

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

*Estudo sobre a saturação de
frutas tropicais com açúca-
res.*

Orientador:

Prof.Dr. Roberto H. Moretti

Tânia Denise Almeida
Farmacêutica-Bioquímica

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da
Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre
em Tecnologia de Alimentos.

SETEMBRO/80

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Ao meu inesquecível avô Francisco,
minha avô Mathilde
e à Dinda.

Com todo o meu carinho.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. *Roberto Hermínio Moretti*, meu orientador, pelo incentivo durante o desenvolvimento deste trabalho.

À CAPES, pelo suporte financeiro oferecido.

Ao Sr. *Georg Marx e família*, pelo apoio, carinho e grande amizade.

Ao amigo *Ramón Hinojosa Gutierrez*, pelo auxílio e sugestões durante todo o trabalho realizado.

À Prof. *Flávia O. da Silveira* pelo incentivo e amizade.

Ao Prof. Dr. *Yong Kun Park*, pela oportunidade de ampliação deste trabalho.

À Prof. Dr. *Maria Amélia Chaib Moraes* pela colaboração prestada durante os testes sensoriais.

Ao Sr. *Ângelo Romualdo Bianchi* e funcionários desta Faculdade, pela colaboração nos trabalhos práticos.

À *Nara*, pela amizade e confiança.

Aos meus amigos do Departamento de Tecnologia de Alimentos, pelo estímulo e carinho.

Aos Professores e colegas da Graduação e Pós-graduação, pelo apoio e amizade.

ÍNDICE

	página
Resumo	i
Summary	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Matéria-Prima	4
2.2. Estocagem de frutas em soluções preservativas	6
2.3. Escurecimento enzimático	10
2.4. Açucaramento	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Material	20
3.1.1. Matéria-Prima	20
3.1.2. Açúcares	20
3.1.3. Soluções de cloreto de sódio	20
3.1.4. Reagentes	20
3.1.5. Aparelhos e equipamentos	20
3.1.6. Material de laboratório	21
3.2. Métodos	21
3.2.1. Preparo das frutas	21
3.2.2. Preparo do xarope	22
3.2.3. Estocagem das frutas	22
3.2.4. Remoção do sal	23
3.2.5. Determinações realizadas nas frutas antes do processamento	23

	página
3.2.6. Determinações realizadas no xarope antes e após o processamento	26
3.2.7. Determinações realizadas no produto final	27
3.2.8. Saturação com açúcares pelo processo a vácuo	29
3.2.9. Saturação com açúcares à pressão ambiente com circulação forçada de xarope	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1. Características da matéria-prima	32
4.2. Influência da estocagem das frutas no produto final da saturação com açúcares	32
4.3. Avaliação sensorial e análise instrumental de textura	35
4.4. Atividade da polifenoloxidase (PFO) da manga e seus inibidores	38
4.5. Viscosidade dos xaropes	40
4.6. Saturação de frutas à pressão ambiente com circulação forçada de xarope	41
5. CONCLUSÕES	63
6. BIBLIOGRAFIA	65

RELAÇÃO DE FIGURAS

Nº		Página
01	Efeito da maturidade no peso de cerejas, var. Royal Ann durante o açucaramento	14
02	Esquema do equipamento de laboratório para saturação de frutas com açúcares	42
03	Esquema do equipamento utilizado para saturação de frutas à pressão ambiente com circulação forçada do xarope	43
04	Ficha utilizada na avaliação sensorial	44
05	Efeito do pH na atividade relativa da polifenoloxidase da manga	45
06	Efeito da temperatura na atividade relativa da polifenoloxidase da manga	46

RELAÇÃO DE QUADROS

Nº		página
01	Características físicas e químicas da fruta "in natura": sólidos solúveis, pH, acidez, sólidos totais e rendimento do preparo para a saturação	47
02	Efeito da estocagem de manga em soluções de cloreto de sódio no volume aparente e rendimento - do produto saturado com açúcares	48
03	Efeito da estocagem de caqui em soluções de cloreto de sódio no volume aparente e rendimento - do produto saturado com açúcares	49
04	Efeito da estocagem de goiaba em soluções de cloreto de sódio no volume aparente e rendimento do produto saturado com açúcares.	50
05	Efeito da estocagem em soluções de cloreto de sódio no peso específico da manga, caqui e goiaba saturadas com açúcares	51
06	Avaliação sensorial das frutas saturadas com açúcares, referente à textura, sabor e preferência	52
07	Determinação física de textura das frutas saturadas com açúcares	53
08	Correlação realizada entre os valores de textura da avaliação sensorial e os valores encontrados na determinação física	54
09	Efeito de inibidores químicos sobre a polifenol oxidase da manga	55

Nº		página
10	Relação entre a concentração de inibidores químicos e o grau de escurecimento enzimático provocado pela polifenoloxidase da manga.	56
11	Efeito da inativação térmica e inibição química da polifenoloxidase sobre a coloração da manga saturada com açúcares	57
12	Viscosidade dos xaropes utilizados na saturação da manga com açúcares	58
13	Viscosidade dos xaropes utilizados na saturação do caqui com açúcares	59
14	Viscosidade dos xaropes utilizados na saturação de goiaba com açúcares	60
15	Viscosidade dos xaropes utilizados nas saturações das frutas diluídos a 40% de sólidos solúveis	61
16	Determinações realizadas em abóbora e manga saturadas com açúcares através do processo à pressão ambiente com circulação forçada de xarope: peso específico, volume aparente e rendimento	62

RESUMO

Foi efetuada a saturação de manga (*Mangifera indica*, L), caqui (*Diospyros kaki*, L) e goiaba (*Psidium guajava*, L) com açúcares em um sistema de concentração contínuo do xarope, através da utilização de um evaporador que trabalha sob vácuo.

Foram estudados os efeitos de diferentes pré-tratamentos aplicados na matéria prima sobre o produto final saturado com açúcares. Os pré-tratamentos estudados foram os seguintes: processamento do caqui e da goiaba com casca, após terem sofrido permeabilização da mesma e estocagem prévia das frutas em soluções contendo cloreto de sódio a 10 e 15% durante 30 e 90 dias.

Os efeitos das variáveis foram estimados através da determinação do volume aparente, peso específico e rendimento da saturação das frutas. Foi efetuado um controle no teor de açúcares das frutas saturadas e nos xaropes utilizados, assim como de viscosidade dos xaropes para avaliar a possibilidade de re-utilização dos mesmos.

O produto final foi submetido à avaliação sensorial com referência à textura, sabor e preferência e à determinação física da textura.

A manga estocada em salmoura e após saturada com açúcares, apresentou-se de coloração escura, fato este que levou ao estudo da polifenoloxidase, enzima responsável pelo escurecimento

da fruta. Foi efetuada a inibição enzimática através de calor ou aditivos e o produto final conservou-se com a coloração peculiar à fruta.

Verificou-se que as frutas podem ser estocadas nas soluções salinas e durante os tempos propostos, melhorando a sua textura e guardando pequenas diferenças no sabor e preferência em termos sensoriais.

A estocagem das frutas em salmoura causou um decréscimo no rendimento da saturação para manga e caqui, enquanto que para a goiaba produziu aumento no rendimento.

Tendo como objetivo comparar o sistema de saturação empregado neste estudo com um sistema de saturação à pressão ambiente com circulação forçada de xarope, foi feita por este último método a saturação de abóbora (*Cucurbita moschata*, Duchesne) e manga com açúcares. O estudo com este novo equipamento para saturação de frutas foi efetuado também com o intuito de verificar a sua eficiência quanto ao rendimento do produto final, visto que é um sistema simples e passível de fabricação pela indústria nacional.

SUMMARY

Saturation of mangos (*Mangifera indica*, L), persimmon kaki (*Diospyros kaki*, L) and guava (*Psidium guajava*, L) with sugars was processed by means of a continuous syrup concentration system and using a vacuum evaporator.

The effects on the final products of different treatments given to the raw material were studied. The treatments were the following: processing of the kaki and guava with permeabilization of the skin and previous storage of the fruits in solutions of sodium chloride at 10 and 15% for 30 and 90 days.

The effects of those parameters were estimated through the determination of the apparent volume, specific weight and saturation yield of the fruits. Sugar content of the fruits and of the syrups were controlled, as well as the viscosity of the syrup in order to check the possibility of recycling.

The final product was tested by sensorial evaluation of texture, taste and preference, and physical determination of texture was made.

Mangos stored in brines, after being saturated with sugar, showed darkened color; this led to a deeper study of polyphenol oxidase, the enzyme which is responsible for the darkened

color of the fruits. Enzymatic inhibition was obtained by means of heat or additives and the final product kept the original color of the fruit.

It was shown that fruits can be stored in salt solution during the proposed period of time, improving texture and causing little difference in taste and preference.

Fruit storage in salt solution caused a decrease in the saturation yield for mangos and kaki, while it caused an increase in the yield for guava.

Saturation of pumkin (*Cucurbita moschata*, Duchesne) and mangos with sugar was carried out in order to compare the saturation system at ambiental pressure. The tests carried out with this new equipment system had the objective of verifying its efficiency in yielding, due to its simplicity and the fact that it could be easily produced by the national industry.

1. INTRODUÇÃO

O processo de saturação com açúcares, conhecido há muito tempo, ainda hoje é largamente utilizado como um método de conservação de tecidos vegetais, tais como: frutas, hortaliças, flores, etc., para seu posterior aproveitamento em formulações de produtos industrializados, tais como: panetones, bolos, doces de confeitaria, bombons, sorvetes, pães especiais. Além disso, podem se destinar ao consumo direto, como é o caso de frutas inteiras ou em pedaços grandes ou, ainda, terem fins medicinais, no caso das hortaliças, e ornamentação, no caso das flores.

Esse processo, também chamado de açucaramento, é largamente aplicado para frutas, principalmente de clima temperado, em cujas regiões foram desenvolvidas técnicas quase que específicas para cada fruta.

A industrialização de frutas frescas torna-se de alto custo, visto que as frutas em geral têm a sua produção durante períodos de curta duração. Devido a este fator, a sua utilização pode ser feita através de estocagem preliminar, em soluções preservativas ou por meio de congelamento. Este último método, porém, além de ser dispendioso, torna difícil a manipulação das frutas para o processamento, no período de descongelamento.

Uma alternativa para a conservação de frutas é a saturação com açúcares, que pode ser efetuada durante todo o ano, visto que as frutas podem permanecer estocadas em soluções salinas durante os períodos de entre-safra.

Muitos estudos têm sido feitos na Itália, Espanha e Estados Unidos, no sentido de desvendar os segredos envolvidos na arte milenar do processamento de frutas açucaradas, sempre com o objetivo de desenvolver sistemas e equipamentos que tornem o produto de alta qualidade e disponível a um número maior de pessoas e a preços acessíveis.

Existe uma grande variedade de frutas adequadas ao processo de açucaramento mas, no Brasil, existem poucas indústrias que se dedicam à sua fabricação, sendo que, na sua maioria, incluem esta alternativa como complemento na sua linha de produção de doces e conservas e, em consequência, têm uma produção em baixa escala.

No nosso país existe uma gama enorme de frutas tropicais, porém, existem poucos trabalhos visando o aproveitamento industrial dessas frutas.

No presente trabalho, procurou-se estudar a utilização de algumas frutas tropicais na tecnologia de saturação com açúcares, como também o desenvolvimento de técnicas de estocagem e processamento compatíveis com a realidade econômica atual.

Este trabalho teve como objetivo geral, verificar a viabilidade da saturação de manga, caqui e goiaba com açúcares, sendo que alguns dos objetivos específicos dentro deste estudo foram:

1. Verificar a influência da estocagem das frutas em soluções salinas de concentrações diferentes, no produto final da saturação com açúcares;
2. Determinar a influência de tempos diferentes de estocagem das frutas em soluções salinas, no produto final saturado com açúcares;
3. Comparar os resultados obtidos nas saturações das frutas que sofreram pré-tratamentos com aqueles obtidos a partir da saturação da fruta fresca;
4. Estudar métodos de inibir enzimas das frutas que venham a interferir na aparência do produto final;
5. Desenvolver um equipamento mais simples que o evaporador a vácuo a ser utilizado nos experimentos e que produza uma fruta açucarada de mesma qualidade em igual tempo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Matéria-Prima

As características físicas e químicas da matéria-prima a ser utilizada para fins industriais, são de grande importância, visto que, dependendo do produto desejado, elas podem variar. Um dos fatores mais importantes e que determina a conveniência da matéria-prima para a sua utilização industrial, consiste no grau de maturação alcançado no momento da colheita (14).

A composição química da fruta varia em função do grau de maturação, da variedade utilizada, da fertilidade do solo, época do ano, condições climáticas.

Na seleção da matéria-prima destinada ao açucaramento, é importante (34):

- realizar a escolha de modo a agrupar no mesmo lote os frutos que se apresentam mais uniformes e similares em tamanho;
- reunir no mesmo lote os que apresentam consistência e estado de maturação semelhante;
- evitar danos de manuseio.

Os produtos obtidos a partir das frutas estudadas: manga, caqui e goiaba, são considerados exóticos no mercado internacional, por isso não possuem mercado tradicional, como é o caso de

algumas frutas de clima tropical (abacaxi, banana, etc.) e da maioria das frutas de clima temperado. Esta pequena comercialização se deve à falta de variedades apropriadas para industrialização e a má organização no plantio, o que torna difícil o seu fornecimento continuado e estável, fator este, importante para que um produto se estabeleça no mercado comercial (28).

A manga possui muito pouca utilização industrial no Brasil, - sendo que é utilizada somente por indústrias pequenas, na fabricação de doce em calda, nêctar ou doce de corte (mangada) - (7). Atualmente, é consumida também no fabrico de iogurtes e sorvetes.

A goiaba é encontrada em várias formas industriais, entre elas a polpa ou purê enlatado, goiabada, doces em pasta em geral, - fruta em calda, nêctar, gelêia, sorvetes, iogurtes, etc.

O caqui não apresenta aproveitamento industrial no Brasil, relatado em literatura.

As frutas estudadas, possuem pequena importância econômica, em comparação com outras frutas e, por este motivo, não há levantamentos precisos quanto à sua produção.

Para a goiaba tem-se que a grande parte da sua produção no Brasil, provêm de goiabeiras crescendo em estado silvestre em quase todas as regiões do país. Segundo dados fornecidos pelo - Instituto de Economia Agrícola (20), a produção de goiaba até

Junho de 1979 no Estado de São Paulo, foi de aproximadamente - 50.000 ton, sendo que 89% da produção foi destinada à industrialização.

Para a manga, não há dados de produção para fins industriais, pois a sua utilização é semi-artesanal. Segundo dados fornecidos pelo I.B.G.E. (19), para o ano de 1977 o Brasil produziu - 2.106.133 ton de manga, sendo que a sua maior produção ocorre no Nordeste do país, seguido por São Paulo. A produção desta fruta em 1978 - Junho/1979 no Estado de São Paulo (20), foi de aproximadamente 40.000 ton.

No caso do caqui, existem poucos dados de produção, visto que o seu consumo é essencialmente doméstico. Existem pesquisas isoladas, na tentativa de aproveitar esta fruta mas, por enquanto, não há estímulo para o seu cultivo organizado. Conforme - os dados fornecidos pelo I.B.G.E. (19) para o ano de 1977, o Brasil produziu 238.006 ton de caqui, sendo São Paulo o estado de maior produção, seguido pelo Rio Grande do Sul. A produção de caqui em 1978 - Junho/1979 no Estado de São Paulo (20) foi de, aproximadamente, 70.000 ton.

2.2. Estocagem de frutas em soluções preservativas

As frutas utilizadas na saturação com açúcares, podem ser pre-viamente conservadas em soluções de cloreto de sódio, bissulf*i*to de sódio, metabissulfito de sódio ou potássio, -

sulfito de sódio ou, ainda, soluções de hidróxido de cálcio - contendo SO_2 dissolvido (16).

O sal é provavelmente, o preservativo de alimentos mais usado desde a Antiguidade porém, somente agora as razões de sua efetividade começam a ser conhecidas (21).

Muitas teorias têm sido elaboradas sobre a ação preservativa - do sal sobre as frutas e vegetais em geral. Topley e Wilson - (35), propuseram que o sal age sobre os microrganismos diminuindo a disponibilidade de umidade no meio devido à hidratação dos íons, causando plasmólise ou autólise, devido à mudança de pressão osmótica no interior das células, favorecendo também o desenvolvimento de lactobacilos os quais, por meio de fermentação, produzem ácido lático e este, por sua vez, aumenta a ação preservadora do sal.

Grosso (16), relata que as frutas estocadas em salmoura sofrem uma fermentação inicial, tornando a textura mais branda, ao mesmo tempo que os canalículos do tecido vegetal são abertos, facilitando assim, a penetração dos açúcares. A fermentação - permite, então, a eliminação de matérias fermentáveis, como pectina e protopectina que, por serem de natureza gomosa, dificultam a entrada dos açúcares formando uma espécie de geléia.

A ação do sal deve ser regulada para causar, principalmente, - dois efeitos (17):

- a) pelo aumento progressivo da concentração de sal, após o início com salmouras diluídas, permitir uma fermentação inicial dos constituintes da fruta, e controlar tal fermentação por adições periódicas de sal (variando de acordo com a fruta);
- b) prevenção total da ação microbiana, iniciando o tratamento com alta concentração de sal, que conservará a fruta em um estado estacionário por longo tempo.

O primeiro efeito é desejável quando a fruta é muito rígida, rica em tecidos duros, ou possui ceras ou gorduras sólidas na superfície, como no caso dos figos verdes e casca de laranja.

O armazenamento, recomenda Grosso (16), não deve ocorrer por tempo prolongado, mas, se necessário for, é conveniente o uso de soluções com 15% de sal que assegurem um maior tempo de preservação. Para o caso das frutas com textura delicada, podem ser usados sais de cálcio ao invés de sódio, durante a estocagem, com a finalidade de enrigecer os tecidos.

Outros pesquisadores como Van Buren e col. (37), estudando a influência do pH, adição de SO_2 e diferentes tipos de sais, na cor e textura de cerejas, var. Windsor, verificaram que estas são afetadas conforme o conteúdo de SO_2 , tipo de íon sódio ou cálcio usados, assim como, pelo pH utilizado. Cerejas de melhor qualidade foram obtidas quando estocadas em salmoura contendo 5 a 10 ppm de SO_2 , 0,5 a 1% de CaCO_3 a um pH de 2,5 a 4,0.

A estocagem de cascas de cítricos em salmoura antes do açucaramento, é largamente difundida, já que se produz nesta operação uma fermentação controlada do tecido celular, a qual abranda a textura e facilita a penetração dos açúcares (1). Pesquisadores indianos (23), trabalhando com sub-produtos cítricos, recomendam a estocagem das cascas destes produtos durante 4 a 5 dias em salmoura a 10% e, após este tempo, substituir esta salmoura por uma nova com 8% de sal, 0,2% de metabissulfito de sôdio e 1% de CaCl_2 , a fim de inibir a fermentação e conservar a textura.

Em seu trabalho de revisão, sobre a saturação de frutas com açúcares, Williams (38) recomenda o uso de salmoura a 15% com 2 ppm de SO_2 para a estocagem de qualquer fruta, enquanto Less (24) recomenda o uso de salmoura a 22% contendo bissulfito de sódio para a estocagem de frutas durante 3 meses.

Grosso (17), recomenda o uso de soluções contendo SO_2 na estocagem de frutas, como agente bactericida e bacteriostático, salientando, porém, a necessidade de uma inspeção periódica das frutas estocadas, com a finalidade de evitar a perda da turgidez das mesmas através da degradação de pectina e destruição do tecido vegetal. O autor também evidencia o fato do SO_2 combinar-se com açúcares e, desta forma, inibir a reação de Maillard, mantendo a cor original da fruta.

2.3. Escurecimento enzimático

Muitas frutas sofrem mudanças de cor após terem sido danificadas mecânica ou fisiologicamente, devido à liberação de enzimas as quais, quando ativas, produzem modificações em compostos existentes nas frutas, produzindo-se o que se chama de escurecimento enzimático.

O escurecimento dos tecidos das frutas não ocorre em células intactas e sim quando o seu protoplasma é alterado mecanicamente por corte, compressão ou congelamento, ou por danos patológicos. Este escurecimento pode ocorrer na superfície exposta ao ar ou no interior da fruta onde houver quantidade suficiente de oxigênio para a oxidação (22).

Entre as enzimas responsáveis pelo escurecimento das frutas tem-se a polifenoloxidase, a qual tem como substrato, compostos fenólicos. A polifenoloxidase tem sido muito estudada nas diferentes frutas onde está presente devido a apresentar-se com características diferentes quanto ao substrato utilizado, pH no qual possui atividade e inibidores desta enzima.

Bedrosian e col. (4) no seu trabalho sobre boratos como inibidores do escurecimento enzimático em maçã, verificaram que a atividade máxima da polifenoloxidase dá-se a pH 7,0 e que o efeito dos boratos como inibidores ocorre através da sua complexação com os polifenóis utilizados como substrato evitando a

utilização destes pela enzima.

Tate e col. (33), estudando a polifenoloxidase em pera, variedade Bartlett, indicaram como melhor substrato o catecol, sendo que a faixa de pH onde a enzima tem sua maior atividade, situa-se entre 5,8 e 6,4. Indicaram também o ácido ascórbico como inibidor mais efetivo desta enzima, na concentração de 0,05 mM inibe ao redor de 50% da mesma.

Benjamin e Montgomery (5) estudando a polifenoloxidase em cereja var. Royal Ann indicaram o seu pH ótimo de atividade como sendo 7,0. A sua inativação foi obtida através de aquecimento a 75°C durante 7 min. Entre os inibidores desta enzima estudados, os mais potentes foram o metabissulfito de potássio e o dietilcarbamato na concentração de 0,083 mM que inibiram 54 e 61% da enzima, respectivamente. O cloreto de sódio foi considerado o inibidor menos potente, visto que na concentração de 400 mM, inibiu somente 18% da enzima.

Halim e Montgomery (18) determinaram para a polifenoloxidase da pera var. d'Anjou o pH no qual a enzima possui sua maior atividade, como sendo 7,0. As temperaturas de inativação da enzima foram 70, 75, 80 e 85°C, durante 11,7, 6,25, 2,24 e 1,1 minutos, respectivamente. Entre os inibidores estudados, a L-cisteína e o dietilcarbamato foram considerados os mais efetivos na concentração de 1 mM. Inibiram 57 e 42%, respectivamente.

Galeazzi (15), pesquisando sobre a polifenoloxidase em banana nanica, verificou que a pH 6,5 esta enzima possui seu ponto ótimo de atividade. A polifenoloxidase é estável ao aquecimento de 65-75°C durante 30 min, sendo que, para facilitar a sua inativação, a temperatura deve ser imediatamente levada a 0°C. Entre os inibidores da enzima testados, a pesquisadora verificou que o ácido ascórbico é o mais potente, quando utilizado - na fração purificada da enzima e a cisteína é o mais potente - para a enzima precipitada por acetona.

2.4. Açucaramento

A saturação de tecidos vegetais com açúcares pode ser definida como sendo a operação mediante a qual os líquidos celulares e intracelulares são substituídos por soluções contendo açúcares, com características tais que permitam ao produto acabado conservar-se durante períodos prolongados (12). Essa impregnação dos tecidos celulares com soluções de açúcares é efetuada segundo as leis que regem os fenômenos osmóticos e de capilaridade (17).

Aplicando técnicas simples de açucaramento, pode-se obter uma gama enorme de produtos saturados com açúcares, tais como: frutas, flores, raízes, castanhas, cascas de frutas e certos talos de vegetais (17, 24).

Considerando o açucaramento de frutas, tem-se que este pode -

ser efetuado diretamente na fruta fresca, na fruta conservada em soluções salinas ou em anidrido sulfuroso, na fruta congelada e na fruta em calda. Partindo da fruta fresca, pode-se manter mais facilmente as características de aroma, desde que se opere com métodos que não empreguem excessiva quantidade de calor. Quando se utiliza fruta refrigerada, deve-se ter os seguintes cuidados: não realizar a operação com frutas que não voltaram à temperatura ambiente lentamente, que sofreram danos nos tecidos, que tiveram as paredes celulares rompidas pela formação de cristais de gelo, que estiveram muito tempo a temperatura ambiente, porque possivelmente sofreram fermentações indesejáveis. Para a fruta em calda, a operação é mais rápida, porque a fruta já está em contato com a solução de açúcar. As frutas conservadas em salmoura devem sofrer lavagem eficiente antes do açucaramento, a fim de retirar o sal ou o anidrido sulfuroso, para que não ocorra interferência no sabor do produto acabado e aumento na sua higroscopicidade - (34).

A qualidade da fruta utilizada para o tratamento representa um fator importante para o sucesso do açucaramento. Se a fruta apresentar-se muito madura, pode haver rompimento dos tecidos durante o processamento. Se o ponto de maturação desejado ainda não houver sido atingido, o produto acabado será duro e com sabor indesejável (24).

Mc Gregor e col. (25), relataram a importância do grau de ma-

turação das frutas para a saturação destas com açúcares. Estes pesquisadores conduziram os seus experimentos utilizando - quatro variedades de cerejas em diferentes estágios de maturação: imaturo, maturação ideal e super maduro. Estas frutas foram estocadas em salmoura durante 6 meses e após, saturadas com açúcares. Os resultados deste experimento estão representados na Figura 01.

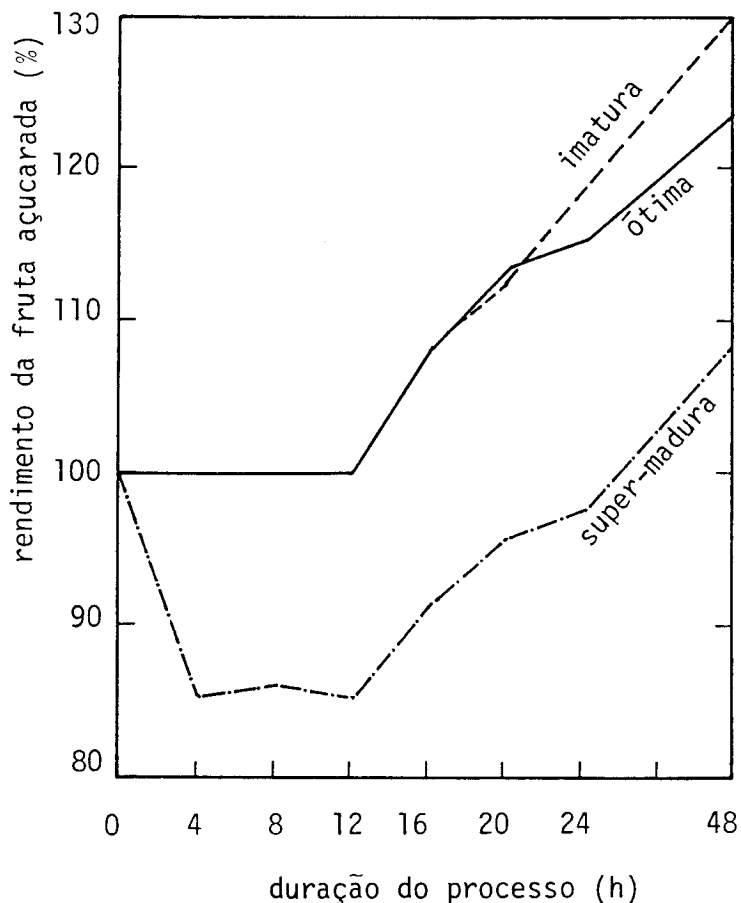


FIGURA Nº 01 - Efeito da maturação nas variações de peso da cereja var. Royal Ann durante o açucaramento (de acordo com MacGregor, Kitson & Ruck).

Através desse estudo, foi verificado que a fruta imatura possui maior rendimento após o açucaramento, do que a super-madura e

aquela com maturação ideal para o consumo direto, devido a que ocorrem menores perdas do conteúdo celular durante a estocagem em salmoura e uma maior absorção de açúcar durante o processamento.

O produto final deve ser túrgido, macio e translúcido, com cor e aroma desejáveis, não devendo, entretanto, mostrar-se muito doce. Para tanto, é necessário o uso de mistura de açúcares. Se for utilizada somente sacarose e não for efetuado um controle exato na sua inversão, em pouco tempo o produto se tornará muito duro devido à cristalização da sacarose. Desta forma, é aconselhável o uso de misturas de sacarose e glucose de milho, a qual aumenta a solubilidade da sacarose, elevando, assim, a qualidade do produto (26, 36).

Grosso (17), relata as vantagens do uso de xarope de glucose ou de açúcar invertido em xaropes contendo sacarose como sendo as seguintes: têm composição constante e capacidade de aumentar a solubilidade da sacarose; controlam a porcentagem de açúcares redutores nos xaropes utilizados e no produto final, o que significa um controle da textura final e da tendência à higroscopicidade; aumentam a razão de penetração dos xaropes; ajudam na retenção da cor e aumentam a transparência do produto final.

Segundo o mesmo autor, a pressão osmótica exercida pelo xarope durante a saturação de frutas, depende do tipo e das quantidades relativas dos açúcares presentes, além do seu grau de polimerização.

Muitos estudos têm sido realizados sobre o efeito das misturas de açúcares dos xaropes utilizados, na qualidade do produto saturado com açúcares. Baseando-se em experimentos realizados - com misturas de sacarose e glucose de milho para saturações de frutas, Grosso (17), cita 35-45% de açúcares redutores como sendo a concentração ideal para evitar a cristalização da sacarose. Atkinson (3) recomenda 40% para os açúcares redutores - no xarope e em outro trabalho efetuado com Strachan (32) cita 20% a concentração máxima de glucose no produto para que este se conserve em boas condições durante a estocagem.

Para que o açúcar seja efetivo como conservante, a concentração mínima requerida é de 66% (3). Grosso (17) cita a faixa de 70-75% de sólidos solúveis, necessária para que haja inibição de microrganismos.

Chen e Joslyn (10), observando as variações de viscosidade nos xaropes de sacarose-glucose e de sacarose em pêssegos enlatados, verificaram que a pectina, que difunde da fruta para o xarope, causa um aumento na viscosidade do xarope contendo somente sacarose, maior que aquele contendo sacarose-glucose. Segundo estes autores, os sólidos contidos no xarope de glucose-de milho, inibem a difusão de pectinas para o xarope.

Postlmayr e col. (30), estudando a influência do tempo de processamento na textura e viscosidade do xarope em pêssegos enlatados, demonstraram que a viscosidade do xarope aumenta quando as frutas são processadas a quente por um tempo longo. Esse

aumento é causado pela conversão da protopectina em pectina solúvel em água, durante o aquecimento. A pectina solúvel difunde para o xarope e o espaço ocupado pela protopectina é preenchido pelos açúcares de alto peso molecular do xarope de glucose.

A saturação de frutas com açúcares consiste, tradicionalmente, na imersão das frutas em xarope contendo açúcares, até que estas atinjam a concentração de sólidos solúveis desejada. A partir daí foram desenvolvidos muitos métodos de saturação, visando sempre a diminuição do custo de produção e a obtenção de produtos com qualidade elevada.

Os métodos de açucaramento podem ser divididos em dois grupos:

- Métodos lentos;
- Métodos rápidos.

A linha geral para os métodos lentos consiste na imersão da fruta em um xarope de baixa concentração. Após atingido o equilíbrio osmótico, aumenta-se, gradativamente, a concentração do xarope, sempre permitindo as trocas entre a fruta e o xarope, até obtenção do nível de açucaramento desejado. Este tipo de tratamento é longo, chegando a durar 30 dias, mas assegura um bom resultado na maior parte dos casos.

Nos métodos rápidos existem diferenças entre os sistemas utilizados, que são:

- a) Provoca-se uma troca osmótica, regulando-se um aumento contínuo da concentração do xarope, de modo a se obter a máxima velocidade da troca osmótica;
- b) Provocando a concentração do líquido açucarado no interior da fruta, não por osmose, mas por penetração do xarope ao interior da fruta (operando sob vácuo) (34).

Atkinson e Strachan (3) descreveram um processamento no qual o xarope é concentrado a 60°C, 1 Brix/h, durante 8 horas por dia até a concentração de 72°Bx.

Mc Gregor e col. (25) modificaram o processamento convencional de saturação de cerejas pré-congeladas. A saturação ocorre a 60°C durante 24 h, partindo-se de um xarope a 40°Bx até alcançar a concentração de 72°Bx.

Cruess (13) e Grosso (17) descreveram um processo efetuado a vácuo, onde o xarope é concentrado continuamente durante 24 h. Baseando-se neste processo, foram desenvolvidos a maioria dos equipamentos usados na atualidade.

O açucaramento de frutas que se utiliza de vácuo, possui certas vantagens sobre aqueles onde a saturação é lenta: o produto obtido é turgido e brilhante, os xaropes podem ser re-utilizados ilimitadamente, o consumo de energia e a mão-de-obra utilizados são mínimos (12), porém, não é convenientemente aplicável para as frutas de grande tamanho, porque estas possuem pequena superfície de evaporação e, por isso, forçando a saída do vapor

que se forma no interior das frutas e provoca o enrugamento - das mesmas (34).

A saturação de frutas com açúcares apresenta tecnologia própria para cada fruta, conforme relata Grosso em seu trabalho junto às indústrias produtoras de frutas açucaradas (17).

Moretti, Bilhalva e Hinojosa (27, 6) indicaram as seguintes - condições de processamento, como as mais indicadas para a abóbora:

- Processamento a vácuo;
- Saturação em xarope contendo glucose de milho-sacarose;
- Pré-congelamento da abóbora;
- Uso de cálcio no branqueamento e no xarope utilizado.

Baseado nestas condições, os autores encontraram os resultados representados abaixo:

Peso específico (g/ml)	1,39
% volume inicial	109
Rendimento (%)	139

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

3.1.1. Matéria prima

As frutas utilizadas para a realização deste trabalho foram: manga (*Mangifera indica*, L) var. Haden, caqui (*Diospyros kaki*, L) var. Fuyu, goiaba (*Psidium guajava*, L) var. vermelho e abóbora (*Cucurbita moschata*, Duchesne). Estas foram adquiridas no CEASA (Central de Abastecimento de Campinas S/A).

3.1.2. Açúcares

Foram utilizados sacarose (açúcar refinado amorfo, União) e glucose de milho (Buffalo, nº 9, Refinações de Milho Brasil).

3.1.3. Soluções de cloreto de sódio

Foram preparadas com sal refinado comercial.

3.1.4. Reagentes

Os reagentes utilizados foram todos grau p.a.

3.1.5. Aparelhos e equipamentos

- Viscosímetro de tubos, Cannon-Fenske
- Banho-maria, modelo Blue-M
- Potenciômetro, marca Horiba, modelo H-5

- Texturômetro, marca Instron Universal, modelo A 1020 C
- Refratômetro, marca Zeiss, modelo PZ0
- Espectrofotômetro, marca Coleman, modelo 124D
- Cubeteira, marca Dumi
- Evaporador a vácuo construído na UNICAMP (ver Figura 02)
- Equipamento para saturação de frutas a pressão ambiente, com circulação forçada de xarope (ver Figura 03)
- Refrigerador
- Densímetro, marca Assistant
- Fogão
- Centrífuga, marca Walita
- Armações de alumínio revestidas de nylon, com 5 cm de lado.

3.1.6. Material de laboratório

Além da vidraria comum em laboratório, foram usados: banho-maria comum, balanças, estufa, funil de Büchner, facas de aço inox, descaroçador de frutas e baldes plásticos.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Preparo das frutas

As frutas foram selecionadas por análises físicas e químicas e também por homogeneidade de cor, num estado de maturação firme ou "de vez".

A limpeza das frutas foi efetuada através de lavagem em água corrente.

- a) Manga - foi descascada manualmente, cortada ao meio e retirado o caroço.
- b) Caqui - foi efetuado um tratamento de permeabilização da casca, através de imersão das frutas inteiras em uma solução de hidróxido de sódio a 0,3%, à temperatura de 95°C durante 2-3 segundos e, após serem lavadas, foram cortadas - em fatias transversais ao eixo.
- c) Goiaba - após tratamento de permeabilização com solução de hidróxido de sódio a 0,3%, à temperatura de 95°C durante 5 segundos, foi lavada, cortada ao meio e as sementes retiradas.
- d) Abóbora - foi descascada e as sementes retiradas.

3.2.2. Preparo do xaropê

O xarope para todos os tratamentos foi preparado com 60% de sacarose e 40% de glucose de milho. A concentração inicial desse xarope para saturação da manga, caqui e abóbora, foi de 40% de sólidos solúveis e, para a goiaba, foi de 30%, determinada em ensaios preliminares.

3.2.3. Estocagem das frutas

As frutas após preparadas como indicado no ítem 3.2.1., foram estocadas, com exceção da abóbora, em soluções de cloreto de sódio a 10 e 15%, durante 30 e 90 dias, quando então, foram processadas.

3.2.4. Remoção do sal

A fruta foi cortada em cubos de 0,8 cm de lado e submetida a repetidas lavagens com água a 50°C, na proporção fruta-água de 1:3, durante, aproximadamente, 60 minutos, sendo que a retirada do sal foi controlada sensorialmente e pela determinação qualitativa do teor residual de cloretos com soluções de nitrato de prata.

3.2.5. Determinações realizadas nas frutas antes do processamento

- a) Sólidos solúveis - as frutas foram trituradas e centrifugadas. O suco resultante foi filtrado e os sólidos solúveis, determinados por leitura direta no refratômetro, com correção de temperatura.
- b) Sólidos totais - esta determinação foi realizada em estufa, segundo A.O.A.C. nº 22012 (2).
- c) pH e acidez - a partir de 10 g de fruta, foi preparado o suco conforme o item a). Neste, foi determinado o pH diretamente em potenciômetro e a acidez medida pela titulação com hidróxido de sódio 0,1 N até pH 8,2 e o resultado foi expresso em % de ácido cítrico anidro (2).
- d) Cloreto de sódio - foi efetuado um controle de NaCl na fruta estocada em salmoura até que estivesse estabelecido um equilíbrio de sal na fruta e na solução. A % de NaCl foi determinada pelo método de Volhard (2).

- e) Volume aparente - as frutas foram cortadas em cubos de 0,8 cm de lado e uma amostra de 50 g colocada em uma proveta de 250 ml. O volume aparente foi determinado através da leitura direta do volume ocupado pela amostra.
- f) Volume real - foi determinado com a mesma amostra do item anterior, colocando-a em uma proveta de 250 ml contendo 100 ml de água destilada a 25°C, sendo feita a leitura do volume deslocado.
- g) Peso específico - foi obtido pela divisão do peso da fruta usado na determinação do volume real pelo volume deslocado na mesma determinação.
- h) Polifenoloxidase (PFO) da manga e seus inibidores - Extração da polifenoloxidase: as mangas foram lavadas e cortadas rapidamente em fatias para evitar a ação da enzima PFO. Este material foi triturado em liquidificador com álcool etílico anidro, na proporção de 1:2 P/V, durante 1 minuto e filtrado em funil de Büchner. Esta operação foi repetida - duas vezes com álcool etílico anidro e uma vez com acetona. O pó obtido foi seco a temperatura ambiente. Para extração da enzima, o pó obtido acima, foi tratado com água deionizada (1:20 P/V) por agitação, durante uma hora e a mistura - centrifugada a 20.000 g durante 15 minutos. O sobrenadante foi decantado e a polifenoloxidase foi precipitada com acetona (1:2 V/V). Este precipitado foi dissolvido em água deionizada e a solução resultante, dialisada a 25°C durante

48 horas contra um tampão acetato 0,05 M de pH 5,6.

Atividade da polifenoloxidase: foi determinada através da medida do aumento de absorbância a 410 nm enquanto reagia com o substrato durante 2 min. Para esta determinação, utilizou-se 1 ml de tampão acetato de sódio 0,2 M a pH 5,6, 1 ml de catecol 10 mM, 0,8 ml de água deionizada e 0,2 ml de solução enzimática. As leituras foram feitas contra um branco contendo 1 ml de tampão acetato de sódio 0,2 M a pH 5,6, 1,8 ml de água deionizada e 0,2 ml de solução enzimática.

Inativação térmica da polifenoloxidase: foram colocados 5 ml da solução de polifenoloxidase em tubos de ensaio e aquecidos em banho-maria a 75, 80 e 85°C. Após intervalos de tempos regulares (5 min), foram recolhidas amostras de 0,5 ml, imediatamente resfriadas em banho de gelo e água e, após, medida a atividade da enzima como descrito acima.

pH ótimo de atividade: foi determinado através da medida da atividade enzimática usando-se tampão acetato de sódio para pH 3,6-5,6, tampão fosfato de sódio para pH 5,7-8,0 e tampão ácido bórico-borax para pH 8,2-9,2.

Efeito dos inibidores: foi determinado através da medida da atividade enzimática na mistura de 1 ml de catecol 10 mM, 1 ml de inibidor (ácido ascórbico, dietilditiotiocarbamato, L-cisteína, mercaptoetanol e metabissulfito de sódio) em várias concentrações, 0,8 ml de tampão acetato de sódio 0,2 M a pH 5,6 e 0,2 ml de solução enzimática.

Quatro amostras de manga foram estocadas em salmoura a 10 e 15%, durante 90 dias, com a finalidade de estudar o efeito da inibição enzimática através do calor e pela adição de agentes químicos, na coloração da fruta. Os tratamentos efetuados foram os seguintes:

- inativação térmica através de aquecimento da fruta a 90°C durante 5 min e posterior estocagem em salmoura;
- adição de ácido ascórbico na concentração de 150 ppm na salmoura contendo a fruta;
- adição de metabissulfito de sódio na concentração de 0,9 ppm na salmoura contendo a fruta:

Foi preparada uma amostra de manga, estocada em salmoura, - sem tratamento algum, com a finalidade de compará-la com aquelas tratadas.

3.2.6. Determinações realizadas no xarope antes e após o processamento

- a) Sólidos solúveis - foram determinados através da leitura direta em refratômetro com correção de temperatura.
- b) Açúcares - foram determinados pelo método de Lane-Eynon (2) para açúcares totais e redutores.
- c) Viscosidade - foi determinada segundo Cannon (8), utilizando-se o viscosímetro Cannon-Fenske (9).
O viscosímetro foi mergulhado em banho-maria a uma temperatura de 60°C, a mesma utilizada no processamento das frutas, para determinação de viscosidade.

Foi efetuada uma filtração do xarope resultante da saturação de frutas e, após determinada a sua viscosidade, foi diluído a 40% de sólidos solúveis para ser re-utilizado.

A viscosidade do xarope re-utilizado foi determinada antes e após a nova saturação de frutas.

Foram preparados xaropes a 40 e 78% de sólidos solúveis e as suas viscosidades determinadas com o objetivo de compará-las com aquelas determinadas para os xaropes utilizados nas saturações.

Os resultados de viscosidade foram expressos em centistokes (Cst).

3.2.7. Determinações realizadas no produto final

- a) Sólidos solúveis - foi adicionada água destilada a uma amostra de fruta triturada em liquidificador, na proporção de 1:1, e levada à ebulição durante 20 min. Após resfriamento e aferido o peso inicial, foi efetuada uma filtração e, no filtrado, foram determinados os sólidos solúveis diretamente no refratômetro.
- b) Açúcares - a partir do filtrado obtido no item anterior, foram determinados os açúcares conforme item 3.2.6.
- c) Volume aparente, volume real e peso específico - foram determinados da mesma forma efetuada para as frutas antes do processamento, conforme item 3.2.5.

- d) Rendimento - o rendimento das frutas processadas, foi calculado a partir da relação de peso antes e depois da saturação com açúcares, e expresso em porcentagem.
- e) Análise instrumental de textura - a textura das frutas processadas, foi determinada no texturômetro Instron Universal (31). Para esta determinação, foi efetuado o teste de cisalhamento, no qual a fruta é colocada na parte fixa do aparelho. A parte móvel, que consta de uma lâmina, desce sobre a fixa, cortando o material. A força necessária para o corte é graficada sob a forma de picos no papel quadriculado - do registrador. As velocidades da célula de carga e da carta do registrador utilizadas durante o teste, foram - de 10 cm/min e 4 cm/min, respectivamente. Os resultados foram obtidos pela relação entre a força máxima aplicada para o corte do material e a área deste. Foram efetuadas 20 repetições do teste para cada tratamento, com a finalidade de comparar os resultados com a avaliação sensorial da textura. Os testes instrumentais foram realizados concomitantemente com a avaliação sensorial.
- f) Avaliação sensorial - as frutas saturadas com açúcares foram avaliadas sensorialmente visando diferenciar os produtos, conforme o tratamento utilizado em termos de textura, sabor e preferência. As frutas estocadas em solução de cloreto de sódio a 10 e 15% durante 30 e 90 dias, foram comparadas com a fruta sem

tratamento.

Foram aplicados os métodos de escala, sendo que a escala hedônica foi utilizada para preferência e a escala não estruturada com 9 pontos para sabor e textura (29), conforme o formulário apresentado na Figura nº 04.

As amostras foram preparadas de tal forma, que a avaliação de textura fosse efetuada em pedaços de fruta cujas dimensões fossem as mesmas daqueles utilizados para a determinação instrumental de textura, com a finalidade de comparar os resultados.

O teste sensorial constou de blocos contendo 3 amostras cada um. As amostras foram servidas a uma equipe de 10 provadores durante 3 dias consecutivos. O teste foi efetuado individualmente em cabines escuras sob luz vermelha e à temperatura ambiente.

Os resultados foram avaliados conforme o delineamento estatístico de blocos incompletos tipo V, onde $t=5$; $k=3$; $r=6$; $b=10$; $\lambda=3$; $E=0,83$ (11) e analisados a um nível de significância de 5%.

Foi estimada a correlação existente entre os dados da textura instrumental e sensorial, através do coeficiente de correlação r .

3.2.8. Saturação com açúcares pelo processo a vácuo

- a) Branqueamento - as frutas cortadas em cubos foram colocadas em água a 95°C para inativação de enzimas, como também para

o abrandamento da textura. O tempo de imersão foi determinado através de ensaios preliminares e variou conforme o tipo de fruta, estado de maturação e fermentação ocorrida durante a estocagem em salmoura.

Após este tratamento, a fruta foi resfriada em água fria e escorrida.

- b) Processamento - para o processamento foram utilizados 500 g de fruta, sendo que 50 g foram colocados em armações de alumínio revestidas com tela de nylon, com a finalidade de utilizá-los como referência para as determinações de volume aparente, real, peso específico e rendimento.

A manga e o caqui, assim preparados, foram colocados nos evaporadores juntamente com o xarope a 40⁰Bx, na proporção de 1:3 e, foi então ligada a fonte de aquecimento e o sistema de vácuo. A saturação efetuou-se à temperatura de 60⁰C, o que foi conseguido com um vácuo de 0,76-0,80 kg/cm². À medida que o xarope era concentrado, foi sendo adicionado xarope a 40⁰Bx, até que a mistura alcançasse a concentração aproximada de 78⁰BX. A duração do processamento foi de 18-20 horas.

Para a goiaba, o procedimento foi o mesmo descrito acima, - com exceção da concentração inicial do xarope, que foi de 30⁰Bx e a duração do processamento, que foi de 24 horas.

3.2.9. Saturação com açúcares à pressão ambiente, com circulação forçada de xarope

Para a saturação à pressão ambiente foi utilizada como matéria prima a abóbora porque, estando o processamento em experimentação inicial, procurou-se utilizar uma fruta cuja tecnologia e características fosse já conhecidas. Foi efetuado também o processamento da manga estocada em salmoura, a 10% durante 90 dias, com o objetivo de comparar este processamento com aquele realizado a vácuo.

A fruta foi cortada em cubos e colocada em água a 90°C para o abrandamento da textura. Após o resfriamento em água fria, - foi escorrida e colocada no equipamento, juntamente com o xarope a 40°Bx em quantidade suficiente para cobrir a fruta. O sistema de re-circulação de xarope e a fonte de aquecimento foram ligados. A vazão da bomba de re-circulação de xarope, inicialmente foi de 1.000 l/h e a temperatura do xarope foi mantida a 60°C durante todo o processamento. A porcentagem de sólidos - solúveis foi elevada a cada hora com sacarose e xarope de glucose, na proporção de 60:40, adicionados diretamente no xarope em re-circulação, até que a mistura atingisse a concentração a proximada de 78°Bx. O tempo de duração do processamento foi de 19 horas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARACTERÍSTICAS DA MATÉRIA-PRIMA

No Quadro nº 01 estão representados os resultados das análises feitas na matéria-prima, que a caracterizaram no ponto de maturação desejado para a sua saturação com açúcares.

As análises efetuadas foram descritas em 3.2.5.

Pode-se observar ainda no Quadro nº 01, os valores de rendimento obtidos após a limpeza e preparo das frutas para o processamento direto ou estocagem das mesmas.

Considerando os valores de rendimento apresentados pelas frutas em estudo, verifica-se que houve um bom aproveitamento das matérias-primas, principalmente no caso do caqui e da goiaba - que foram processadas com casca.

4.2. INFLUÊNCIA DA ESTOCAGEM DAS FRUTAS NO PRODUTO FINAL DA SATURAÇÃO COM AÇÚCARES

Utilizando-se o método descrito em 3.2.1. e as determinações - descritas em 3.2.5., foi analisada a influência da estocagem - das frutas no produto final saturado com açúcares.

Nos Quadros nº 02, 03 e 04 para manga, caqui e goiaba, respectivamente, estão representados os resultados do volume aparente e rendimento.

Como se pode observar, para o caso da manga, houve um decrêscimo tanto do volume aparente, como do rendimento. Este decrêscimo foi devido à fermentação exagerada dos tecidos, que causou perda da estrutura celular. O decrêscimo verificado foi relativamente elevado, comparando-se a fruta sem tratamento com aquela estocada em salmoura.

Para o caso do caqui, o decrêscimo de volume ocorre acentuadamente já na fruta sem tratamento, sendo maior ainda quando a fruta é estocada em salmoura. Isto leva a crer que ocorre uma desintegração da estrutura celular da fruta durante o processamento, devido ao fato desta possuir um tecido muito frágil.

Analizando-se ainda o Quadro nº 03, pode-se verificar que a fruta estocada em solução de cloreto de sódio a 15% durante 30 dias, conserva-se praticamente com o mesmo volume aparente e rendimento daquela sem tratamento. Já aquela fruta estocada em solução de cloreto de sódio a 10%, apresenta-se com volume aparente e rendimento baixos, devido à fermentação que enfraquece os tecidos.

Esses resultados concordam com as pesquisas de Grosso (16) e Williams (38), que aconselham o uso de salmoura a 15% para a preservação de frutas durante tempo prolongado.

No Quadro nº 04 verifica-se um aumento no volume aparente e rendimento da fruta estocada durante 30 dias, devido à fermentação ocorrida nos tecidos, facilitando, desta forma, a saturação da fruta.

A goiaba possui uma estrutura rígida, havendo necessidade de uma fermentação dos tecidos. Pode-se verificar no Quadro nº 04 o aumento nos valores de volume aparente e rendimento para a fruta estocada durante 30 dias em salmoura, sendo que aquela estocada em salmoura a 10%, resultou em um maior rendimento devido a uma maior fermentação ocorrida pelo menor teor de cloreto de sódio.

Os resultados concordam com os estudos efetuados por pesquisadores indianos (23) utilizando cascas de cítricos. Estas possuem estrutura rígida e torna-se necessária uma fermentação dos tecidos. Portanto, é recomendável a sua estocagem em salmoura a 10%.

Quanto à fruta estocada durante 90 dias em salmoura, após processada, sofreu diminuição de volume aparente e rendimento, pelo fato de a fermentação ter continuado a se processar, danificando excessivamente os tecidos.

No Quadro nº 05, estão representados os valores de peso específico das frutas saturadas com açúcares.

Analisando os resultados referentes à manga e goiaba, verifica-se que o tempo de estocagem de 90 dias, causa decréscimo no peso específico. Estes resultados concordam com aqueles obtidos para o rendimento, demonstrando, novamente, que ocorrem perdas durante a estocagem, devido à fermentação já mencionada.

A estocagem do caqui em salmoura, causou um decréscimo acentuado no peso específico da fruta após processada. Como já foi mencionado anteriormente, o caqui possui estrutura pouco firme e quando processado, o volume sofre um decréscimo devido à saída rápida do suco celular, tornado difícil a penetração dos açúcares. Neste caso, provavelmente, seria aconselhável o uso de sais de cálcio, que são recomendados por Grosso (16) com a finalidade de enrigecer os tecidos.

4.3. AVALIAÇÃO SENSORIAL E ANÁLISE INSTRUMENTAL DE TEXTURA

A avaliação sensorial das frutas saturadas com açúcares foi efetuada segundo o método descrito em 3.2.7. e teve como objetivo avaliar a textura, sabor e preferência, conforme ficha apresentada na Figura nº 04.

Visando simplificar a apresentação e discussão dos resultados da avaliação sensorial, as amostras foram numeradas da seguinte forma:

- I - Fruta sem tratamento
- II - Fruta estocada em solução de cloreto de sódio a 10% durante 30 dias
- III - Fruta estocada em solução de cloreto de sódio a 10% durante 90 dias
- IV - Fruta estocada em solução de cloreto de sódio a 15% durante 30 dias
- V - Fruta estocada em solução de cloreto de sódio a 15% durante 90 dias

Os resultados das avaliações estão representados no Quadro nº 06. Analisando este Quadro, verifica-se que a estocagem em solução de cloreto de sódio é desejável para o abrandamento da textura e o sabor não é afetado significativamente, o que torna esta operação viável de ser aplicada para as frutas estudadas.

Para a manga, a amostra II diferiu significativamente em sabor e preferência das amostras I e V, não diferindo das demais. Isto significa que a estocagem é conveniente em salmoura a 10% durante 30 e 90 dias e em salmoura a 15% somente durante 30 dias.

Para o caqui, a amostra II diferiu significativamente da I e da III. As demais não diferiram entre si quanto ao sabor. Em termos de preferência, não houve diferença significativa entre as amostras a nível de significância de 5%.

Para a goiaba, as amostras II e III diferiram significativamente das demais quanto ao sabor e somente a IV diferiu quanto à preferência.

Devido ao estado de maturação apresentado pelas frutas, "de vez", os aromas característicos, como se sabe, não estão totalmente desenvolvidos. No caso do caqui e da manga, são aromas delicados que somente são perceptíveis quando a fruta está madura. Portanto, não houve possibilidade da equipe de provadores identificá-los. No caso da goiaba, o aroma característico

é perceptível já no estado verde de maturação. Assim sendo, - foi identificado pelos provadores.

A manga estocada em solução de cloreto de sódio, após saturada com açúcares, apresentou-se de coloração escura devido à ação enzimática que se desenvolveu durante a estocagem. Por este - motivo, não foi efetuado teste de cor. Para o caqui e a goiaba, que apresentaram-se sem alteração de cor, não foi efetuado o teste para manter-se a uniformidade dos testes sensoriais.

Os valores de textura instrumental foram determinados conforme o método descrito em 3.2.7.

Foi efetuada a média entre as determinações e os resultados es tão apresentados no Quadro nº 07.

Visando estabelecer o grau de correlação entre as determinações de textura sensorial e instrumental, foram efetuados cálculos de correlação entre os resultados. No Quadro nº 08 estão representados os valores do coeficiente de correlação r para man ga, caqui e goiaba.

Para a manga foi encontrado um valor de $r=0,97$, o que significa que houve uma alta correlação entre as determinações sensoriais e instrumentais. Para o caqui e a goiaba os valores de r foram baixos, refletindo um certo grau de desuniformidade - nas amostras testadas, fato que, provavelmente, se deve ao fato de estas frutas terem sido processadas com casca.

4.4. ATIVIDADE DA POLIFENOLOXIDASE (PFO) DA MANGA E SEUS INIBIDORES

A atividade da polifenoloxidase da manga e seus inibidores, foram determinados conforme o método descrito em 3.2.5.

Na Figura nº 05 estão representados os valores de pH onde a polifenoloxidase da manga possui maior atividade. Considerando-se os valores de atividade relativa, nota-se que a enzima possui sua atividade máxima na faixa de pH de 5,6 a 6,0.

Através de estudos feitos sobre polifenoloxidase da maçã, Bedrosian (4); pera var. Bartlett, Tate (33); cereja, var. Royal Ann, Benjamin (5); pera, var. d'Anjou, Halim (18) e banana nanica, Galeazzi (15), nota-se que a maioria delas possui pH ótimo de atividade ao redor da neutralidade. No caso da manga, var. Haden estudada, a polifenoloxidase é mais ativa em pH ácido.

A Figura nº 06 mostra os resultados da inativação térmica da polifenoloxidase a 75, 80 e 85°C. Plotados os valores logarítmicos da atividade relativa da enzima contra o tempo, tem-se retas decrescentes conforme as temperaturas. Consideradas a partir do gráfico resultante, nota-se que a razão da inativação térmica com o tempo foi proporcional ao aumento da temperatura.

No Quadro nº 09, aparecem os resultados do efeito de inibidores químicos sobre a polifenoloxidase da manga, utilizando-se o ca

tecol como substrato.

Os inibidores usados, na concentração de 0,05 mM, inibiram toda a atividade enzimática, exceto o dietilditiocarbamato, que inibiu somente 68%. Verificou-se que após tempo prolongado - (24 a 72 horas), ocorreram reações de escurecimento mesmo com a utilização de altas concentrações dos inibidores. O metabisulfito de sódio, entretanto, como mostra o Quadro nº 10, inibiu a reação mesmo na menor concentração.

Entre os inibidores estudados, o metabissulfito de sódio foi considerado o mais efetivo e o ácido ascórbico o menos efetivo sobre a polifenoloxidase da manga.

O Quadro nº 11 apresenta os resultados dos testes feitos com a manga estocada em salmoura durante 90 dias. Analisando-se o quadro, nota-se a necessidade do uso de inibidores químicos da polifenoloxidase durante a estocagem ou a inativação prévia da enzima através de aquecimento. Esta operação na indústria, - significaria um aumento no custo do produto, já que, após a estocagem, e dependendo da fermentação ocorrida, se faz necessário novo aquecimento para abrandar a textura. Além disso, essa inativação prévia, iria eliminar a flora microbiana natural da fruta, deixando-a suscetível ao ataque de fungos e bactérias em geral, que poderiam decompô-la durante a estocagem. Portanto, seria mais indicado o uso de inibidores químicos da enzima e, entre eles o metabissulfito de sódio, que é muito eficiente em quantidades reduzidas.

4.5. VISCOSIDADE DOS XAROPES

A determinação da viscosidade foi efetuada conforme o método - descrito em 3.2.6.

Nos Quadros nº 12, 13 e 14, estão representados os valores de sólidos solúveis e viscosidade dos xaropes utilizados na saturação das frutas estudadas.

A viscosidade do xarope preparado com 78% de sólidos solúveis, foi de 244,58 Cst. Comparando este valor com aqueles representados nos Quadros, verifica-se que não houve aumento significativo na viscosidade dos xaropes após a sua utilização.

Foram determinados alguns valores de viscosidade nos xaropes utilizados nas saturações da manga estocada durante 90 dias, caqui fresco e goiaba estocada durante 90 dias. Os valores encontrados foram os seguintes: para manga, 241,22 Cst; para caqui, 250,0 Cst e para goiaba, 262,39 Cst. Nota-se que o acréscimo de viscosidade em relação ao xarope utilizado, uma vez - foi de 0,3, 1,43 e 2,53%, respectivamente. O aumento de viscosidade ocorrido no caso do caqui e da goiaba, deve-se, provavelmente, à difusão de pectina das frutas para o xarope.

A viscosidade do xarope preparado com 40% de sólidos solúveis, foi de 2,01 Cst. Comparando este valor com aqueles representados no Quadro nº 15, verifica-se que não houve aumento de viscosidade.

A determinação de viscosidade dos xaropes re-utilizados, diluídos a 40% de sólidos solúveis, não apresentou variação significativa mas, acredita-se que com a utilização do mesmo xarope - em várias saturações, seria aconselhável, além da filtração, efetuar um tratamento com enzima pectinolítica com a finalidade de diminuir a sua viscosidade.

4.6. SATURAÇÃO DE FRUTAS À PRESSÃO AMBIENTE COM CIRCULAÇÃO FORÇADA DE XAROPE

A saturação de frutas à pressão ambiente foi realizada conforme método descrito em 3.2.9.

No Quadro nº 16 estão representados os resultados de peso específico, volume aparente e rendimento da abóbora e da manga.

Comparando-se os dados do Quadro nº 16 com os dados apresentados por Bilhalva (6), verifica-se que houve diminuição no rendimento e volume aparente do produto. A abóbora possui um tecido delicado e que facilmente se desintegra durante o processamento. - Então, é recomendada a adição de cálcio à salmoura de armazenamento ou ao xarope no qual for efetuada a saturação da fruta.- Porém, se este fator não for considerado, pode-se dizer que os resultados foram satisfatórios, visto que o produto final alcançou rendimento maior que 100%.

Para a manga, verifica-se que praticamente não houve diferenças significativas entre os resultados do processo à vácuo com estes à pressão ambiente.

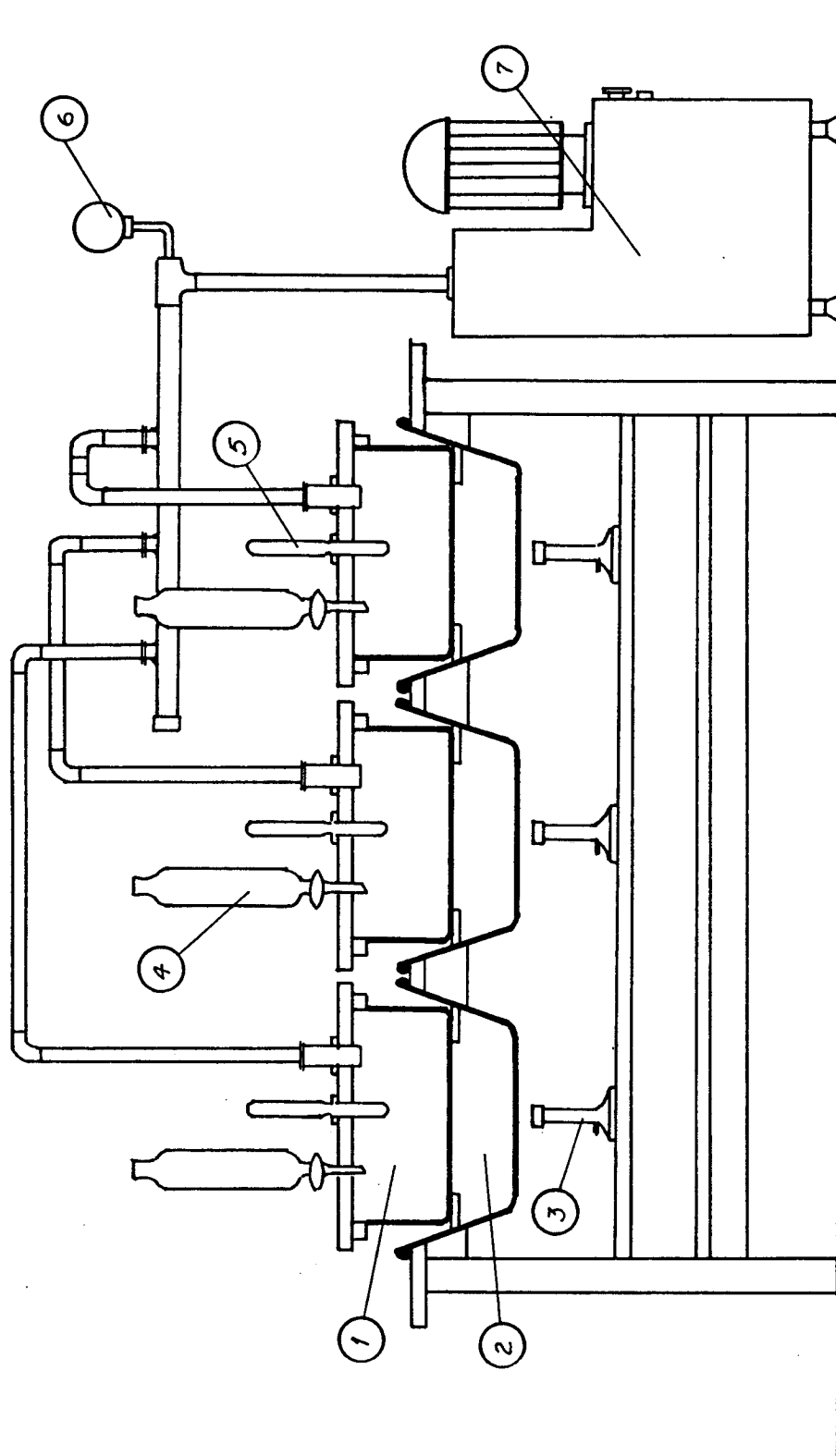


FIGURA Nº 02 - Equipamento de laboratório para saturação de frutas com açúcares:

1. Câmara de saturação; 2. Banho-maria; 3. Fonte de aquecimento; 4. Alimentação de xarope; 5. Termômetro; 6. Vacuômetro; 7. Bomba de vácuo.

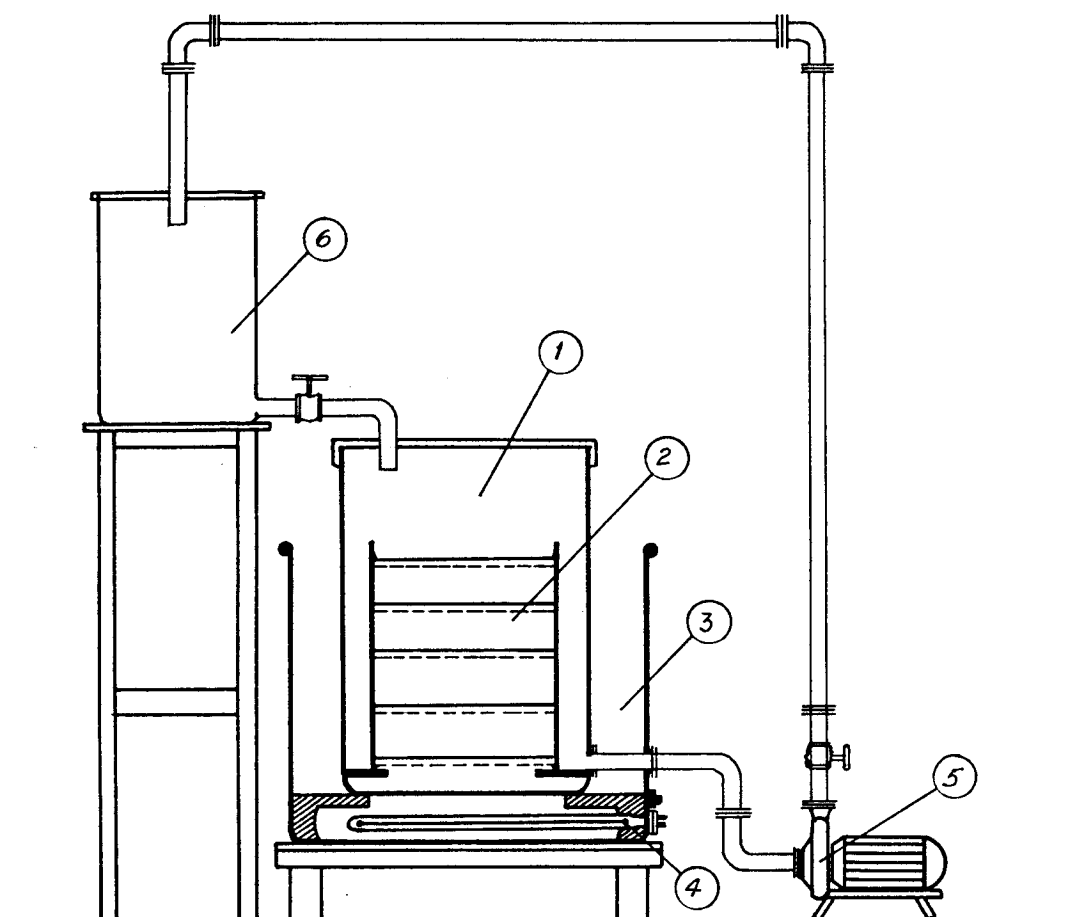


FIGURA Nº 03 - Equipamento para saturação a pressão ambiente:

- 1. Tanque para saturação de frutas; 2. Peneiras;
- 3. Tanque de aquecimento; 4. Resistência elétrica controlada por termostato; 5. Bomba de re-circulação; 6. Tanque para mistura de açúcares.

FIGURA Nº 04

Nome _____ Data _____

Instruções: Prove cada amostra e conte o número de mastigadas necessárias até o ponto de engolir. Em seguida indique o qualidade de textura, sabor e preferência, colocando um traço vertical entre os dois extremos da linha.

TEXTURA

Nº amostra	nº mastigadas	Extremamente dura	Extremamente macia
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

SABOR

Nº amostra	Extremamente ruim	Extremamente bom
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

PREFERÊNCIA

Nº amostra	Desgostei extremamente	Gostei extremamente
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

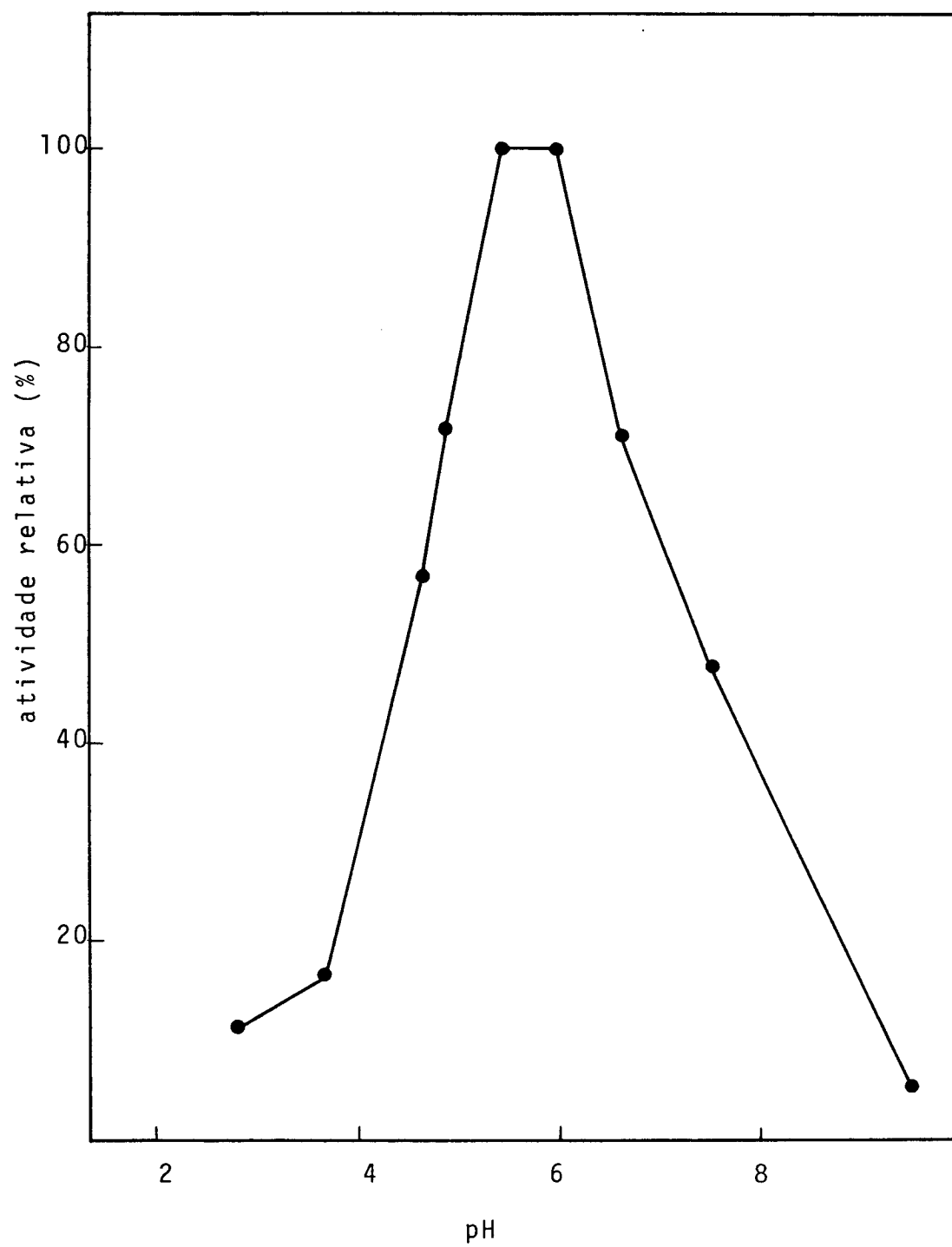


FIGURA Nº 05 - Efeito do pH na atividade relativa da polifenol oxidase da manga.

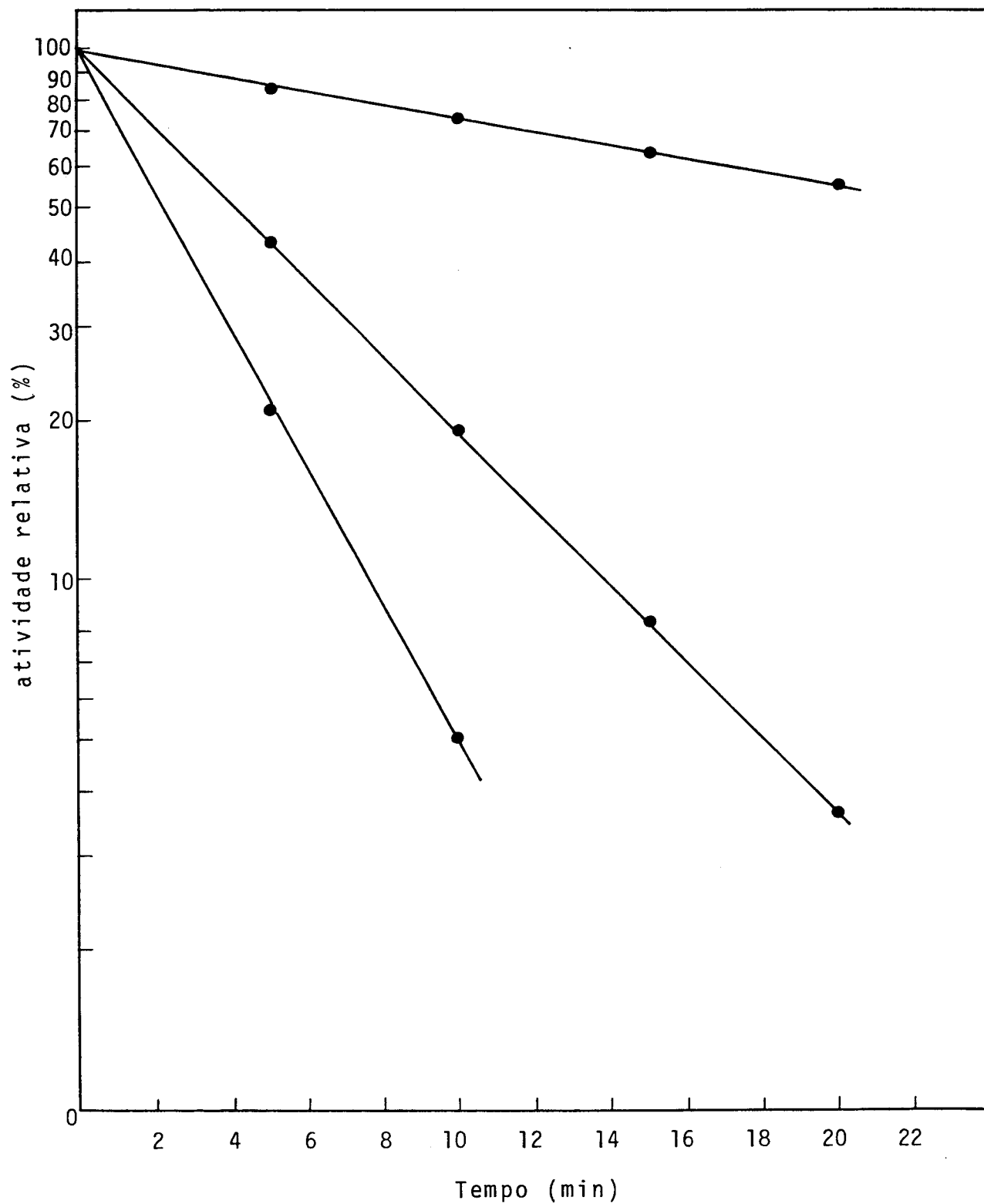


FIGURA Nº 06 - Efeito da temperatura na atividade relativa da polifenoloxidase da manga.

QUADRO Nº 01

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA FRUTA "IN NATURA": SÓLIDOS SOLÚVEIS, pH, ACIDEZ, SÓLIDOS TOTAIS E RENDIMENTO DE PREPARO PARA A SATURAÇÃO.

D E T E R M I N A Ç Ã O	MANGA	CAQUI	GOIABA
sólidos solúveis (%)	7,25	13,5	7,8
pH	3,20	5,8	4,0
acidez (% ácido cítrico)	0,064	0,0064	0,595
sólidos totais (%)	10,5	17,1	14,8
rendimento de preparo para a saturação (%)	54,85	95,05	68,83

QUADRO Nº 02

EFEITO DA ESTOCAGEM DE MANGA EM SOLUÇÕES DE CLORETO DE SÓDIO
NO VOLUME APARENTE E RENDIMENTO DO PRODUTO SATURADO COM AÇÚCA-
RES.

<u>E S T O C A G E M</u>		% do volume	rendimento
Tipo de solução	Tempo (dias)	inicial	(%)
-	0	90,5	108
cloreto de sódio	30	90,0	106
a 10%	90	80,0	100
cloreto de sódio	30	74,0	103
a 15%	90	80,0	100

QUADRO Nº 03

EFEITO DA ESTOCAGEM DE CAQUI EM SOLUÇÕES DE CLORETO DE SÓDIO
NO VOLUME APARENTE E RENDIMENTO DO PRODUTO SATURADO COM AÇÚCA-
RES.

<u>E S T O C A G E M</u>		<u>% do volume</u>	<u>rendimento</u>
<u>Tipo de solução</u>	<u>Tempo (dias)</u>	<u>inicial</u>	<u>(%)</u>
-	0	75,0	112
cloreto de sódio	30	73,8	100
a 10%	90	71,4	100
cloreto de sódio	30	74,4	112,5
a 15%	90	71,4	100

QUADRO Nº 04

EFEITO DA ESTOCAGEM DE GOIABA EM SOLUÇÕES DE CLORETO DE SÓDIO
NO VOLUME APARENTE E RENDIMENTO DO PRODUTO SATURADO COM AÇÚCA-
RES.

E S T O C A G E M		% do volume rendimento	
Tipo de solução	Tempo (dias)	inicial	(%)
-	0	85,4	109
cloreto de sódio	30	92,5	120
a 10%	90	95,1	103
cloreto de sódio	30	97,5	116
a 15%	90	86,4	100

QUADRO Nº 05

EFEITO DA ESTOCAGEM EM SOLUÇÕES DE CLORETO DE SÓDIO NO PESO ESPECÍFICO DA MANGA, CAQUI E GOIABA SATURADAS COM AÇÚCARES.

E S T O C A G E M		PESO ESPECÍFICO (g/ml)		
Tipo de solução	Tempo (dias)	MANGA	CAQUI	GOIABA
-	0	1,4210	1,3658	1,4166
cloreto de sódio	30	1,3947	1,3158	1,4195
a 10%	90	1,3888	1,2857	1,4053
cloreto de sódio	30	1,3918	1,3393	1,4170
a 15%	90	1,3888	1,2920	1,3888

QUADRO Nº 06

AVALIAÇÃO SENSORIAL (*) DAS FRUTAS SATURADAS COM AÇÚCARES, REFERENTE A TEXTURA, SABOR E PRE-

RÊNCIA.

E	S	T	O	C	A	G	E	M	M	A	N	G	A	C	A	Q	U	I	G	O	I	A	B	A
Tipo de solução Tempo (dias) Textura Sabor Preferência Textura Sabor Preferência Textura Sabor Preferência																								
-							0		4,17	5,39	5,37			6,51	6,96	6,94			6,58	6,52			6,67	
cloreto de sódio							30		6,26	6,10	6,21			6,68	6,39	6,55			6,92	5,86			6,20	
a 10%							90		5,54	5,89	5,91			7,31	6,97	7,10			6,45	6,44			6,56	
cloreto de sódio							30		5,60	5,79	5,99			6,91	6,59	6,78			5,61	5,59			5,88	
a 15%							90		5,61	5,27	5,24			6,78	6,71	7,04			6,51	6,52			6,72	

(*) Escala hedônica para preferência

Escala não estruturada com 9 pontos para textura de sabor

QUADRO Nº 07

DETERMINAÇÃO FÍSICA DE TEXTURA DAS FRUTAS SATURADAS COM AÇÚCAR.

E S T O C A G E M		T E X T U R A (kgf/cm ²)		
Tipo de solução	Tempo (dias)	MANGA	CAQUI	GOIABA
-	0	2,9844	1,0625	1,3437
cloreto de sódio	30	1,5625	1,3437	1,6719
a 10%	90	1,7031	0,6875	1,4687
cloreto de sódio	30	1,9062	1,1406	1,8125
a 15%	90	1,8437	1,7031	1,5625

QUADRO Nº 08

CORRELAÇÃO REALIZADA ENTRE OS VALORES DE TEXTURA DA AVALIAÇÃO
SENSORIAL E OS VALORES ENCONTRADOS NA DETERMINAÇÃO FÍSICA.

F R U T A	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO
Manga	0,97 [*]
Caqui	0,57 ^{ns}
Goiaba	0,53 ^{ns}

* Significativo ao nível de 5%

^{ns} não significativo

QUADRO Nº 09

EFEITO DE INIBIDORES QUÍMICOS SOBRE A POLIFENOLOXIDASE DA MAN-
GA.

I N I B I D O R	CONCENTRAÇÃO (mM)	% DE INIBIÇÃO
Ácido ascórbico	0,01	17
	0,05	100
L-cisteína	0,01	27
	0,05	100
Dietilditiocarbamato	0,01	0
	0,05	68
2-mercaptoetanol	0,01	40
	0,05	100
metabissulfito de sódio	0,01	67
	0,05	100

QUADRO Nº 10

RELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO DE INIBIDORES QUÍMICOS E O GRAU DE ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO PROVOCADO PELA POLIFENOLOXIDASE DA MANGA.

I N I B I D O R	Tempo	Concentração dos inibidores (mM)							
	(h)	1	2	3	4	5	6	7	
ácido ascórbico	24	+++	++	+	±	0	0	0	
	72	++++	++++	++++	+++	+++	++	+	
dietilditiocarbamato	24	+++	++	+	±	0	0	0	
	72	+++	++	+	±	0	0	0	
L-cisteína	24	++++	+++	0	0	0	0	0	
	72	+++	++	+	0	0	0	0	
mercaptoetanol	24	0	0	0	0	0	0	0	
	72	++++	+	0	0	0	0	0	
metabissulfito de sódio	24	0	0	0	0	0	0	0	
	72	0	0	0	0	0	0	0	

++++ sem inibição

+++ pouca inibição

++ inibição regular

+ inibição boa

± inibição quase total

0 inibição total

QUADRO Nº 11

EFEITO DA INATIVAÇÃO TÉRMICA E A INIBIÇÃO QUÍMICA DA POLIFENOL
OXIDASE SOBRE A COLORAÇÃO DA MANGA SATURADA COM AÇÚCARES.

AMOSTRA	INATIVAÇÃO ENZIMÁTICA*	INIBIDOR ADICIONADO	ALTERAÇÃO NA COR
1	sim	não	não
2	não	ácido ascórbico	não
3	não	metabilssulfito de sódio	não
4	não	não	sim

*através do calor

QUADRO Nº 12

VISCOSIDADE DOS XAROPES UTILIZADOS NA SATURAÇÃO DA MANGA COM
AÇÚCARES.

<u>E S T O C A G E M</u>		<u>Sólidos solúveis</u>	<u>Viscosidade</u>
<u>Tipo de solução</u>	<u>Tempo (dias)</u>	<u>(%)</u>	<u>(Cst)</u>
-	0	77,8	239,60
cloreto de sódio	30	78,6	250,10
a 10%	90	78,4	248,0
cloreto de sódio	30	78,0	245,01
a 15%	90	77,9	240,50

QUADRO Nº 13

VISCOSIDADE DOS XAROPES RESULTANTES DA SATURAÇÃO DE CAQUI COM
AÇÚCARES.

<u>E S T O C A G E M</u>		<u>Sólidos solúveis</u>	<u>Viscosidade</u>
<u>Tipo de solução</u>	<u>Tempo (dias)</u>	<u>(%)</u>	<u>(Cst)</u>
-	0	78	246,48
cloreto de sódio	30	78,3	250,44
a 10%	90	77,9	245,10
cloreto de sódio	30	77,9	245,06
a 15%	90	78,1	247,00

QUADRO Nº 14

VISCOSIDADE DOS XAROPES RESULTANTES DA SATURAÇÃO DE GOIABA COM
AÇÚCARES.

E S T O C A G E M		Sólidos solúveis	Viscosidade
Tipo de solução	Tempo (dias)	(%)	(Cst)
-	0	77,0	240,33
cloreto de sódio	30	77,9	246,50
a 10%	90	78,0	248,0
cloreto de sódio	30	79,0	268,8
a 15%	90	78,5	255,92

QUADRO Nº 15

VISCOSIDADE DOS XAROPES UTILIZADOS NAS SATURAÇÕES DAS FRUTAS,
DILUÍDOS A 40% DE SÓLIDOS SOLÚVEIS.

E S T O C A G E M		V I S C O S I D A D E (Cst)		
Tipo de solução	Tempo (dias)	MANGA	CAQUI	GOIABA
-	0	2,02	2,00	2,11
cloreto de sódio	30	2,14	2,05	2,02
a 10%	90	2,13	2,03	2,01
cloreto de sódio	30	2,10	2,00	2,04
a 15%	90	1,98	2,09	2,00

QUADRO Nº 16

DETERMINAÇÕES REALIZADAS EM ABÓBORA E MANGA SATURADAS COM AÇÚCAR ATRAVÉS DO PROCESSO À PRESSÃO AMBIENTE COM CIRCULAÇÃO FORÇADA DE XAROPE: PESO ESPECÍFICO, VOLUME APARENTE E RENDIMENTO.

D E T E R M I N A Ç Õ E S	ABÓBORA	MANGA
Peso específico (g/ml)	1,44	1,45
% do volume inicial	86,5	78,0
rendimento (%)	116,0	99,0

5. CONCLUSÕES

1. O presente estudo demonstrou que o processo de saturação com açúcares constitui-se em uma alternativa industrial para frutas tropicais, tais como: manga caqui e goiaba.
2. O caqui possui uma estrutura delicada que facilmente se desintegra na estocagem em salmoura com baixa concentração de sal. Esta fruta pode ser estocada em solução com concentração mínima de 15% de sal e por tempo não superior a 30 dias para melhor preservação da sua estrutura.
3. A goiaba possui uma estrutura rígida e necessita uma permeabilização prévia através de fermentação. É viável a sua estocagem em soluções com concentração de 10 a 15% de sal.
4. A manga suporta bem a estocagem em salmoura a 10 e 15% durante tempo prolongado.
5. A estocagem em salmoura das frutas estudadas, é desejável para abrandar a textura.
6. As qualidades sensoriais referentes a textura, sabor e preferência do produto saturado com açúcares, obtido a partir de frutas estocadas em soluções salinas, no geral não diferiram daquelas determinadas para o produto obtido a partir de frutas frescas.

7. É necessário inibir a ação da polifenoloxidase da manga para que o produto açucarado resultante não se apresente com coloração indesejável. A inibição pode ser feita antes ou durante a estocagem da fruta em salmoura, através de inativação térmica, mudança de pH ou adição de inibidores químicos, como, por exemplo, o metabissulfito de sódio que se mostrou mais eficiente para essa enzima.
8. O incremento da viscosidade dos xaropes não foi elevado, o que permite o seu re-aproveitamento, embora seja aconselhável o seu tratamento com enzimas pectinolíticas com a finalidade de manter a viscosidade dos xaropes no nível desejado, para não interferir na penetração dos açúcares.
9. O processo de saturação por circulação forçada, no qual a concentração do xarope é feita através de um pequeno evaporador a vácuo, apresenta boas perspectivas tecnológicas, devido à economia de tempo e energia gastos na concentração e, principalmente, pelo baixo investimento inicial, que elimina a necessidade de colocar as frutas em câmara "flash" a vácuo.

6. BIBLIOGRAFIA

01. AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. Chemistry and Technology of citrus products and by-products. Washington, USDA. 1962. 99p.
02. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of Association of Official Agricultural Chemists. Washington, 1970. 1015 p.
03. ATKINSON, F.E. et alii. Improvements in the candying of fruits. Food Technology 6(11):431-436, 1952.
04. BEDROSIAN, K; STEIMBERG, M.P. & NELSON, A.I. Effect of borates and other inhibitors on enzymatic browning in apple tissue. II. Food Technol. 14(10):480-483, 1960.
05. BENJAMIN, N.D. & MONTGOMERY, M.W. Polyphenoloxidase of Royal Ann cherries: purification and characterization. J. Food Sci. 38:799-806, 1973.
06. BILHALVA, A.B. Contribuição ao estudo da saturação de frutas com açúcares. Campinas, 1976. 70p. Tese (mestrado) - Fac. Eng. Alim. Agr. - UNICAMP.
07. BLEINROTH, E.W. et alii. Caracterização de variedades de manga para industrialização. Campinas, Inst. Tecn. Alim. dez. 1976, 78p. (instruções técnicas, 13).

08. CANNON, M.R. Viscosity measurement; Master viscosimeters.
Ind. Eng. Chem. Anal. 16:708-710, 1944.
09. CANNON, M.R. & FENSKE, M.R. Viscosity measurement. Ind.
Chem. Anal. 13:299-300, 1941.
10. CHEN, T.S. & JOSLYN, M.A. Effect of replacement of sucro-
se by corn syrup on viscosity and pectin content of
cut out syrup on canned clingstone peaches. Food
Techn. 21(4):658-664, 1967.
11. COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Experimental designs. 2. New
York, Wiley, 1957. 611p.
12. EL CONFITADO DE FRUTA Y LOS SISTEMAS D.M.C. Revista
Calle & Montari 7. s.d.
13. CRUESS, W.V. Comercial fruit and vegetable products.
4.ed. New York, MacGraw-Hill, 1958. 884p.
14. DUCKWORTH, R.B. Frutas y verduras; Trad. de Pedro Ducar
Maluenda. Zaragoza, Acribia, 1968. cap. 9-10,
p. 217-290.
15. GALEAZZI, M.A.M. Extração, purificação e propriedades da
polifenoloxidase de banana nanica (*Musa cavendishi*, L)
Campinas, 1978. 195p. Tese (doutoramento) Fac. Eng.
Alim. Agr. UNICAMP

16. GROSSO, A.L. Técnica de elaboracion moderna de confituras.
Buenos Aires, Refinerias de Maiz S.A.I.C., 1964. p.187-204.
17. GROSSO, A.L. Candied and glazed fruit. Buenos Aires, Refinerias de Maiz S.A.I.C., 1972. 141p.
18. HALIM, D.H. & MONTGOMERY, M.H. Polyphenoloxidase of d'Anjou pears (*Pyrus communis*, L). J.Food Sci. 43:603-608, 1978.
19. I.B.G.E. Anuário Estatístico do Brasil, 1978. p.359, 366, 371.
20. I.E.A. Previsões e estimativas das safras agrícolas no Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1978/79. 5º Levantamento. Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, 1979.
21. INGRAM, M. & KITCHELL, A.G. Salt as a preservative for foods. J.Food Techn. 2:1-15, 1967.
22. JOSLYN, M.A. & PONTING, J.D. Enzyme-catalyzed oxidative browning of fruit products. Adv. in Food Res. 3:1-44, 1951.
23. LAL, G.; SIDDAPA, G.S. & TANDON, G.L. Preservation of fruits and vegetables. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research, 1967. 369p.

24. LEES, R. Produzioni di frutta e fiori canditi. *Industrie Alimentari*, 4:133-136, 1976.
25. MacGREGOR, D.R.; KITSON, J.A. & RUCK, J.A. Sugar absorption in the fruit candying process. *Food Techn.* 8:1219-1221, 1964.
26. MATALONI, G. Preparazione industriale dei canditi. Palma, Staz. Sper. Industria della Conserve Alimentari, 1958.
27. MORETTI, R.H.; BILHALVA, A.B. & HINOJOSA G., R. Saturation of fruits with sugars. First Congress on Engineering and Food. Boston, 1976.
28. MEDINA, J.C. et alii Goiaba; da cultura ao processamento e comercialização. Campinas, Inst. Tecn. Alim, 1978. 106p. (Ser. Frutas Tropicais, 6).
29. MORAES, M.A.C. Métodos para avaliação sensorial de alimentos. Campinas, Fac. Eng. Alim. Agr., 1978. 87p.
30. POSTLMAYR, H.L.; LUH, B.S. & LEONARDS, S. Characterization of pectin changes in freestone and clingstone peaches during ripening and processing. *Food Techn.* 9:18-22, 1955.
31. ROCHA, J.L.V. Fisiologia da maturação pós-colheita de manga cv. Haden e goiaba cvs. vermelho e branco. Campinas, 1976. 141p. Tese (doutoramento). Fac. Eng. Alim. Agr. UNICAMP.

32. STRACHAN, C.C. & ATKINSON, F.E. Effect of sucrose-invert and high conversion glucose syrups in the preparation of candied cherries. Food Techn. 10, 518-520, 1955.
33. TATE, J.N.; LUH, B.S. & YORK, G.K. Polyphenoloxidase in Bartlett pears. J. Food Sci. 29:829, 1964.
34. TATEO, F. Atualização em tecnologia de produção de balas, frutas açucaradas e gelatinas. Campinas, Fund.Trop. Pesq. Tecn., 1978. p.1-28.
35. TOPLEY, W. & Wilson, C. The principles of bacteriology and immunidity. Baltimore, Williams & Wilkins, 1941.
36. TRESSLER, D.K. Enzyme converted corn syrup produces better glace fruit. Food Industrie, Junho, 1942.
37. VAN BUREN, J.P.; LA BELLE, R.L. & SPLITTSTOESSER, D.F. The influence of SO₂ levels, pH and salts on brined Windsor cherries. Food Techn. 7:1028-1030, 1967.
38. WILLIAMS, T.C. Candied fruits. Food Manufacture. 24:446-449, 1949.