

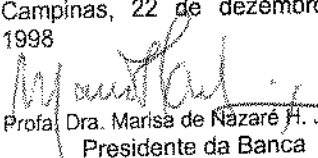
Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Departamento de Tecnologia de Alimentos

PARECER

Este exemplar corresponde à
redação final da tese defendida
por Marisa Helena Cardoso
aprovada pela Comissão
Julgadora em 22 de dezembro
de 1998.

Tese de Doutorado

Campinas, 22 de dezembro de
1998

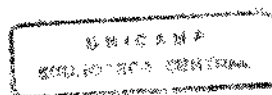

Profa. Dra. Marisa de Nazaré H. Jackix
Presidente da Banca

Processamento de suco semi-clarificado e de
geléia de banana "light" em calorias

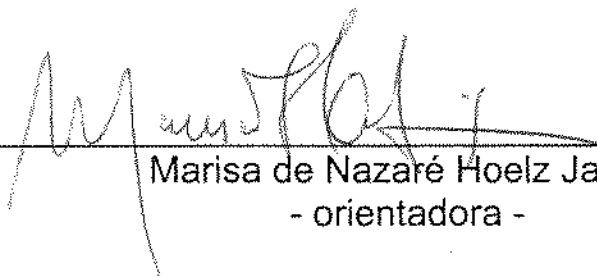
Autora: Marisa Helena Cardoso
Orientadora: Marisa de Nazaré Hoelz Jackix

Tese submetida ao Programa de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia de
Alimentos - UNICAMP como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de
Doutor em Tecnologia de Alimentos

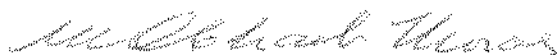
Dezembro de 1998



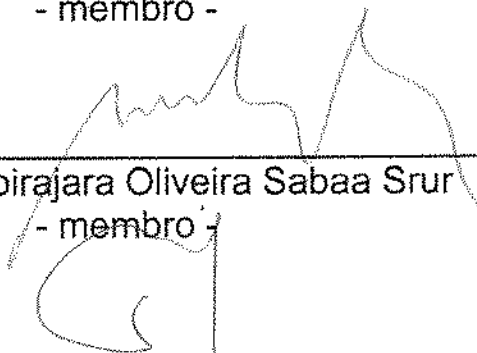
BANCA EXAMINADORA



Marisa de Nazaré Hoelz Jackix
- orientadora -



Maria Amélia Chaib Moraes
- membro -



Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur
- membro -



Nelson Horacio Pezoa Garcia
- membro -



Hilary Castle de Menezes
- membro -

- Ranulfo Monte Alegre -
membro

Maria de Lourdes Pires Bianchi
- membro -

Em relação a todos os atos de criação existe uma verdade fundamental: a de que no momento em que nos comprometemos, a Providência se move também.

Toda espécie de coisas ocorrem para nos ajudar, que de outro modo não teriam ocorrido.

Toda corrente de acontecimentos brota da decisão, fazendo surgir a nosso favor toda a sorte de incidentes, encontros e assistência material que nenhum homem sonharia que viesse em sua direção.

O que quer que você possa fazer ou sonha que o possa, faça-o.

Coragem contém genialidade, poder e magia.

Comece agora!

Goethe

Dedico esta Tese à minha filha

Renata Helena

com todo o meu amor.

Agradeço

*Ao CNPq e à Fapesp
pelas bolsas de Doutorado e de Auxílio Pesquisa concedidas.*

À Duas Rodas Industrial, Solvay Enzimas, Cultor Food Science e Getec Guanabara Química Industrial S.A. pelo fornecimento gratuito de purê de banana asséptico, das enzimas Clarex, Invertase-S e Taka-sweet, da polidextrose e do sorbitol, respectivamente.

*À Unicamp, nas pessoas de Marisa Jackix, Hilary de Menezes, Ranulfo Monte Alegre e Ana Lourdes Gandara, e,
ao CTAA – Embrapa, na pessoa de Elisabeth Gonçalves
pelas importantes orientações e sugestões, sempre oportunas e, normalmente aceitas.*

Ao DTA-FEA pelo suporte disponibilizado para a realização dos experimentos com os sucos e as geléias.

À PUC-RJ, na pessoa de Aloysio Bittencourt, pelo suporte disponibilizado para processamento das geléias.

À Uni-Rio, nas pessoas de Simone Marques e Wilma Turano, pelo suporte disponibilizado para realização dos experimentos sensoriais com os sucos e as geléias.

À Maria Amélia Moraes, Horácio Pezzoa, Armando Srur e Maria de Lourdes Bianchi pelas importantes correções e sugestões nos Bonecos de Tese.

À Cosme, Marli, Creusa, Toninho, José Roberto, Marlene, Marçal, Alice e Jonas pelo apoio permanente e excelente qualidade de atendimento.

À Martha Miranda e Cláudia Calil, pelo acolhimento em seus aconchegantes lares.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio sempre recebido.

Ao meu ex-esposo Manoel, por sua compreensão, diante de mudanças inevitáveis.

E, a todos aqueles que, cujos nomes não estejam aqui mencionados, tenham colaborado direta ou indiretamente para a realização deste trabalho de Tese.

RESUMO GERAL

Banana é a fruta mais popular do continente latino-americano. A produção mundial da fruta está na faixa de 50 milhões de toneladas. A produção brasileira de banana é a segunda maior do mundo (11% do total). Em 1996, as exportações brasileiras totalizaram apenas 1,5% do que o país produziu. Em janeiro de 1997, o agricultor recebeu por uma dúzia de bananas R\$ 0,40. Banana é, portanto, fruta barata e, ao mesmo tempo, encerra alto valor calórico. A idéia deste trabalho foi obter geléia de banana "light" em calorias, produto que apresenta alto valor agregado. Menção a esse produto não foi encontrada na literatura. Esse objetivo foi alcançado. Geléias foram formuladas com e sem uma mistura de substitutos de sacarose composta por sorbitol, frutose e polidextrose, de modo a apresentarem notas médias de qualidade global de sabor variando entre 5,36 e 7,00 e de textura variando de 5,88 a 7,49. A geléia formulada com substitutos contendo o menor teor de sólidos da fruta apresentou as mais altas médias de qualidade global de textura e de sabor. Por outro lado, experimentos preliminares àqueles em que se processaram as geléias foram realizados com purê e suco de banana semi-clarificado. Suco de banana é comumente encontrado nos mercados de comodidades europeu, norte-americano e argentino, não estando disponível, entretanto, no mercado interno brasileiro. Nesses experimentos, foram estudadas maneiras de: diminuir o tempo na etapa de hidrólise enzimática, proporcionando redução de custos no processamento; obter suco semi-clarificado, garantindo propriedades mais próximas às da fruta "in natura" e obter suco com teores reduzidos de sacarose e glicose, viabilizando seu uso em dietas restritas nestes açúcares. O processamento do purê não modificou propriedades de composição centesimal (teores de umidade, proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos totais), e pH da banana "in natura" mas resultou em aumento de Brix de 21 para 22,7. O uso de uma preparação com pectinase industrial, incubada por 20 minutos a 45° C, resultou num aumento de rendimento de 38%, quando comparado com aquele obtido sem adição de enzima, incubado nessas mesmas condições. O aumento do tempo de incubação com enzima de 20 para 120 minutos resultou num aumento adicional no rendimento de 6% (de 65 para 71,2%). A hidrólise dos 9,26 g de sacarose contidos em 100 mL de suco de banana semi-clarificado (pH 4,43) obtido com pectinase Clarex foi completa empregando-se 0,6% de Invertase-S por 15 minutos a 40° C. Desta forma, pôde-se obter suco de banana semi-clarificado livre de sacarose. As médias de rendimento, absorvância e pH para suco de banana semi-clarificado livre de sacarose não diferiram ($p < 0,05$) para os níveis de temperatura (40, 50 e 60%) e tempo (15, 20 e 25 minutos) empregados, enquanto as de Brix apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em

função destas variáveis. Os sucos obtidos com enzimas industriais (Clarex, Clarex & Invertase-S e Clarex & Invertase & Taka-sweet) apresentaram maiores rendimentos e valores de Brix, menores viscosidades e valores de pH em relação ao suco obtido com enzimas produzidas em laboratório (pectinase CTAA e pectinase & celulase Sigma). A isomerização de 0,19 g de glicose excedentes em relação à frutose, contidos em 100 mL de suco semi-clarificado livre de sacarose, foi completa empregando-se 0,5% de glicose-isomerase (Taka-sweet) por peso de purê por 15 minutos a 40° C. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias de aroma de banana fresca nos sucos e estiveram próximas ao centro da escala empregada. O aroma alcoólico foi considerado baixo e não diferiu entre os tratamentos. A adição de invertase proporcionou aumento considerável de doçura acompanhada de aumento de viscosidade do suco. Os sucos apresentaram contagens de mesófilos e bolores e leveduras bem menores que as citadas na literatura. Sensorialmente, o suco que apresentou a composição mais equilibrada de ácidos e açúcares foi aquele obtido com Clarex. As notas para sabor global dos sucos variaram de 5,44 a 6,72 e, as notas para proporção de amarelo, de 2,94 a 8,55.

GENERAL ABSTRACT

The banana is the most popular fruit on the latin american continent. World production of the fruit is around 50 million tons, of which brazil produces 11%, being the second largest producer. In 1996, brazilian exportations of banana represented only 1.5% of the national production, and in january 1997, the brazilian producer received only \$0.34/dozen bananas on the internal market. Thus, the banana is a very cheap fruit, but at the same time, a rich source of calories. The idea of this research was to obtain a calorie light banana jam, a product presenting aggregated value. No mention of such a product was found in the literature, and the objective of the research was achieved. Jams were formulated with and without a mixture of sucrose substitutes consisting of sorbitol, fructose and polydextrose, receiving average grades for global flavor quality between 5.36 and 7.00 and for texture between 5.88 and 7.49. The jam formulated with the substitutes and with the lower level of fruit solids presented the highest average values for global flavor and texture. Preliminary experiments were also carried out with respect to the production of the semi-clarified banana juice from the puree. Banana juice is easily found on the european, north american and argentine markets, but is not available on the brazilian market. In these experiments, different ways of reducing the length of the enzymatic hydrolysis step, thus reducing processing costs; of obtaining semi-clarified juice with properties very similar to those of the natural fruit and of obtaining juice with reduced levels of sucrose and glucose, thus making its use feasible in diets in which these sugars are restricted, were studied. Processing the puree did not affect the proximate composition (moisture, protein, lipid, ash and total carbohydrate contents) or the pH, as compared to the natural fruit, but resulted in an increase in brix from 21 to 22.7. The use of an industrial pectinase preparation, incubating for 20 minutes at 45°C, resulted in an increase in yield of 38%, when compared with that obtained without the addition of enzyme, incubating for 120 minutes at 45°C. Increasing the incubation time with enzyme from 20 to 120 minutes resulted in an additional increase in yield of 6% (from a total of 65 to 71.2%). The hydrolysis of the 9.26g of sucrose contained in 100 mL semi-clarified banana juice (pH 4.43), obtained using the pectinase Clarex, was completed by incubating with 0.6% Invertase-S for 15 minutes at 40°C. In this way, semi-clarified sucrose free banana juice was obtained. The average values for yield, absorbance and pH of the semi-clarified, sucrose free banana juice did not vary ($p>0.05$) with the temperature (40, 50 and 60°C) and time (15, 20 and 25 minutes) used, although the brix presented significant differences ($p<0.05$) as a function of these variables. The juices obtained with industrial enzymes (Clarex, Clarex & Invertase-S and Clarex & Invertase & Taka-sweet) presented greater yields and

brix values and lower viscosities and pH values than those obtained with laboratory produced enzymes (CTAA pectinase and Sigma pectinase and cellulase). The isomerization of the extra 0.19 g glucose (extra as compared to the amount of fructose), contained in 100 mL semi-clarified sucrose free juice, was completed by incubating with 0.5% glucose isomerase (Taka-sweet) for 15 minutes at 40°C. There was no significant difference in the averages for fresh banana aroma between the juices, the values all being close to the center of the scale used. The level of alcoholic aroma was considered to be low and did not vary between the treatments. The addition of invertase resulted in a considerable increase in sweetness accompanied by an increase in viscosity of the juice. The juices presented mesophilic and yeast and mold counts well below those cited in the literature. Sensorially, the juice which presented the most equilibrated composition with respect to acids and sugars, was that obtained with Clarex. The grades for global flavor of the juices varied from 5.44 to 6.72 and those for the proportion of yellow from 2.94 to 8.55.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT	
iii	
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1.....	3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
1. Banana "in natura": normas de identidade; produção; e consumo.....	3
2. Propriedades químicas e físico-químicas da banana	4
3. Processamento e propriedades de purê e suco de banana	6
4. Geléia de fruta: histórico, nomenclatura, processamento e propriedades	9
5. Legislação brasileira sobre alimentos modificados.....	10
6. Consumidores de alimentos modificados.....	13
7. Propriedades de geléia modificada	15
8. Conservação de geléias.....	16
9. Embalagem para geléias	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPÍTULO 2	24
EFEITO DE PECTINASES, TEMPO E TEMPERATURA EM PROPRIEDADES DO SUCO DE BANANA HIDROLISADO POR INVERTASE	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT	25
INTRODUÇÃO.....	26

MATERIAL E MÉTODOS	27
Propriedades do purê.....	28
Efeito do tempo de hidrólise com enzima Clarex sobre rendimento e absorbância de suco de banana semi-clarificado.....	28
Efeito da associação de pectinases Clarex e CEC1-CTAA à Invertase-S, do tempo e da temperatura de hidrólise sobre rendimento, absorbância, Brix e pH do suco de banana semi-clarificado.....	29
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
Propriedades do purê	30
Efeito do tempo de hidrólise com enzima Clarex sobre rendimento e absorbância de suco de banana semi-clarificado	30
Efeito das pectinases , do tempo e da temperatura sobre rendimento, absorbância, Brix e pH de suco de banana semi-clarificado hidrolisado com invertase	32
CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
 CAPÍTULO 3	37
EFEITO DAS PECTINASES CLAREX E CEC1-CTAA	
SOBRE A QUALIDADE DO SUCO DE BANANA	37
RESUMO	37
ABSTRACT	38
INTRODUÇÃO	39
MATERIAL E MÉTODOS	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
Propriedades do purê	43
Propriedades físicas e físico-químicas dos sucos	44
Propriedades químicas e microbiológicas dos sucos	46
Propriedades sensoriais dos sucos	47
CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS	49

CAPÍTULO 4	51
EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DE PECTINASE, INVERTASE E GLICOSE ISOMERASE NA QUALIDADE DO SUCO DE BANANA	51
RESUMO	51
SUMMARY.....	52
INTRODUÇÃO	53
MATERIAL E MÉTODOS	57
RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
Propriedades do purê	59
Efeito das associações de pectinases, invertase e glicose isomerase sobre propriedades físicas e físico-químicas dos sucos.....	61
Propriedades químicas e microbiológicas dos sucos de banana obtidos por diversos tratamentos enzimáticos	62
Teores médios de açúcares e acidez nos sucos	64
Propriedades sensoriais dos sucos clarificados	65
CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
 CAPÍTULO 5	 72
EFEITO DE SUBSTITUTOS DE SACAROSE NA TEXTURA DE GELÉIA DE BANANA “LIGHT” EM CALORIAS.....	72
RESUMO	73
SUMMARY.....	74
INTRODUÇÃO	74
MATERIAIS E MÉTODOS	78
Processamento do purê	78
Processamento do suco	78
Análises de propriedades do suco	79
Processamento das geléias	79
Análises físicas e físico-químicas nas geléias	80
Avaliação sensorial de textura nas geléias	81

RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
Propriedades do suco	82
Propriedades das geléias	82
Atividade de água e Brix	82
Propriedades reológicas	83
Medidas instrumentais	83
Medidas sensoriais	84
CONCLUSÕES	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
 CAPÍTULO 6	 92
EFEITO DE SUBSTITUTOS DE SACAROSE NA COR E NO SABOR DE GELÉIA DE BANANA "LIGHT" EM CALORIAS	 92
RESUMO	92
SUMMARY	93
INTRODUÇÃO	94
MATERIAL E MÉTODOS	98
Processamento do purê	98
Processamento do suco	98
Análises de propriedades do suco	98
Processamento das geléias	99
Análises de propriedades físicas e físico-químicas das geléias	100
Avaliação sensorial de sabor das geléias	101
RESULTADOS E DISCUSSÃO	102
Propriedades do suco de banana	102
Propriedades das geléias	102
Atividade de água, Brix e cor	103
Avaliação sensorial de atributos de sabor nas geléias	104
CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
CONCLUSÕES GERAIS	109
ANEXOS	113

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil, como país tropical, tem se destacado como grande produtor de bananas. Bananas são frutas baratas e de grande aceitação pelos brasileiros.

Banana é fruta rica em sacarose. A conversão, por processo enzimático, deste açúcar no suco de banana semi-clarificado em glicose e frutose e a posterior transformação da glicose em frutose pela ação da glicose isomerase pode representar alternativa para o consumo por diabéticos.

O estudo das propriedades do suco de banana semi-clarificado pode servir de base para o estabelecimento de limites para sua normatização.

Alimentos de sabor doce apresentando redução calórica em relação aos convencionais são procurados por obesos e consumidores por opção, pertencentes às classes sociais privilegiadas. Através da adição de ingredientes alimentares ao suco de banana semi-clarificado pode ser elaborada geléia "light" em calorias com o objetivo de disponibilizar este produto a consumidores obesos e indivíduos que tenham optado por manter boa forma física.

O suco de banana semi-clarificado, além de constituir alimento, pode ainda servir de base na elaboração de geléia, refrigerante, licor e confeito.

Geléia de banana "light" em calorias não é produzida no Brasil e não se encontrou na literatura científica nenhuma menção a este produto.

Frente a esse panorama, foram realizados seis trabalhos científicos conforme se descreve a seguir.

O primeiro reviu processamento de suco de banana, abordando ainda aspectos relacionados à geléia de fruta, à legislação sobre alimentos para fins especiais, modificados, e "light", aos consumidores alvo para estes tipos de alimentos, à conservação e à embalagem para geléias.

O segundo estabeleceu condições de hidrólise enzimática do purê empregando-se temperatura e intervalo de tempo mínimos possíveis para o processamento do suco.

O terceiro e o quarto objetivaram definir etapas de processamento e estabelecer padrões de identidade e qualidade (PIQ) para suco de banana semi-clarificado, suco de banana semi-clarificado livre de sacarose e suco de banana semi-clarificado com menor teor de glicose.

O quinto e o sexto estudaram o efeito de substitutos de sacarose na qualidade de geléia de banana "light" em calorias em termos de atributos sensoriais de textura e sabor, bem como de propriedades físicas e físico-químicas.

CAPÍTULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Banana "in natura": normas de identidade, produção e consumo.

Embora de origem asiática, a banana tem nome africano. Isto se explica pelo roteiro que seguiu em sua expansão pelo mundo: da China passou à Índia (onde é conhecida como *pala*) e daí seguiu para o Oriente, levada por navegadores que se dirigiam às ilhas do Pacífico. Outros navegadores, que vinham para o Ocidente, trouxeram-na para a costa da África. A banana chegou à América com os primeiros colonizadores europeus, encontrando no Novo Mundo seu *habitat* ideal. Os índios apreciaram-na tanto que ela passou, invariavelmente, a compor os seus cardápios (CONHECER, 1997).

Entende-se por banana os frutos comestíveis procedentes do gênero *Musa*, fisiologicamente desenvolvidos, sadios e isentos de substâncias nocivas à saúde. A banana, para consumo "in natura" é classificada, de acordo com a variedade a que pertença, em dois grupos. O Grupo I, denominado *cavendish*, é representado pelas variedades Nanica, Nanicão, Valery, Lacatan e Poyo (Congo), e, o Grupo II, pelas variedades Ouro, Prata e Maçã (BRASIL, 1981).

Entre as cultivares mais utilizadas no Brasil, a preferência dos consumidores recai, principalmente sobre as bananas maçã, prata, Nanica e nanicão. Além de serem consumidas "in natura", são utilizadas para fins industriais, na produção de purê, banana passa, creme, farinha, pó, flocos, bebidas, compota, bananada e outros. As culturas Nanica e nanicão são menos preferidas pelos consumidores em relação à prata. No entanto, essas duas primeiras variedades atingem rendimento de 30-60t por ha/ano e produzem cachos com 15-45kg, enquanto a última alcança rendimento de 15 a 30t por ha/ano produzindo cachos de 6 a 15kg (NALDI FILHO, 1981).

Na maioria dos trabalhos sobre bananas, o grau de amadurecimento é detectado visualmente através das cascas, de acordo com o sistema de índice de cor da United Brands

Company, citado por GOUS et al. (1987), no qual o estágio de amadurecimento varia de 1 (verde) a 8 (excessivamente amarela com manchas marrons).

A banana é fruta característica do continente latino-americano. A produção mundial da fruta está na faixa dos 50 milhões de toneladas e quase todos os países desse continente que a produzem de forma empresarial, à exceção do Equador, estão organizados desde 1974 na União dos Países Exportadores de Banana (Upeb). A Upeb é integrada por Colômbia, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicarágua, Panamá, República Dominicana e Venezuela, países estes responsáveis pela metade da exportação total da fruta. O Equador é o principal exportador mundial, com mais de 20% do total. Brasil e México pouco ultrapassam os 3% das vendas globais. A produção brasileira de banana é a segunda maior do mundo (11% do total), perdendo apenas para a Índia (14% do total). As exportações brasileiras totalizaram, em 1996, apenas 1,5% do que o país produz, ao passo que as indianas atingiram 9% da produção (ALMEIDA, 1997).

O preço médio recebido pelo agricultor em janeiro de 1997 por uma dúzia de bananas foi de R\$ 0,385 (IBRAF, 1998).

Em 1995, a produção brasileira de banana correspondeu a US\$ 3.907.000, segundo o IBRAF, citado por ALMEIDA (1996). Em 1996, a região Nordeste foi responsável por 40% da produção nacional de banana, destacando-se como o maior Estado produtor a Bahia. Outros 40% da produção ficaram com a região Sudeste (COSTA, 1996).

2. Propriedades químicas e físico-químicas da banana.

Um adulto moderadamente ativo, com 60 kg de peso corpóreo, necessita de 2.600 kcal por dia. Os dados a seguir se referem a conteúdo do nutriente em 100 g, correspondendo a 95 kcal, de polpa de banana nanica "in natura", expressam necessidades diárias para o indivíduo citado e estabelecem relações entre os nutrientes contidos no material e as necessidades deste adulto: 1,3 : 33 g de proteínas; 23 : 750 µg de retinol; 57 µg : 1,1 mg de tiamina (B₁); 80 µg : 1,6 mg de riboflavina (B₂); 1,18 : 17 mg de niacina (B₃), 6,4 : 30 mg de ácido ascórbico, 21 mg : 0,4 g

de cálcio, 26 : 1,06 : 16,5 mg de ferro; 34,8 : 2.200 mg de sódio e 333,4 : 3.750 mg de potássio (FRANCO,1982).

De acordo com SGARBIERI citado por ROCHA (1984) 100 g de polpa de banana Nanica em estágio de maturação grau 8 apresentam: 0,402% de acidez titulável, expressa em ácido málico; 21,33% de sólidos totais; 8,50% de açúcares redutores (em glicose); 14,38% de açúcares totais (em glicose); e 5,5 de pH.

A banana madura contém, em 100 gramas de polpa, cerca de 0,3 g de protopectina insolúvel, menos de 2 g de celulose e 1 g de hemicelulose (PALMER,1971).

Em análises realizadas em purê de banana (*Musa acuminata*, var Dwarf cavendishii), GOUS et al. (1987) encontraram amido nos teores percentuais de 5,03, 3,73, 2,45, 1,88, 0,94 e 0,32 em frutas em estádios de maturação de 3, 4, 5, 6, 7 e 8, respectivamente.

Os pigmentos responsáveis pelo tom amarelo da polpa da banana são as antoxantinas, compostos fenólicos aquo-solúveis (BOBBIO & BOBBIO,1984).

Segundo PALMER (1963), a casca da banana contém altos níveis (1-2mg / g de fruta) de dopamina, um ortodifenol. Este composto representa o substrato mais reativo à fenoloxidase presente na banana. Fenoloxidasas são proteínas com cobre, de grande ocorrência na natureza, e que catalizam reações aeróbias de certos substratos fenólicos a quinonas, as quais são oxidadas e se combinam com amino-ácidos ou proteínas, originando pigmentos marrom escuros, conhecidos como melaninas. A fenoloxidase extraída da polpa de banana madura é chamada polifenoloxidase (PFO), apresentando similaridade com enzimas extraídas de batata doce e folha de chá.

GALLEAZI & SGARBIERI (1981) estudaram a inibição da PFO de banana. Cinco isoenzimas PFO foram identificadas e inibidas com metabissulfito, ácido ascórbico, e cisteína. Eles concluíram que, embora as isoenzimas de PFO de banana sejam capazes de oxidar um grande número de substratos orto-difenólicos, elas exibem, individualmente, diferenças na especificidade, face a diferentes substratos orto-fenólicos.

O efeito de tratamentos térmicos sobre a atividade da PFO e peroxidase da banana foi avaliado por CANO et al (1990). O tratamento térmico de imersão de bananas descascadas em água em ebulição, por 11 minutos, foi considerado o mais eficiente, alcançando inativação de 96 a 100% dessas duas enzimas.

TANADA (1996) obteve extrato de banana isento de PFO por ultrafiltração. As condições de processamento mais eficientes na retenção da PFO foram obtidas com membranas de polissulfona com peso molecular de corte de 20.000 daltons à pressão de transmembrana de 6 bar.

3. Processamento e propriedades de purê e suco de banana

A polpa da banana apresenta pH maior que 4,5. Um método para conservação da polpa é reduzir seu pH a valores de até 4,5 através da adição de ácido cítrico. O processamento de purê acidificado de banana foi descrito por GUYER & ERICKSON (1954), DE MARTIN et al. (1965) e JACKIX (s.d.).

CARVALHO FILHO & MASSAGUER (1997) determinaram a população de microorganismos mais prováveis de contaminarem purê de banana (*Musa cavendishii*, Lamb.), antes deste ser termicamente processado. O número total de bactérias mesófilas aeróbias encontrado foi $4,5 \times 10^3$ células. Não foram encontrados mesófilos esporulados anaeróbios e termófilos esporulados aeróbios. O processamento do purê compreendeu as etapas de: lavagem dos frutos em água clorada com 5-10 ppm de cloro livre; seleção de frutos; descascamento manual; aquecimento a 98°C por 5 minutos, conversão da polpa em purê em despulpador horizontal com peneira de furos de 0,84 mm de diâmetro; enchimento manual em bolsa esterilizável (130 x 170 mm), multilaminar composta de polipropileno, folha de alumínio, náilon, e poliéster; e esterilização em autoclave. O *Clostridium botulinum* foi escolhido como microorganismo alvo da esterilização do produto. O valor de $F_{121,1}^C$, aplicado na fase de aquecimento, foi de 0,64 minutos, para causar 12 reduções decimais, para um pH de 4,6, deixando a letalidade do resfriamento (0,34 minutos), que foi realizada com água à temperatura ambiente, como segurança de processo.

DE MARTIN (1985) descreveu o processamento de purê de banana asséptico, que compreende etapas de: lavagem das frutas em água clorada; descascamento manual; desintegração da fruta; homogeneização; desaeração; esterilização; resfriamento e enlatamento sob condições assépticas.

No processamento de purê de banana em linha asséptica, o tratamento térmico a ser aplicado é do tipo HTST ("high temperature short time") em trocador de calor de superfície raspada. Sendo o tratamento térmico efetuado a 140°C com um fluxo de 18,1 L/minuto, o tempo total de tratamento será de 0,461 minuto (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1980).

As pectinases são enzimas pectinolíticas, como pectinesterase e poligalactouronase, empregadas na clarificação de sucos de frutas e na eliminação de substâncias pécticas de alimentos vegetais (PARK, 1975).

A aplicação de pectinases, celulasas e amilases para hidrólise de polpa de banana madura (grau 7-8) foi estudada por PHEENTAVEERAT & ANPRUNG (1993). Observou-se sinergismo de atividades enzimáticas no aumento do grau de hidrólise da polpa, expressa através da diminuição da viscosidade do suco, após incubação com 0,06% p/p de celulasas e 0,05% p/p de pectinases a 45°C por 2 horas. Sob as condições estudadas, amilases não se mostraram ativas na redução de viscosidade e, conseqüentemente, no aumento de rendimento do suco em relação à polpa.

Suco de banana clarificado tem sido assunto de interesse para diversos autores [(DUPAIGNE, 1971), (MUNYANGANIZI & COPPENS, 1974), (GARCIA & ROLZ, 1974), (MUNYANGANIZI, 1976), (TOCCHINI & LARA, 1977), (VIQUEZ et al., 1981), (YU & WU, 1987), (KHALIL et al., 1989), (PHEANTAVEERAT & ANPRUNG, 1993), (SIMS & BATES, 1994)].

A Tabela 1, compilada a partir de diversas fontes bibliográficas, ilustra enzimas comerciais empregadas em trabalhos realizados com suco de banana.

O processamento de suco a partir da polpa de banana compreende inicialmente a hidrólise enzimática de carboidratos de cadeias longas, como por exemplo a pectina, a celulose, e a hemicelulose nela presentes. O purê hidrolisado é então centrifugado,

separando-se a fase líquida, a qual recebe o nome de suco clarificado. Em seguida, o suco é pasteurizado, embalado e armazenado sob temperaturas de refrigeração ou congelamento. Para o caso do suco ser esterilizado e embalado, este poderá então ser armazenado à temperatura ambiente.

TABELA 1. Enzimas comerciais empregadas na obtenção de suco de banana clarificado.

Enzimas	Autor(es)
Concentrado pectinolítico	SREEKANTIAH et al. (1971, 1975)
Pectinesterase, poligalactouronase	DUPAIGNE (1974)
Cellulase 20.000, Hemicelulase, Pectinol 41-P	GARCIA et al. (1974)
Rapidase C10	MUNIANGANIZI & COPPENS (1976)
Fill, Pectinol 59 L, Spark L, Ultrazym 100 Special	TOCCHINI & LARA (1977)
Enzima pectinolítica comercial	JALEEL et al. (1978, 1979)
Claryfine Super, Pectinase PV8, Pectinol, Pectinol D, Ultrazym 100, Ultrazym 100 Special	VIQUEZ et al. (1981)
Celucast 1.5, Hemicelulase, Pectinex 3XL, Pectinex Ultra SP-L, Ultrazyme 100 G	GOUS (1987)
RD _{5L} , Rohament P, Rohament P _c , Rohapect B ₁ , Rohapect A ₁	YU & WU (1987)
Pectinex Ultra SP-L, Celucast 1,5L, Ban 240L	PHEANTAVEERAT & ANPRUNG (1993)
Cytolase 104, Cytolase 123, Cytolase 219, GC 917, Pectinol 80 SB, Rhozyme 86L	SIMS & BATES (1994)

YU & WU (1987), compararam os efeitos de bissulfito e de ácido cítrico sobre propriedades sensoriais de suco de banana através de escala hedônica de 10 pontos. Os provadores atribuíram notas 6,8, 6,3 e 5,9 para cor, aroma e sabor, respectivamente, ao suco tratado com bissulfito e acidificado a pH 4,2. Por outro lado, o suco livre desses aditivos apresentou as seguintes notas para cor, aroma e sabor: 2,7, 3,4 e 4,1, respectivamente.

VIQUEZ et al. (1981) investigaram, através de uma equipe de provadores, a preferência de suco de banana com pH variando de 3,8 a 5,0. O nível de pH foi ajustado com uma combinação de ácidos málico e cítrico. A faixa de pH preferida foi de 4,4 a 4,6. Os sucos apresentaram sabor e aroma excelentes.

O Decreto 12.488 de 20 de outubro de 1978, GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO (1978) que estabelece as normas técnicas especiais para alimentos e bebidas, não informa as propriedades esperadas no suco de banana.

4. Geléia de fruta: histórico, nomenclatura, processamento e propriedades.

Segundo BROOYWIELD citado por ALBUQUERQUE (1997), a primeira manufatura de geléia de fruta utilizando pectina foi realizada por Braconnot, químico francês, em 1820. A produção em larga escala, entretanto, foi realizada pela primeira vez pela California Fruit Growers Exchange, nos EUA, em 1900.

Segundo DE MARTIN e HIDALGO et al. citados por SOLER (1991), geléias com frutas apresentando sabores doce e ácido recebem na Inglaterra e nos Estados Unidos denominações como "jam" e "jelly". No processamento de "jam", a fruta é triturada. "Jelly" é produto obtido a partir do suco clarificado ou de extratos de frutas; apresenta transparência e brilho. Quando retirada do vidro, deve tremer sem escorrer. Não deve ser açucarada, pegajosa ou viscosa. Deve conservar o gosto e o aroma da fruta original, ser macia ao cortar, porém, firme e permanecer com os ângulos bem definidos. Em ambos os casos, a concentração final de açúcar deve ser maior ou igual a 65%.

No Estado de São Paulo, Brasil, a geléia de fruta convencional, adoçada com sacarose, é o produto obtido pela cocção de frutas com açúcar e água e concentrado até consistência gelatinosa. A geléia é classificada como comum quando apresentar 40 partes de frutas frescas, ou seu equivalente, para 60 partes de açúcar, ou como extra, quando apresentar 50 partes de frutas frescas, ou seu equivalente, para 50 partes de açúcar. As geléias de fruta comum e extra devem apresentar ao final do processamento no mínimo 62% e 65% de sólidos solúveis, respectivamente. Ambas devem apresentar no máximo 2% de pectina (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1978).

As geléias de frutas podem ser processadas à pressão atmosférica ou sob vácuo. No primeiro tipo de processamento utilizam-se tachos abertos com camisa de vapor e agitador mecânico enquanto que, no segundo, a mistura dos ingredientes é feita num tacho, sendo transportada, em seguida, para um concentrador a vácuo tipo bule, no qual ela é concentrada (CETEC, 1985).

Frutas ácidas ricas em pectina são as mais indicadas para a elaboração de geléias convencionais (RAUCH, 1965). Segundo CHAFTEL et al. citado por LEME JR. (1968), banana é pobre em pectina e pouco ácida.

Pectina é polímero de ácido galactourônico (AG), parcialmente esterificado com grupos metoxila. A relação entre o número de unidades de AG metoxilado e o número total de unidades de AG é conhecida como grau de metoxilação (GM). GM é definido como o número médio de grupos metoxila por 100 unidades de ácido galactourônico. Por convenção, pectinas são divididas em dois grupos: 1) pectina com $GM > 50\%$, de alta metoxilação e, 2) pectina com $GM < 50\%$, de baixa metoxilação. Pectinas com $GM > 50\%$ são utilizadas em geléias convencionais (JACKIX, s.d.). A consistência ótima de geléias é atingida a pH 3,0 com 67,5% de sólidos solúveis (RAUCH, 1965).

Propriedades reológicas em geléias podem ser medidas através de texturômetro. A Figura 1 ilustra curva típica de perfil de textura, resultante da análise de um alimento por esse aparelho, o qual tenta reproduzir o processo de mastigação pelo homem. Curvas de perfil de textura fornecem medidas dos atributos: adesividade, coesividade, dureza, elasticidade, fraturabilidade, e gomosidade. Adesividade corresponde à área A_3 ; coesividade, à relação entre as áreas A_2 e A_1 (A_2 / A_1); dureza, ao pico de força aplicada na primeira mordida; elasticidade, à distância entre as abscissas correspondentes às ordenadas do primeiro e do segundo picos de força aplicados na mordida; fraturabilidade, a um ou mais ruídos observados ao longo da curva; e gomosidade, ao produto de dureza por coesividade (BOURNE, 1978).

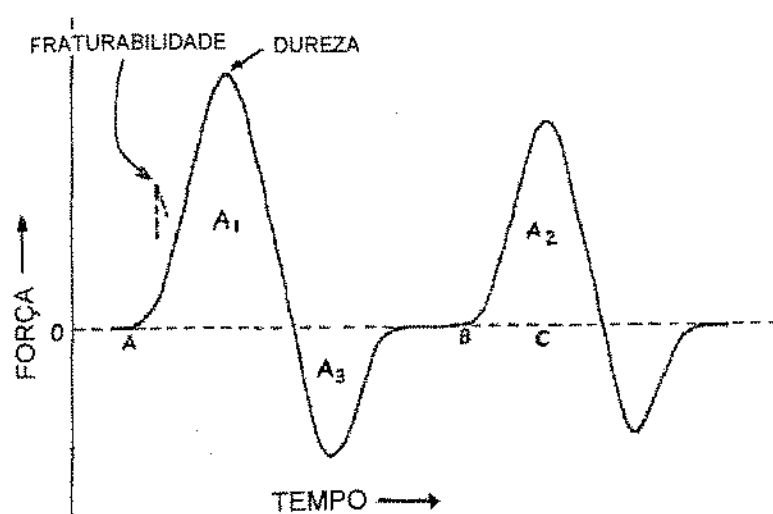


FIGURA 1. Uma curva típica de análise de perfil de textura BOURNE (1978)

No Brasil, geléias sempre foram tratadas como um complemento de linha, sua produção é mantida através do aproveitamento das frutas consideradas imperfeitas para a utilização em compotas. Porém, o consumo deste produto tem público certo e exigente, de alto poder aquisitivo, representado sobretudo por mulheres acima de 30 anos. No entanto, a reclamação mais comum desses consumidores é que as geléias são muito doces, o que, segundo "experts", mascara o sabor da fruta (FREITAS, 1988a).

5. Legislação brasileira sobre alimentos para fins especiais e informação nutricional complementar.

Alimentos para fins especiais são aqueles especialmente formulados ou processados, nos quais se introduzem quaisquer modificações no conteúdo de nutrientes, adequados à utilização em dietas diferenciadas e ou opcionais, atendendo às necessidades de pessoas em condições metabólicas e fisiológicas específicas. Alimentos para dietas de ingestão controlada de açúcares são aqueles especialmente formulados para atender às necessidades de pessoas que apresentam distúrbios do metabolismo de açúcares, não devendo ser adicionados de açúcares. É permitida a presença dos açúcares naturalmente existentes nas matérias primas utilizadas (BRASIL, 1998a).

Para fins de informação nutricional complementar para o consumidor, a identidade dos alimentos ao qual o alimento está sendo comparado deve ser definida. Os alimentos precisam ser descritos de maneira que possam ser claramente identificados pelo consumidor. O conteúdo de nutriente e ou valor energético do alimento com o qual se compara deve ser calculado a partir de uma base de dados de valor reconhecido. A comparação deve atender uma diferença relativa mínima de 25%, para mais ou para menos, no valor energético dos alimentos comparados (BRASIL, 1998b).

"Atributo" é a característica que indica a propriedade nutricional particular do alimento decorrente da alteração no conteúdo calórico e/ou do nutriente. Quando os atributos "baixo" e "reduzido" forem cumpridos, qualquer um dos seguintes termos, baixo, reduzido, pobre, leve, "light", "lite" ou "low" deve ser usado. (BRASIL, 1998b).

Alimento sólido "light" em calorias deve apresentar, no produto pronto para consumo, redução mínima de 25% no valor energético total e diferença maior que 40 kcal / 100 g em relação à base de dados de valor reconhecido (BRASIL, 1998b).

Para o caso de alimentos contendo substitutos de sacarose, em painel, que não seja o principal na embalagem do alimento, deverá constar a informação: "este produto pode causar efeito laxativo" para os alimentos cuja previsão razoável de consumo resulte na ingestão diária superior a 20 g de manitol, 50 g de sorbitol, 90 g de polidextrose ou de outros polióis que possam provocar efeito laxativo (BRASIL, 1998b).

O valor energético declarado deverá ser calculado utilizando-se os seguintes fatores de conversão: açúcares, 4,0 kcal/g; polióis, 2,4 kcal/g e polidextroses, 1,0 kcal/g (BRASIL, 1998a).

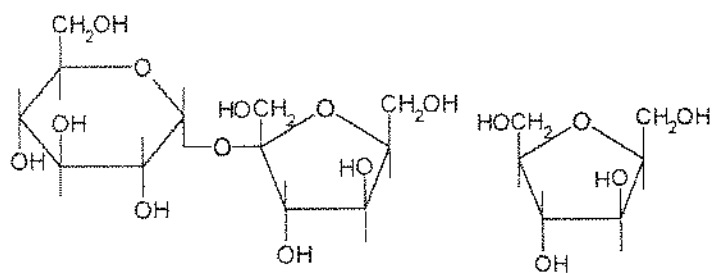
A Figura 2 ilustra fórmulas estruturais de alguns açúcares, agentes geleificantes e substitutos de sacarose.

6. Consumidores de alimentos modificados.

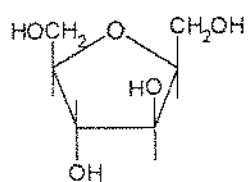
A parcela da população que escolhe o dietético como alternativa compreende homens e mulheres na faixa dos 25 aos 35 anos, principalmente, pertencentes às classes média alta e alta e de nível escolar superior, o que representa um fato animador para as empresas (FREITAS, 1988b).

Em 1995, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos (ABIAD) citado por O GLOBO (1995), o público consumidor de produtos "diet" e "light" somaria, aproximadamente, 30 milhões de pessoas, das quais 8 milhões seriam diabéticas e o restante obesos e consumidores por opção.

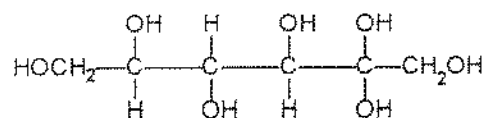
Comparando-se o efeito da ingestão de sacarose com o de frutose ou glicose sobre os lipídeos no sangue de indivíduos, observou-se que a sacarose elevou significativamente o nível de triglicerídeos e diminuiu o de colesterol HDL (o colesterol bom) em relação aos outros dois açúcares (LACHANCE, 1981).



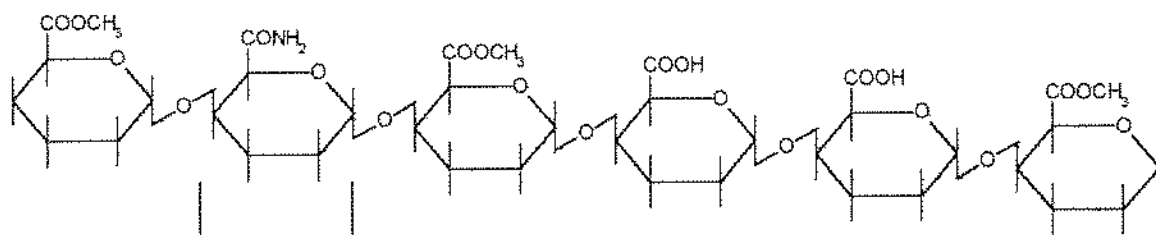
Sacarose (Cândido & Campos, 1995)



Frutose (Cândido & Campos, 1995)

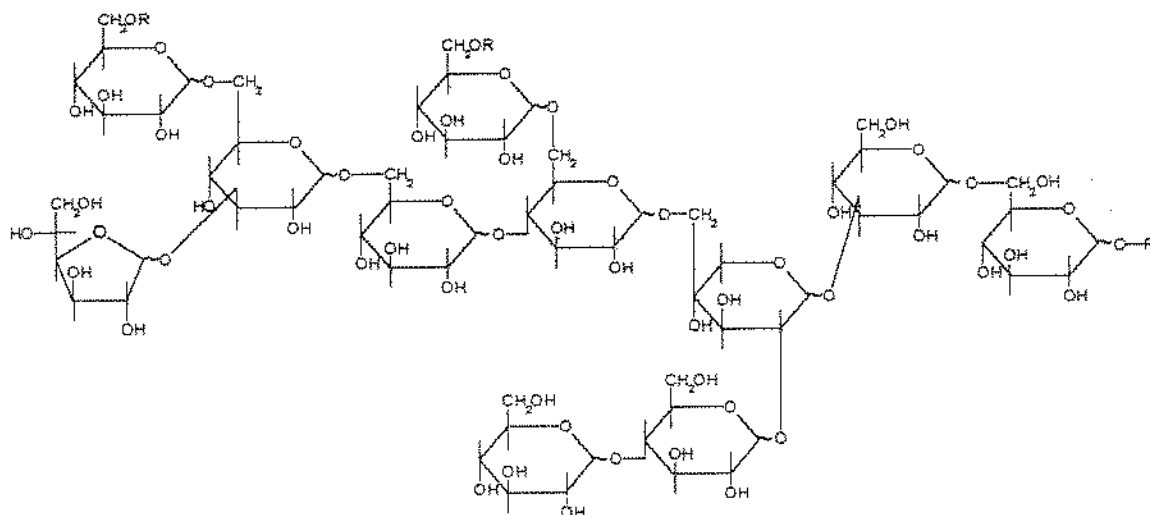


Sorbitol (Cândido & Campos, 1995)



Ácido galacturônico amidado

Pectina amidada de baixa metoxilação (Braspectina, 1993)



Polidextrose (Giese, 1993)

FIGURA 2. Fórmulas estruturais de alguns açúcares, agentes geleificantes e substitutos de sacarose.

O consumo de outros açúcares, que não a frutose, aumentou exageradamente o nível de açúcar no sangue e, conseqüentemente, o nível de insulina. O consumo de alimentos que aumentam os níveis de insulina pode causar flutuações excessivas no açúcar do sangue, que podem provocar um rápido retorno às sensações de fome, acarretando problemas potenciais como controle de peso. A ingestão de frutose causa elevação do nível de glucose no sangue na ordem de 20 a 30% da elevação causada pela ingestão de glucose. Além desta vantagem, a frutose melhora o sabor dos produtos à base de frutas e é aceita para uso por diabéticos (MEINCKE, 1987).

"Diabetes de início adulto" ou "Diabetes não dependente de insulina" decorre exclusivamente de excesso de peso e sedentarismo em adultos e é considerado uma doença de obesidade (LACHANCE & FISHER, 1987).

Os diabéticos devem evitar o consumo de carboidratos (LACHANCE & FISHER, 1985).

A dieta típica para diabéticos restringe severamente o uso de sacarose e permite adoçantes alternativos como a frutose, sorbitol, xilitol, sacarina, ciclamato e aspartame (LACHANCE & FISHER, 1989).

A polpa de banana (*cavendish*) madura apresenta 20°Brix KHALIL et al. (1989). Os açúcares da polpa de banana estão distribuídos em 2,15% de frutose, 3,30% de glicose e 15,35% de sacarose (TORRES & BRANDÃO, 1991).

No sistema de equivalência de alimentos empregado para dieta padrão para paciente diabético, 50 g de banana pode ser substituída por uma laranja pequena (100 g) ou por 150 g de morangos (ROOT, 1971).

A invertase atua sobre a sacarose produzindo glicose e frutose. A glicose isomerase converte a glucose em frutose (PARK, 1975).

Os consumidores de alimentos não formam um grupo homogêneo em termos de um critério típico demográfico ou de suas respostas aos produtos. É importante determinar a base destas diferenças para se ter certeza de que o produto está atingindo a população alvo. A ordem

decrecente de importância dos atributos que definem a qualidade de um produto é: aparência (incluindo a cor), aroma e sabor, e, dependendo do produto, atributos relacionados à textura (STONE et al., 1991).

7. Propriedades de geléia modificada

Geléias convencionais, preparadas com sacarose, apresentam 20 a 25% p/p de umidade, 65 a 80% p/p de conteúdo sólido e 0,75 a 0,80 de atividade de água. A geléia dietética possui atividade de água próxima de 0,94, o que a torna susceptível à deterioração por mofos xerofílicos e leveduras osmofílicas (TILBURY, 1976).

Em 1993, no Brasil, CAMPOS citada por CÂNDIDO (1996) desenvolveu trabalho de Tese sobre efeito de adoçantes e edulcorantes na formulação de geléias de morango de baixos teores de sólidos solúveis com pectina amidada. Geléia de morango dietética, apresentando pH 3,5 e 30° Brix foi pasteurizada em tratamento térmico a 85° C por 5 minutos em experimento desenvolvido no Instituto de Tecnologia de Alimentos (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1980).

Ambas as pectinas, de baixa e alta metoxilação, podem formar gel em altas concentrações de açúcar. Por outro lado, apenas as de baixa metoxilação (GM < 50% formam gel em baixas concentrações de sólidos solúveis (LEME JR., 1968) e o fazem somente em presença de certos cátions. O cálcio é o mais frequentemente utilizado (JACKIX, s.d.) numa proporção de 10 a 30 mg por grama de pectina de baixa metoxilação (SUNKIST GROWERS, s.d.).

ISSANCHOU et al. (1991) postularam que, para uma mesma concentração de pectina, tanto a viscosidade como a consistência oral de geléia de morango do tipo "jam" diminuem com a redução do Brix da geléia, a desmetoxilação da pectina e o encurtamento do tamanho da cadeia de pectina.

Embora a legislação paulista sobre alimentos estabeleça um mínimo de teor de sólidos solúveis provenientes da fruta, correspondente a 40% de frutas frescas ou seu equivalente p/p de

geléia, e 62% de sólidos totais, para o caso da geléia comum (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1978), a legislação atual para alimentos para fins especiais não prevê limites mínimos para os teores de sólidos provenientes da fruta e sólidos totais em geléia com valor calórico reduzido (BRASIL, 1998a).

8. Conservação de geléias

Geléias e doces submetidos a tratamento térmico adequado e envasados não devem apresentar sinais de alteração das embalagens nem quaisquer modificações físicas, químicas ou organolépticas do produto após dez dias de incubação a 35°C (SABIONI, 1988).

Dentre os exames microbiológicos recomendados para produtos de frutas estão a contagem total padrão e a de fungos e leveduras (SPLITTSTOESSER & MUNDT, 1984).

Geléia industrializada adoçada com edulcorantes, a qual apresenta alta atividade de água, deve ser armazenada sob refrigeração após a abertura da embalagem. Para dilatar a vida de prateleira desse produto é comum associar à refrigeração o emprego do aditivo conservador sorbato de potássio.

O sorbato de potássio apresenta alta solubilidade em água (139 g/ 100 mL) e porcentagens de ácido não dissociado (pK_a) de 97,5, 82 e 30% a pH 3, 4 e 5, respectivamente (ARAÚJO, 1990).

A ingestão diária aceitável, em mg/kg de peso corpóreo, para o homem é de 0 a 25 para o ácido sórbico (DIEHL, 1990).

O ácido sórbico e seus sais estão livres de atividade carcinogênica, mesmo em concentrações superiores a 10%, na dieta de mamíferos. Suas baixas toxicidades baseiam-se no fato que são metabolizados rapidamente por vias similares às dos outros ácidos graxos (WALKER, 1990).

A concentração efetiva de sorbato de potássio contra o crescimento bacteriano em alimentos está usualmente entre 500 e 3.000 µg / g. Os mecanismos possíveis de inibição do crescimento bacteriano por sorbato incluem: alteração no código genético da célula; inibição do transporte de substrato e de eletrons através da membrana celular; inibição de enzimas chave e, criação de um fluxo protônico para dentro da célula o que aumenta o requerimento de energia desta para manter um pH alcalino em seu interior (EKLUND, 1985).

As concentrações de ácido sórbico necessárias para inibir *Enterobacteriaceae*, *Micrococcaceae*, *Bacillaceae*, leveduras e bolores são, respectivamente 0,01, 0,02, 0,02, 0,02 e 0,04% (LEITÃO, 1990).

Um tratamento brando de calor (49°C) e uma concentração de sorbato de 0,06 a 0,12% aumentaram bastante o prazo de validade de produtos de frutas. O crescimento e a produção de ácido pelas bactérias ácido lácticas não esporuladas (Gram positivas) *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* (ambas catalase negativas) foram reduzidos com 0,05-0,10% de ácido sórbico (SOFOS & BUSTA, 1981).

Segundo RUSSEL (1988), ácido sórbico apresenta atividade contra bactérias gram negativas, membros da família *Enterobacteriaceae* (*Escherichia*, *Salmonella*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Providencia*, *Serratia*, *Shigella*, *Yersinia* e *Micrococcaceae*). Esse composto inibe a germinação e o crescimento de bactérias esporuladas de *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens* e *Bacillus cereus* (RUSSEL, 1991).

9. Embalagem para geléias

No que se refere às embalagens, as principais vantagens que o vidro apresenta sobre os outros tipos de embalagens são: ausência de reatividade com componentes do alimento, presença de aspecto atrativo e inspiração de confiança ao consumidor, permitindo visibilidade do conteúdo. O fechamento da embalagem de vidro é feita com o emprego de coroa metálica para copos e, tampas de selagem lateral ou rosqueada, ambas com gaxeta de vedação, para potes (GAVA, 1986).

Na operação de envase, a máxima temperatura recomendada é dada em função do volume da embalagem. Embalagem pequena, acondicionando 250 g de geléia, não deve ser aquecida a temperaturas superiores a 94°C. Tal embalagem permite transferência de calor mais rápida com gradiente de temperatura mais elevado, podendo ser, portanto, resfriada rapidamente com água ou ar (ROLIN & VRIES, 1990).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J.P. Fatores que influem no processamento de geléias e geleadas de frutas. **Boletim da SBCTA**, v.31, n.1, p.62-67, 1997.
- ALMEIDA, F.R.F. Frutas - tecnologia e vendas em baixa. **Agroanalysis**. Rio de Janeiro: IBRE, CEA, v.16, n.8, p.24, 1996.
- _____. Banana: problemas na oferta. **Agroanalysis**. Rio de Janeiro: IBRE, CEA, v.17, n.8, p.30, 1997.
- ARAÚJO, J. M. A. Conservadores químicos em alimentos. **Boletim da SBCTA**, v.24, n.1, p. 192-210, 1990.
- BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. Campinas, Fundação Cargil, 1984. p.148-152.
- BOURNE, M.C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v.7, p.62-66, 1978.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria n. 126, de 15 de maio de 1981. Aprova normas de identidade, qualidade, embalagem e apresentação da banana. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p.9086, Seção 1, 1981.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 29, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos para Fins Especiais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, 1998a.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, 1998b.
- CÂNDIDO, L.M.B. & CAMPOS, A.M. **Alimentos para fins especiais: dietéticos**. São Paulo, Varela, 1996. p.251.
- CANO, P.; MARIN, M.A.; FÚSTER, C. Effects of some thermal treatments on polyphenol oxidase and peroxidase activities of banana. **Journal of Science and Food Agriculture** v.51, p.223-231, 1990.
- CARVALHO FILHO, C.D.; MASSAGUER, P.R. Processamento térmico de purê de banana (*Musa cavendishii*, Lamb.) em embalagens flexíveis esterilizáveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.3, p.213-218, 1997.
- CETEC/ FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Manual para fabricação de geléias**. Série de publicações técnicas n.15. Belo Horizonte, 1985. 42p.

- CONHECER. Frutas tropicais. São Paulo: Abril Cultural, v.3, 1997. p.680.
- COSTA, I.L. A produção de frutas tropicais na Bahia. *Agroanalysis*, v.16, n.2, p.22- 25, 1996.
- DE MARTIN, Z. DE; SGARBIERI, V. C.; MENEZES, T. B.; LEITÃO, M. F.; GARRUTI, R. S. Produção de purê de banana acidificado e néctar de banana. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, v.11, p.273-298, 1965/66.
- DE MARTIN, Z.J. Processamento: produtos, características e utilização. In: coord. Medina, J.C. **Banana: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**, Série Frutas Tropicais: Banana. Campinas, ITAL, v.3, 2 ed., 1985. p.195-264.
- DIEHL, J. F. Health safety of food preservation with special reference to potassium sorbate and sodium sorbate. *Boletim da SBCTA*, v.24, n.3, p.85-89, 1990.
- DUPAIGNE, P. Continuous extraction of fruit juice. *Revue de la Conserve*, v.28, n.12, p. 89, 91, 93, 95, 97, 99, 100, 103, 105 e 107, 1971.
- EKLUND, T. The effect of sorbic acid and esters of p - hydroxy benzoic acid on the protonmotive force in *Escherichia coli* membrane vesicles. *Journal of General Microbiology*, v.1311, p.73-76, 1985.
- FRANCO, G. **Nutrição**. Rio de Janeiro. Atheneu, 1982.
- FREITAS, N. Uma arte com sabor e cor : cresce no país a produção de geléias finas. *Alimentos e Tecnologia*, v.20, p. 36-40, 1988a.
- _____. O avanço dos dietéticos. *Alimentos e Tecnologia*, v.16, p.10-14, 1988b.
- GALEAZI, M.A.M.; SGARBIERI, V.C. Substrate specificity and inhibition of polyphenol oxidase (PPO) from a Dwarf variety of banana (*Musa cavendishii*, L.). *Journal of Food Science*, v.46, p.1404-1406, 1981.
- GARCIA, R. & ROLZ, C. Reological properties of some tropical fruit, products and their enzymic clarification. *Proceedings 4th Internacional Congress Food Science and Technology*, v.21, p.18-26, 1974.
- GAVA, A.J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. Nobel, São Paulo, p.118-120, 1986.
- GOUS, F.; WYK, P.J.; Mc GILL, A.E.J. The use of commercial enzymes in the processing of bananas. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, v.20, p.229-232, 1987.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas do Estado de São Paulo. Decreto 12.488 de 20.10.1978.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Frutas tropicais: aspectos tecnológicos**. v.10, 1980. p.102-115.

- GUYER, R. B. & ERICKSON, F. B. Canning of acidified banana puree. *Food Technology*, v.53, p.165-167, 1954.
- IBRAF - Preços recebidos pelos agricultores. *Agroanalysis*. Rio de Janeiro: IBRE, CEA, v.18, n.6, p.45, 1998.
- ISSANCHOU, S.N.; MAINGONNAT, J.F.; GHICHARD, E.A.; ETIEVANT, P.X. Oral consistency and simple rheological measurement of strawberry jams. *Sciences des aliments*, v. 11, p.85-98, 1991.
- JACKIX, M.H. **Industrialização de frutas em calda e cristalizadas, geléias e doces em massa**. Campinas, Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, Série Tecnologia Agrindustrial, v.12, p.112-148, s.d..
- KHALIL, K.E.; RAMAKRISHNA, P.; NANJUNDASWAMY, A.M.; PATWARDHAN, M.V. Rheological behaviour of clarified banana juice: effect of temperature and concentration. *Journal of Food Engineering*, v.10, p.231-240, 1989.
- LACHANCE, P.A. Fructose: friend or foe. *Food, nutrition and health*, v.5, n.9, p.1-2, 1981.
- LACHANCE, P.A. & FISHER, M.C. Simple versus complex carbohydrate in diabetes. *Food, nutrition and health*, v.9, n.2, p.4, 1985.
- _____ Diabetes and weight loss. *Food, nutrition and health*, v.10, n.12, p.4-6, 1987.
- _____ Intake of sugars and artificial sweeteners by adolescent diabetics. *Food, nutrition and health*, v.12, n.11, p.3, 1989.
- LEME JÚNIOR, J. **Contribuição ao estudo da geleificação de frutas e do equilíbrio do gel péctico**. Piracicaba, 1968. Tese - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, s.p.
- LEITÃO, M. F. DE F. Conservadores em alimentos e fatores que afetam sua eficiência no controle de microorganismos. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, v. 20, n.1, p.116-127, 1990.
- MEINCKE, K. Fructose: the natural sweetener with many advantages and characteristics. *Confectionary production*, v.16, p.772-792, 1987.
- MUMYANGANIZI, T. & COPPENS, R. Extraction of banana juice. *Industries Alimentaires et Agricoles* 91 (3) 185-191, 1974.
- MUNYANGANIZI, B. & COPPENS, R. Comparison of two methods for extracting banana juice from two different varieties. *Industries Alimentaires et Agricoles*, v.93, n.6, p.707-711, 1976.

- NALDI FILHO, N. Como produzir banana tipo exportação. **Agricultura de hoje**. Rio de Janeiro, v.5, p.6, 1981.
- O GLOBO. "Diet" ou "light": muito sabor, pouca caloria. **Jornal da Família**, 26 mar. 1995, p.3.
- PALMER, J.K. Banana polyphenoloxidase: preparation and properties. **Plant Physiology**, v.38, p.508-513, 1963.
- _____. The banana. In: HULME, A.C., ed. **The biochemistry of fruits and their products**. Norwich, Academic Press, 1971. cap.2, p.65-105.
- PARK, Y.K. Produção de enzimas. In: LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W., coord. **Biotecnologia - tecnologia das fermentações**. São Paulo. Edgar Blücher, v.1, 1975. p. 182-211.
- PHEANTAVEERAT, A & ANPRUNG, P. Effect of pectinases, cellulases and amylases on production of banana juice. **Food**, Thailand, v.23, n.3, p.188-196, 1993.
- RAUCH, G.H. **Jam manufacture**. London, Leonar Hill Books, 1965. p.58.
- ROCHA, J. L. V. Fisiologia de pós-colheita, maturação controlada. In SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1. Jaboticabal, 3-7 dez. 1984. **Anais**. Jaboticabal, FCAVJ, 1984. p. 356-362.
- ROLIN, C; DE VRIES, J. Pectin. In: HARRIS, P., ed. **Food gels**. Essex: Elsevier, 1990. p.401-434.
- ROOT, H.F. & BAILEY, C.C. Diet in the treatment of "*Diabetes Mellitus*". In: WHOL, M. G. & GOODHART, R.S. editors **Modern nutrition in health and disease - dietotherapy**. Philadelphia. Lea and Febiger, 1971. p.782-818.
- RUSSEL, A. D. & GOULD, G. W. Resistance of enterobacteriaceae to preservatives and disinfectans. **Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement** 167S - 195S, 1988.
- _____. Mechanisms of bacterial resistance to non-antibiotics: food additives and food and pharmaceutical preservatives. **Journal of Applied Bacteriology**, v.71, p.191-201, 1991.
- SABIONI, J.G. **Padrões microbiológicos, físicos e químicos de alimentos no Brasil**. Ouro Preto, Universidade Federal de Ouro Preto, 1988. p.15-16.
- SIMS, C.A. & BATES, R.P. Challenges to processing tropical fruit juices: banana as an example. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.107, p.315-319, 1994.
- SOLER, M.P., coord. **Industrialização de geléias**. Campinas: ITAL, 1991. p.1-20. [Manual Técnico n.71].

- SOFOS, J.N. & BUSTA, F.F. Antimicrobial activity of sorbate. *Journal of Food Protection*, v.44, n.8, p.614-622, 1981.
- SPLITTSTOESSER, D.F. & MUNDT, O. Fruits and vegetables. In: SPECK, M. L., ed. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, American Public Health Association, 1984. chap. 46. p. 636-643.
- STONE, H.; Mc DERMOTT, B.J.; SIDEL, J.L. The importance of sensory analysis for the evaluation of quality. *Food Technology*, v.87, p.88-95, 1991.
- SUNKIST GROWERS, "Exchange": pectin L.M. - pectin acid amide (a Low Methoxyl pectin). Ontario, California, s.d., 17 p. (catálogo).
- TANADA, P.S. **Obtenção de extrato de banana (*Musa cavendshii*) isento de polifenoloxidase por ultrafiltração e concentrado por osmose inversa**. Campinas: Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos, 1996. p.62-64. (Dissertação de Tese de Mestrado).
- TILBURY, R.H. The microbial stability of intermediate moisture foods with respect to yeasts. In: DAVIES, R. *et al.*, editors. **Intermediate moisture foods**. London, Applied Science Publishers, 1976. p.154.
- TOCCHINI, R.P.; LARA, J.C.C. Industrialização do suco de banana simples e concentrado. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.51, p.93-112, 1977.
- TORRES, C.C. & BRANDÃO, S.C.C. Determinação de açúcares em bananas por cromatografia líquida de alta eficiência. **Boletim da SBCTA**, v.25, n.1, p.1-5, 1991.
- WALKER, R. Toxicology of sorbic acid and sorbates. **Food Additives and contaminants**, v.7, n.5, p.671-676, 1990.
- VIQUEZ, F.; LASTRETO, C.; COOKE, R.D. A study of the production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. *Journal of Food Technology*, v.16, n.2, p.115-125, 1981.
- YU, T.H. & WU, C.M. Production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. *Food Science, China*, v.14, n.3, p.154-164, 1987.

CAPÍTULO 2

EFEITO DE PECTINASES, TEMPO E TEMPERATURA EM PROPRIEDADES DO SUCO DE BANANA HIDROLISADO POR INVERTASE

RESUMO

Visando minimizar o risco de redução da qualidade do suco de banana (*Musa cavendishii*) semi-clarificado hidrolisado por invertase, decorrente do aquecimento do purê de banana, e racionalizar o processamento em termos de tempo de hidrólise, procurou-se estudar o efeito do binômio tempo-temperatura na etapa de hidrólise enzimática deste purê. Pectinases (Clarex e CEC1-CTAA), associadas à invertase (Invertase-S) foram empregadas sobre o purê e mantidas a 40, 50 e 60°C por 15, 20 e 25 minutos. Os resultados mostraram que as médias de rendimento, absorbância e pH não diferiram entre si ($p < 0,05$) para os níveis de temperatura e tempo empregados, enquanto as médias de Brix apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em função destas variáveis. Por outro lado, as médias de rendimento, absorbância, pH e Brix diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre as duas pectinases. O suco obtido com Clarex apresentou maior rendimento, menor absorbância, maior Brix e menor pH do que o suco obtido com CEC1-CTAA. Assim, sugeriu-se que a hidrólise enzimática seja realizada por 15 minutos e à temperatura de 40°C para se obter suco de banana semi-clarificado hidrolisado com invertase, o que proporciona ao processo menor custo devido ao menor tempo empregado e manutenção das propriedades do suco mais próximas das da fruta "in natura".

Termos para indexação: suco de banana, sacarose, inversão.

EFFECT OF PECTINASES, TIME AND TEMPERATURE ON THE PROPERTIES OF BANANA JUICE HYDROLISED WITH INVERTASE

ABSTRACT

The effects of time and temperature were studied on the enzymatic hydrolysis of banana (*Musa cavendishii*) puree were studied aiming at minimizing the risk of a reduction in quality of the semi-clarified banana juice hydrolysed with invertase as a result of heating, and rationalize the process with respect to hydrolysis time. The pectinases Clarex and CEC1-CTAA associated with Invertase-S were employed in the puree at 40, 50 and 60°C for 15, 20 and 25 minutes. The averages of yield, absorbancy and pH as a function of temperature and time did not differ ($p < 0.05$). The average Brix differed ($p < 0.05$) as a function of these variables. Otherwise, the averages of yield, absorbancy, pH and Brix differed significantly ($p < 0.05$) between the pectinases. The juice obtained with Clarex was less sweet and showed greater yield, smaller absorbancy, greater Brix and lower pH than the juice obtained with CEC1-CTAA. So, it was possible to suggest enzymatic hydrolysis for 15 minutes at 40°C to obtain semi-clarified banana juice hydrolysed with invertase with the advantages of a lower process cost as a function of the shorter time employed and maintenance of the properties of the juice as near as possible to the banana "in natura".

Key words: banana juice, sucrose, inversion.

1 - INTRODUÇÃO

Suco de banana tem sido objeto de estudo para diversos pesquisadores, que para obtê-lo têm proposto o emprego de pectinases, celulases, e hemicelulases, em diversas concentrações, procedentes de diferentes fabricantes, associado a tratamento térmico sob condições variadas de tempo e de temperatura de hidrólise enzimática de pectina, celulose e hemicelulose presentes na polpa.

A banana madura contém, em 100 gramas de polpa, cerca de 0,3 g de protopectina insolúvel, menos de g de celulose e 1 g de hemicelulose (PALMER, 1971).

Basicamente, as condições de tempo de hidrólise têm sido variadas de 10 minutos a 18 horas; as temperaturas de hidrólise de 25 a 60°C; a concentração de enzimas de 0,01 a 2% v/p ou p/p; os rendimentos dos sucos obtidos por centrifugação ou prensagem de 46,4 a 89%, conforme ilustra a Tabela 1.

TABELA 1. Condições de hidrólise enzimática de pectinas e ou celulose em purê de banana e rendimento do suco clarificado segundo diversos autores.

Autores citados	Hidrólise enzimática			Rendimentos (% v/p)	
	Concentração de enzima (% p/p)	Temper. (°C)	Tempo (minutos)	Extr. por centrifug.	Extr. por prensag.
DUPAIGNE (1974)	n.c.	n.c.	n.c.	80	88
GARCIA & ROLZ (1974)	0,03	40	15-90	n.c.	-
GOUS et al. (1987)	0,00015-0,02	45	60	-	-
JALEEL et al. (1978)	0,03-2,0	25-30	300	-	57-91
JALEEL et al. (1979)	1,0	40	240	-	55-80
MUMYANGANIZI & COPPENS (1976)	0,01-0,15	50	30-300	-	68-89
PHEANTAVEERAT & ANPRUNG (1993)	0,02-0,1	40-60	120	59,1-73,8	-
SIMS & BATES (1994)	0,00017-0,02	25	180	-	8-40
SREEKANTIAH et al. (1971)	0,5-0,6	25-30	960-1080	n.c.	n.c.
SREEKANTIAH (1975)	n.c.	> 40	900-1080	-	60-89
TANADA (1996)	0,05	n.c.	60	52	-
TOCCHINI & LARA (1977)	0,1	30	10	60	-
VIQUEZ et al. (1981)	0,01-0,05	35-55	30-120	46,4 - 68,8	-
YU & WU (1987)	0,01-0,05	35-45	20-240	52-73	-
n.c.: não citado	Temper.: temperatura		Extr.: extração		prensag.: prensagem

CLAREX (s.d.) é pectinase de origem fúngica (*Aspergillus niger* var.), normalmente empregada nos processamentos de vegetais e obtenção de vinho. Apresenta atividade nas faixas de pH de 2,5 a 5,5 e de temperatura de 2° a 60° C.

INVERTASE-S (s.d.) é β - D - frutofuranosidase, obtida a partir de *Saccharomyces cereviceae*. Catalisa a hidrólise de sacarose a frutose e glicose. Apresenta atividade a temperaturas de 40 a 60°C e pH de 3 a 5. Quando aplicada na proporção de 0,6%, numa solução de sacarose a 40% p/p, a 40°C, é capaz de inverter 80% da sacarose ao final de 4 horas e 20 minutos.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Material

Bananas (*Musa cavendishii*) da variedade Nanica, colhidas na região de Jaraguá do Sul, Estado de Santa Catarina, foram processadas na Empresa Duas Rodas.

2.2 - Métodos

O processamento do purê compreendeu etapas de: lavagem das frutas em água clorada; maturação em câmara até estágio de maturação grau 6, correspondendo a frutas com cascas completamente amarelas (GOUS et al., 1987); descascamento manual; desintegração da polpa; homogeneização; desaeração, esterilização, resfriamento e enlatamento sob condições assépticas, de acordo com DE MARTIN (1985). As latas recravadas contendo purê foram mantidas a 25°C.

Inicialmente, foram determinadas propriedades do purê industrializado.

Em seguida, foi realizado um estudo sobre efeito da pectinase Clarex sobre rendimento e absorvância do suco obtido a partir do purê hidrolisado variando o tempo de 30 a 120 minutos a 45°C, tomando-se por base os trabalhos de GARCIA & ROLZ (1974), VIQUEZ et al (1981) e YU & WU (1987) cujas condições de hidrólise enzimática do purê encontram-se na Tabela 1.

Visando minimizar o risco de redução da qualidade do suco de banana hidrolisado com invertase decorrente do aquecimento, e racionalizar o processamento em termos de tempo de hidrólise, foram pesquisados, em seqüência, os efeitos de pectinases, tempo e temperatura na etapa de hidrólise enzimática do purê de banana variando-se a temperatura de hidrólise de 40 a 60°C e o tempo de 15 a 25 minutos.

2.2.1 - Propriedades do purê

Foram determinados pH e Brix do purê de banana industrializado, segundo métodos 945.10 e 932.12 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995), utilizando-se para isto quatro embalagens hermeticamente fechadas originárias de lotes distintos de purê.

2.2.2 - Efeito do tempo de hidrólise com enzima Clarex sobre rendimento e absorbância de suco de banana semi-clarificado.

Quatro lotes distintos de purê foram tratados com pectinase Clarex, produzida pela Solvay, na proporção de 0,03% v/p com faixa de tempo variando de 20 a 120 minutos, a 45°C.

Lotes de 120g de purê tratado enzimaticamente foram centrifugados na centrífuga Sorvall Instruments Mod. RC-3B, a 30°C, a 6806 g, por 1 minuto e 30 segundos. Os rendimentos foram calculados em volume de suco obtido relativo à massa de purê. As absorbâncias dos sucos foram lidas a 580 nm no espectrofotômetro UV Hewlett Packard Mod. 8451 A, de acordo com WROLSTAD (1976).

Os rendimentos dos sucos obtidos a partir do purê hidrolisado foram comparados com o rendimento apresentado pelo suco obtido a partir de purê isento de Clarex, submetido a tratamento térmico a 45°C por 120 minutos e centrifugado a 6806 g por 1 minuto e 30 segundos.

2.2.3 - Efeito da associação de pectinases Clarex e CEC1-CTAA à Invertase-S, do tempo e da temperatura sobre rendimento, absorbância, Brix e pH do suco de banana semi-clarificado.

Lotes de purê de 66,7g foram adicionados de pectinase Clarex 0,03% v/p associada a Invertase-S 0,6% v/p, e pectinase CEC1-CTAA 0,03% v/p associada a Invertase-S 0,6% v/p mantendo-se o sistema sob agitação (1 rpm) durante a hidrólise enzimática.

Pectinase CEC1-CTAA é produzida pela área de Engenharia de Alimentos (AEA) do Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia de Alimentos (CTAA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

O delineamento experimental utilizado foi do tipo com três causas de variação: temperaturas de 40, 50 e 60°C por 15, 20 e 25 minutos e enzimas. O experimento foi inteiramente casualizado com seis repetições por tratamento.

A centrifugação foi realizada a 30°C e força de 2288 g, por 30 minutos em centrífuga Hettich Universal.

Os valores de absorbância dos sucos foram lidos a 580 nm em espectrofotômetro Micronal B 382, em cubetas de quartzo com 1cm de espessura de acordo com WROLSTAD (1976).

Para medida do pH foi utilizado um potenciômetro Micronal Mod. B 274 a 20° C, e as medidas de Brix foram lidas em refratômetro Shimadzu a 20°C segundo a ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Propriedades do purê

A Tabela 2 apresenta propriedades do purê industrializado.

TABELA 2. Propriedades do purê.

Propriedades	média ¹	s ²
Brix	22,7	0,14
pH	4,85	0,01
¹ : de 4 repetições		² : desvio padrão

VÍQUEZ et al. (1981) empregaram escala de identificação de grau de maturação segundo o aspecto visual da casca da banana citada por GOUS et al. (1987). Compararam purês obtidos de bananas completamente amarelas (grau 6), amarelas com pontos marrons (grau 7) e amarelas com manchas marrons (grau 8). Eles encontraram pH variando de 4,85 a 5,10 e Brix, de 21,0 a 21,5°, para purês obtidos com bananas com graus 6 a 8, respectivamente. Assim, no presente trabalho, foram obtidos: pH idêntico ao encontrado por VÍQUEZ et al. (1981) para bananas completamente amarelas e Brix um pouco mais alto que o de VÍQUEZ et al. (1981) para bananas amarelas com manchas marrons. Essa diferença encontrada entre os valores de Brix pode ser explicada pela hidrólise parcial que a sacarose sofreu na etapa de conversão da polpa em purê, realizada à quente e em meio ácido.

3.2 - Efeito do tempo de hidrólise com enzima Clarex sobre rendimento e absorbância de suco de banana.

A Tabela 3 contém as absorbâncias e os rendimentos do suco de banana em relação ao purê.

Os valores de absorbância encontrados neste experimento demonstram que à medida em que se aumenta o tempo de hidrólise enzimática do purê, mantendo-se fixas as condições de centrifugação, aumenta-se a translucidez do suco.

TABELA 3. Efeito do tempo de hidrólise enzimática¹ sobre rendimento e absorvância de suco de banana.

Tempo de hidrólise enzimática (min.)	Rendimento ² (% v/v)	Absorvância ³ a 580 nm
20	65,00	1,110820
30	66,90	1,105830
50	67,90	-
60	68,10	0,746305
90	69,50	0,362555
120	71,20	0,347910
120 ³	33,35	2,23510

¹: À temperatura de 45° C

²: Médias de quatro repetições

³: purê livre de enzimas

O suco obtido aos 20 minutos de hidrólise apresentou-se amarelo e brilhante, mas com partículas em suspensão. Isto posto, é adequado chamar esse suco, o qual apresenta valor alto de absorvância (Tabela 3), de suco semi-clarificado. A presença de partículas em suspensão nesse suco, no entanto, não prejudica a qualidade desse alimento, tomando-o, ao contrário, melhor aceito pelo consumidor, pois, segundo NAGEL (1992), a tendência atual do mercado é consumir sucos turvos ao invés de suco translúcidos, pois os primeiros apresentam propriedades mais próximas às da fruta "in natura".

Aos 20 minutos de hidrólise enzimática o rendimento médio foi de 65%, apenas 6,2% inferior aos 71,20% obtidos aos 120 min. Sob o aspecto industrial, esta diferença entre os rendimentos obtidos torna-se desprezível diante da economia de 100 minutos na etapa de hidrólise enzimática do suco.

O purê isento de enzimas e submetido a tratamento térmico a 45° C por 120 minutos apresentou, após centrifugação, rendimento do suco de 33%. Esse resultado justifica o emprego de pectinases no purê, pois aos 20 minutos o purê hidrolisado rendeu 65% de suco, proporcionando uma economia de 100 minutos no processo com ganho de 32% no rendimento.

Os rendimentos obtidos no processamento de suco de banana em experimentos realizados por diversos autores (Tabela 1) sob diferentes concentrações de enzimas, condições de hidrólise enzimática e técnicas de extração, têm variado entre 60% e 90%. Entretanto, na literatura consultada, apenas dois trabalhos apresentaram as condições exatas de centrifugação do purê hidrolisado: VÍQUEZ et al. (1981), (20 minutos, 2.900 g), e YU & WU (1987), (20 minutos, 2.900 g). VÍQUEZ et al. (1981), alcançaram rendimentos de 46,4 e 48,9% de suco em

relação à polpa, empregando 0,01% p/p de Ultrazym sobre purê de bananas Nanicão (*Musa AAAcv. cavendishii* gigante) em estágio de maturação grau 7 durante 30 min a 35° e 45°C, respectivamente. YU & WU (1987), obtiveram rendimento de 52% de suco em relação à polpa empregando 0,01% p/p polpa de Rohapect D₅₁ sobre polpa de banana madura (grau 7) durante 20 min a 45° C. Os resultados alcançados neste trabalho comparados aos obtidos por Viquez et al. (1981) e YU & WU (1987) foram mais altos porque, embora o tempo de centrifugação tenha sido curto, a força centrífuga empregada foi muito superior àquelas utilizadas por esses autores.

TANADA (1996) hidrolisou polpa de banana com 0,05% de Pectinex Ultra SP-L por 1 hora e obteve suco de banana empregando centrífuga de disco LAPX 202 da Alfa Laval a 8.000 rpm, centrífuga de disco Westfalia SA 1-02-175 a 9740 rpm, centrífuga de laboratório RC-3B da Sorvall a 3.000 rpm por 3 minutos e centrífuga de cesto. O teor de partículas em suspensão nesse suco permitiu sua ultrafiltração com pressão transmembrana de 6 bar, com vista à retenção da polifenoloxidase. Os maiores rendimentos de suco, cerca de 70% v/p de polpa, foram alcançados com centrifugas de cesto e de laboratório Sorvall RC 3B, enquanto que as centrifugas Alfa Laval e Westfalia alcançaram rendimentos próximos de 50%.

3.3. Efeito das pectinases, do tempo e da temperatura sobre rendimento, absorbância, Brix e pH do suco de banana semi-clarificado hidrolisado com invertase.

A Tabela 4 compreende os resultados do ajuste do modelo de delineamento para rendimento, absorbância, Brix e pH do suco.

TABELA 4. Resultados do ajuste do modelo de delineamento para rendimento de suco de banana semi-clarificado hidrolisado com invertase.

	Rendimento		Absorbância		Brix		pH	
	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Pectinase ¹	114,14	5,24*	1,17112	40,07*	4,80	51,17*	0,78120	157,16*
Temperatura ²	12,57	0,57	0,01492	0,511	1,46	15,58*	0,00022	0,04
Tempo ³	13,11	0,60	0,00025	0,009	0,28	2,98*	0,00006	0,01

¹: Com 1 grau de liberdade

^{2,3}: Com 2 graus de liberdade

* Diferença significativa ao nível de 5%

Os resultados mostraram que as médias de rendimento (58,54, 58,56, 59,21, 60,63 e 60,65% v/p), absorbância (1,043, 1,083, 1,084, 1,092, 1,104 e 1,111) e pH (4,52 e 4,52), não

diferiram entre si ($p < 0,05$) para os níveis de temperatura e tempo empregados, enquanto as médias de Brix apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em função destas variáveis. Por outro lado, as médias de rendimento, absorvância, pH e Brix diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre as duas pectinases.

A Tabela 5 ilustra as médias de rendimento, absorvância, pH e Brix e comparações para as duas associações entre pectinases e invertase.

TABELA 5. Médias¹ de propriedades de suco de banana clarificado invertido e resultados de comparações 2 a 2 para as pectinases.

	Rendimento	Absorvância	Brix	pH
Clarex & Invertase-S	61,35 ^a	0,896 ^a	23,87 ^a	4,37 ^a
CEC1-CTAA & Invertase-S	57,59 ^b	1,276 ^b	23,10 ^b	4,68 ^b

¹: médias com letras distintas para uma mesma propriedade indicam diferença significativa ao nível de 5%.

As médias de rendimento, absorvância, Brix e pH diferiram significativamente ao nível de 5% quanto às duas pectinases (Tabela 5). O suco obtido com Clarex & Invertase-S apresentou maior rendimento, menor absorvância, maior Brix e menor pH do que o suco obtido com CEC1-CTAA & Invertase-S. A primeira associação de enzimas mostrou estar associada a um ácido. Por sua vez, esse ácido provavelmente contribuiu para elevar o Brix, através da hidrólise ácida da sacarose presente no suco.

A Tabela 6 ilustra as médias de Brix e resultados de comparações duas a duas para os três níveis de temperatura e de tempo.

TABELA 6. Médias¹ de Brix e resultados de comparações 2 a 2 para temperatura e tempo.

Propriedade	Temperatura (°C)		
	40	50	60
°Brix	23,05 ^a	23,69 ^b	23,70 ^b
	Tempo (minutos)		
	15	20	25
°Brix	23,36 ^a	23,41 ^a	23,67 ^a

¹: médias com letras distintas para um mesmo nível de temperatura e tempo indicam diferença significativa ao nível de 5%.

Assim, desejando-se maior Brix no suco, são indicadas condições de hidrólise a 50°C por 25 minutos.

CONCLUSÕES

O emprego de pectinase Clarex no purê de banana eleva o rendimento do suco em aproximadamente 32% e proporciona uma redução de 100 minutos no processamento, quando se compara com suco obtido a partir de purê livre de enzimas, tratado termicamente a 45° C por 120 minutos.

Comparando-se pectinases associadas à invertase e verificando-se o efeito da variação de tempo e temperatura na etapa de hidrólise enzimática sobre propriedades do suco, observa-se que os sucos obtidos com pectinases Clarex e CEC1-CTAA, associados à Invertase-S, apresentam-se diferentes. O suco obtido com Clarex alcança maior rendimento, menor absorvância, maior Brix e menor pH que o obtido com CEC1-CTAA.

O aumento da temperatura e do tempo de hidrólise nas faixas consideradas provocam aumento significativo do Brix.

Para as faixas de tempo e de temperatura consideradas, a hidrólise enzimática por 15 minutos a 40°C oferece vantagem sobre os demais tratamentos por ser a mais econômica e a que garante manutenção das propriedades do suco mais próximas daquela encontradas na fruta "in natura".

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington, Virginia, 1995. chap 27, p.35, chap. 37, p.6.
- CLAREX. São Paulo: Solvay Enzimas, s.d., 6p.
- DE MARTIN, Z.J. Processamento: produtos, características e utilização. In: coord. Medina, J.C. **Banana: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**, Série Frutas Tropicais: Banana. Campinas, ITAL, v.3, 2 ed., 1985. p. 195-264.
- DUPAIGNE, P. A propos de l'extraction d'un jus de banane, en vue de la production de la bière de banana. **Fruits**, v.29, n.12, p.821-822, 1974.
- GARCIA, R.; ROLZ, C. Reological properties of some tropical fruits products and their enzymic clarification. **INTERNATIONAL CONGRESS FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY 4.**, 1974, Guatemala City. Proceedings 4th International Congress food science and technology, v.2, p.18-26, 1974.
- GOUS, F.; WYK, P.J.; Mc GILL, A.E.J. The use of commercial enzymes in the processing of bananas. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, v.20, p.229-232, 1987.
- INVERTASE-S. São Paulo: Solvay Enzimas, s.d., 10p.
- JALEEL, S.A.; BASAPPA, S.C.; RAMESH, A.; SREEKANTIAH, K.R. Developmental studies on enzymatic processing of banana (*Musa cavendishii*). II. Pilot scale investigations. **Indian Food Pack.**, v.33, n.1, p.10-14, 1979.
- JALEEL, S.A.; BASAPPA, S.C.; SREEKANTIAH, K.R. Developmental studies on certain aspects of enzymic processing of banana (*Musa cavendishii*) I. Laboratory investigations. **Indian Food Pack.**, v.32, n.2, p.17-20, 1978.
- MUNYANGANIZI, B. & COPPENS, R. Etude comparative de deux procédés d'extraction du jus de banane appliqués à deux variétés différentes. **Industries Alimentaires et Agricoles**, v.93, p.707-711, 1976.
- NAGEL, B. Continuous production of high quality natural cloudy apple juices using centrifugal technology and excluding oxidative browning. **Fruit processing**. v.2, n.1, p.30-32, 1992.
- PALMER, J.K. The banana. In: HULME, A.C., ed. **The biochemistry of fruits and their products**. Norwich, Academic Press, 1971. cap.2, p.65-105.
- PHEANTAVEERAT, A. & ANPRUNG, P. Effect of pectinases, cellulases and amylases on production of banana juice. **Food**, v.23, n.3, p.188-196, 1993.

- SIMS, C. A. & BATES, R.P. Challenges to processing tropical fruit juices: banana as an example. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 107, p. 315 - 319, 1994.
- SREEKANTIAH, K.R.; JALEEL, S.A.; RAMACHANDRA RAO, T.N. Utilization of fungal enzymes in the liquefaction of soft fruits and extraction and clarification of fruit juices. **Journal of Food Science Technology**, v.8, p.201-203, 1971.
- SREEKANTIAH, K.R. Nature and application of pectinases with special reference to fruit and vegetable processing industry. **Indian Food Packing**, v.29, n.4, p.22-36, 1975.
- TANADA, P.S. **Obtenção de extrato de banana (*Musa cavendishii*) isento de polifenoloxidase por ultrafiltração e concentrado por osmose reversa.** Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, out. 96, p. 48-50, 58-59.
- TOCCHINI, R.P. & LARA, J.C.C. Industrialização de suco de banana simples e concentrado. **Boletim do ITAL** v.51, p.93-112, 1977.
- VIQUEZ, F.; LASTRETO, C.; COOKE, R.D. A study of the production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. **Journal of Food Technology**, v.16, p.115-125, 1981.
- WROLSTAD, R. E. Color and pigment analyses in fruit products. **Station Bulletin 624.** Agricultural Experiment Station, Oregon State University, Corvallis. 17p., 1976
- YU, T.H. & WU, C.M. Production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. **Food Science**, v.14, n.3, p.154-164, 1987.

CAPÍTULO 3

EFEITO DAS PECTINASES CLAREX E CEC1-CTAA SOBRE A QUALIDADE DO SUCO DE BANANA

RESUMO

Neste trabalho foi observado o efeito das pectinases Clarex e CEC1-CTAA, adicionadas na proporção de 0,03% v/p sobre purê de banana (*Musa cavendishii*) em condições amenas de hidrólise (40° C, 15 minutos) visando determinar a qualidade, aqui representada pelos indicadores: rendimento; viscosidade; Brix; pH; composição centesimal; contagens de mesófilos e de bolores e leveduras e, propriedades sensoriais de cor, aroma, sabor e corpo dos sucos de banana semi-clarificados. O suco obtido com Clarex apresentou-se significativamente ($p < 0,01$) mais amarelo, menos cinza, menos opaco e menos encorpado do que aquele obtido com CEC1-CTAA. Não houve diferença significativa entre as médias de aroma de banana fresca e sabor nesses sucos. Adicionalmente, os valores obtidos para sabor de ambos os sucos foram considerados bons (6,72 e 6,05 para sucos obtidos com Clarex e CEC1-CTAA, respectivamente), apresentando-se superiores ao centro da escala empregada, a qual variou de 0 (desagradável) a 10 (agradável).

Termos para indexação: banana, pectinases, processamento do suco semi-clarificado.

THE EFFECT OF THE PECTINASES CLAREX AND CEC1-CTAA ON THE QUALITY OF BANANA JUICE

ABSTRACT

The effect of the pectinases Clarex and CEC1-CTAA, used at the level of 0.03% v/w in industrialized banana (*Musa cavendishii*) pulp, under the following at the conditions of gentle hydrolysis, 40 degree Celsius for 15 minutes, was observed in order to determine the quality as represented by indicators such as yield, viscosity, Brix, pH, proximate composition, mesophilic, mould and yeast counts and the sensorial properties of colour, aroma, flavour and body of both semi-clarified banana juices. The juice obtained by Clarex was significantly ($p < 0.01$) more yellow, less grey, less opaque and less viscous than that obtained with CEC1-CTAA. There was no significant difference between the means for aroma of fresh banana and flavour of the juices. Furthermore, the values obtained for flavour by both juices were judged as good (6.72 and 6.05 for the juices clarified with Clarex and CEC1-CTAA, respectively), since they were above the middle of the scale, which varied from 0 (unpleasant) to 10 (pleasant).

Index terms: banana, pectinases, semi-clarified juice processing.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de banana é a segunda maior do mundo e corresponde a 11% da produção mundial, a qual está estimada em 50 milhões de toneladas ALMEIDA (1997). Em 1995, a região Nordeste foi responsável por 40% da produção nacional de banana, destacando-se como o maior estado produtor a Bahia. Outros 40% da produção ficaram com a região Sudeste (COSTA, 1996).

Suco de banana clarificado industrializado é comumente encontrado nos mercados europeu, norte americano e argentino, não estando disponível, entretanto, no mercado interno brasileiro.

O processamento de suco a partir da polpa de banana compreende inicialmente hidrólise enzimática de pectinas nela presentes. O purê hidrolisado é então centrifugado, separando-se a fase líquida, a qual recebe o nome de suco clarificado. Em sequência, o suco é pasteurizado, embalado e armazenado.

A banana madura contém, em 100 gramas de polpa, cerca de 0,3 g de protopectina insolúvel, menos de 2 g de celulose e 1 g de hemicelulose (PALMER, 1971).

A obtenção de suco clarificado de banana tem sido objeto de estudo para diversos pesquisadores [(DUPAIGNE, 1974), (JALEEL et al., 1978), (JALEEL et al., 1979), (MUNYANGANIZI & COPPENS, 1974), (SREEKANTIAH, 1975), (TOCCHINI & LARA, 1977), (YU & WU, 1987), (SIMS & BATES, 1994)]. Esses autores têm proposto para obtê-lo o emprego de pectinases (pectinases procedentes de diferentes fabricantes) em diversas concentrações para obtê-lo, associado a tratamentos térmicos, tempos e temperaturas de hidrólise variados.

Basicamente, as condições de hidrólise enzimática têm variado desde 30 minutos a 18 h; temperatura de 21 a 50°C; e concentração de enzimas de 0,01 a 0,6% v/p ou p/p [(GARCIA & ROLZ, 1974), (SREEKANTIAH, 1975), (MUNYANGANIZI & COPPENS, 1976), (TOCCHINI & LARA, 1977), (VÍQUEZ et al., 1981), (YU & WU, 1987), (PHEANTAVEERAT & ANPRUNG, 1993)].

CLAREX (s.d.) é pectinase de origem fúngica (*Aspergillus niger* var.), normalmente empregada nos processamentos de vegetais e na obtenção de vinho. Apresenta atividade nas faixas de pH de 2,5 a 5,5 e de temperatura de 2° a 60° C.

Os indicadores, também aqui referidos como propriedades ou atributos, escolhidos para se comparar a "qualidade" dos sucos de banana, de natureza objetiva, foram rendimento, viscosidade aparente, Brix, pH, composição centesimal, valor calórico, contagens de mesófilos e de bolores e leveduras, e, os de natureza subjetiva, realizada por provadores, foram cor, aroma, sabor e textura medidos através de escalas variando de zero a dez.

Este trabalho teve como objetivo comparar a qualidade, baseada nos indicadores anteriormente referidos, de sucos de banana semi-clarificados obtidos a partir de purê tratado pelas pectinases Clarex e CEC1- CTAA, empregando-se condições amenas de hidrólise.

MATERIAL E MÉTODOS

Bananas (*Musa cavendishii*) da variedade Nanica, colhidas na região de Jaraguá do Sul, Estado de Santa Catarina, foram processadas na Empresa Duas Rodas.

O processamento do purê compreendeu as seguintes etapas: lavagem das frutas em água clorada de 5 a 10 ppm; maturação em câmara até estágio de maturação grau 6, correspondendo a frutas com cascas amarelas (GOUS et al., 1987); descascamento manual; desintegração da polpa em bomba desintegradora positiva; homogeneização; desaeração, esterilização em trocador de calor de superfície raspada a 140° C por 0,461 minuto, resfriamento até 37° C; enlatamento sob condições assépticas, de acordo com DE MARTIN (1985). As latas recravadas contendo purê foram mantidas a 25°C.

Inicialmente, foram determinados composição centesimal, pH, Brix do purê de banana industrializado, segundo métodos da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995), utilizando-se para isto quatro embalagens hermeticamente fechadas originárias de lotes

distintos de purê. Pesquisou-se a esterilidade comercial do produto através de procedimentos microbiológicos próprios para alimentos enlatados de baixa acidez, segundo método 972.44 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995).

Oito amostras de purê de banana, pesando em média 1.350 g à temperatura ambiente, foram aquecidos em banho maria até 40° C. A cada conjunto de quatro lotes adicionou-se um dos tipos de pectinases: a comercial, denominada Clarex; e a outra denominada CEC1-CTAA. CEC1-CTAA é pectinase de origem fúngica e é produzida pela Área de Engenharia de Alimentos (AEA) do Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (CTAA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Ambas as pectinases foram empregadas separadamente na proporção de 0,03% v/p sobre o purê. O experimento foi inteiramente casualizado para os dois tratamentos, com quatro repetições por tratamento.

As amostras dos dois tipos de mistura de purê e pectinase foram mantidas sob agitação (1 rpm) durante a etapa de hidrólise enzimática, que foi realizada em banho maria com termostato Fanem Mod. 100, a 40° C por 15 minutos.

A centrifugação foi realizada à temperatura de 30° C com velocidade angular de 4000 rpm (3951 g), por 1 minuto 30 segundos em centrífuga Sorvall RC-3B.

O rendimento do suco semi-clarificado foi calculado em % v/p em relação ao purê.

O suco foi então pasteurizado a 85 °C por 1 minuto em rotavapor Büchi RE 120 e envasado em garrafas de polietileno com tampa rosqueável.

Em seguida, foi resfriado rapidamente a 20° C, separando-se amostras para serem avaliadas sensorialmente.

Na sequência, o suco foi congelado e mantido a -18°C, para análises quanto a suas propriedades químicas, físicas, físico-químicas e microbiológicas.

As composições centesimais dos sucos e valores de Brix foram determinados segundo os métodos 920.152, 922.10, 925.36, 940.26, e 932.12 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995).

Os valores calóricos foram calculados empregando-se fatores de conversão para carboidratos, proteínas e lipídios de 4 kcal/g para os dois primeiros e 9 kcal/g para o último segundo LEHNINGER (1986), com base nos resultados de análises de composição centesimal desses nutrientes.

As contagens microbiológicas total e de bolores e leveduras foram realizadas de acordo com métodos descritos por SPLITTSTOESSER & MUNDT (1984).

Para medida do pH foi utilizado um potenciômetro Micronal Mod. B274 a 20° C. Os valores de Brix foram tomados em refratômetro Shimadzu a 20°C.

As viscosidades aparentes dos sucos foram obtidas em reômetro de cilindros concêntricos Contraves Mod. Rheomat 30, acoplado a programador Rheoscan 100, banho termostático Rheotherm 115 e registrador gráfico Rikadenki, a 40°C.

O procedimento para seleção dos provadores foi do tipo triangular empregando-se diferentes concentrações de enzima Clarex (0,03% e 0,025% v/p sobre o purê). O experimento foi repetido cinco vezes. Vinte e sete provadores com níveis de acerto iguais ou superiores a 60% foram selecionados. Apresentavam idades entre 18 e 38 anos, sendo seis do sexo masculino, todos eles apreciadores de banana. Eles avaliaram os sucos, através de fichas com escalas não estruturadas, quanto aos atributos de cor (proporções de amarelo e cinza, grau de opacidade, com alta (o) = dez e, baixa (o) = zero), aroma (de banana fresca, com forte = dez e fraco = zero), sabor (agradável = dez e desagradável = zero) e corpo (denso = dez e ralo = zero). As avaliações de cor foram realizadas sob luz natural. O método estatístico empregado no estudo das respostas sensoriais foi a análise de variância paramétrica, com causas de variação provador e enzimas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta dados de composição centesimal, pH, grau Brix e esterilidade comercial do purê de banana industrializado.

TABELA 1. Resultados de análises químicas, física, físico-química e microbiológica de purê de banana industrializado¹.

Análises	Teor médio	s
Umidade (%)	76,67	0,84
Carboidratos (por diferença) ² (%)	21,12	-
Proteínas (%)	1,01	0,07
Cinzas (%)	0,79	0,05
Lipídeos (%)	0,41	0,02
Fibra (%)	0,22	0,01
Valor calórico total (kcal)	88,93	-
Brix	22,70	0,14
pH	4,85	0,01
Esterilidade comercial	Estéril	-

¹ Média de quatro repetições.

² Inclui teor de fibra.

Segundo FRANCO (1982), 100 g de banana Nanica ou d'água, *in natura* contêm 76,5 g de umidade, 22 g de carboidratos, 1,3 g de proteínas e 0,2 g de lipídeos. A composição centesimal do purê empregado no presente trabalho esteve muito próxima da relatada por FRANCO (1982).

VÍQUEZ et al. (1981) empregaram escala de identificação de grau de maturação segundo o aspecto visual da casca da banana citada por GOUS et al. (1987). Compararam purês obtidos de bananas completamente amarelas (grau 6), amarelas com pontos marrons (grau 7) e amarelas com manchas marrons (grau 8). Eles encontraram pH variando de 4,85 a 5,10 e Brix, de 21,0 a 21,5°, para purês obtidos com bananas com graus 6 a 8, respectivamente. Assim, no presente trabalho, foram obtidos: pH idêntico ao encontrado por esses autores para bananas completamente amarelas e Brix um pouco mais alto que o de VÍQUEZ et al. (1981) para bananas amarelas com manchas marrons. Essa diferença encontrada entre os valores de Brix pode ser explicada pela hidrólise parcial que a sacarose sofreu na etapa de conversão da polpa em purê, realizada à quente e em meio ácido.

As embalagens hermeticamente fechadas não se apresentaram alteradas, quando mantidas a 35° Celsius por dez dias, mostrando-se comercialmente estéreis.

A Tabela 2 contém medidas das propriedades físicas: rendimento, viscosidade, Brix e pH dos sucos.

TABELA 2. Valores observados de algumas propriedades físicas e pH dos sucos de banana semi-clarificados segundo pectinases empregadas¹.

Propriedades	Clarex		CEC1-CTAA	
	Média	s ²	Média	s
Rendimento (% v/p)	61,10	0,96	50,31	2,53
Viscosidade ³	2,31	-	8,78	-
Brix	23,5	0,40	22,80	0,80
pH	4,43	0,04	4,57	0,04

¹: Média de quatro repetições.

³: Em cp, medida a 40°C para D = 100 s⁻¹; média de duas repetições.

² desvio padrão

Neste trabalho, para condições de hidrólise de 40°C por 15 minutos, empregando-se 0,03% v/p das pectinases Clarex e CEC1-CTAA sobre o purê centrifugado a 4.000 rpm (3.951g) por 1 minuto e 30 segundos, os rendimentos observados foram de 61,10% e 50,31% v/p, respectivamente.

Os rendimentos (% em relação à polpa) obtidos no processamento de suco de banana clarificado em experimentos realizados por diversos autores [(MUNYANGANIZI & COPPENS, 1976), (TOCCHINI & LARA, 1977), (VÍQUEZ et al., 1981), (YU & WU, 1987)] sob diferentes condições de hidrólise enzimática e de processamento em geral, com extrações realizadas por centrifugação ou prensagem, têm variado entre 68 e 80% e 60 e 90%, respectivamente. Entretanto, na literatura consultada, apenas dois trabalhos apresentaram as condições exatas de centrifugação do purê hidrolisado: VÍQUEZ et al. (1981), 20 minutos, 4.000 rpm correspondendo a 2.900 g, e YU & WU (1987), 20 minutos a 2.900 g. VÍQUEZ et al. (1981), alcançaram rendimentos de 46,4 e 48,9% de suco em relação à polpa, empregando 0,01% p/p de Ultrazym sobre purê de bananas nanicação (*Musa AAacv. Cavendishii* gigante) em estágio de maturação grau 7 durante 30 min a 35° e 45°C, respectivamente. YU & WU (1987), obtiveram rendimento de 52% de suco em relação à polpa empregando 0,01% p/p polpa de Rohapect D₅₁ sobre polpa de banana madura (grau 7) durante 20 minutos a 45°C. Os rendimentos aqui alcançados,

comparados aos obtidos por Víquez et al. (1981), foram considerados bons. Em relação aos demais autores pesquisados, na diferença de rendimento deve-se tomar em conta as condições de hidrólise de nosso trabalho, que foram amenas, com intuito de preservar melhor as propriedades sensoriais do produto. A fração de polpa sedimentada, obtida por centrifugação, pode ainda ser prensada, aumentando o rendimento do suco clarificado.

GARCIA & ROLZ (1974) encontraram as viscosidades de 13 cp e 19 cp em suco de banana var. Valery clarificado e concentrado a 49 e 53° Brix, respectivamente. TOCCHINI & LARA (1977), encontraram viscosidade de 3,0 cp, Brix de 21° e pH de 4,1 em suco de banana (*Musa cavendshii* gigante) clarificado, obtido a partir de purê apresentando 2.000 cp a 30° C, ao qual se adicionou Ultrazym a 0,01% v/p, tendo sido a mistura homogeneizada por 10 min e centrifugada em centrífuga Alfa-Laval, mod. CRPX. Não foi citado, entretanto, o valor de G. Segundo VÍQUEZ et al. (1981), para concentrações da enzima Ultrazym variando de 0 a 0,05% p/p de polpa aplicadas sobre o purê, incubando-se a mistura por 2h a 45° C e centrifugando-se por 20 min a 4.000 rpm (2.900 g), a viscosidade aparente encontrada nos sucos assim obtidos variou de 2 a 4 cp. Assim, as viscosidades obtidas neste trabalho foram consideradas para Clarex, um pouco mais baixa que as encontradas por TOCCHINI & LARA (1977) e VÍQUEZ et al. (1981) e, para CEC1-CTAA, mais alta que as destes autores.

Quanto ao Brix e ao pH dos sucos obtidos, os valores apresentaram-se bastante próximos aos encontrados por TOCCHINI & LARA (1977) e VÍQUEZ et al. (1981).

Os resultados apresentados na Tabela 3 indicam diferenças desprezíveis quanto à composição centesimal dos sucos analisados.

As contagens de mesófilos e de bolores e leveduras neste trabalho foram baixas. Isto era esperado visto que a matéria prima utilizada no presente trabalho foi purê de banana asséptico e, ademais, os sucos foram mantidos congelados até o momento de realização das análises microbiológicas, o que possivelmente causou injúria às células de microorganismos.

No Brasil, para sucos concentrados adicionados ou não de conservadores, o limite máximo permitido para bolores e leveduras é de 10^2 UFC / g enquanto que, para sucos e refrescos "in natura", o máximo é de 10^4 UFC / mL (BRASIL, 1997).

TABELA 3. Resultados de análises químicas¹ e microbiológicas² realizadas nos sucos semi-clarificados.

Análises	Clarex		CEC1-CTAA	
	Média	s	Média	s
Umidade (%)	77,90	0,62	77,48	0,42
Carboidratos totais (por diferença) (%)	20,50	0,50	20,98	0,42
Proteínas (%)	0,65	0,07	0,65	0,18
Cinzas (%)	0,61	0,05	0,59	0,03
Lípidos (%)	0,34	0,01	0,30	0,15
Valor calórico (kcal/100 g)	87,66	-	89,22	-
Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10 E1	-	< 10 E1	-
Mesófilos (UFC/g)	< 10 E1	-	< 10 E1	-

¹ Média de quatro repetições.

² Média de duas repetições.

A legislação brasileira não estabelece padrão específico para contagem de mesófilos em suco de fruta. CARVALHO FILHO & MASSAGUER (1997) determinaram a população de microorganismos mais prováveis de contaminarem purê de banana (*Musa cavendishii*, Lamb.), antes deste ser tratado termicamente. O número total de bactérias mesófilas aeróbias encontrado foi $4,5 \times 10^3$ células. Não foram encontrados mesófilos esporulados anaeróbios e termófilos esporulados aeróbios.

Os resultados das análises de variância das respostas dadas pelos provadores na avaliação sensorial dos sucos semi-clarificados quanto aos atributos de cor (proporções de amarelo e cinza; opacidade), aroma (de fruta fresca), sabor e corpo encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4. Resultados das análises de variância das respostas dadas pelos provadores na avaliação sensorial dos sucos semi-clarificados.

Propriedades	Enzimas		Provadores	
	Quadrado médio ¹	F	Quadrado médio ²	F
Cor				
Proporção de amarelo	134,11	34,67 **	7,91	2,04
Proporção de cinza	154,02	25,12 **	8,19	1,33
Opacidade	42,13	8,15 **	8,29	1,60
Aroma de banana fresca	4,80	1,87	12,52	4,88
Sabor	6,00	1,38	5,66	1,30
Corpo	66,48	12,83 **	5,43	1,04

¹ Com 1 grau de liberdade.

² Com 26 graus de liberdade.

** Significativo a 1%.

A Tabela 5 apresenta as médias das respostas dadas pelos provadores para cada uma das propriedades observadas nos sucos de banana semi-clarificados.

VIQUEZ et al. (1981) investigaram através de uma equipe de provadores a preferência de suco de banana apresentando pH variando de 3,8 a 5,0. O nível de pH foi ajustado com uma combinação de ácidos málico e cítrico. A faixa de pH preferida foi de 4,4 a 4,6. Os sucos apresentaram sabor e aroma excelentes. YU & WU (1987), obtiveram para suco de banana as seguintes notas para cor, aroma e sabor: 2,7, 3,4 e 4,1. Assim, as notas obtidas para sabor dos sucos de banana semi-clarificados com Clarex e CEC1-CTAA foram superiores às aquelas obtidas por esses autores. Em termos de pH, esses sucos estão dentro da faixa detectada como preferida pela equipe de provadores de VIQUEZ et al. (1981).

TABELA 5. Médias¹ das respostas dos 27 provadores para atributos de qualidade observados nos sucos de banana semi-clarificados.

Propriedades	Clarex	CEC1-CTAA
Cor		
Proporção de amarelo	6,38 ^a	3,23 ^b
Proporção de cinza	2,74 ^a	6,12 ^b
Opacidade	5,26 ^a	7,03 ^b
Aroma de banana fresca	5,34 ^a	4,75 ^a
Sabor	6,72 ^a	6,05 ^a
Corpo	4,23 ^a	6,49 ^b

¹: letras distintas numa mesma linha indicam diferença significativa entre as médias ao nível significância de 1%

CONCLUSÕES

O rendimento do suco CEC1-CTAA é cerca de 21% menor do que o suco Clarex. A viscosidade do suco CEC1-CTAA é 3,8 vezes maior do que a do suco Clarex.

O Brix do suco CEC1-CTAA é aproximadamente 3% menor do que o do Clarex e o pH do suco CEC1-CTAA é cerca de 3% mais alto do que o do Clarex.

As composições centesimais dos sucos CEC1-CTAA e Clarex são semelhantes.

O suco CEC1-CTAA é menos amarelo, mais cinza e mais opaco que o suco Clarex.

Não há diferença entre as médias de aroma de banana fresca e de sabor de ambos os sucos; apresentam-se superiores ao centro de uma escala que varia de 0 a 10.

Pelas respostas dos provadores quanto às características sensoriais dos sucos, pode-se concluir que com a enzima Clarex o produto é mais amarelo, menos cinza, com aroma mais acentuado de banana fresca, sabor mais agradável e mais encorpado, reunindo, portanto, os atributos de qualidade desejáveis no suco de banana.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.R.F. Banana: problemas na oferta. **Agroanalysis**. Rio de Janeiro: IBRE, CEA, v.17, n.8, p.30, 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16th. ed. Arlington, Virginia, 1995. chap.17. p.41-42, chap.37. 23p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 451, de 19 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico de Princípios Gerais para o Estabelecimento de Critérios e Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, nº 182, p.21007, Seção 1, 1997.
- CARVALHO FILHO, C.D.; MASSAGUER, P.R. Processamento térmico de purê de banana (*Musa cavendishii*, Lamb.) em embalagens flexíveis esterilizáveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.3, p.213-218, 1997.
- CLAREX. São Paulo: Solvay Enzimas, s.d., 6p.
- COSTA, I.L. A produção de frutas tropicais na Bahia. **Agroanalysis**, v.16, n.2, p.22- 25, 1996.
- DE MARTIN, Z.J. Processamento: produtos, características e utilização. In: coord. Medina, J.C. **Banana: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**, Série Frutas Tropicais: Banana. Campinas, ITAL, v.3, 2 ed., 1985. p. 195-264.
- DUPAIGNE, P. A propos de l'extraction d'un jus de banane, en vue de la production de la bière de banana. **Fruits**, v.29, n.12, p.821-822, 1974.
- FRANCO, **Nutrição**. 6.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1982. p.138.
- GARCIA, R.; ROLZ, C. Reological properties of some tropical fruits products and their enzymic clarification. **INTERNATIONAL CONGRESS FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY 4**, 1974, Guatemala City. **Proceedings 4th International Congress food science and technology**, v.2, p.18-26, 1974.
- GOUS, F.; WYK, P.J.; MCGILL, A.E.J. The use of commercial enzymes in the processing of bananas. **Lebensmittel - Wissenschaft und Technologie**, v.20, p.229-232, 1987.
- JALEEL, S.A.; BASAPPA, S.C.; RAMESH, A.; SREEKANTIAH, K.R. Developmental studies on enzymatic processing of banana (*Musa cavendishii*). II. Pilot scale investigations. **Indian Food Packer**, v.33, n.1, p.10-14, 1979.

- JALEEL, S.A.; BASAPPA, S.C.; SREEKANTIAH, K.R. Developmental studies on certain aspects of enzymic processing of banana (*Musa cavendishii*) I. Laboratory investigations. **Indian Food Packer**, v.32, n.2, p.17-20, 1978.
- LEHNINGER, A.L. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo, Sarvier: 1986, p. 211.
- MUNYANGANIZI, B.; COPPENS, R. Etude comparative de deux procédés d'extraction du jus de banane appliqués à deux variétés différentes. **Industries Alimentaires et Agricoles**, v.93, p.707-711, 1976.
- MUNYANGANIZI, T.; COPPENS, R. Extraction of banana juice. **Industries Alimentaires et Agricoles**, v.91, n.3, p.185-191, 1974.
- PALMER, J.K. The banana. In: HULME, A.C., ed. **The biochemistry of fruits and their products**. Norwich, Academic Press, 1971. cap.2, p.65-105.
- PHEANTAVEERAT, A.; ANPRUNG, P. Effect of pectinases, cellulases and amylases on production of banana juice. **Food**, v.23, n.3, p.188-196, 1993.
- SIMS, C.A.; BATES, R.P. Challenges to processing tropical fruit juices: banana as an example. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, 107, 315-319, 1994.
- SPLITTSTOESSER, D.F. & MUNDT, O. Fruits and vegetables. In: SPECK, M.L., editor. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, American Public Health Association, 1984. chap.46, p.636-643.
- SREEKANTIAH, K.R. Nature and application of pectinases with special reference to fruit and vegetable processing industry. **Indian Food Packer**, v.29, n.4, p.22-36, 1975.
- TOCCHINI, R.P.; LARA, J.C.C. Industrialização de suco de banana simples e concentrado. **Boletim do ITAL** v.51, p.93-112, 1977.
- VÍQUEZ, F.; LASTRETO, C.; COOKE, R.D. A study of the production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. **Journal of Food Technology**, v.16, p.115-125, 1981.
- YU, T.H. & WU, C.M. Production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. **Food Science**, v.14, n.3, p.154-164, 1987.

CAPÍTULO 4

EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DE PECTINASE, INVERTASE E GLICOSE ISOMERASE NA QUALIDADE DO SUCO DE BANANA

RESUMO

O efeito do tratamento em que se associou as enzimas comerciais: 0,03 % v/p de pectinase (Clarex) a 0,6 % v/p de invertase (Invertase-S) e 0,5 % p/p de glicose-isomerase (Taka-sweet) sobre purê de banana (*Musa cavendishii*), em condições amenas de hidrólise (40° C, 15 minutos) foi observado e comparado com o efeito de outros três tratamentos enzimáticos: (0,03 % v/p de pectinase (Clarex); 0,03 % v/p de pectinase (Clarex) associada à 0,6 % v/p de invertase (Invertase-S) e 0,03 % v/p de pectinase (Sigma) associada a 0,03 % v/p de celulase (Sigma), visando determinar a qualidade representada por um conjunto de propriedades físicas, físico-químicas, químicas, microbiológicas e sensoriais dos sucos de banana obtidos. Essas propriedades não diferiram significativamente em função das pectinases empregadas. A adição de invertase provocou aumento de doçura e diminuição da viscosidade do suco. Por outro lado, a adição de glicose isomerase ao suco invertido não foi capaz de aumentar significativamente o teor de frutose.

Palavras chave: pectinase, invertase, glicose isomerase, suco de banana, qualidade.

SUMMARY

EFFECT OF THE ASSOCIATION OF PECTINASE, INVERTASE AND GLUCOSE ISOMERASE ON THE QUALITY OF BANANA JUICE.

The association of 0.03% v/w pectinase (Clarex), 0.6% v/w invertase (Invertase-S) and 0.5% w/w glucose isomerase (Taka-sweet) in industrialized banana (*Musa cavendishii*) pulp, under the conditions of hydrolysis of 40 degrees Celsius for 15 minutes, was observed and compared to three other enzymatic treatments: 0.03% v/w pectinase (Clarex); 0.03% v/w pectinase (Clarex) associated with 0.6% v/w invertase (Invertase-S); 0.03% v/w pectinase (Sigma) associated with 0.03% cellulase (Sigma) in order to determine the quality according to a group of physical, physico chemical, chemical, microbiological and sensory properties of the banana juices obtained. These properties did not differ significantly as a function of the pectinases employed. The addition of invertase increased the sweetness and decreased the viscosity of the juice. On the other hand, the addition of glucose isomerase to the inverted juice was not able to increase significantly the fructose content.

Key words: pectinase, invertase, glucose isomerase, banana juice, quality

1-INTRODUÇÃO

Segundo FRANCO (1982), 100g de banana d'água, ou Nanica, *in natura* contém 76,5g de umidade, 22g de carboidratos, 1,3g de proteínas e 0,2g de lipídeos.

TORRES & BRANDÃO (1991) encontraram teores de frutose, glicose e sacarose na polpa de banana madura (*cavendishi*) de 2,15%; 3,30% e 15,35%, respectivamente. MOTA et al. (1997) determinaram, em banana Nanica madura, teores desses açúcares, nessa mesma ordem, de 2,7%, 2,7% e 15,2%.

SGARBIERI citado por ROCHA (1984) obteve, para bananas muito maduras, acidez titulável, expressa em ácido málico, de 0,402%.

Na maioria dos trabalhos sobre bananas, o grau de amadurecimento tem sido detectado visualmente através das cascas, de acordo com o sistema de índice de cor da UNITED BRANDS COMPANY citado por GOUS et al. (1987), no qual o estágio de amadurecimento varia de 1 (verde) a 8 (excessivamente amarela com manchas marrons).

DE MARTIN (1985) descreveu o processamento de purê de banana asséptico, que compreende as seguintes etapas: lavagem das frutas em água clorada de 5 a 10 ppm; maturação em câmara até estágio de maturação grau 6, correspondendo a frutas com cascas amarelas (GOUS et al., 1987); descascamento manual; desintegração da polpa em bomba desintegradora positiva; homogeneização; desaeração; esterilização em trocador de calor de superfície raspada a 140° C por 0,461 minuto; resfriamento até 37° C e enlatamento sob condições assépticas.

A obtenção de suco de banana tem sido objeto de estudo para diversos pesquisadores [(GARCIA & ROLZ, 1974), (DUPAIGNE, 1974), (JALEEL et al., 1978), (JALEEL et al., 1979), (MUNYANGANIZI & COPPENS, 1974), (MUNYANGANIZI & COPPENS, 1976), (SREEKANTIAH, 1975), (TOCCHINI & LARA, 1977), (VIQUEZ et al., 1981), (YU & WU, 1987), (GOUS, 1987), (PHEANTAVEERAT & ANPRUNG, 1993), (SIMS & BATES, 1994)], que têm proposto na sua obtenção o emprego de associações de enzimas clarificantes, procedentes de diferentes

fabricantes, em diversas concentrações, associado a tratamento térmico sob condições variadas de tempo e temperatura de hidrólise.

A banana madura contém, em 100 gramas de polpa, cerca de 0,3 g de protopectina insolúvel, menos de 2 g de celulose e 1 g de hemicelulose (PALMER, 1971).

Em análises realizadas em purê de banana (*Musa acuminata*, var Dwarf cavendishii), GOUS et al. (1987) encontraram amido nos teores percentuais de 5,03, 3,73, 2,45, 1,88, 0,94 e 0,32 cujas frutas encontravam-se em estádios de maturação 3, 4, 5, 6, 7 e 8, respectivamente. MOTA et al. (1997) determinaram 0,9% de amido em banana Nanica madura.

A aplicação de pectinases, celulasas e amilases para hidrólise de polpa de banana madura (grau 7-8) foi estudada por PHEANTAVEERAT & ANPRUNG (1993). Observou-se sinergismo de atividades enzimáticas no aumento do grau de hidrólise da polpa, expressa através da diminuição da viscosidade do suco, após incubação com 0,06% p/p de celulasas e 0,05% p/p de pectinases a 45°C por 2 horas. Sob as condições estudadas, amilases não se mostraram ativas na redução de viscosidade e, conseqüentemente, no aumento de rendimento do suco em relação à polpa.

CLAREX (s.d.) é pectinase de origem fúngica (*Aspergillus niger* var.), normalmente empregada nos processamentos de frutas e vegetais e na obtenção de vinho. Apresenta atividade nas faixas de pH de 2,5 a 5,5 e de temperatura de 2 a 60° C.

A adição de invertase ao suco de fruta promove aumento de teores de glicose e frutose. A conversão de glicose em frutose é interessante sob o ponto de vista nutricional visto que o consumo de frutose por diabéticos é menos problemático do que o de glicose. Segundo MEINCKE (1987), o consumo de outros açúcares, que não a frutose, aumenta exageradamente o nível de açúcar no sangue e, conseqüentemente, o nível de insulina. O consumo de alimentos que aumentam os níveis de insulina pode causar flutuações excessivas no açúcar do sangue, que podem provocar um rápido retorno às sensações de fome, acarretando problemas potenciais como controle de peso. A ingestão de frutose causa elevação do nível de glicose no sangue na ordem de 20 a 30% da elevação causada pela ingestão de glicose. Além desta vantagem, a frutose melhora o sabor dos produtos à base de frutas e é aceita para uso por diabéticos.

LOWARY (1988) observou que sacarose na presença de pouca água, quando submetida ao calor, foi hidrolisada pela β -frutofuranosidase produzindo frutose e glicose.

INVERTASE-S (s.d.) é β -D-frutofuranosidase, obtida a partir de *Saccharomyces cereviceae*. Catalisa a hidrólise de sacarose a frutose e glicose. Apresenta atividade a temperaturas de 40° a 60°C e pH de 3,0 a 5,0. Invertase-S, quando aplicada na proporção de 0,6%, numa solução de sacarose a 40% p/p, a 40°C, é capaz de inverter 80% da sacarose ao final de 4 horas e 20 minutos.

A origem microbiológica de glicose isomerase parece exercer influência sobre a atividade enzimática desta. PARK (1977), GEYER (1974), HORITSU et al. (1992) obtiveram glicose isomerase a partir de diferentes microrganismos. Essa enzima apresentou atividades ótimas diversas compreendidas em faixas de temperatura e de pH variando de 40 a 80°C e 5,6 a 9,0.

TAKA-SWEET (s.d.) é glicose isomerase produzida por *Microbacterium arborescens* e catalisa a isomerização de D-glicose a D-frutose. Apresenta máxima atividade na faixa de pH de 7,2 a 7,6 e é inativada a 45°C.

BERGKVIST & CLAEISSON (1987) submeteram trigo, cevada e centeio a um processo de degradação enzimática de seus carboidratos. Empregaram α -amilase, β -amilase (pululanase) e glicose isomerase, associadas, com o objetivo de aumentar a doçura do produto, através da conversão de glicose em frutose.

LLOYD & KHALEELUDDIN (1974) empregaram glicose-isomerase em solução 2M de glicose e frutose, tamponada com 20 mM de bissulfito de sódio e 5mM de sulfato de magnésio, a pH 7,3. Obtiveram, para as temperaturas de 30, 45, 60 e 70, no equilíbrio, porcentagens de frutose de 46,5, 48,2, 49,9 e 52,4 %. Assim, concluíram que o equilíbrio estabeleceu-se acima do limite no qual glicose pode ser convertida em frutose, consistindo importante resultado para produtores de xaropes contendo frutose por isomerização. Segundo esses autores a conversão de glicose em frutose foi levemente endotérmica e o calor de reação (ΔH) foi de 1080 cal/mol.

Experimentos sensoriais foram realizados com o objetivo de determinar soluções aquosas equidoces, isto é, que apresentassem iguais intensidades de doçura, empregando-se frutose, glicose e sacarose.

Na Tabela 1 estão apresentados limiares de reconhecimento de gosto doce, doçura relativa, e concentrações equidoces para frutose, glicose e sacarose obtidos por diversos autores.

TABELA 1. Propriedades adoçantes de açúcares segundo diversos autores.

Autores citados	Propriedade pesquisada	Frutose	Glicose	Sacarose	Sacarose invertida
BIESTER (1925)	concentrações	0,75	1,75	1,25	-
HEIJDEN (1983)	equidoces	3,4	7,03	4,0	-
TUNALEY (1987)	(g/100 mL)	4,17	8,77	5,0	-
WILLAMAN (1925)		-	-	1,27	1,02
AMERINE (1965)	doçura relativa	114	69	100	-
TUNALEY (1987)	solução sacarose 10%	121	61	100	-
	limiar de reconhecimento				
STONE & OLIVER (1969)	(moles/ L)	0,0134	0,0366	0,0101	-

Para atingir o mesmo nível de doçura num alimento, a quantidade de frutose requerida é menor do que a de glicose. A frutose, ao contrário da glicose e sacarose, pode ser consumida por diabéticos, dentro de limites médicos pré estabelecidos (LEHNINGER, 1986).

STONE et al. (1969) estudaram o efeito da variação da concentração molar da glicose (0,125, 0,25, 0,50 e 1,00) fixando a concentração de frutose em 0,125 M em diferentes pH's (2,7, 4,0 e 5,8), à temperatura de 22 °C. O decréscimo de pH de 5,8 para 2,7 provocou diminuição de 24 a 50% na doçura para as concentrações estudadas. Entretanto, para as concentrações molares de glicose de 0,125, 0,25 e 0,50 as soluções a pH 4 foram consideradas de 10 a 30% mais doces do que aquelas a pH 5,8.

VIQUEZ et al. (1981) investigaram através de uma equipe de provadores a preferência de suco de banana apresentando pH variando de 3,8 a 5,0. O nível de pH foi ajustado com uma combinação de ácidos málico e cítrico. A faixa de pH preferida foi de 4,4 a 4,6. Os sucos apresentaram sabor e aroma excelentes.

YU & WU (1987), compararam os efeitos de bissulfito e de ácido cítrico sobre propriedades sensoriais de suco de banana através de escala hedônica. Os provadores atribuíram notas 6,8, 6,3 e 5,9 para cor, aroma e sabor, respectivamente, ao suco tratado com bissulfito e acidificado a pH 4,2. Por outro lado, o suco acidificado, livre desses aditivos apresentou as seguintes notas para cor, aroma e sabor: 2,7, 3,4 e 4,1, respectivamente.

Assim, este trabalho teve como objetivo comparar a qualidade de sucos de banana obtidos a partir de purê tratado por pectinases, responsáveis pela clarificação e aumento de rendimento do suco, e invertase e glicose isomerase, responsáveis pelo aumento de doçura no suco, empregando-se condições amenas de hidrólise. Pretendeu-se ainda, através da determinação dos teores de frutose, glicose e sacarose no suco semi-clarificado tratado com invertase e glicose isomerase, fornecer informações importantes para o consumidor diabético.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

O purê de banana nanica (*Musa cavendishii*) foi processado assepticamente e enlatado em embalagens, contendo em média 3,4 kg. de peso líquido, pela Duas Rodas Ltda. Para análises das propriedades do purê foram tomadas embalagens hermeticamente fechadas originárias de quatro lotes distintos de produção. Determinou-se a composição centesimal e pesquisou-se a esterilidade comercial do produto, através de procedimentos microbiológicos próprios para alimentos enlatados de baixa acidez, segundo método 972.44 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995). O valor calórico foi obtido utilizando-se os fatores 4, para carboidratos e proteínas, e 9, para lipídios, segundo LEHNINGER (1986).

Para as análises das propriedades do suco foram tomadas dezesseis embalagens hermeticamente fechadas, procedentes de um mesmo lote de fabricação, retirando-se de cada uma delas amostras de 1.350 g. Essas amostras foram aquecidas em banho maria até 40° C e tratadas com quatro tipos de complexos enzimáticos: 0,03 % v/p de Clarex (C); 0,03% v/p de Clarex associada a 0,6% v/p de Invertase-S (C&I); 0,03% v/p de Clarex associada a 0,6% v/p de Invertase-S e a 0,5% p/p de Taka-sweet (C&I&T); 0,03 % v/p de pectinase P2401 Sigma

associada a 0,03% v/p de celulase C1184 Sigma (P&C) (SIGMA, 1996). O experimento foi inteiramente casualizado para os quatro tratamentos, com quatro repetições por tratamento.

Amostras desses quatro tipos de mistura entre purê e associações enzimáticas foram mantidas sob agitação (1rpm) durante a hidrólise enzimática, que foi realizada em banho maria com termostato Fanem Mod. 100, a 40°C por 15 minutos.

Realizou-se a centrifugação à temperatura de 30°C e velocidade angular de 4000 rpm (3951 g), por 1 minuto e 30 segundos em centrífuga Sorvall RC-3B. Os rendimentos dos sucos foram calculados em % v/p em relação ao purê.

Os sucos foram, então, pasteurizados a 85 °C por 1 minuto, em rotavapor Büchi RE 120, e envasados em garrafas de polietileno com tampa rosqueável. Em seguida, foram resfriados a 20° C, separando-se amostras que foram mantidas sob refrigeração para serem avaliadas sensorialmente. Na sequência, os sucos foram congelados e mantidos a -18°C, para serem analisados quanto às suas propriedades químicas, físicas, físico-químicas e microbiológicas.

As composições centesimais dos sucos, teores de ácido málico e valores de Brix foram determinados segundo os métodos 920.152, 922.10, 925.36, 940.26, 954.07, e 932.12 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995).

Os valores calóricos foram calculados empregando-se fatores de conversão para carboidratos, proteínas e lipídios de 4 kcal/g para os dois primeiros e 9 kcal/g para o último (LEHNINGER, 1986).

As contagens microbiológicas total e de bolores e leveduras foram realizadas de acordo com métodos descritos por SPLITTSTOESSER & MUNDT (1984)

Os teores de frutose, glicose e sacarose nos sucos foram determinados, segundo método 977.20 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995), empregando-se um sistema composto por cromatógrafo Shimadzu com bomba Mod. LC 10 AD, munido de detector de índice de refração R-401 (Water Assoc.) e de coluna 300X4 (d.i.) mm μ -Bondapak/Carbohydrate (Water Assoc., nº 84.038) e programa Shimadzu Workstation Class-CR

10. A fase móvel empregada consistia em acetonitrila diluída com água (83+17) e a taxa de fluxo foi de 1,0 mL/min. (3,45 Mpa).

Para medida do pH foi utilizado um potenciômetro Micronal Mod. B274 a 20° C. Os valores de Brix foram tomados em refratômetro Shimadzu a 20°C.

As viscosidades aparentes dos sucos foram obtidas em reômetro de cilindros concêntricos Contraves Mod. Rheomat 30, acoplado a programador Rheoscan 100, banho termostático Rheotherm 115 e registrador gráfico Rikadenki, a 40°C.

O procedimento para seleção dos provadores foi do tipo triangular empregando-se diferentes concentrações de enzima Clarex (0,03% e 0,025% v/p sobre o purê) . O experimento foi repetido cinco vezes. Vinte e sete provadores com níveis de acerto iguais ou superiores a 60% foram selecionados. Apresentavam idades entre 18 e 38 anos, sendo seis do sexo masculino, apreciadores de banana. Eles avaliaram os sucos, através de fichas com escalas não estruturadas, quanto aos atributos de cor (proporções de amarelo e cinza, grau de opacidade, com alta (o) = 10 e baixa (o) = 0), aroma (de banana fresca e de álcool, com forte = 10 e fraco = 0), sabor (ácido, doce, de banana cozida, com forte = 10 e fraco = 0, e qualidade global, com agradável = 10 e desagradável = 0) e textura (corpo, com denso = 10 e ralo = 0). Os atributos de cor foram avaliados sob luz natural.

O método estatístico empregado no estudo das respostas sensoriais foi modelo linear, com causas de variação provador e enzimas, segundo COCHRAN & COX (1957).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1- Propriedades do purê.

A Tabela 2 apresenta resultados de análises de propriedades do purê processado pela Duas Rodas Ltda. e dados encontrados na literatura.

TABELA 2. Valores médios dos resultados de análises químicas, física, físico-química e microbiológica de purê de banana industrializado.

	Purê de banana Duas Rodas Ltda.		Banana Nanica "in natura"	Purê de banana ² em estágio de maturação 6
Análises	Média (%) ¹	s	FRANCO (1982)	VIQUEZ (1981)
umidade (%)	76,67	0,84	76,5	74,00
carboidratos (por diferença) (%)	21,12	-	22,0	n.c. ³
proteínas (%)	1,01	0,07	1,3	n.c.
cinzas (%)	0,79	0,05	n.c.	n.c.
lipídeos (%)	0,41	0,02	0,2	n.c.
fibra (%)	0,22	0,01	n.c.	n.c.
valor calórico total ⁴ (kcal/g)	92,21	-	n.c.	n.c.
Brix	22,70	0,14	n.c.	21,0
ph	4,85	0,01	n.c.	4,85
esterilidade comercial	estéril	-	-	-

¹: de 4 amostras

³: não citado

²: correspondendo a bananas de cascas amarelas com pontos marrons

⁴: calculado segundo LEHNINGER (1986)

O purê empregado no presente trabalho apresentou teores médios de umidade, carboidratos, proteínas e lipídeos (Tabela 2) próximos aos obtidos por FRANCO (1982) em banana Nanica "in natura".

VIQUEZ et al. (1981) compararam purês obtidos de bananas variedade nanicão em estádios de maturação 6, 7 e 8 e observaram que o teor de umidade na polpa variou de 74,0 a 75,6%, o pH de 4,85 a 5,10 e o Brix de 21,0 a 21,5, respectivamente. Assim, no presente trabalho, foram obtidos: valores de umidade um pouco superiores ao de VIQUEZ et al. (1981), mas próximos ao de FRANCO (1982); pH idêntico à banana no estágio de maturação 6 (banana de casca amarela) e Brix um pouco mais alto que o da banana no estágio de maturação 8 (banana de casca amarela com manchas marrons) que os encontrados por VIQUEZ et al. (1981). Essa diferença encontrada entre os valores de Brix pode ser explicada pela hidrólise parcial que a sacarose sofreu na etapa de conversão da polpa em purê, realizada à quente e em meio ácido. Neste trabalho, o purê apresentou-se comercialmente estéril.

3.2 - Efeito das associações de pectinases, invertase e glicose isomerase sobre rendimento, viscosidade, Brix e pH dos sucos.

A Tabela 3 compreende resultados de medidas e análises físicas e físico-química nos sucos obtidos a partir de diferentes associações enzimáticas e dados compilados a partir de pesquisas realizadas por outros autores.

TABELA 3. Dados comparativos de rendimentos e de resultados de análises de propriedades físicas e físico-químicas nos sucos de banana semi-clarificados.

Tratamentos enzimáticos	Rendimento (mL suco/100 g purê)		Viscosidade aparente (cp) ¹	Brix		pH	
	média ²	s ³		média	s	média	s
Clarex ⁴	61,10	0,96	2,31	23,5	0,4	4,41	0,05
Clarex & Invertase-S ⁴	61,96	1,93	2,33	23,8	0,6	4,36	0,03
Clarex & Invertase-S & Taka-sweet ⁴	64,93	1,62	1,58	23,8	0,1	4,36	0,01
Pectinase Sigma & Celulase Sigma ⁴	55,94	3,69	4,84	22,7	0,9	4,54	0,01
TOCCHINI & LARA (1977) ⁵	60		3,0	21,0		4,10	
YU & WU (1987) ⁶	62,8 - 69,2		5,0	n.c.		n.c.	
VIQUEZ et al. (1981) ⁶	57,9 - 68,8		2,0 - 4,0	n.c.		3,8-5,0	

¹: medida a 40°C para D=100 s⁻¹, média de duas amostras

²: de 4 amostras

³: desvio padrão

⁴: purê industrializado hidrolisado enzimaticamente por 15 min. a 40°C e centrifugado a 3.951 g por 1,5 min.

⁵: polpa hidrolisada com 0,01% v/p de pectinase comercial Ultrazym 100 Special, por 10 min. a 30°C e centrifugada a 1.500 g por intervalo de tempo não citado.

⁶: polpa no estágio 7 de maturação hidrolisada com 0,01% p/p de diversos tipos de pectinases comerciais por 2h a 45°C e centrifugada a 2.900 g por 20 min.

As diferenças encontradas nos rendimentos dos sucos obtidos com Clarex (C), Clarex & Invertase-S (C&I) e Clarex & Invertase-S & Taka-sweet (C&I&T) não foram significativas. O suco obtido com pectinase comercial (C) apresentou rendimento 9% maior que aquele obtido com pectinase e celulase Sigma (P&C). Considerando-se que as enzimas Sigma possuíam maior grau de pureza do que aquele apresentado pela enzima comercial pôde-se sugerir que a concentração de pectinase na Clarex teria sido maior do que a encontrada em P&C. Para a confirmação dessa hipótese um próximo trabalho seria determinar as atividades de cada uma dessas enzimas.

Os rendimentos observados nos sucos obtidos neste trabalho foram superiores aos obtidos por VIQUEZ et al. (1981) e YU & WU (1987) levando-se em conta que esses autores

empregaram tempo de hidrólise oito vezes maior e temperatura 5°C maior do que os utilizados neste trabalho.

As viscosidades nos sucos obtidos com C, C&I e C&I&T foram menores que as encontradas por TOCCHINI & LARA (1977). Entretanto as diferenças entre as médias de viscosidade neste trabalho não foram significativas. É interessante notar que a adição de glicose isomerase (suco obtido com C&I&T) provocou redução de aproximadamente 32% na viscosidade do suco em relação aos sucos obtidos com C e C&I. O suco obtido com P&C apresentou-se 2,1 vezes mais viscoso que o suco obtido com C. Assim, os sucos obtidos com C&I&T e P&C apresentaram viscosidades fora da faixa citada por VIQUEZ et al. (1981).

Os valores de pH, iguais a 4,36, dos sucos obtidos com C&I e C&I&T, foram apenas 1% menores que o valor de pH do suco com C, de 4,41. O suco obtido com C apresentou, em média, valor de pH 3% menor que o encontrado para P&C, que foi de 4,54, sugerindo a presença de algum ácido, possivelmente de natureza orgânica, associado à pectinase comercial Clarex.

Os valores de Brix dos sucos aqui estudados variaram de 22,7° a 23,8°, apresentando-se pouco superiores ao valor medido por TOCCHINI & LARA (1977), de 21°. O tratamento térmico em meio ácido ocorrido na conversão de polpa em purê e a inversão da sacarose pela Invertase-S resultaram em aumento de Brix no suco.

3.3 - Propriedades químicas e microbiológicas dos sucos de banana obtidos por diversos tratamentos enzimáticos

De modo geral, as médias dos resultados das análises químicas de composição centesimal dos nutrientes glicídicos, protéicos e lipídicos realizadas nos sucos estiveram todas muito próximas (Tabela 4).

As contagens de mesófilos e de bolores e leveduras neste trabalho foram baixas. Isto era esperado visto que a matéria prima utilizada no presente trabalho foi purê de banana asséptico e, ademais, os sucos foram pasteurizados e mantidos congelados até o momento de realização das análises microbiológicas, o que possivelmente causou injúria às células de

microorganismos. O curto intervalo de tempo de hidrólise também auxiliou a manter essas contagens em baixos níveis.

No Brasil, para sucos concentrados adicionados ou não de conservadores, o limite máximo permitido para bolores e leveduras é de 10^2 UFC/g enquanto que, para sucos e refrescos "in natura", o máximo é de 10^4 UFC/mL (BRASIL, 1997).

A legislação brasileira não estabelece padrão específico para contagem de mesófilos em suco de fruta. CARVALHO FILHO & MASSAGUER (1997) determinaram a população de microorganismos mais prováveis de contaminarem purê de banana (*Musa cavendishii*, Lamb.), antes deste ser tratado termicamente. O número total de bactérias mesófilas aeróbias encontrado foi $4,5 \times 10^3$ células. Não foram encontrados mesófilos esporulados anaeróbios e termófilos esporulados aeróbios.

TABELA 4. Resultados de análises químicas¹ e microbiológicas² realizadas nos sucos de banana clarificados.

Análises em 100 mL de suco	Clarex		Clarex & Invertase-S		Clarex & Invertase-S & Glicose Isomerase		Pectinase & Celulase	
	média	s ³	média	s	média	s	média	s
Umidade (%)	77,90	0,62	77,64	0,38	77,48	0,34	77,49	0,04
Carboidratos totais (por diferença) (%)	20,50	-	20,74	-	21,14	-	20,91	-
Proteínas (%)	0,65	0,07	0,66	0,10	0,71	0,08	0,70	0,07
Cinzas (%) ⁽²⁾	0,61	0,05	0,62	0,05	0,57	0,06	0,62	0,07
Lípidios (%)	0,34	0,01	0,34	0,02	0,10	0,03	0,28	0,06
Valor calórico total (kcal/100mL) ⁴	87,66	-	87,04	-	88,30	-	88,96	-
Bolores e leveduras (UFC ⁵ /mL)	< 10^1	-	< 10^1	-	< 10^1	-	< 10^1	-
Mesófilos (UFC/mL)	< 10^1	-	< 10^1	-	< 10^1	-	< 10^1	-

¹: média de quatro amostras

²: média de duas amostras

³: desvio padrão

⁴: calculado segundo LEHNINGER (1986)

⁵: unidades formadoras de colônias

A Tabela 5 ilustra os teores médios de sacarose, glicose, frutose e acidez, medida como ácido málico, nos sucos obtidos com C, C&I, C&I&T e P&C.

Os teores de sacarose encontrados nos sucos obtidos com C e P&C foram menores que o obtido por TORRES & BRANDÃO (1991). Isto ocorreu em virtude da sacarose presente na

banana nanica "in natura" ter sido parcialmente hidrolisada recebendo calor em meio ácido (pH 4,85 e temperatura de vapor, no processamento do purê, e, valores de pH de 4,41 e 4,54 a 40°C, nos tratamentos enzimáticos com C e P&C nos purês) gerando frutose e glicose. Assim, esses tratamentos térmicos foram suficientes para hidrolisar aproximadamente 40% da sacarose encontrada na banana "in natura", conforme TORRES & BRANDÃO (1991), aumentando, desta forma, os teores de frutose e glicose nesses sucos.

TABELA 5. Teores médios de açúcares¹ (g/100mL) e acidez² em sucos de banana semi-clarificados obtidos por diferentes tratamentos enzimáticos.

	sacarose		glicose		frutose		frutose/ glicose	acidez	
	média	s ³	média	s	média	s		média	s
Clarex (C)	9,26	0,38	6,00	0,06	5,95	0,03	0,99	0,04	i. ⁴
Clarex & Invertase-S (C&I)	n.d. ⁵	-	11,00	0,06	10,81	0,03	0,98	0,04	i.
Clarex & Invertase-S & Taka-sweet (C&I&T)	n.d.	-	11,55	0,06	11,77	0,03	1,02	0,04	i.
Pectinase Sigma & Celulase Sigma (P&C)	9,33	0,12	5,95	0,06	5,94	0,08	0,99	0,04	i.
TORRES & BRANDÃO (1991) ⁷	15,35	n.c. ⁶	3,30	n.c.	2,15	n.c.	0,65	-	-

¹: de 3 amostras ²: medida em ácido málico ³: desvio padrão ⁴: inexistente ⁵: não detectado ⁶: não citado
⁷: na fruta

A hidrólise dos 9,26% de sacarose contida no suco obtido a partir de purê tratado com Clarex foi completa empregando-se 0,6 % de Invertase-S por 15 minutos a 40°C.

Por outro lado, em pH 4,36 e 40°C por 15 minutos, 0,5% p/p de glicose isomerase empregadas no purê contendo 0,19 g de glicose excedentes em relação à frutose (tratamento enzimático com C&I) foram capazes de isomerizar totalmente esta fração de glicose em frutose. LLOYD & KHALEELUDDIN (1974) empregaram glicose isomerase em solução 2M de glicose e frutose, equivalendo a 36,03 g/100 mL destes açúcares supostamente em equilíbrio, a pH 7,3 e obtiveram, para 45°C, 48,2 % de frutose.

Desta forma, o emprego de glicose isomerase com vista à obtenção de suco de banana com baixo teor de glicose nas condições de processamento empregadas não foi viável. Primeiramente, porque os teores excedentes de glicose em relação à frutose nos sucos obtidos com C e C&I foram de 0,83% e 1,72%, muito baixos para se aumentar significativamente o teor de frutose no suco de banana obtido com C&I&T. Como frutose e glicose estão sempre em equilíbrio em solução, seria necessário processo contínuo de remoção da frutose do suco para

que a isomerização da glicose pudesse ocorrer. Além disto, para a realização do processo de isomerização seriam necessários: pH superior a 7,2 o que exigiria a adição de composto básico ao suco, posterior acidificação, remoção dos sais formados, e intervalos de tempo muito longos para contato entre substrato e enzima e altas temperaturas, por exemplo, 8 h e 70°C, segundo LLOYD & KHALEELUDDIN (1974), o que certamente provocaria diminuição de qualidade do suco.

Os resultados de acidez, medida em ácido málico, que é o ácido predominante naturalmente presente na fruta, foram iguais para todos os sucos, de 0,4%, coincidindo com o valor encontrado por SGARBIERI citado por ROCHA (1984) em banana "in natura".

3.4 - Propriedades sensoriais dos sucos semi-clarificados

A Tabela 6 compreende médias das respostas dos provadores na avaliação sensorial de atributos de qualidade observados nos sucos de banana obtidos a partir de diferentes tratamentos enzimáticos.

TABELA 6. Médias¹ das respostas dos provadores para propriedades de qualidade observadas nos sucos de banana semi-clarificados².

Propriedades	Clarex	Clarex & Invertase	Clarex & Invertase & Glicose Isomerase	Pectinase & Celulase
cor				
proporção de amarelo	6,38 ^a	5,75 ^a	8,55 ^b	2,94 ^c
proporção de cinza	2,74 ^a	2,74 ^a	1,62 ^b	4,97 ^c
opacidade	5,26 ^a	5,77 ^a	4,02 ^b	7,10 ^c
aroma				
de banana fresca	5,34 ^a	4,90 ^a	5,31 ^a	5,96 ^a
de álcool	2,78 ^a	2,51 ^a	3,12 ^a	1,72 ^b
sabor				
ácido	3,56 ^a	3,85 ^a	5,04 ^b	2,82 ^{a,c}
doce	6,01 ^a	6,07 ^a	5,04 ^a	6,75 ^b
banana cozida	6,25 ^a	6,05 ^a	4,22 ^b	5,76 ^{a,c}
global	6,72 ^a	5,44 ^{a,b}	5,58 ^b	6,55 ^{a,b,c}
textura (corpo)	4,25 ^a	4,98 ^a	3,65 ^b	5,47 ^c

¹: com 3 graus de liberdade para tratamentos enzimáticos e 26 graus de liberdade para provadores

²: letras distintas numa mesma linha indicam diferença significativa entre as médias ao nível de 5%

No que se refere à cor, os sucos obtidos com C, C&I e C&I&T mostraram-se significativamente mais amarelos, menos cinzas e opacos do que o suco obtido com P&C. Os

resultados obtidos neste trabalho foram superiores aos de YU & WU (1987) cujo suco, obtido a partir de polpa não tratada com bissulfito, alcançou nota 2,7 com emprego de escala hedônica para medida de cor.

Os sucos obtidos com C, C&I e C&I&T apresentaram maior proporção de amarelo que aquela observada no suco obtido com P&C. É possível que a enzima Clarex estivesse propositalmente associada a um agente antioxidante que poderia ter inibido a ação da polifenoloxidase contribuindo para maior proporção de amarelo nos três primeiros sucos.

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias de aroma de banana fresca para os sucos obtidos com C, C&I, C&I&T e P&C. As médias de aroma de banana fresca para os sucos C, C&I, C&I&T e P&C foram todas superiores à nota 3,4 obtida por YU & WU (1987).

Os sucos obtidos com enzimas comerciais apresentaram aroma de álcool significativamente mais forte do que o suco obtido com enzimas Sigma o que sugere que as primeiras foram associadas a compostos de natureza química diferente da encontrada nas proteínas.

O suco obtido com C&I&T apresentou-se significativamente ($p < 0,05$) mais ácido, menos doce e com sabor de banana cozida menos intenso do que os encontrados nos outros três sucos.

Os provadores confirmaram a hipótese de que a enzima Clarex estava associada a um ácido pois a nota para acidez, de 3,56, foi maior do que a atribuída ao suco P&C, de 2,82.

O atributo acidez detectado nos sucos obtidos com C, C&I e C&I&T foi considerado excessivo por 50%, 40% e 53% dos provadores. A doçura detectada nesses sucos, nessa ordem, foi considerada excessiva por 33%, 60% e 18% dos provadores. O efeito de aditividade apresentado por glicose e frutose, postulado por HEIJDEN et al. (1983), sobre o nível de doçura do suco obtido com C&I, detectado por 60% dos provadores, pôde ser comprovado. A baixa porcentagem de provadores que considerou o sabor do suco C&I&T excessivamente doce sugeriu que houve interação entre doçura e acidez. O aumento de acidez nesse suco mascarou o sabor doce, pois este deveria ser maior ou ao menos não deveria diferir do sabor doce apresentado pelo suco obtido em C&I, o qual foi considerado excessivo pelos provadores.

Embora os valores de pH para os sucos obtidos com C e C&I fossem iguais entre si, os provadores detectaram maior acidez no suco obtido em C&I&T, sugerindo que a enzima Taka-sweet estava associada a um composto de caráter ácido.

As notas de sabor global dos sucos obtidos com C, C&I, C&I&T e P&C foram superiores à obtida por YU & WU (1987) que foi de 4,1. O suco C&I, de sabor mais doce, recebeu a menor nota. Embora o suco obtido com C tenha apresentado sabor mais pronunciado de banana cozida, o equilíbrio entre de doçura e acidez nele encontrado proporcionou o melhor sabor global em relação aos demais.

Quanto à textura, o suco obtido com C&I&T foi o mais ralo ($p < 0,05$) e, o suco obtido com P&C, o mais encorpado ($p < 0,05$) de todos.

4 - CONCLUSÕES

As composições centesimais das polpas de banana Nanica industrializada e *in natura* são semelhantes, o mesmo ocorrendo para as composições centesimais, Brix e teores de ácido málico dos sucos obtidos com emprego das diferentes associações de enzimas.

Este trabalho permite estabelecer condições de hidrólise enzimática completa de sacarose no suco de banana. No entanto, a isomerização da massa de glicose excedente em relação à frutose, após a inversão da sacarose, nas condições estabelecidas, não se mostra viável, sob o aspecto industrial, para obtenção de suco de banana com aumento significativo do teor de frutose.

Dentre os sucos tratados com Clarex, aquele adicionado de Invertase-S, que apresenta o maior Brix, é apontado como excessivamente doce e encorpado. A adição de invertase proporciona aumento considerável da doçura acompanhada de aumento de viscosidade no suco, o que pode representar vantagem sob aspecto industrial. Um suco mais doce e encorpado apresenta maior valor agregado pois necessita ser diluído antes de ser consumido. Além disso, o suco está livre de sacarose, açúcar que deve ser evitado por diabéticos. Como vantagem adicional pode-se mencionar no rótulo do produto "sem adição de açúcar", visto que todos os açúcares que ele encerra são provenientes da fruta.

Os sucos apresentam contagens de mesófilos e bolores e leveduras muito mais baixas em relação à literatura.

Sensorialmente, a composição mais equilibrada de ácidos e açúcares no suco é obtida com emprego de Clarex.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 16. ed. Arlington, Virginia, 1995. chap. 37, 23p.
- AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. *Principles of sensory evaluation of food*. New York, Academic Press, 1965. p. 95.
- BERGKVIST, R.R. & CLAESSION, K.O. Process for the enzymatic degradation of whole flour of carbohydrates to produce a foodstuff, the foodstuff and its use. European Patent Application, 1987.
- BIESTER, A.; WOOD, M.W.; WHALIN, C.S. Carbohydrate studies: I. The relative sweetness of pure sugars. *Am. J. Physiol.*, v. 73, n. 73, p. 387-96, 1925.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 451, de 19 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico de Princípios Gerais para o Estabelecimento de Critérios e Padrões Microbiológicos para Alimentos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, nº 182, p.21007, Seção 1, 1997.
- CARVALHO FILHO, C.D.; MASSAGUER, P.R. Processamento térmico de purê de banana (*Musa cavendishii*, Lamb.) em embalagens flexíveis esterilizáveis. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.17, n.3, p.213-218, 1997.
- CLAREX. São Paulo: Solvay Enzimas, s.d., 6p.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. *Experimental Design*. USA, N.Y.: John Wiley & Sons, 2.ed., 1957. p.95-147.
- DE MARTIN, Z.J. Processamento: produtos, características e utilização. In: coord. Medina, J.C. **Banana: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**, Série Frutas Tropicais: Banana. Campinas, ITAL, v.3, 2 ed., 1985. p. 195-264.
- DUPAIGNE, P. A propos de l'extraction d'un jus de banane, en vue de la production de la bière de banana. *Fruits*, v.29, n.12, p. 821-822, 1974.
- FRANCO, G. *Nutrição*. 6 ed. Atheneu: Rio de Janeiro, p.138, 1982.
- GARCIA, R. & ROLZ, C. Reological properties of some tropical fruits products and their enzymic clarification. In : 4th International Congress Food Science and Technology. **Proceedings 4th International Congress Food Science and Technology**. v.2, p.18-26, 1974.
- GEYER, H.U. Glucose isomerase: New uses for the starch and food industries. *Stärke* 26 (7): 225-232, 1974.

- GOUS, F.; WYK, P.J.; Mc GILL, A.E.J. The use of commercial enzymes in the processing of bananas. *Lebensm. Wiss. Technol.*, v.20, p.229-232, 1987.
- HEIJDEN, A.V.D.; BRUSSEL, L.B.P.; HEIDEMA, J.; KOSMEIJER, J.G.; PEER, H.G. Interrelationships among synergism, potentiation, enhancement and expanded perceived intensity vs concentration. *J. Food Sci.*, v. 48, n. ,p. 1192-1207, 1983.
- HORITSU, H.; KAWAI, Y.; KONISHI, H.; KAWAI, K. D-glucose isomerase from *Bifidobacterium adolescentis*. *Biosci. Biothechnol. Biochem.*, v. 56, n. 1, p. 165-166, 1992.
- INVERTASE-S. São Paulo: Solvay Enzimas, s.d.,10p.
- JALEEL, S.A.; BASAPPA, S.C.; SREEKANTIAH, K.R. Developmental studies on certain aspects of enzymic processing of banana (*Musa cavendishii*) I. Laboratory investigations. *Indian Food Packer*, v.32, n.2, p.17, 1978.
- JALEEL, S.A.; BASAPPA, S.C.; RAMESH, A.; SREEKANTIAH, K.R. Developmental studies on enzymatic processing of banana (*Musa cavendishii*). II. Pilot scale investigations. *Indian Food Packer*, v.33, n.1, p.10, 1979.
- LEHNINGER, A L. *Princípios de Bioquímica*. São Paulo, Sarvier: 1986, p. 211.
- LLOYD, N.E. & KHALEELUDDIN, K. A kinetic comparison of *Streptomyces* glucose isomerase in free solution and adsorbed on DEAE-Cellulose. *Cereal Chem.*, v. 58, n. 2, p. 230-282, 1974.
- LOWARY, T.L. & RICHARDS, G.N. Effects of impurities on hydrolysis of sucrose in concentrated aqueous solution. *Int. Sugar J.*, v. 90, n. 1077, p. 164-167, 1988.
- MEINCKE, K. Fructose the natural sweetener with many advantages and characteristics. *Confect.prod.* v. 5, p. 772-792, 1987.
- MOTA, R.V.; LAJOLO, F.M. & CORDENUNSI, B.R. Composição em carboidratos de alguns cultivares de banana (*Musa spp*) durante o amadurecimento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.17, n.2, p.94-101, 1997.
- MUNYANGANIZI, T. & COPPENS, R. Extraction of banana juice. *Ind. Aliment. Agric.*, v.91, n.3, p.185-191, 1974.
- MUNYANGANIZI, B. & COPPENS, R. Etude comparative de deux procédés d'extraction du jus de banane appliqués à deux variétés différentes. *Ind. Aliment. Agric.*, v.93, p.707-711, 1976.
- PALMER, J.K. The banana. In: HULME, A.C., ed. *The biochemistry of fruits and their products*. Norwich, Academic Press, 1971. cap.2, p.65-105.
- PARK, Y.K. Studies on formation, purification and properties of glucose isomerase from *Streptococcus bikiniensis*. *Zeits. Zuckerind.* v. 27, n. 6, p. 272-374, 1977.

- PHEANTAVEERAT, A. & ANPRUNG, P. Effect of pectinases, cellulases and amylases on production of banana juice. *Food*, v.23, n.3, p.188-196, 1993.
- ROCHA, J.L.V. Fisiologia de pós colheita, maturação controlada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1. Jaboticabal, FCCAVJ, 1984. p. 356-352.
- SIGMA CHEMICAL COMPANY. Biochemicals, organic compounds and diagnostic reagents. SIGMA: St Louis, 1996. p. 236, 786.
- SIMS, C. A. & BATES, R.P. Challenges to processing tropical fruit juices: banana as an example. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, v. 107, p. 315 - 319, 1994.
- SPLITTSTOESSER, D.F. & MUNDT, O. Fruits and vegetables. In: SPECK, M.L., editor. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington, American Public Health Association, 1984. chap.46, p.636-643.
- SREEKANTIAH, K.R. Nature and application of pectinases with special reference to fruit and vegetable processing industry. *Indian Food Pack.*, v.29, n.4, p.22-36, 1975.
- STONE, H. & OLIVER, S.M. Measurements of the relative sweetness of selected sweeteners and sweetener mixtures. *J. Food Sci.*, v. 34, n. , p. 215-222, 1969.
- STONE, H; OLIVER, S.; KLOEHN, J. Temperature and pH effects on the relative sweetness of suprathreshold mixtures of dextrose fructose. *Percep. Psychophys.*, v.5, n. 5, p. 257-260, 1969.
- TAKA-SWEET. São Paulo: Solvay Enzimas, s.d., 4p.
- TOCCHINI, R.P. & LARA, J.C.C. Industrialização de suco de banana simples e concentrado. *Bol. ITAL* v.51, p.93-112, 1977.
- TORRES, C.C. & BRANDÃO, S.C.C. Determinação de açúcares em bananas por cromatografia líquida de alta eficiência. *Bol. SBCTA*, v. 25, n.1, p. 1-5, 1991.
- TUNALEY, A. Determination of equi-sweet concentration of nine sweeteners using a relative rating technique. *Intern. J. Food Sci. Tech.*, v. 22, n. 6, p. 627-635, 1987.
- VIQUEZ, F.; LASTRETO, C.; COOKE, R.D. A study of the production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. *J. Food. Technol.*, v.16, p.115-125, 1981.
- WILLAMAN, J.J.; WHALIN, C.S.; BIESTER, A. Carbohydrate studies: II. The relative sweetness of invert sugar. *Am. J. Physiol.* v. 73, p. 387-96, 1925.
- YU, T.H. & WU, C.M. Production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. *Food Sci.*, v.14, n.3, p.154-164, 1987.

CAPÍTULO 5

EFEITO DE SUBSTITUTOS DE SACAROSE NA TEXTURA DE GELÉIA DE BANANA “LIGHT” EM CALORIAS

RESUMO

O efeito de uma mistura composta por substitutos da sacarose (sorbitol, fructose e polidextrose) combinado com a variação do teor de sólidos provenientes do suco de banana semi-clarificado foi observado sobre propriedades de textura de geléias de banana (*Musa cavendishii*) “light” em calorias. A presença dos substitutos conferiu altas adesividade e angulosidade ($p < 0,05$) à geléia. Maciez e capacidade de espalhamento altas ($p < 0,05$) foram verificadas no produto sem substitutos. A variação do teor de sólidos do suco não resultou em alterações significativas para os atributos de textura estudados nas geléias livres de substitutos de sacarose. A geléia formulada com substitutos, contendo o menor teor de sólidos da fruta apresentou a mais alta média de qualidade global de textura ($p < 0,05$). Nas geléias, as medidas de adesividades sensorial e intrumental variaram em razão direta. Para as medidas de maciez (sensorial) e fraturabilidade (instrumental) a variação ocorreu em razão inversa.

Palavras chave: atributos de textura, avaliação sensorial, medidas instrumentais.

SUMMARY

EFFECT OF SUCROSE SUBSTITUTES ON THE QUALITY OF TEXTURE OF BANANA JELLY LIGHT IN CALORIES.

The effect of a compounded mixture of sucrose substitutes (sorbitol, fructose and polydextrose) combined with the variation in solids of the semi-clarified banana juice (*Musa cavendishii*) was observed with respect to the texture properties of banana jellies light in calories. The presence of substitutes conferred high adhesivity and angulosity ($p < 0.05$). Greater softness and spreadability ($p < 0.05$) was noted in the product without substitutes. The variation in solids from juice had no significant effect on the texture attributes of the jellies free of sucrose substitutes. The jelly formulated with sucrose substitutes presenting the lowest solids content from the fruit and showed the best average global quality of texture ($p < 0.05$). In the jellies, the instrumental and sensory adhesivity varied in a direct ratio, whereas fracturability (instrumental) and softness (sensory), in a inverse ratio.

Key words: texture attributes, sensory avaliation, instrumental measurements.

1 - INTRODUÇÃO

No Brasil, geléias sempre foram tratadas como um complemento de linha, sua produção é mantida através do aproveitamento das frutas consideradas imperfeitas para a utilização em compotas. Porém, o consumo deste produto tem público certo e exigente, de alto poder aquisitivo, representado, sobretudo, por mulheres acima de 30 anos (FREITAS, 1988a).

No Estado de São Paulo, Brasil, a geléia de fruta convencional, adoçada com sacarose, é o produto obtido pela cocção de frutas com açúcar e água e concentrado até consistência gelatinosa. A geléia é classificada como comum quando apresentar 40 partes de frutas frescas, ou seu equivalente, para 60 partes de açúcar. A geléia de fruta comum deve apresentar ao final do processamento no mínimo 62% de sólidos solúveis e no máximo 2% de pectina (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1978).

Segundo DE MARTIN e HIDALGO et al. citados por SOLER (1991), "jelly" é o produto obtido a partir do suco clarificado ou de extratos de frutas; apresenta transparência e brilho. Quando retirada do vidro, deve tremer sem escorrer. Não deve ser açucarada, pegajosa ou viscosa. Deve conservar o gosto e o aroma da fruta original, ser macia ao cortar, porém, firme e permanecer com os ângulos bem definidos. A concentração final de açúcares deve ser maior ou igual a 65%.

Geléias convencionais apresentam 20 a 25% p/p de umidade, 65 a 80% p/p de conteúdo sólido e 0,75 a 0,80 de atividade de água. Segundo (TILBURY, 1976), a geléia dietética possui atividade de água próxima de 0,94.

Alimentos para fins especiais são aqueles especialmente formulados ou processados, nos quais se introduzem quaisquer modificações no conteúdo de nutrientes, adequados à utilização em dietas diferenciadas e ou opcionais, atendendo às necessidades de pessoas em condições metabólicas e fisiológicas específicas. Alimentos para dietas de ingestão controlada

de açúcares são aqueles especialmente formulados para atender às necessidades de pessoas que apresentam distúrbios do metabolismo de açúcares, não devendo ser adicionados de açúcares. É permitida a presença dos açúcares naturalmente existentes nas matérias primas utilizadas (BRASIL, 1998a).

Alimentos "light" são aqueles modificados em determinado atributo que foi reduzido ao ser comparado ao alimento, o qual constitui base de dados de valor reconhecido. Quando o componente é valor energético, a redução mínima deve ser de 25% de calorias para alimentos sólidos (BRASIL, 1998b).

A geléia "light" ainda não se encontra normatizada pela legislação brasileira quanto aos teores mínimos de sólidos da fruta e de sólidos totais.

A parcela da população que escolheu o dietético como alternativa compreende, principalmente, homens e mulheres na faixa dos 25 aos 35 anos, pertencentes às classes média alta e alta e de nível escolar superior, o que representa um fato animador para as empresas (FREITAS, 1988a).

Em 1995, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos (ABIAD) citada pelo O GLOBO (1995), o público consumidor de produtos "diet" e "light" somaria, aproximadamente, 30 milhões de pessoas, das quais 8 milhões seriam diabéticas e o restante obesos e consumidores por opção.

O sorbitol é substituto de açúcar CÂNDIDO & CAMPOS (1996). Apresenta conversão calórica de 2,4 kcal/g (BRASIL, 1998a).

Um grande problema associado ao uso de sorbitol em geléias armazenadas por longos períodos é a sinérese, que é a expulsão espontânea da fase aquosa da rede do gel, gerando contração do volume deste (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

KRIZHANOVSKII (1987) propôs uma formulação de geléia para diabéticos contendo: 57,2% de sorbitol; 21,06% de purê de maçã; 2,5% de suco concentrado de maçã; 18% de farelo de "wafer"; 1,2% de pectina; e 0,15% de flavorizantes.

Frutose também é utilizada como substituto de açúcar CÂNDIDO & CAMPOS (1996). Apresenta conversão calórica de 4kcal/g (BRASIL, 1998a). Possui poder edulcorante 17% superior ao da sacarose (solução 10%) e, em função disto, pode ser consumida em menor quantidade, reduzindo o aporte calórico (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

Polidextrose tem sido empregada como substituto de açúcar por apresentar propriedades semelhantes às do açúcar como agente de corpo, não sendo, porém, doce (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996). Apresenta conversão calórica de 1kcal/g (BRASIL, 1998a).

Frutas ácidas ricas em pectina são as mais indicadas para a elaboração de geléias convencionais (RAUCH, 1965). Segundo CHAFTEL et al. citado por LEME JR. (1968), banana é pobre em pectina e pouco ácida.

Pectina é polímero de ácido galactourônico (AG), parcialmente esterificado com grupos metoxila. A relação entre o número de unidades de AG metoxilado e o número total de unidades de AG é conhecida como grau de metoxilação (GM). GM é definido como o número médio de grupos metoxila por 100 unidades de ácido galactourônico. Por convenção, pectinas são divididas em dois grupos: 1) pectina com GM > 50%, de alta metoxilação e, 2) pectina com GM < 50%, de baixa metoxilação. Pectinas com GM > 50% são utilizadas em geléias convencionais (JACKIX, s.d.). A consistência ótima de geléias é atingida a pH 3,0 com 67,5% de sólidos solúveis (RAUCH, 1965).

Ambas as pectinas, de baixa e alta metoxilação, podem formar gel em altas concentrações de açúcar. Por outro lado, apenas as de baixa metoxilação (GM < 50% formam gel em baixas concentrações de sólidos solúveis (LEME JR., 1968) e o fazem somente em presença de certos cátions. O cálcio é o mais frequentemente utilizado (JACKIX, s.d.) numa proporção de 10 a 30 mg por grama de pectina de baixa metoxilação (SUNKIST GROWERS, s.d.).

Ao se usar uma pectina de baixa metoxilação convencional é impossível formar gel com sorbitol, devido à habilidade deste complexar-se com cálcio. Pectinas BM amidadas possuem grau de metoxilação menor que 50%. Elas geleificam por interação com cálcio sobre uma ampla faixa de sólidos (10 a 80° Brix) e de pH (2,6 a 6,8) (BRASPECTINA, 1993).

Geléia de morango do tipo “jam”, apresentando 40° Brix e pH 3,20, foi formulada por ISSANCHOU et al. (1991) com 3,8 kg de fruta, 1,4 kg de sacarose e 0,6% de pectina. Uma segunda formulação foi proposta com essas mesmas quantidades de fruta e sacarose, porém, livre de pectina. Uma equipe de provadores selecionados avaliou a consistência oral dessas formulações através de escala não estruturada de 13 centímetros, apresentando nos extremos as expressões muito macia (= zero) e muito dura (=130). A primeira formulação recebeu nota 88,8 e a segunda 8,7.

Carboximetilcelulose é um dos mais importantes derivados da celulose. É fisiologicamente inerte e não calórica, não sendo metabolizada pelo sistema digestivo humano. Esta última propriedade a torna de particular utilidade em alimentos dietéticos e de baixa caloria (GLIKSMAN, 1984).

Propriedades reológicas em geléias podem ser medidas através de um texturômetro. Esse instrumento tenta reproduzir o processo de mastigação de um alimento pelo homem.

Os atributos medidos pelo texturômetro são: fraturabilidade, dureza, coesividade, adesividade, elasticidade e gomosidade. No gráfico de perfil de textura, fraturabilidade é definida como a força para a primeira quebra significativa da curva de perfil de textura. Dureza é definida como o pico de força durante o primeiro ciclo de compressão. Coesividade é definida como a razão entre as áreas, acima do eixo das abcissas, correspondentes à segunda compressão e à primeira compressão. Adesividade corresponde à área que se encontra abaixo do eixo das abcissas e representa o trabalho da língua de empurrar e comprimir a amostra. Gomosidade é definida como o produto de dureza por coesividade (BOURNE, 1978).

MORI et al. (1998) avaliaram, através de uma equipe de provadores selecionados, a textura de goiabada. Um elenco de seis atributos para medir sensorialmente a textura desse doce foi acordado entre os membros da equipe. “Firmeza”, para medir a força necessária para comprimir e cortar a amostra com uma faca; “tipo de corte”, para medir a força necessária para remover o produto que adere à faca apresentando cortes que variam do suave, contínuo e limpo a rugoso que adere à faca; “resistência ao corte”, para medir a força necessária para cortar o produto que varia de baixa resistência ao corte a média e alta resistência ao corte; “adesividade na boca”, para medir a força necessária para remover o produto que adere ao palato e/ou dentes;

"arenosidade", para medir a percepção de dimensão e forma das partículas pétreas presentes na goiabada variando de fina a grosseira; "coesividade", para medir na cavidade oral o ponto limite de deformação do material antes de se romper.

Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito de uma mistura de substitutos de sacarose (sorbitol, frutose e polidextrose) combinada com a variação do teor de sólidos provenientes do suco de banana clarificado sobre a textura de geléias de banana "light" em calorias.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2. 1 - Processamento do purê.

Bananas (*Musa cavendishii*) da variedade nanica, colhidas na região de Jaraguá do Sul, Estado de Santa Catarina, foram processadas na Empresa Duas Rodas.

O processamento do purê compreendeu as seguintes etapas: lavagem das frutas em água clorada de 5 a 10 ppm; maturação em câmara até estágio de maturação grau 6, correspondendo a frutas com cascas amarelas (GOUS et al., 1987); descascamento manual; desintegração da polpa em bomba desintegradora positiva; homogeneização; desaeração, esterilização em trocador de calor de superfície raspada a 140° C por 0,461 minuto, resfriamento até 37° C; enlatamento sob condições assépticas, de acordo com DE MARTIN (1985). As latas recravadas contendo purê foram mantidas a 25°C.

2. 2 - Processamento do suco.

O purê de banana foi aquecido até 40° C. Ao purê adicionou-se pectinase comercial Clarex (Solvay) na proporção de 0,03% v/p sobre o purê. A mistura de purê e pectinase foi mantida sob agitação (1 rpm) durante a etapa de hidrólise enzimática, que foi realizada em banho maria com termostato Fanem Mod. 100, a 40° C por 15 minutos. A centrifugação (centrífuga Ecco Superior mod. IV B) foi realizada a 2.011 g por 10 minutos.

2.2.1 - Análises de propriedades do suco.

O rendimento foi calculado pela relação percentual entre volume de suco semi-clarificado e peso da polpa.

Para medida do pH foi utilizado um potenciômetro Micronal Mod. B 274 a 20° C, e as medidas de Brix foram lidas em refratômetro Shimadzu a 20°C segundo a ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995).

O colorímetro Minolta Mod. C300 foi padronizado com as placas branca e preta do equipamento. Foram realizadas três leituras para cada amostra. As medidas foram tomadas segundo manual de operação do aparelho. Os atributos de cor foram lidos diretamente em três escalas: L, a e b, conforme sólido de cor L,a,b do sistema Hunter, no qual os valores de L (luminosidade) vão de zero (preto) até 100 (branco), +a (até +100) correspondente ao vermelho, -a (até -80) correspondente ao verde: +b (até +70) correspondente ao amarelo e -b (até -100) correspondente ao azul (FERREIRA, 1981).

2.3. Processamento das geléias.

Considerando bananas "in natura" com 21% de sólidos solúveis, os teores de sólidos provenientes da fruta em geléias comum e extra devem ser, no mínimo, de 8,4% e 10,5%, respectivamente (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1978). Ao final da cocção da massa, etapa em que ocorre concentração de solutos e diminuição da massa total, esses teores podem subir em até 10%.

Neste trabalho o teor de sólidos proveniente do suco nas geléias respeitou o mínimo exigido pela legislação para geléia comum, de 8,4%.

As amostras de suco de banana semi-clarificado, originárias do mesmo lote de purê, receberam, na mesma proporção, pectina de baixa metoxilação amidada e carboximetilcelulose.

Assim, estimando-se para geléia comum o valor calórico de 277,2 kcal / 100g, quatro formulações de geléias, apresentando reduções de valor calórico de 70% designadas respectivamente por CSATF, CSBTF, SSATF e SSBTF, foram preparadas com o suco de banana clarificado. Apenas as geléias CSATF e CSBTF receberam uma mistura de substitutos de açúcar composta por sorbitol (Getec), frutose (p.a. Synth) e polidextrose (Litesse, Cultor); SSATF e SSBTF permaneceram livres desta mistura. As geléias CSATF e SSATF foram formuladas com teores de sólidos da fruta 25% superiores aos de CSBTF e SSBTF, respectivamente.

O processamento das geléias baseou-se naquele apresentado pelo CETEC (1985) compreendendo: aquecimento do suco; adição de substitutos de sacarose e agentes geleificantes; cocção a 93° C por 5 minutos; enchimento à quente em potes de vidro com tampas metálicas; fechamento; inversão das embalagens; resfriamento rápido a 37° C; limpeza; secagem e armazenamento.

2.3.1 - Análises físicas e físico-químicas nas geléias.

A redução do valor calórico foi calculada utilizando-se fatores de conversão de 2,4 kcal/g para o sorbitol; 4kcal/g para frutose; 1kcal/g para polidextrose segundo legislação brasileira (BRASIL, 1998a) .

O delineamento foi do tipo inteiramente casualizado com três observações por tratamento para as medidas instrumentais.

As medidas de Brix (refratômetro Carl Zeiss Jena DDR) foram realizadas a 20°C, segundo método da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995).

As medidas de atividade de água (Decagon, mod. CX2 Aqualab) foram obtidas a 20°C segundo manual de operação do aparelho.

As medidas reológicas de textura (Texturômetro SMS Mod. TAXT2) foram obtidas segundo manual de operação do aparelho, através de curvas de perfil de textura, empregando-se

Probe n.20. Os atributos medidos foram: adesividade, coesividade, dureza, elasticidade, fraturabilidade e gomosidade.

2.3.2 - Avaliação sensorial de textura nas geléias.

O procedimento para seleção dos provadores foi do tipo triangular empregando-se diferentes concentrações de pectina amidada sobre o suco. O experimento foi repetido quatro vezes. Trinta provadores com níveis de acerto iguais ou superiores a 75% foram selecionados. Eram não fumantes, apresentavam idades entre 18 e 23 anos, sendo 28 do sexo feminino e 2 do masculino. Todos eles afirmaram gostar de banana.

O elenco de expressões escolhidas para avaliação da textura foi composto por: "corte com a colher", para medir a força necessária para comprimir e cortar a amostra com uma colher; "forma externa", para medir a capacidade da geléia apresentar ângulos bem definidos após o corte; "adesividade ao prato", para medir a capacidade da geléia aderir-se a uma superfície lisa, por 4 segundos, num plano inclinado a 4 centímetros de altura em relação à horizontal (para isso, o provador colocava os dedos indicador e médio cruzados sob o prato e contava até quatro); "capacidade de espalhamento", para medir a capacidade da geléia ser distribuída numa superfície plana e lisa, sob ação de uma força moderada aplicada sobre a colher, em movimentos de vai-e-vem, numa distância de 10 centímetros; e "qualidade global", para medir se as propriedades de textura apresentadas pela geléia eram aquelas esperadas pelos provadores, comumente encontradas em geléia de fruta.

A ficha empregada nas avaliações de textura realizadas pelos provadores selecionados continha escalas não estruturadas, com 10 centímetros. Os atributos avaliados com respeito à textura foram: corte com a colher (macia=10, dura=0); forma externa (angulosa=10, arredondada=0); adesividade ao prato (alta=10, baixa=0); capacidade de espalhamento (alta=10, baixa=0); e qualidade global de textura da geléia (agradável=10, desagradável=0).

O método estatístico empregado no estudo das respostas sensoriais foi modelo linear, com causas de variação provador e geléias.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Propriedades do suco semi-clarificado.

A Tabela 1 ilustra valores médios resultantes de análises químicas e físico-químicas realizadas em suco de banana clarificado.

TABELA 1. Propriedades de suco de banana semi-clarificado¹.

Análises	Média ¹	s ²
Rendimento (%v/p de polpa)	61,10	0,96
Brix (graus)	23,50	0,40
pH	4,43	0,04

¹ Média de quatro repetições. ² desvio padrão

Os valores médios de L,a,b medidos no sistema Hunter obtidos para o suco clarificado foram: 57,70, (-1,38) e (19,38), respectivamente. O suco apresentou-se brilhante e amarelo.

3.2 - Propriedades das geléias.

3.2.1 - Atividade de água e Brix.

A Tabela 3 ilustra os resultados das análises de variância das medidas de atividade de água (A_w) e de graus Brix das geléias e a Tabela 4 apresenta as médias e comparações dessas medidas.

TABELA 3. Resultados das análises de variância de medidas físico-química e física das geléias.

Propriedades	Geléias	
	QM	F
A_w	4,075 E -5	1,413
Brix (graus)	70,45	317,85 *

*: significativo ao nível de 5%

TABELA 4. Médias¹ para propriedades física e físico-química de geléias de banana "light" em calorias.

Propriedades	Geléia			
	CSATF	CSBTF	SSATF	SSBTF
A _w	0,994 ^a	0,999 ^a	0,991 ^a	0,999 ^a
Brix (graus)	31,7 ^a	29,3 ^b	25,3 ^c	20,6 ^d

¹: de três observações; médias com letras distintas diferem significativamente ao nível de 5% para cada propriedade considerada.

Os valores de atividade de água das geléias apresentaram-se próximos a 1,0 e, portanto, muito menores que aquele citado por TILBURY (1976), de 0,94. Neste trabalho, as menores atividades de água foram encontradas nas geléias com maiores teores de sólidos da fruta. A presença nessas geléias de maiores teores de açúcares como frutose, glicose e sacarose, originários da fruta, proporciona a formação de maior número de pontes de hidrogênio com a água, diminuindo assim suas atividades de água.

Os valores de Brix diferiram significativamente ao nível de 5% para todas as geléias. As geléias com substitutos de sacarose apresentaram os maiores valores de Brix, próximos ao valor encontrado em geléia de morango, que foi de 30° Brix GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO (1980).

3.2.2 - Propriedades reológicas das geléias.

3.2.2.1. Medidas instrumentais.

A Tabela 5 ilustra os resultados das análises de variância de medidas instrumentais de atributos de textura de geléias "light" em calorias.

TABELA 5. Resultados das análises de variância de medidas instrumentais de atributos de textura das geléias de banana "light" em calorias.

Atributo	QM ¹	F ²
Adesividade	863,280	13,537*
Coesividade	0,00751	2,092
Dureza	1602,976	2,116
Elasticidade	0,717	1,033
Fraturabilidade	1816,334	3,459*
Gomosidade	547,558	2,327

¹: com 3 graus de liberdade

²: valores sem asterisco não são significativos

* significativo a 5%

Apenas as médias de adesividade e fraturabilidade medidas instrumentalmente diferiram significativamente ($p < 0,05$) para as geléias.

A Figura 1 ilustra os perfis de textura obtidos para as quatro formulações de geléias.

3.2.3 - Medidas sensoriais.

A Tabela 6 contém resultados das análises de variância das respostas dos provadores na avaliação sensorial das geléias e a Tabela 7 relaciona e compara as médias das respostas dos provadores para propriedades de textura em geléia de banana "light" em calorias.

TABELA 6. Resultados das análises de variância das respostas dadas pelos provadores na avaliação sensorial das geléias.

Propriedades de textura	Geléias		Provadores	
	Quadrado médio ¹	F ²	Quadrado médio ³	F
Maciez	79,60	18,52*	7,38	1,71
Angulosidade	146	23,96*	9,59	1,57
Adesividade	174,87	25,30*	8,82	1,27
Capacidade de espalhamento	87,53	13,05*	7,43	1,13
Qualidade global	13,41	2,75*	7,66	1,57

¹: com 3 graus de liberdade

³: com 29 graus de liberdade

²: valores sem asterisco não são significativos

*: significativo a 5%

TABELA 7. Médias¹ das respostas de 30 provadores para propriedades de textura em geléia de banana "light" em calorias.

Propriedades	Geléia			
	CSATF	CSBTF	SSATF	SSBTF
Maciez	5,65 ^a	7,08 ^b	8,65 ^c	9,28 ^d
Angulosidade	6,38 ^a	6,43 ^a	2,11 ^b	3,23 ^b
Adesividade	7,13 ^a	7,57 ^a	3,26 ^b	3,05 ^b
Capacidade de espalhamento	5,30 ^a	5,69 ^a	8,63 ^b	8,22 ^b
Qualidade global de textura	6,62 ^a	7,49 ^a	5,88 ^b	6,90 ^a

¹: médias com letras distintas diferem significativamente ao nível de 5% para cada atributo considerado.

As geléias com mistura de substitutos de sacarose apresentaram-se significativamente ($p < 0,05$) menos macias e mais angulosas do que as geléias sem substitutos.

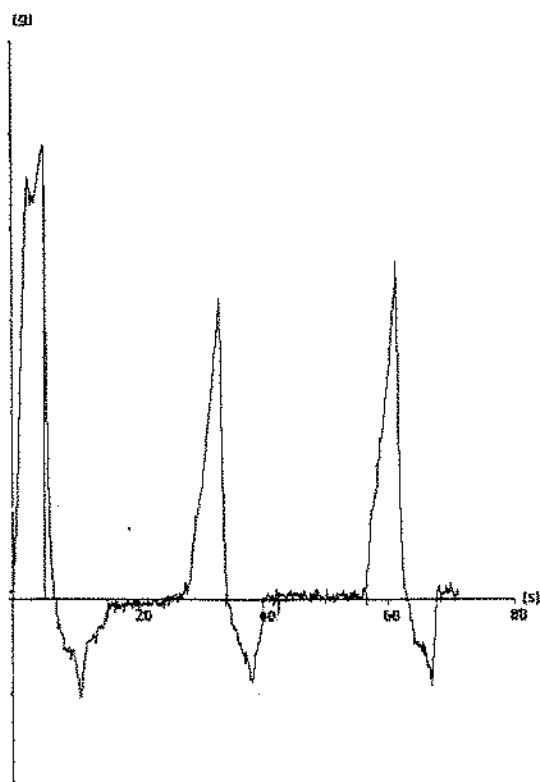


Figura 1a. Geléia com substitutos de sacarose e alto teor de sólidos da fruta (CSATF)

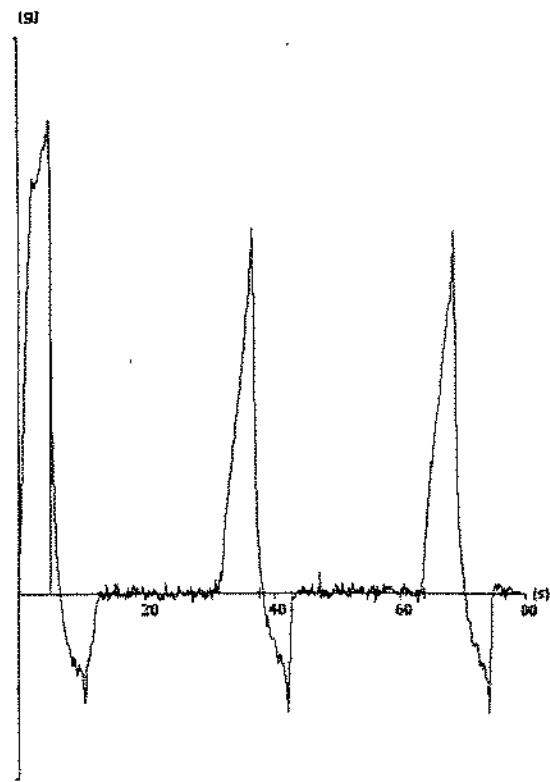


Figura 1b. Geléia com substitutos de sacarose e baixo teor de sólidos da fruta (CSBTF)

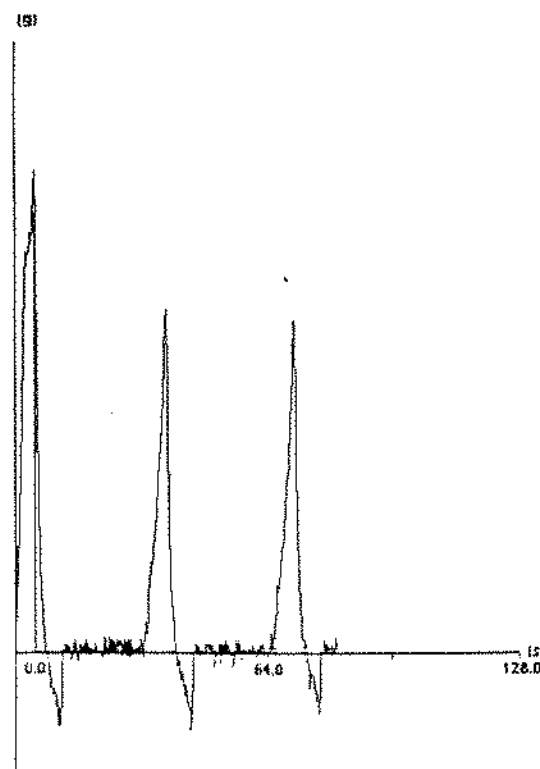


Figura 1c. Geléia sem substitutos de sacarose e alto teor de sólidos da fruta (SSATF)

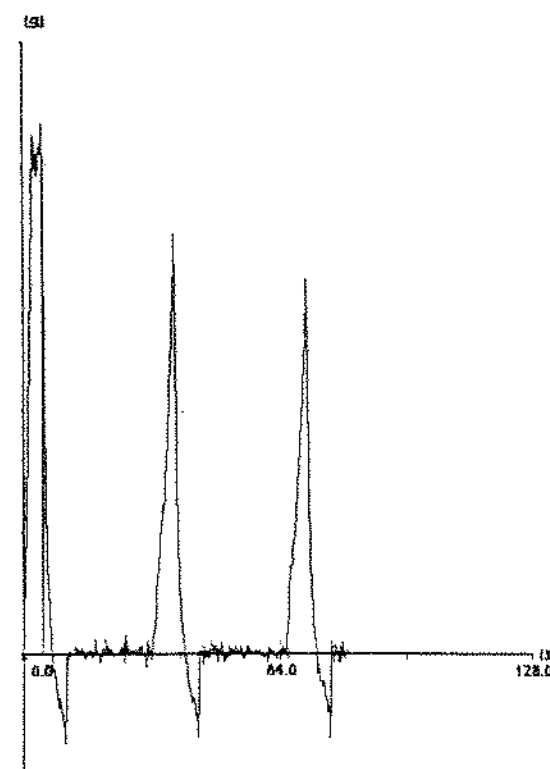


Figura 1d. Geléia sem substitutos de sacarose e baixo teor de sólidos da fruta (SSBTF)

Figura 1. Perfis de textura, obtidos pelo texturômetro TAXT2, de geléia de banana "light" em calorias.

A adesividade das geléias com essa mistura foi, em média, 2,4 vezes superior à das demais. Essa diferença foi significativa ao nível de 5%. Essas geléias também demonstraram menor capacidade de espalhamento ($p < 0,05$) do que aquelas sem substitutos.

O efeito do teor de sólidos da fruta não foi significativo quanto à angulosidade, adesividade e capacidade de espalhamento das geléias sem substitutos.

Com respeito à qualidade global de textura, a geléia com mistura de substitutos e menor teor de sólidos da fruta diferiu significativamente ($p < 0,05$) apenas da sem substitutos e maior teor de sólidos da fruta. A primeira recebeu a maior nota de qualidade global de textura dentre as geléias avaliadas.

Embora a variação de sólidos da fruta não tenha provocado diferença significativa na maciez e angulosidade das geléias sem substitutos, a geléia com maior teor de fruta apresentou-se menos macia e menos angulosa do que a outra. Na presença de maiores concentrações de açúcares de baixos pesos moleculares, como a sacarose, frutose e glicose, originários do suco de banana clarificado, e portanto num meio de maior Brix, como foi o caso da geléia SSATF, a pectina BM e a carboximetilcelulose melhoraram suas funcionalidades de agentes geleificantes, conferindo a esta geléia maior dureza.

Como, dentre os atributos de textura medidos instrumentalmente, apenas as médias de adesividade e fraturabilidade diferiram significativamente ($p < 0,05$), procurou-se explorar melhor esses resultados através da construção de gráficos. As Figuras 2 e 3 ilustram como adesividade e fraturabilidade, medidas instrumentalmente, variaram em relação aos atributos adesividade e maciez, medidos sensorialmente.

Tanto para as geléias com substitutos como para aquelas sem substitutos o aumento do teor de sólidos da fruta resultou em aumento das adesividades, medidas pelo aparelho e pelos provadores. A sensibilidade do aparelho foi superior à dos provadores (Figura 2).

A Figura 3 ilustra que a resistência da geléia à força aplicada pelo texturômetro para fraturá-la decresceu com a diminuição dos valores de Brix determinados nas geléias, enquanto a maciez detectada pelos provadores aumentou.

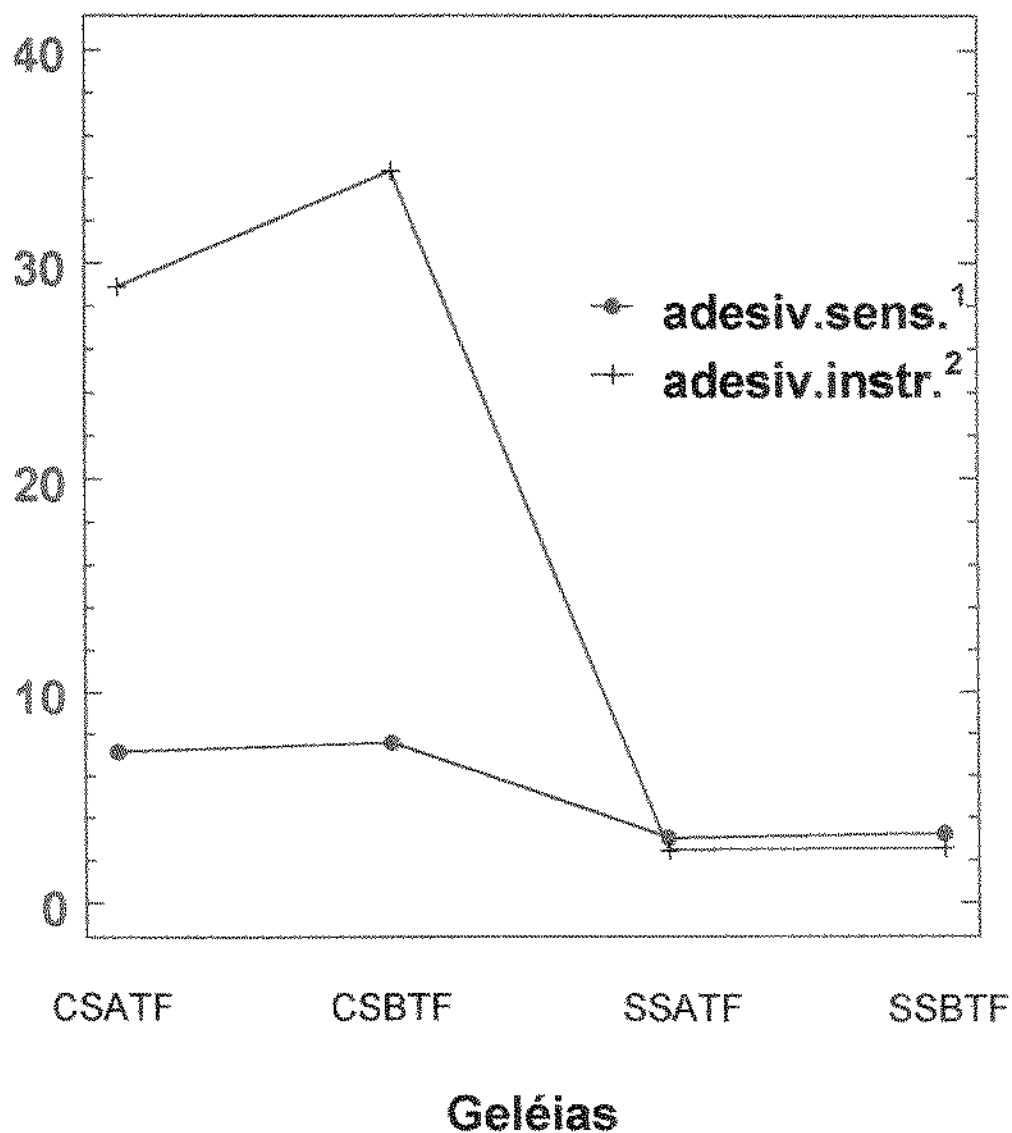
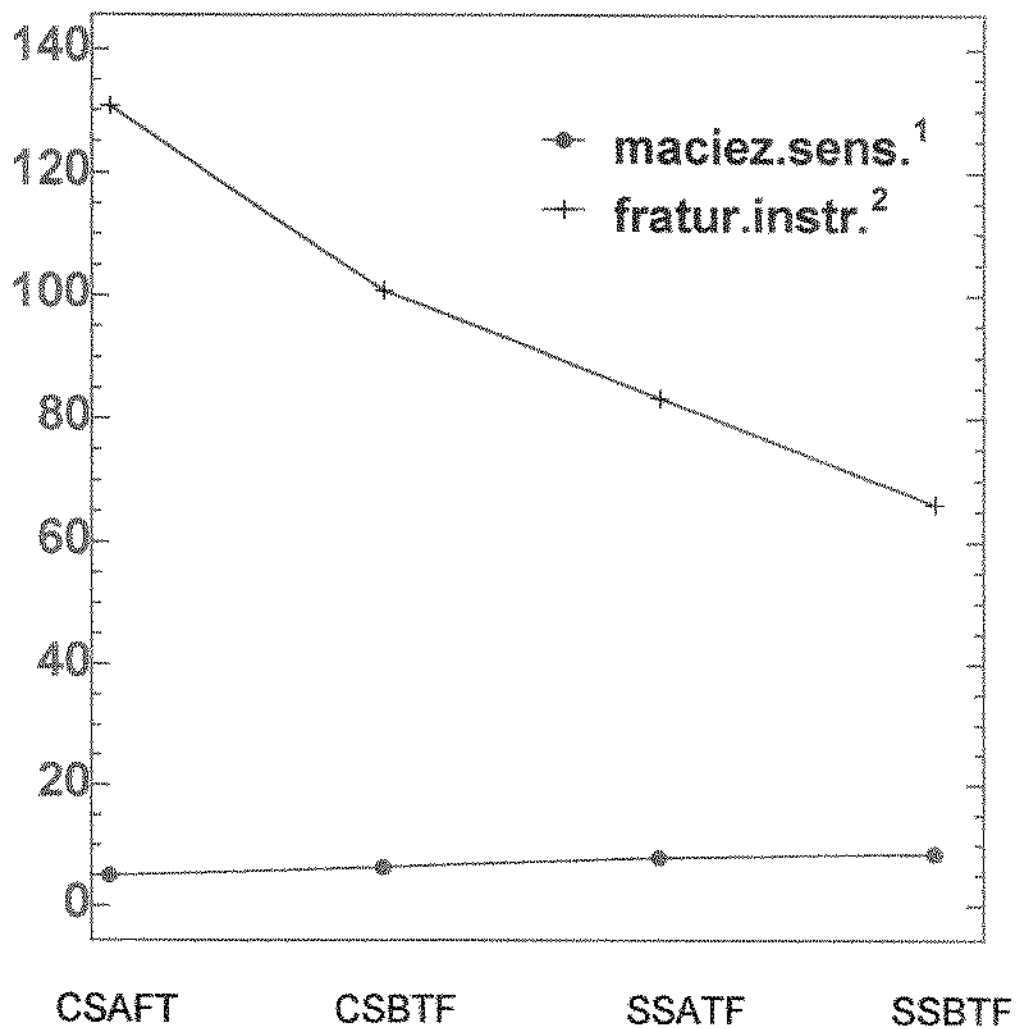


Figura 2. Efeito de substitutos de sacarose e de sólidos da fruta sobre a adesividade de geléia de banana "light" em calorias.

¹: medida em escala de 10 centímetros. ²: medida em unidade de trabalho do texturômetro TAXT2.

CS: com substitutos; SS: sem substitutos; ATF: alto teor de sólidos da fruta; BTF: baixo teor de sólidos da fruta.



Geléias

Figura 3. Efeito de substitutos de sacarose e de sólidos da fruta sobre maciez e fraturabilidade de geléia de banana "light" em calorias.

¹: medida em escala de 10 centímetros(macia=10, dura=0).

²: medida em unidade de força do texturômetro TAXT2.

CS: com substitutos; SS: sem substitutos;

ATF: alto teor de sólidos da fruta; BTF: baixo teor de sólidos da fruta.

4 - CONCLUSÕES

A presença de substitutos de sacarose (sorbitol, frutose e polidextrose) em geléia de banana "light" em calorias proporciona altas adesividade e angulosidade, medidas sensorialmente.

As geléias sem substitutos mostram altas maciez e capacidade de espalhamento quando avaliadas pelos provadores.

A variação do teor de sólidos provenientes da fruta não provoca diferenças significativas entre as médias para esses quatro atributos de textura avaliados sensorialmente nas geléias livres de substitutos de sacarose.

A geléia contendo menor teor de sólidos da fruta e formulada com substitutos de sacarose apresenta a melhor qualidade global de textura em relação às demais.

Adesividades medidas instrumentalmente e sensorialmente variam em razão direta enquanto que maciez, medida sensorialmente, relaciona-se inversamente com fraturabilidade, medida instrumentalmente.

Os métodos utilizados neste trabalho para se medir sensorialmente adesividade e maciez em geléia tipo "jelly" são baratos e podem substituir as medidas destes atributos realizadas no texturômetro.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington, Virginia, 1995. chap. 37, 23p.
- BOURNE, M.C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v.7, p.62-66, 1978.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 29, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos para Fins Especiais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, 1998a.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, 1998b.
- BRASPECTINA. **Pectinas: la alternativa natural para tus alimentos**, Mexico, 1993. p.
- CÂNDIDO, L.M.B. & CAMPOS, A.M. **Alimentos para fins especiais: dietéticos**. São Paulo, Varela, 1996. cap 3.
- CETEC/ FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Manual para fabricação de geléias: Série de publicações técnicas 015. Belo Horizonte. 1985.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. **Experimental Design**. USA, N.Y.: John Wiley & Sons, 2.ed., 1957. p.95-147.
- DE MARTIN, Z.J.. Processamento: produtos, características e utilização. In: coord. Medina, J.C. **Banana: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**, Série Frutas Tropicais: Banana. Campinas, ITAL, v.3, 2 ed., 1985. p.195-264.
- FERREIRA, V.L.P.. **Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, Instruções Técnicas nº 19, p.42, 1981.
- FREITAS, N. Uma arte com sabor e cor : cresce no país a produção de geléias finas. **Alimentos e Tecnologia** 20: 36-40, 1988a.
- _____. O avanço dos dietéticos. **Alimentos e Tecnologia** 16: 10-14, 1988b.
- GLIKSMAN, M. **Utilization of natural polysacharide gums in the food industrie**. New York: Academic Press, 1984.
- GOUS, F.; WYK, P.J.; MCGILL, A.E.J. The use of commercial enzymes in the processing of bananas. **Lebensmittel - Wissenschaft und Technologie**, v.20, p.229-32, 1987.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas do Estado de São Paulo. Decreto 12.488 de 20/10/1978.

- ISSANCHOU, S.N.; MAINGONNAT, J.F.; GHICHARD, E.A.; ETIEVANT, P.X. Oral consistency and simple rheological measurement of strawberry jams. *Sciences des aliments* 11: 85-98, 1991.
- JACKIX, M.H. **Industrialização de frutas em calda e cristalizadas, geléias e doces em massa.** Campinas, Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, Série Tecnologia Agrindustrial, v.12, p.112-148, s.d..
- KRIZHANOVSKII, I. S. [Jam for diabetics]. *Khlebopekarnaya i Konditerskaya Promyshlennost'*, vol. 10, n. 26, 1987.
- LEME JR., J. **Contribuição ao estudo da geleificação de frutas e do equilíbrio do gel péctico.** Piracicaba, 1968. Tese - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, s.p.
- MORI, E.E.M.; YOTSUYANAGI, K.; FERREIRA, V.L. Análise sensorial de goiabadas de marcas comerciais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v.18, n.1, p.105-110, 1998.
- O GLOBO. "Diet" ou "light": muito sabor, pouca caloria. *Jornal da Família*, 26 mar. 1995, p.3.
- RAUCH, G.H. **Jam manufacture.** London, Leonar Hill Books, 1965. p.58.
- SOLER, M.P., coord. **Industrialização de geléias.** Campinas: ITAL, 1991. p. 1-20. [Manual Técnico nº 71].
- SUNKIST GROWERS, "Exchange": pectin L.M. - pectin acid amide (a Low Methoxyl pectin). Ontario, Califomia, s.d.. 17 p. (catálogo).
- TILBURY, R.H. The microbial stability of intermediate moisture foods with respect to yeasts. In: DAVIES, R. *et al.*, editors. **Intermediate moisture foods.** London, Applied Science Publishers, 1976. p.154.

CAPÍTULO 6

EFEITO DE SUBSTITUTOS DE SACAROSE NO SABOR E NA COR DE GELÉIA DE BANANA "LIGHT" EM CALORIAS

RESUMO

O efeito de uma mistura composta por substitutos da sacarose (sorbitol, frutose e polidextrose) combinado com a variação do teor de sólidos provenientes do suco de banana semi-clarificado foi observado sobre propriedades de cor e sabor de geléias de banana (*Musa cavendishii*) "light" em calorias. A ausência de substitutos resultou em maiores luminosidade e intensidades de amarelo e verde nas geléias. As geléias consideradas mais doces foram aquelas que apresentaram maiores teores de sólidos da fruta, tanto na presença como na ausência de substitutos de sacarose. O sabor de banana cozida foi prontamente percebido e não diferiu ($p < 0,05$) entre as geléias. A ausência dos substitutos resultou em maior acidez nas geléias ($p < 0,05$). As médias para gosto amargo foram baixas e não diferiram significativamente entre as geléias. A variação do teor de sólidos do suco não influenciou significativamente nos atributos de sabor estudados nas geléias com substitutos de sacarose. A geléia formulada com substitutos de sacarose, apresentando menor teor de sólidos da fruta foi apontada como a de melhor qualidade global de sabor ($p < 0,05$) quando comparada às demais.

Palavras chave: atributos de cor e de sabor, avaliação sensorial, medidas instrumentais, geléia de banana.

SUMMARY

EFFECT OF SUCROSE SUBSTITUTES ON THE COLOR AND TASTE OF BANANA JELLY LIGHT IN CALORIES

The effect of a mixture of sucrose substitutes (sorbitol, fructose and polydextrose) combined with a variation in solids from the semi-clarified banana (*Musa cavendishii*) juice was observed with respect to the color and taste of banana jellies, light in calories. The absence of substitutes resulted in greater luminosity and yellow and green intensities in the banana jellies. The jellies considered sweeter were those presenting greater concentrations of solids from the fruit, both in the presence and the absence of sucrose substitutes. The absence of substitutes resulted in greater acid taste ($p < 0.05$) in the jellies. The averages for bitter taste were low and did not differ significantly between the jellies. The variation in the concentration of solids from the fruit had no influence ($p < 0.05$) on the taste attributes studied in the jellies with sucrose substitutes. The jelly formulated with sucrose substitutes, presenting the lowest concentration of solids from the fruit, was indicated as showing the best global quality of taste when compared to the others.

Key words: color and taste attributes, sensorial evaluation, instrumental measurements, banana jellies.

1 - INTRODUÇÃO

No Brasil, geléias sempre foram tratadas como um complemento de linha, sua produção é mantida através do aproveitamento das frutas consideradas imperfeitas para a utilização em compotas. Porém, o consumo deste produto tem público certo e exigente, de alto poder aquisitivo, representado, sobretudo, por mulheres acima de 30 anos (FREITAS, 1988a).

No Estado de São Paulo, Brasil, a geléia de fruta convencional, adoçada com sacarose, é o produto obtido pela cocção de frutas com açúcar e água e concentrado até consistência gelatinosa. A geléia é classificada como comum quando apresentar 40 partes de frutas frescas, ou seu equivalente, para 60 partes de açúcar. A geléia de fruta comum deve apresentar ao final do processamento no mínimo 62% de sólidos solúveis e no máximo 2% de pectina (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1978).

Segundo DE MARTIN e HIDALGO et al. citados por SOLER (1991), "jelly" é o produto obtido a partir do suco clarificado ou de extratos de frutas; apresenta transparência e brilho. Quando retirada do vidro, deve tremer sem escorrer. Não deve ser açucarada, pegajosa ou viscosa. Deve conservar o gosto e o aroma da fruta original, ser macia ao cortar, porém, firme e permanecer com os ângulos bem definidos. A concentração final de açúcares deve ser maior ou igual a 65%.

Geléias convencionais apresentam 20 a 25% p/p de umidade, 65 a 80% p/p de conteúdo sólido e 0,75 a 0,80 de atividade de água. Segundo TILBURY (1976), a geléia dietética possui atividade de água próxima de 0,94.

Alimentos para fins especiais são aqueles especialmente formulados ou processados, nos quais se introduzem quaisquer modificações no conteúdo de nutrientes, adequados à utilização em dietas diferenciadas e ou opcionais, atendendo às necessidades de pessoas em condições metabólicas e fisiológicas específicas. Alimentos para dietas de ingestão controlada de açúcares são aqueles especialmente formulados para atender às necessidades de pessoas que

apresentam distúrbios do metabolismo de açúcares, não devendo ser adicionados de açúcares. É permitida a presença dos açúcares naturalmente existentes nas matérias primas utilizadas (BRASIL, 1998a).

Alimentos "light" são aqueles modificados em determinado atributo que foi reduzido ao ser comparado ao alimento, o qual constitui base de dados de valor reconhecido. Quando o componente é valor energético, a redução mínima deve ser de 25% de calorias para alimentos sólidos (BRASIL, 1998b).

A geléia "light" ainda não se encontra normatizada pela legislação brasileira quanto aos teores mínimos de sólidos da fruta e de sólidos totais.

A parcela da população que escolheu o dietético como alternativa compreende, principalmente, homens e mulheres na faixa dos 25 aos 35 anos, pertencentes às classes média alta e alta e de nível escolar superior, o que representa um fato animador para as empresas (FREITAS, 1988a).

Em 1995, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos (ABIAD) citada pelo O GLOBO (1995), o público consumidor de produtos "diet" e "light" somaria, aproximadamente, 30 milhões de pessoas, das quais 8 milhões seriam diabéticas e o restante obesos e consumidores por opção.

O sorbitol é substituto de açúcar (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996). Apresenta conversão calórica de 2,4 kcal/g (BRASIL, 1998a).

Um grande problema associado ao uso de sorbitol em geléias armazenadas por longos períodos é a sínérese, que é a expulsão espontânea da fase aquosa da rede do gel, gerando contração do volume deste (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

KRIZHANOVSKII (1987) propôs uma formulação de geléia para diabéticos contendo: 57,2% de sorbitol; 21,06% de purê de maçã; 2,5% de suco concentrado de maçã; 18% de farelo de "wafer"; 1,2% de pectina; e 0,15% de flavorizantes.

Frutose também é utilizada como substituto de açúcar (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996). Apresenta conversão calórica de 4kcal/g (BRASIL, 1998a). Possui poder edulcorante 17% superior ao da sacarose (solução 10%) e, em função disto, pode ser consumida em menor quantidade, reduzindo o aporte calórico (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

Polidextrose tem sido empregada como substituto de sacarose por apresentar propriedades semelhantes às apresentadas por este açúcar como agente de corpo, não sendo, porém, doce (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996). Apresenta conversão calórica de 1kcal/g (BRASIL, 1998a).

Frutas ácidas ricas em pectina são as mais indicadas para a elaboração de geléias convencionais (RAUCH, 1965). Segundo CHAFTEL et al. citado por LEME JR. (1968), banana é pobre em pectina e pouco ácida.

Pectina é polímero de ácido galactourônico (AG), parcialmente esterificado com grupos metoxila. A relação entre o número de unidades de AG metoxilado e o número total de unidades de AG é conhecida como grau de metoxilação (GM). GM é definido como o número médio de grupos metoxila por 100 unidades de ácido galactourônico. Por convenção, pectinas são divididas em dois grupos: 1) pectina com GM > 50%, de alta metoxilação e, 2) pectina com GM < 50%, de baixa metoxilação. Pectinas com GM > 50% são utilizadas em geléias convencionais (JACKIX, s.d.). A consistência ótima de geléias é atingida a pH 3,0 com 67,5% de sólidos solúveis (RAUCH, 1965).

Ambas as pectinas, de baixa e alta metoxilação, podem formar gel em altas concentrações de açúcar. Por outro lado, apenas as de baixa metoxilação (GM < 50% formam gel em baixas concentrações de sólidos solúveis (LEME JR., 1968) e o fazem somente em presença de certos cátions. O cálcio é o mais frequentemente utilizado (JACKIX, s.d.) numa proporção de 10 a 30 mg por grama de pectina de baixa metoxilação (SUNKIST GROWERS, s.d.).

Ao se usar uma pectina de baixa metoxilação convencional é impossível formar gel com sorbitol, devido à habilidade deste complexar-se com cálcio. Pectinas BM amidadas possuem

grau de metoxilação menor que 50%. Elas geleificam por interação com cálcio sobre uma ampla faixa de sólidos (10 a 80° Brix) e de pH (2,6 a 6,8) (BRASPECTINA, 1993).

Geléia de morango do tipo "jam", apresentando 40° Brix e pH 3,20, foi formulada por ISSANCHOU et al. (1991) com 3,8 kg de fruta, 1,4 kg de sacarose e 0,6% de pectina.

Carboximetilcelulose é um dos mais importantes derivados da celulose. É fisiologicamente inerte e não calórica, não sendo metabolizada pelo sistema digestivo humano. Esta última propriedade a torna de particular utilidade em alimentos dietéticos e de baixa caloria (GLIKSMAN, 1984).

GOUS et al. (1987) observaram que a cor de purê de banana escureceu com o amadurecimento da fruta. Do estágio de maturação 3 (casca mais verde que amarela) até o 8 (amarela com manchas marrons) os valores encontrados para L, a e b foram: 65,10; (-0,48); e 18,94 para o primeiro e 56,20; (-1,50); e 19,83 para o último.

ALVES et al. (1993) determinaram cor de néctar de banana em colorímetro Hunterlab mod. D25 D2A. Os valores encontrados para L, a, b foram 56,20; (-2,00); e 15,50.

Os consumidores de alimentos não formam um grupo homogêneo nem sob o ponto de vista demográfico tampouco sob o aspecto de suas preferências por determinados produtos. É importante determinar a base para estas diferenças quando se deseja saber se um produto está atingindo a população alvo (STONE et al., 1991).

Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito de substitutos de sacarose (sorbitol, frutose e polidextrose) e do teor de sólidos provenientes da fruta sobre atributos de cor e de sabor de geléias de banana "light" em calorias.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2. 1 - Processamento do purê.

Bananas (*Musa cavendishii*) da variedade nanica, colhidas na região de Jaraguá do Sul, Estado de Santa Catarina, foram processadas na Empresa Duas Rodas.

O processamento do purê compreendeu as seguintes etapas: lavagem das frutas em água clorada de 5 a 10 ppm; maturação em câmara até estágio de maturação grau 6, correspondendo a frutas com cascas amarelas (GOUS et al., 1987); descascamento manual; desintegração da polpa em bomba desintegradora positiva; homogeneização; desaeração; esterilização em trocador de calor de superfície raspada a 140° C por 0,461 minuto, resfriamento até 37° C; enlatamento sob condições assépticas, de acordo com DE MARTIN (1985). As latas recravadas contendo purê foram mantidas a 25°C.

2. 2 - Processamento do suco.

O purê de banana foi aquecido até 40° C. Ao purê adicionou-se pectinase comercial Clarex (Solvay) na proporção de 0,03% v/p sobre o purê. A mistura de purê e pectinase foi mantida sob agitação (1 rpm) durante a etapa de hidrólise enzimática, que foi realizada em banho maria com termostato Fanem Mod. 100, a 40° C por 15 minutos. A centrifugação (centrífuga Ecco Superior mod. IV B) foi realizada a 2.011 g por 10 minutos.

2.2.1 - Análises de propriedades do suco.

O rendimento foi calculado pela relação percentual entre volume de suco semi-clarificado e peso da polpa.

Para medida do pH foi utilizado um potenciômetro Micronal Mod. B 274 a 20° C, e as medidas de Bríx foram lidas em refratômetro Shimadzu a 20°C segundo a ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995).

O colorímetro Minolta Mod. C300 foi padronizado com as placas branca e preta do equipamento. Foram realizadas três leituras para cada amostra. As medidas foram tomadas segundo manual de operação do aparelho. Os atributos de cor foram lidos diretamente em três escalas: L, a e b, conforme sólido de cor L,a,b do sistema Hunter, no qual os valores de L (luminosidade) vão de zero (preto) até 100 (branco), +a (até +100) correspondente ao vermelho, -a (até -80) correspondente ao verde; +b (até +70) correspondente ao amarelo e -b (até -100) correspondente ao azul (FERREIRA, 1981).

Vinte e sete provadores selecionados, apresentando idades entre 18 e 38 anos, sendo seis do sexo masculino, apreciadores de banana, avaliaram o suco, através de fichas com escalas não estruturadas, com 10 centímetros, quanto aos atributos de: cor (proporções de amarelo e cinza, grau de opacidade, com alta (o) = 10 e baixa (o) = 0). Esses atributos de cor foram avaliados sob luz natural. O método estatístico empregado no estudo das respostas sensoriais foi modelo linear, com causas de variação provador e enzimas, segundo COCHRAN & COX (1957).

2.3. Processamento das geléias.

Considerando bananas "in natura" com 21% de sólidos solúveis, os teores de sólidos provenientes da fruta em geléias comum e extra devem ser, no mínimo, de 8,4% e 10,5%, respectivamente (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1978). Ao final da cocção da massa, etapa em que ocorre concentração de solutos e diminuição da massa total, esses teores podem subir em até 10%.

Neste trabalho o teor de sólidos proveniente do suco nas geléias respeitou o mínimo exigido pela legislação para geléia comum de banana, de 8,4%.

As amostras de suco de banana semi-clarificado, originárias do mesmo lote de purê, receberam, nas mesmas proporções, pectina de baixa metoxilação amidada e carboximetilcelulose.

Assim, estimando-se para geléia comum o valor calórico de 277,2 kcal / 100g, quatro formulações de geléias, apresentando reduções de valor calórico de 70%, em média, designadas respectivamente por CSATF, CSBTF, SSATF e SSBTF, foram preparadas com o suco de banana clarificado. Apenas as geléias CSATF e CSBTF receberam uma mistura de substitutos de açúcar composta por sorbitol (Getec), frutose (p.a. Synth) e polidextrose (Litesse, Cultor); SSATF e SSBTF permaneceram livres desta mistura. As geléias CSATF e SSATF foram formuladas com teores de sólidos da fruta 25% superiores aos de CSBTF e SSBTF, respectivamente.

O processamento das geléias baseou-se naquele apresentado pelo CETEC (1985) compreendendo: aquecimento do suco; adição de substitutos de sacarose e agentes geleificantes; cocção a 93° C por 5 minutos; enchimento à quente em potes de vidro com tampas metálicas; fechamento; inversão das embalagens; resfriamento rápido a 37° C; limpeza; secagem e armazenamento.

O valor de pH final nas geléias foi ajustado com ácido cítrico (Synth) para 4,45.

2.3.1 - Análises de propriedades físicas e físico-químicas das geléias.

O delineamento foi do tipo inteiramente casualizado com três observações por tratamento para as medidas instrumentais.

As medidas de Brix (refratômetro Carl Zeiss Jena DDR) foram realizadas segundo método da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995).

As medidas de atividade de água (Decagon, mod. CX2 Aqualab) foram obtidas a 20°C segundo manual de operação do aparelho.

A redução do valor calórico foi calculada utilizando-se fatores de conversão de 2,4 kcal/g para o sorbitol; 4kcal/g para frutose; 1kcal/g para polidextrose BRASIL (1998a) .

O colorímetro Minolta Mod. C300 foi padronizado com as placas branca e preta do equipamento. Foram realizadas três leituras para cada amostra. As medidas foram tomadas segundo manual de operação do aparelho.

Os atributos de cor foram lidos diretamente em três escalas: L, a, b, conforme sólido de cor L,a,b do sistema Hunter, no qual os valores de L (luminosidade) vão de zero (preto) até 100 (branco), +a (até +100) correspondente ao vermelho, -a (até -80) correspondente ao verde: +b (até +70) correspondente ao amarelo e -b (até -100) correspondente ao azul (FERREIRA, 1981).

2.3.2 - Avaliação sensorial de sabor nas geléias.

O procedimento para seleção dos provadores foi do tipo triangular empregando-se diferentes concentrações de sólidos solúveis da fruta nas formulações das geléias. O experimento foi repetido quatro vezes. Trinta provadores com níveis de acerto iguais ou superiores a 75% foram selecionados. Eram não fumantes, apresentavam idades entre 18 e 23 anos, sendo 28 do sexo feminino e 2 do masculino. Todos eles afirmaram gostar de banana.

A ficha empregada nas avaliações de sabor realizadas pelos provadores selecionados continha escalas não estruturadas, com 10 centímetros. Os atributos avaliados com respeito ao sabor foram doçura, acidez, sabor de banana cozida, sabor amargo, sabor estranho e qualidade global de sabor. Os cinco primeiros estavam associados aos extremos fraco, correspondendo a zero, e forte, correspondendo a dez. Os extremos para qualidade de sabor foram agradável (=10), e desagradável (=0).

O método estatístico empregado no estudo das respostas sensoriais foi modelo linear, com causas de variação provador e geléias.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Propriedades do suco de banana semi-clarificado.

O suco semi-clarificado de banana apresentou rendimento de 61,10% p/p em relação à polpa, 23,5° Brix, pH 4,43 e atributos de cor L,a,b medidos no sistema Hunter, de 57,70, (-1,38) e 19,38. O suco apresentou-se amarelo e brilhante.

A Tabela 1 ilustra médias das respostas de 27 provadores selecionados para atributos de qualidade observados no suco de banana semi-clarificado.

TABELA 1. Médias das respostas de 27 provadores para atributos de qualidade observados no suco de banana semi-clarificado.

Propriedades	médias ¹
cor	
• proporção de amarelo	6,38
• proporção de cinza	2,74
• opacidade	5,26
sabor	
• ácido	3,56
• doce	6,01
• banana cozida	6,25
• global	6,72

1: empregando-se escalas não estruturadas de 10 cm.

3.2 - Propriedades das geléias.

3.2.1 - Atividade de água, Brix e cor.

A Tabela 2 ilustra os resultados das análises de variância das medidas de atividade de água (A_w) e de graus Brix das geléias e a Tabela 3 apresenta as médias e comparações dessas medidas.

TABELA 2. Resultados das análises de variância de medidas físico-química e física das geléias.

Propriedades	Geléias	
	QM	F
A _w	4,075 E -5	1,413
Brix (graus)	70,45	317,85 *

TABELA 3. Médias¹ para propriedades físico-química e física de geléias de banana "light" em calorias.

Propriedades	Geléia			
	CSATF	CSBTF	SSATF	SSBTF
A _w	0,994 ^a	0,999 ^a	0,991 ^a	0,999 ^a
Brix (graus)	31,7 ^a	29,3 ^b	25,3 ^c	20,6 ^c

¹: de três observações; médias com letras distintas diferem significativamente ao nível de 5% para cada propriedade considerada.

As atividades de água das geléias apresentaram-se próximas a 1,0. As menores atividades de água foram encontradas nas geléias com maiores teores de sólidos da fruta. A presença nessas geléias de maiores teores de açúcares como frutose, glicose e sacarose, originários da fruta, proporciona a formação de maior número de pontes de hidrogênio com a água, diminuindo assim suas atividades de água.

A Tabela 4 contém resultados da análise de variância para medidas instrumentais de cor e a Tabela 5 ilustra as médias e comparações para os atributos L, a e b.

TABELA 4. Resultados das análises de variância de medidas instrumentais de cor¹ das geléias de banana "light".

propriedades	QM ²	F
cor (sistema Hunter)		
L	10.088	1.66
a	0.488	4.45*
b	0.426	4.56*

¹: no Sistema Hunter

²: com 3 graus de liberdade

* significativo a 5%

TABELA 5. Médias¹ de medidas instrumentais de cor na geléia de banana "light" em calorias.

Atributos	CSATF	CSBTF	SSATF	SSBTF
L (luminosidade)	24,81 ^a	28,74 ^a	28,64 ^a	27,69 ^a
- a (verde)	-0,26 ^a	-0,38 ^a	-1,03 ^b	-1,00 ^b
+ b (amarelo)	0,316 ^a	0,112 ^a	0,993 ^b	0,516 ^a

¹: de três observações; médias com letras distintas diferem significativamente ao nível de 5% para cada atributo analisado.

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias de luminosidade das geléias. No entanto, as geléias sem substitutos mostraram-se mais claras que as demais.

As geléias sem substitutos mostraram-se significativamente ($p < 0,05$) mais verdes que as com substitutos.

A geléia sem substitutos com maior teor de sólidos da fruta apresentou-se significativamente ($p < 0,05$) mais amarela do que as com substitutos. Na ausência dos substitutos, o aumento do teor de sólidos da fruta foi acompanhado pelo aumento do teor de pigmentos da banana, os quais conferiram maiores intensidades de verde e amarelo às geléias. Assim, a presença de substitutos desfavoreceu parcialmente a aparência do produto, afastando sua cor da cor natural de banana.

3.2.2 - Avaliação sensorial de atributos de sabor na geléia.

A Tabela 6 ilustra resultados das análises de variância das respostas dadas pelos provadores na avaliação sensorial de atributos de sabor das geléias e a Tabela 7 relaciona as médias alcançadas e comparações.

Tabela 6. Resultados das análises de variância das respostas dadas pelos provadores na avaliação sensorial de sabor de geléia de banana “light” em calorias.

propriedades de sabor	geléias		provadores	
	quadrado médio ¹	F	quadrado médio ²	F
doce	19,90	2,82*	17,74	2,51
ácido	29,88	5,10*	19,13	3,26
banana cozida	8,50	1,07	16,92	2,13
amargo	5,05	1,33	11,15	2,93
estranho	10,89	1,73*	15,29	2,43
qualidade global de sabor	17,90	2,57*	11,04	1,58
¹ : com 3 graus de liberdade		² : com 29 graus de liberdade		*: significativo a 5%

O aumento do teor de sólidos da fruta propiciou aumento de doçura ($p < 0,05$) nas geléias sem substitutos. Essa tendência não foi observada nas geléias com substitutos. Conclui-se que houve interação química entre os açúcares da fruta e os substitutos de sacarose.

TABELA 7. Médias¹ das respostas de 30 provadores para atributos de sabor em geléia de banana "light" em calorias.

Propriedades	CSATF	CSBTF	SSATF	SSBTF
doce	4,86 ^a	3,84 ^{a,b}	5,02 ^a	3,31 ^{b,d}
ácido	3,12 ^a	3,06 ^a	4,95 ^b	4,68 ^b
de banana cozida	4,89 ^a	4,12 ^a	5,42 ^a	4,79 ^a
amargo	1,81 ^a	1,72 ^a	1,91 ^a	2,63 ^a
estranho	2,73 ^a	2,49 ^a	1,73 ^{a,b}	3,18 ^{a,c}
qualidade global	6,68 ^{a,b}	7,00 ^{a,b,c}	5,74 ^{a,b}	5,36 ^{a,b,d}

¹ médias com letras distintas diferem significativamente ao nível de 5% para cada atributo considerado

Embora o pH final de todas as geléias apresentassem igual valor, as geléias sem substitutos apresentaram sabores mais ácidos ($p < 0,05$) que as outras. Assim, houve interação química entre os ácidos originários da banana e os substitutos de sacarose o que resultou na sensação de menor acidez detectada pelos provadores. O efeito da variação de sólidos provenientes da fruta no sabor ácido, no entanto, foi insignificante ($p < 0,05$).

O sabor de banana cozida, característico de uma geléia de banana foi prontamente percebido pelos provadores. As médias para esse atributo não diferiram ($p < 0,05$) entre as geléias e estiveram próximas do meio da escala empregada. Ou seja, os substitutos de sacarose não alteraram uma das principais propriedades que se pretendia no produto, a do sabor característico da fruta cozida.

Embora o sabor amargo não tenha diferido significativamente ($p < 0,05$) entre as geléias, as médias indicam que a geléia sem substitutos e menor teor de sólidos foi considerada a mais amarga. Tanto o aumento do teor de sólidos da fruta como a adição de substitutos diminuíram o sabor amargo das geléias.

A média para sabor estranho da geléia sem substitutos e menor teor de sólidos da fruta foi significativamente maior ($p < 0,05$) que a da geléia com maior teor de sólidos da fruta. A menor concentração de sólidos da fruta na primeira geléia permitiu que os sabores próprios dos substitutos de açúcar se tornassem mais evidentes. MAGALHÃES (1996) obteve menores médias de sabor global para marshmallows contendo misturas de frutose & sorbitol e frutose & polidextrose em relação àquele processado exclusivamente com frutose. A frutose, quando adicionada a produtos de frutas, realça os sabores destas MAGALHÃES (1996). O inconveniente da utilização exclusiva de frutose como substituto de açúcar, ao se tratar de produtos "light" em

calorias baseia-se na sua alta conversão calórica quando comparado ao sorbitol ou polidextrose. As médias para sabor estranho não diferiram ($p < 0,05$) para as outras geléias e foram consideradas baixas.

A geléia com substitutos e menor teor de sólidos da fruta apresentou a maior média para qualidade global de sabor, diferindo significativamente ($p < 0,05$) apenas da geléia sem substitutos e menor teor de sólidos da fruta, a qual recebeu a menor média para este atributo. Atribuiu-se este resultado: ao equilíbrio harmônico entre o sabor doce e o sabor ácido, sendo o doce levemente superior ao ácido; ao sabor suave de banana cozida; e à baixa intensidade dos sabores amargo e estranho encontrados na geléia com substitutos e menor teor de sólidos da fruta.

4 - CONCLUSÕES

A adição de substitutos de sacarose provoca leve escurecimento e diminuição das intensidades de amarelo e verde nas geléias.

O aumento do teor de sólidos da fruta proporciona aumento da doçura nas geléias.

A adição de substitutos não mascara o sabor da fruta cozida na geléia de banana tipo "jelly", e diminui os sabores ácido e amargo percebidos pelos provadores.

A formulação de geléia de banana "light" em calorias com emprego de substitutos de sacarose é interessante pois é possível obter produto com melhor qualidade global de sabor do que aquelas livres desses substitutos.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R.M.V.; FELBERG, I.; CORTEZ, J.G.; MARTO, M.H.C., MORETTI, R.H.. Utilização do sistema enzimático glicose oxidase/ catalase na estabilidade de néctar de banana. In: MOSTRA DE TRABALHOS CIENTÍFICOS, UNICAMP, 3. Campinas , 16 out. 1992. **Resumo**. Campinas , 1993. v.1, p.149.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington, Virginia, 1995. chap. 37, 23p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 29, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos para Fins Especiais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, 1998a.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, 1998b.
- BRASPECTINA. **Pectinas: la alternativa natural para tus alimentos**, Mexico, 1993. p.
- CÂNDIDO, L.M.B. & CAMPOS, A.M. **Alimentos para fins especiais: dietéticos**. São Paulo, Varela, 1996. cap 3.
- CETEC/ FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Manual para fabricação de geléias: Série de publicações técnicas 015. Belo Horizonte. 1985.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. **Experimental Design**. USA, N.Y.: John Wiley & Sons, 2.ed., 1957. p.95-147.
- DE MARTIN, Z.J. Processamento: produtos, características e utilização. In: coord. Medina, J.C. **Banana: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**, Série Frutas Tropicais: Banana. Campinas, ITAL, v.3, 2 ed., 1985. p. 195-264.
- FERREIRA, V.L.P.. **Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, Instruções Técnicas n. 19, p.42, 1981.
- FREITAS, N. Uma arte com sabor e cor : cresce no país a produção de geléias finas. **Alimentos e Tecnologia**, v.20, p.36-40, 1988a.
- _____. O avanço dos dietéticos. **Alimentos e Tecnologia**, v.16, p.10-14, 1988b.
- GLIKSMAN, M. **Utilization of natural polysacharide gums in the food industrie**. New York: Academic Press, 1984. p. 57.

- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas do Estado de São Paulo. Decreto 12.488 de 20/10/1978.
- GOUS, F.; WYK, P.J.; MCGILL, A.E.J. The use of commercial enzymes in the processing of bananas. **Lebensmittel - Wissenschaft und Technologie**, v.20, p.229-32, 1987.
- ISSANCHOU, S.N.; MAINGONNAT, J.F.; GHICHARD, E.A.; ETIEVANT, P.X. Oral consistency and simple rheological measurement of strawberry jams. **Sciences des aliments**. v.11, p.5-98, 1991.
- JACKIX, M.H. **Industrialização de frutas em calda e cristalizadas, geléias e doces em massa**. Campinas, Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, Série Tecnologia Agrindustrial, v.12, p.112-148, s.d..
- KRIZHANOVSKII, I. S. [Jam for diabetics]. **Khlebopekarnaya i Konditerskaya Promyshlennost'**, v.10, n.26, 1987.
- LEME JR., J. **Contribuição ao estudo da geleificação de frutas e do equilíbrio do gel péctico**. Piracicaba, 1968. Tese - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, s.p.
- MAGALHÃES, A.L.T. **Efeito de substitutos da sacarose nas características reológicas e sensoriais de doce aerado tipo "marshmallow", formulado com suco de goiaba. (*Psidium guajava* L.)**. Campinas, 1996. Tese - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas
- O GLOBO. "Diet" ou "light": muito sabor, pouca caloria. *Jornal da Família*, 26 mar. 1995, p.3.
- RAUCH, G.H. **Jam manufacture**. London, Leonar Hill Books, 1965. p.58.
- SOLER, M.P., coord. **Industrialização de geléias**. Campinas: ITAL, 1991. p.1-20. [Manual Técnico n.71].
- STONE, H.; Mc DERMOTT, B.J.; SIDEL, J.L. The importance of sensory analysis for the evaluation of quality. **Food Technology**, p.88-95, 1991.
- SUNKIST GROWERS, "Exchange": pectin L.M. - pectin acid amide (a Low Methoxyl pectin). Ontario, California , s.d.. 17 p. (catálogo).
- TILBURY, R.H. The microbial stability of intermediate moisture foods with respect to yeasts. In: DAVIES, R. *et al.*, editors. **Intermediate moisture foods**. London, Applied Science Publishers, 1976. p.154.

CONCLUSÕES GERAIS

I. Efeito de pectinases, tempo e temperatura em propriedades do suco de banana semi-clarificado hidrolisado com invertase.

O emprego de pectinase Clarex no purê de banana eleva o rendimento do suco em aproximadamente 32% e proporciona uma redução de 100 minutos no processamento, quando se compara com suco obtido a partir de purê livre de enzimas, tratado termicamente a 45° C por 120 minutos.

Comparando-se pectinases associadas à invertase e verificando-se o efeito da variação de tempo e temperatura na etapa de hidrólise enzimática sobre propriedades do suco, observa-se que os sucos obtidos com pectinases Clarex e CEC1-CTAA, associados à Invertase-S, apresentam-se diferentes. O suco obtido com Clarex alcança maior rendimento, menor absorbância, maior Brix e menor pH que o obtido com CEC1-CTAA.

O aumento da temperatura e do tempo de hidrólise nas faixas consideradas provocam aumento significativo do Brix.

Para as faixas de tempo e de temperatura consideradas, a hidrólise enzimática por 15 minutos a 40°C oferece vantagem sobre os demais tratamentos por ser a mais econômica e a que garante manutenção das propriedades do suco mais próximas daquela encontradas na fruta "in natura".

II. Efeito das pectinases Clarex e CEC1-CTAA sobre a qualidade do suco de banana.

O rendimento do Suco CEC1-CTAA é cerca de 21% menor do que o do Clarex. A viscosidade do Suco CEC1-CTAA é 3,8 vezes maior do que a do Suco Clarex.

O Brix do Suco CEC1-CTAA é aproximadamente 3% menor do que o do Clarex e o pH do Suco CEC1-CTAA é cerca de 3% mais alto do que o do Clarex.

As composições centesimais dos Sucos CEC1-CTAA e Clarex são semelhantes.

O Suco CEC1-CTAA é menos amarelo, mais cinza e mais opaco que o Suco Clarex.

Não há diferença entre as médias de aroma de banana fresca e de sabor de ambos os Sucos; apresentam-se superiores ao centro de uma escala que varia de 0 a 10.

Pelas respostas dos provadores quanto às características sensoriais dos sucos, pode-se concluir que com a enzima Clarex o produto é mais amarelo, menos cinza, com aroma mais acentuado de banana fresca, sabor mais agradável e mais encorpado, reunindo, portanto, os atributos de qualidade desejáveis no suco de banana clarificado.

III. Efeito da associação de pectinase, invertase e glicose isomerase na qualidade de suco de banana.

As composições centesimais das polpas de banana Nanica industrializada e *in natura* são semelhantes, o mesmo ocorrendo para as composições centesimais, Brix e teores de ácido málico dos sucos obtidos com emprego das diferentes associações de enzimas.

Este trabalho permite estabelecer condições de hidrólise enzimática completa de sacarose no suco de banana. No entanto, a isomerização da massa de glicose excedente em relação à frutose, após a inversão da sacarose, nas condições estabelecidas, não se mostra viável, sob o aspecto industrial, para obtenção de suco de banana com aumento significativo do teor de frutose.

Dentre os sucos tratados com Clarex, aquele adicionado de Invertase-S, que apresenta o maior Brix, é apontado como excessivamente doce e encorpado. A adição de invertase proporciona aumento considerável da doçura acompanhada de aumento de viscosidade no suco, o que pode representar vantagem sob aspecto industrial. Um suco muito doce e encorpado apresenta maior valor agregado pois necessita ser diluído antes de ser consumido. Além disso, o suco está livre de sacarose, açúcar que deve ser evitado por diabéticos. Como vantagem

adicional pode-se mencionar no rótulo do produto "sem adição de açúcar", visto que todos os açúcares que ele encerra são provenientes da fruta.

Os sucos apresentam contagens de mesófilos e bolores e leveduras muito mais baixas em relação às aquelas encontradas na literatura.

Sensorialmente, a composição mais equilibrada de ácidos e açúcares no suco é obtida com emprego de Clarex.

IV. Efeito de substitutos de sacarose na textura de geléia de banana "light" em calorias.

A presença de substitutos de sacarose (sorbitol, frutose e polidextrose) em geléia de banana "light" em calorias proporciona altas adesividade e angulosidade, medidas sensorialmente.

As geléias sem substitutos mostram altas maciez e capacidade de espalhamento quando avaliadas pelos provadores.

A variação do teor de sólidos provenientes da fruta não provoca diferenças significativas entre as médias para esses quatro atributos de textura avaliados sensorialmente nas geléias livres de substitutos de sacarose.

A geléia contendo menor teor de sólidos da fruta e formulada com substitutos de sacarose apresenta a melhor qualidade global de textura em relação às demais.

Adesividades medidas instrumentalmente e sensorialmente variaram em razão direta enquanto que maciez, medida sensorialmente, relacionou-se inversamente com fraturabilidade, medida instrumentalmente.

Os métodos utilizados neste trabalho para se medir sensorialmente adesividade e maciez em geléia tipo "jelly" são baratos e podem substituir as medidas realizadas no texturômetro.

V. Efeito de substitutos de sacarose no sabor e na cor de geléia de banana "light" em calorias.

A adição de substitutos de sacarose provoca leve escurecimento e diminuição das intensidades de amarelo e verde nas geléias.

O aumento do teor de sólidos da fruta proporciona aumento da doçura nas geléias.

A adição de substitutos não mascara o sabor da fruta cozida na geléia de banana tipo "jelly", e diminui os sabores ácido e amargo percebidos pelos provadores.

A formulação de geléia de banana "light" em calorias com emprego de substitutos de sacarose é interessante pois é possível obter produto com melhor qualidade global de sabor do que aquelas livres desses substitutos.

ANEXOS

FICHA Nº 1

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE COR, AROMA, SABOR E TEXTURA DE SUCO DE BANANA

Nome completo:Data:.....nº:.....

Sexo: (M) (F)

Idade:

Fumante: () Não () Sim

Você gosta de banana? () Sim () Não

Cor

proporção de amarelo | |
alta baixa

proporção de cinza | |
alta baixa

opacidade | |
alta baixa

Aroma

de banana fresca | |
forte fraco

Sabor

qualidade global | |
agradável desagradável

Textura

corpo | |
denso ralo

FICHA Nº 2

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE COR, AROMA, SABOR E TEXTURA DE SUCO DE BANANA

Nome completo: Data: nº:

Sexo: (M) (F)

Idade:

Fumante: () Não () Sim

Você gosta de banana?

() Sim () Não

Cor

proporção de amarelo | |
alta baixa

proporção de cinza | |
baixa alta

opacidade | |
alta baixa

Aroma

de banana fresca | |
forte fraco

alcoólico | |
fraco forte

Sabor

ácido | |
fraco forte

doce | |
forte fraco

de banana cozida | |
fraco forte

qualidade global | |
agradável desagradável

Textura

corpo | |
denso ralo

FICHA Nº 3

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE TEXTURA DE GELEIA DE BANANA

Nome completo: _____ data: _____ nº da amostra _____

Sexo: () F () M Fuma?: () Não () Sim

Você gosta de banana? () Sim () Não

Textura aparente

corte com a colher

macia _____ dura

forma externa

angulosa _____ arredondada

adesividade ao prato (coloque os dedos indicador e médio sob o prato e conte até quatro)

baixa _____ alta
(escorrega) (adere)

capacidade de espalhamento (espalhe com o fundo da colher indo e voltando, aplicando força moderada por quatro vezes)

alta _____ baixa

qualidade global

_____ |
característica de geleia

não característica de geleia

FICHA Nº 4

AValiação Sensorial de Sabor de Geléia de Banana

Nome completo: _____ data: _____ nº da amostra _____

Sexo: () F () M

Fuma?: () Não () Sim

Você gosta de banana? () Sim () Não

Sabor

ácido _____ forte
fraco _____

doce _____ fraco
forte _____

de banana cozida _____ forte
fraco _____

amargo _____ forte
fraco _____

estranho _____ forte
fraco _____

qualidade global

_____ forte
agradável _____ desagradável