temperatura de determinadas regiões da banana com o tempo de processamento térmico em autoclave. Na Tabela 5 estão apresentados os valores das maiores temperaturas alcançadas nas regiões termicamente monitoradas, em cada experimento realizado.

TABELA 5. Maiores temperaturas atingidas pelas regiões monitoradas por sensores.

Experimento	Interior da Autoclave (°C)	Temperatura RPC (°C)	Temperatura CG (°C)	Rachadura na Casca
1	108,86 °C	51,52°C	44,12°C	Não
2	113,22°C,	59,41°C	51,61°C	Não
3	131,37°C	62,9°C	57,72°C	Sim
4	123,01°C	63,16°C	49,63°C.	Sim
5	123,16°C	53,18°C	47,27°C	Sim
6	113,28°C	59,71°C	53,04°C	Não

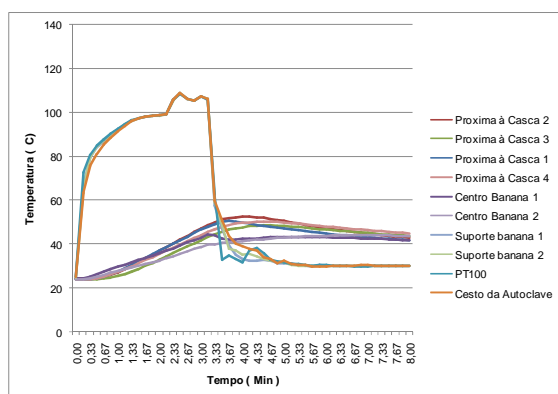


FIGURA 14. Temperaturas em diferentes locais durante o processamento térmico (aquecimento em autoclave a 106°C por 40 s).

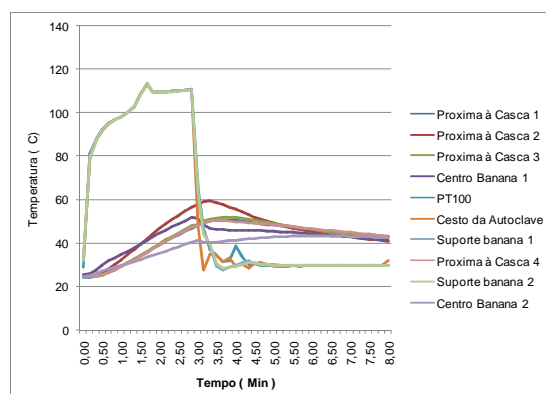


FIGURA 15. Temperaturas em diferentes locais durante o processamento térmico (aquecimento em autoclave a 110°C por 60 s).



6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2012
13 a 15 de agosto de 2012– Jaguariúna, SP

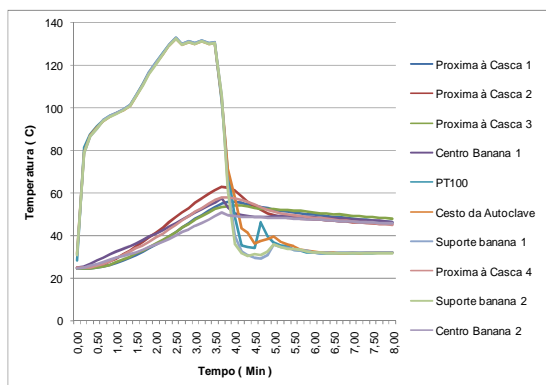


FIGURA 16. Temperaturas em diferentes locais durante o processamento térmico (aquecimento em autoclave a 130°C por 60 s).

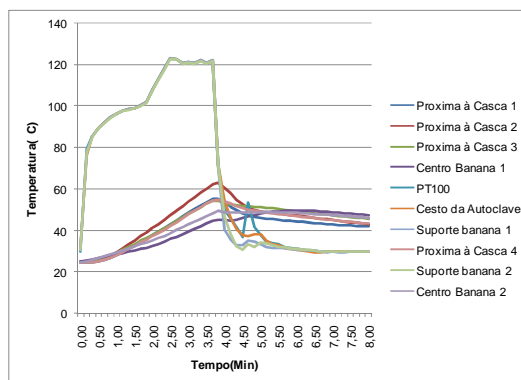


FIGURA 17. Temperaturas em diferentes locais durante o processamento térmico (aquecimento em autoclave a 120°C por 68,2 s).

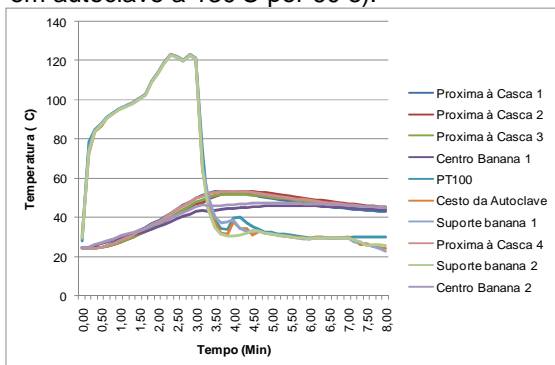


FIGURA 18. Temperaturas em diferentes locais durante o processamento térmico (aquecimento em autoclave a 120°C por 40 s).

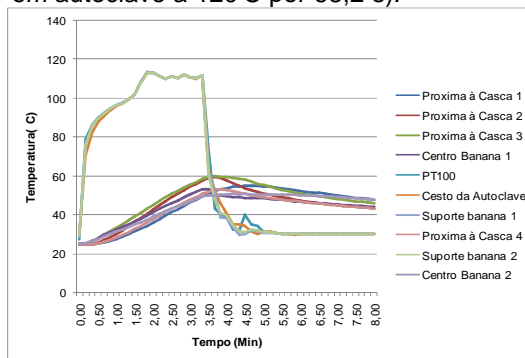


FIGURA 19. Temperaturas em diferentes locais durante o processamento térmico (aquecimento em autoclave a 110°C durante 90 s).

Nos experimentos 3 (130°C/60s), 4 (120°C/68s) e 5 (120°C/40s), todas as bananas apresentaram rachaduras na casca. Comparativamente, os experimentos cujos frutos racharam durante o tratamento térmico apresentaram maior grau de gelatinização e proporcionaram maior facilidade no descascamento. Entre os binômios utilizados, o mais satisfatório foi de 120°C/40s. Os valores de fh (minutos) e jh para este experimento são, respectivamente, 17,89 e 1,11 para a RPC e, 26,78 e 1,04 para o CG.

CONCLUSÃO

O método mais indicado para a obtenção de um produto com maior qualidade é o que faz uso de solução de ácido cítrico.

O experimento 6 (82°C / 18 minutos), baseado na imersão em água quente, é o que oferece maior facilidade no descascamento e um pequeno grau de gelatinização. Para os tratamentos realizados em imersão com agitação, o tempo de imersão em água a



6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2012
13 a 15 de agosto de 2012– Jaguariúna, SP

96°C, se encontra no intervalo de 7,5 a 10 minutos. Enquanto que, para os experimentos realizados em autoclave, o binômio mais satisfatório é 120°C/40s.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUMER, J. E.; MARIANI, V. C.; MENDES, L. A. Investigação experimental da condutividade térmica da banana. XXI Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia, p. 2, 2006.
- BLEINROTH, E. W. Matéria-prima. In: MEDINA J. C; BLEINROTH, E. W; DE MARTIN, Z. T; TRAVAGLINI, D. A; OKADA, M; QUAST, D. G; HASHIZUME, T; MORETTI, V. A; BICUDO NETO, L. C; ALMEIDA, L. A. S. B; RENESTO, O. V. Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos, 2ª edição. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1995, p. 133-196.
- CHIANG, B. H; CHU, W. C; CHU, C. L. A Pilot Scale Study for Banana Starch Production. Starch / Stärke 39, n.1, S. 5-8, 1987.
- MOTA, R. V; LAJOLO, F. M; CIACCO, C; CORDENUNSI, B. R. Composition and functional properties of banana flour from different varieties. Starch/Stärke, v. 52, 2000.
- ORMENESE, R. C. S. C. Obtenção de farinha de banana verde por diferentes processos de secagem e, aplicação em produtos alimentícios. Tese de doutorado em Tecnologia de Alimentos. Campinas, 2010.
- RANGEL, A.; PENTEADO, L. A. C.; TONET, R. M. Cultura da banana. 2 ed. Campinas: CATI, 2002. 91p.
- RODRIGUEZ-AMBRIZ, S. L.; ISLAS-HERNÁNDEZ, J. J.; AGAMA-ACEVEDO, E.; TOVAR, J.; BELLO-PÉREZ, L. A. Characterization of fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. Food Chemistry, v.107, p. 1515-1521, 2008.
- SOARES, A. C. Perdas na pós-colheita, 2009. Disponível em: http://www.unicamp.br/nepa/downloads/PerdasPosColheitasFrutaseHortaliças.pdf?PHPS_ESSID=defc66558fbe32f4868a44a34af40a43. Consultado em: 05/05/2011.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIC, pela bolsa concedida.
Ao GEPC – ITAL, pela oportunidade de estágio.